



A sementeira direta e as culturas de cobertura no controlo da salinidade do solo em culturas regadas

João Paulo Gonçalves da Silva Mendes

Tese apresentada à Universidade de Évora
para obtenção do Grau de Doutor em Ciências Agrárias

ORIENTADOR: *MÁRIO JOSÉ GOUVEIA PINTO RODRIGUES DE CARVALHO*

ÉVORA, JULHO DE 2015





A sementeira direta e as culturas de cobertura no controlo da salinidade do solo em culturas regadas

João Paulo Gonçalves da Silva Mendes

Tese apresentada à Universidade de Évora
para obtenção do Grau de Doutor em Ciências Agrárias

ORIENTADOR: *MÁRIO JOSÉ GOUVEIA PINTO RODRIGUES DE CARVALHO*

ÉVORA, JULHO DE 2015

AGRADECIMENTOS

Um trabalho desta natureza leva-nos a percorrer um longo caminho e apenas se torna possível com o apoio de diversas pessoas e instituições, por isso gostaria de expressar os meus profundos agradecimentos.

Ao Professor Doutor Mário de Carvalho, orientador desta tese, pela sua orientação, conselhos e ensinamentos e pela sua total disponibilidade e paciência demonstradas.

À FCT pelo financiamento do projeto POCTI nº 40761 que esteve na base deste trabalho.

Ao projeto INTERREG III-REGGINOVA por ter financiado a recolha de mais duas amostragens completas de solo e a respetiva análise laboratorial nos dois anos que se seguiram à conclusão do ensaio.

Ao Instituto Politécnico de Portalegre pelo apoio concedido no âmbito do PROTEC.

Ao COTR pela disponibilização dos dados meteorológicos.

À EDIA pela disponibilização do relatório técnico de “Caracterização da situação de referência dos solos dos blocos de rega do Pisão, Alvito-Pisão e Monte-Novo”.

Ao Eng. Nuno Riscado gestor do Centro Experimental do Alto Alentejo e a todos os funcionários da Herdade da Comenda que colaboraram nos trabalhos de campo do ensaio.

Aos vários colaboradores do Projeto POCTI nº 40761 da FCT, Engenheiros Manuel Brandão, Filipa Santos e Manuel Figo, e à técnica do Laboratório de Física do Solo da Universidade de Évora, Luiseta Palma pelas suas inextinguíveis ajudas ao longo de vários anos na realização dos trabalhos de campo e de laboratório.

Aos colaboradores do projeto Engenheiros António Brito, António Toureiro, Gilberto Cruz e Pedro Antunes pelos trabalhos de campo realizados no âmbito do presente ensaio.

Às técnicas do Laboratório de Química do Solo da ESAE: Carla Barreto, Maria Paula Rasquilha e Ana Baptista pelo empenho nos trabalhos de análise laboratorial realizados no âmbito do presente ensaio.

Aos Professores Doutores José Manuel Nunes (Escola Superior Agrária de Elvas) e António López Piñero (Universidad de Extremadura) pelo trabalho de classificação do solo do local de ensaio.

Aos meus colegas do departamento de Agricultura e Recursos Naturais da ESAE, pelo incondicional apoio e compreensão, ao facilitarem-me a conciliação da carga horária letiva com os necessários períodos para concentração absoluta na tese. Em particular à colega Susana Dias que partilha comigo uma unidade curricular, pela sua disponibilidade em me substituir nas duas semanas finais de conclusão da tese.

Ao Professor Doutor Ricardo Serralheiro, pelo seu incondicional apoio, motivação e incentivo, sobretudo na fase da candidatura ao PROTEC.

Ao meu irmão Nuno, pelo incentivo e pela lição de organização de papéis e da mente. A todos os meus amigos que apesar do meu afastamento, sempre soube que eles estavam lá.

A todos os autores citados, pelo contributo para o esqueleto desta tese, entre os quais poderá ser ingrato destacar algum, mas se algum destaque se impõe será aos autores que fizeram trabalhos de campo no Alentejo, sempre em situações difíceis.

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE DE QUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xxi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. A salinidade do solo. Origem, consequências e soluções	3
2.1.1. Enquadramento histórico	3
2.1.2. Solos halomórficos	4
2.1.3. Breve referência aos efeitos do halomorfismo no solo e nas plantas	6
2.1.4. Medição do halomorfismo	7
2.1.4.1. Algumas unidades e fatores de conversão úteis	9
2.1.5. Classificação dos solos halomórficos	12
2.1.6. Distribuição geográfica dos solos halomórficos	18
2.1.6.1. Problemas de halomorfismo na Península Ibérica	21
2.1.7. Qualidade da água de rega	25
2.1.7.1 Qualidade da água de rega na albufeira de Alqueva	31
2.1.8. A estrutura do solo, os sais e a matéria orgânica.	34
2.1.8.1. A estrutura do solo e a agregação	34

2.1.8.2. Os sais e a estabilização da estrutura do solo.....	37
2.1.8.3. A estabilidade da estrutura e a proporção entre cátions: SAR, CROSS e Ca/Mg.....	38
2.1.8.4. A matéria orgânica, o desenvolvimento radicular e a estabilidade dos agregados.....	44
2.1.9. Lixiviação dos sais da zona radicular	47
2.1.9.1. Movimento de água e de solutos no solo	47
2.1.9.2. Fração de lixiviação (FL).....	49
2.1.9.2.1. A FL e as necessidades de drenagem do solo.....	54
2.1.9.3. Relação entre o nível freático elevado, o encharcamento e a salinidade.	55
2.1.9.4. Drenagem de solos argilosos com má drenagem interna	57
2.1.10. Estudos relacionados com o impacto do regadio nos solos do Alentejo	65
2.1.10.1. O perímetro de rega do Caia	72
2.1.11. A monitorização do halomorfismo na área de influência de Alqueva.....	74
2.1.12. Súmula de itens envolvidos no risco de halomorfização de solos com má drenagem interna, onde se enquadram a maioria dos solos da área de influência de Alqueva.....	80
2.2. Gestão agronómica do solo para a prevenção e controlo do halomorfismo.....	82
2.2.1. Mecanismos naturais de criação de porosidade do solo	86
2.2.2. Efeito dos resíduos na transferência de água à superfície do solo.....	90
2.2.3. As culturas de cobertura (CC).....	92
2.2.4. Elementos a considerar na rotação de culturas	95
2.2.5. Gestão da rega.....	102
2.2.6. A agricultura de conservação (AC) e a sementeira direta (SD) em regadio.	105
2.3. Conclusões decorrentes da revisão bibliográfica.....	111
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	113
3.1. Descrição do local de ensaio	113
3.1.1. Seleção do local de ensaio	113
3.1.2. Descrição do clima.....	114
3.1.3. Caracterização e classificação do solo.....	117
3.1.3.1. Textura do solo.....	118
3.1.3.1. Caracterização hidropedológica e valores de retenção da água no solo	119
3.2. Descrição do ensaio	121
3.2.1. Tratamentos e delineamento experimental	121
3.2.2. Técnicas culturais.....	123

3.2.2.1. Antecedentes culturais	123
3.2.2.2. Preparação do solo, sementeiras e outras operações culturais	123
3.2.2.2. Condução da rega	128
3.2.2.3. Medição das dotações de rega	130
3.2.2.4. Fertilização	130
3.2.3. Qualidade da água de rega utilizada no ensaio e aplicação de sais	131
3.2.3.1. Análises da água de rega e métodos utilizados	132
3.2.3.2. Metodologia de simulação das qualidades da água de rega previstas no delineamento experimental	132
3.2.3.3. Modo de aplicação dos sais	135
3.2.4. Parâmetros medidos e métodos utilizados ao nível do solo.....	138
3.2.4.1. Parâmetros medidos no extrato 1:2	139
3.2.4.1.1. Condutividade elétrica (CE) do solo medida no extrato 1:2.....	140
3.2.4.1.2. Teor de iões determinados no extrato 1:2.....	140
3.2.4.2. Bases de troca e capacidade de troca catiónica.....	145
3.2.4.3. Matéria orgânica do solo	145
3.2.4.4. Humidade do solo	146
3.2.4.4.1. Pelas amostras de solo	146
3.2.4.4.2. Pelas sondas capacitivas	146
3.2.4.5. Condutividade hidráulica saturada (Ks).....	148
3.2.5. Parâmetros medidos e métodos utilizados ao nível das culturas	149
3.2.6. Balanço hídrico do solo (BH)	150
3.2.7. Tratamento estatístico	162
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	163
4.1. Balanço hídrico do solo e as perdas potenciais de água por percolação	164
4.2. Parâmetros medidos no extrato de solo (1:2) durante os três anos do ensaio (2004 a 2006).....	173
4.2.1. Condutividade elétrica do extrato do solo (1:2), antes da sementeira do milho	173
4.2.1.1. Efeito dos fatores primários em estudo na condutividade elétrica do extrato do solo (1:2), antes da sementeira do milho.....	173
4.2.1.2. Efeito das interações dos fatores em estudo na condutividade elétrica do extrato do solo (1:2), antes da sementeira do milho.....	175
4.2.2. Condutividade elétrica do extrato do solo (1:2), após a colheita do milho...	178
4.2.2.1. Efeito dos fatores primários em estudo na condutividade elétrica do extrato do solo (1:2), após a colheita do milho.	178
4.2.2.2. Efeito das interações dos fatores em estudo na condutividade elétrica do extrato do solo (1:2), após a colheita do milho	180

4.2.3. Efeito dos fatores primários em estudo no teor dos cátions sódio, cálcio, magnésio e potássio e nos raios SAR, CROSS e Ca/Mg do extrato do solo (1:2), antes da sementeira do milho e após a sua colheita	186
4.2.3.1. Efeito do fator ano no teor de cátions e nos respectivos raios.....	187
4.2.3.2. Efeito dos fatores mobilização do solo, da salinidade da água e do regime hídrico no teor de cátions e nos respectivos raios	189
4.2.3.3. Efeito do fator profundidade no teor de cátions e nos respectivos raios	192
4.2.4. Efeito das interações dos fatores em estudo no teor dos cátions sódio, cálcio, magnésio e potássio e nos raios SAR, CROSS e Ca/Mg do extrato do solo (1:2), antes da sementeira do milho e após a sua colheita	196
4.2.4.1. Efeito da interação ano x mobilização no teor de cátions e nos respectivos raios	196
4.2.4.2. Efeito da interação ano x salinidade no teor de cátions e nos respectivos raios	197
4.2.4.3. Efeito da interação mobilização x salinidade no teor de cátions e nos respectivos raios	200
4.2.4.4. Efeito da interação regime hídrico x salinidade no teor de cátions e nos respectivos raios	201
4.2.4.5. Efeito da interação dos fatores em estudo com a profundidade no teor de cátions e nos respectivos raios.....	202
4.2.5. Discussão do impacto dos tratamentos na salinidade do solo, no teor dos cátions e nos raios SAR, CROSS e Ca/Mg, durante o ensaio	212
4.2.5.1. Efeito dos tratamentos na salinidade do solo durante os três anos de ensaio.....	213
4.2.5.2. Efeitos contraditórios da utilização da CC no controlo do halomorfismo do solo	215
4.2.5.3. Efeito dos tratamentos no teor dos cátions e nos raios SAR, CROSS e Ca/Mg, durante o ensaio	217
4.2.6. Apresentação e discussão do efeito dos fatores em estudo e sua interação na condutividade elétrica, nos cátions e nos raios SAR e Ca/Mg, no extrato do solo (1:2), após o ensaio (2006 a 2008).....	226
4.2.6.1. Efeito do fator ano, profundidade e interação ano x profundidade.....	227
4.2.6.2. Efeito do fator salinidade da água de rega, interação salinidade x profundidade e interação ano x salinidade x profundidade.....	229
4.2.6.3. Efeito do fator regime hídrico e a interação regime hídrico x profundidade	232
4.2.6.4. Efeito do fator mobilização do solo, a interação mobilização x salinidade e a interação mobilização x ano x profundidade	234
4.3. Outros parâmetros determinados no solo	240
4.3.1. Apresentação e discussão do efeito dos fatores em estudo nas bases de troca e na capacidade de troca catiónica.....	240
4.3.2. Apresentação e discussão do efeito dos fatores em estudo na matéria orgânica do solo.....	245

4.3.3. Apresentação e discussão do efeito dos fatores em estudo na condutividade hidráulica saturada	247
4.4. Relação entre parâmetros químicos do solo	250
4.4.1. Relação entre a CE e a soma de cátions no extrato de solo 1:2	250
4.4.2. Correlação entre parâmetros da solução do solo e bases de troca	252
4.5 Produção da cultura do milho	254
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	257
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	261
ANEXOS	281

RESUMO

Este estudo visou avaliar o contributo da sementeira direta (SD) e de culturas de cobertura (CC) durante o Inverno na atenuação do risco de salinização/sodização do solo, em solos com má drenagem interna, perspetivando o aumento de regadio proporcionado pelo Alqueva. O aumento da estabilidade estrutural do solo e a redução da evaporação direta que a SD e as CC normalmente atribuídas a este sistema proporcionam, poderão contribuir para uma menor acumulação de sais no solo durante o verão e uma maior lavagem durante o inverno.

Para testar a hipótese de trabalho instalou-se um ensaio com dois sistemas de preparação do solo: sementeira direta sobre cultura de cobertura (SD/CC) e o sistema convencional (SC) (chisel e grade de discos), subdivididos em dois regimes hídricos e em dois níveis de salinidade da água de rega (respetivamente $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ e $2,0 \text{ dS m}^{-1}$), com uma razão de adsorção de sódio (SAR) de 3.

Ao contrário do esperado a CC mostrou uma tendência para aumentar o teor de sais no outono-inverno por redução da fracção disponível para a lavagem, mas evidenciaram-se as suas vantagens na proteção da estrutura superficial do solo e na capacidade de impor ciclos de secagem, contrariando a tendência do solo permanecer sempre húmido em regadio.

O fator mais importante foi a salinidade da água de rega, comprovando que a qualidade da água é determinante na sustentabilidade do regadio na área de influência de Alqueva. A utilização da rega com teores moderados de sais (CE de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$) mostrou riscos de salinização do solo na sequência de outono-invernos secos. A SD aumentou significativamente o teor de matéria orgânica e poderá ter proporcionado uma melhoria na estrutura do solo, que poderá explicar a tendência de uma maior lavagem de sais de outono-inverno, nos dois anos de pousio, seguintes ao ensaio.

Palavras chave: mobilização do solo, sementeira direta, cultura de cobertura, salinização do solo, qualidade da água.

Direct Drilling and cover crops on soil salinity control in irrigated crops

ABSTRACT

This study aims to evaluate the contribution of no-till (SD) and cover crops (CC) during winter in mitigating the risk of salinity/sodicity of the soil, in soils with poor internal drainage in irrigated area under the influence of Alqueva. The increased soil structural stability and the reduction of direct evaporation that SD and CC should allow, may contribute to a lower accumulation of salts in the soil during the summer and to increase the leaching of excess salts during the winter.

To test the working hypotheses it was installed an experiment with two tillage systems - No-till associated to a winter cover crop (SD/CC) and conventional system (SC) (chisel plow plus and disc harrows), divided into two water regimes and two levels of water salinity (respectively 0.7 dS m^{-1} and 2.0 dS m^{-1}), with a adsorption sodium ratio (SAR) 3.

Contrary to expectations CC showed a tendency to increase the salt content of the soil during the period of fall-winter, but showed advantages in protecting the structure of soil surface and the ability to impose drying cycles, contrary to the soil trend to always remain wet when irrigated.

The most important factor was the salinity of irrigation water, indicating that water quality is crucial for the sustainability of irrigation in the area of influence of Alqueva. Irrigation water with moderate levels of salt ($CE 0.7 \text{ dS m}^{-1}$) showed a risk of soil salinization when the following autumn-winter was dry. The SD/CC significantly increased the organic matter content and may have provided an improvement in soil structure that could explain the faster leaching of salts from the soil during autumn winter period, in the two years after the experiment when the soil was left under fallow.

Key words: tillage, direct drilling, cover crops, soil salinisation, water quality.

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Equações de regressão linear (forçada a passar no zero), e os respetivos coeficientes de determinação (r^2), que descrevem a relação entre a condutividade elétrica e a concentração de iões no extrato de saturação do solo (ES), em 3 extratos com proporções fixas solo:água expressas em peso. Adaptado de Sonmez et al. (2007).	8
Quadro 2 – Equações de regressão linear (forçada a passar no zero), e os respetivos coeficiente de determinação (r^2), que descrevem a relação entre a condutividade elétrica e a concentração de iões no extrato de saturação (CEe) de 3 solos, com diferentes texturas, e 3 extratos com proporções fixas solo:água expressas em peso. Adaptado de Sonmez et al. (2007).....	9
Quadro 3 - Classificação dos solos halomórficos segundo o United States Salinity Laboratory (USSL).	12
Quadro 4 – Classificação da salinidade do solo com base no extrato saturado e no extrato 1:2 (em peso) utilizado pelo Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva.	13
Quadro 5 – “Correspondência aproximada entre as Subordens da Classificação dos Solos de Portugal e os agrupamentos de solos da WRB” Adaptado de Sousa et al. (1998).	14
Quadro 6 – Distribuição das áreas (Mha) a nível mundial, dos solos halomórficos (segundo Ghassemi et al., 1995 citado por Rengasamy, 2006)	19
Quadro 7 – Salinização secundária no mundo em áreas de regadio segundo Ghassemi et al. (1995) cits. por Pitman & Läuchli (2002)	20
Quadro 8 – Diretrizes para a interpretação da qualidade da água para rega (retirado de Ayers & Westcot, 1985)	26
Quadro 9 – Diretrizes com valores máximos admissíveis de CE, de SAR e a respetiva fração mínima de lixiviação, para a água de rega, adotada pela Saskatchewan Water Corporation	28
Quadro 10 – Resultados de análises de água de algumas albufeiras do Alentejo nos anos 1980 a 1982. Dados apresentados por Alvim & J. Nunes (1984) cits. por Sequeira et al. (1995)	31
Quadro 11 - Resultados de duas amostras de água da albufeira de Alqueva colhidas em duas profundidades, em abril de 2008, numa zona a jusante da Ribeira do Lucefecite ..	33
Quadro 12 – Síntese da importância relativa dos agentes de formação da agregação e de estabilização da agregação em vários grupos de solos (classificação da Soil Taxonomy) em regiões sub-húmidas e semiáridas (Retirado de Dalal & Bridge, 1996)	36

Quadro 13 – Efeito da valência e da concentração de iões na espessura da dupla camada de acordo com a teoria Goy-Chapman. Retirado de Sumner & Stewart (1992) cits. por Rengasamy & Sumner (1998).....	38
Quadro 14 – Tolerância à salinidade, de algumas culturas, em relação com a sua produtividade potencial em função da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEe) apresentados em Ayers & Westcot (1985). Segundo os mesmos autores os valores de CEe estão apresentados em função da condutividade elétrica da água de rega (CEa) pela relação: $CEe = 1,5 \times CEa$ correspondente a um padrão de extração 40:30:20:10 e um RL de 0,15, como mencionado na página 26 deste capítulo.	52
Quadro 15 – Composição média da água de rega utilizada no perímetro de rega do Caia, nas campanhas de 2000 e 2001. [Adaptado de Nunes et al. (2007)].	74
Quadro 16 – Quadro com características relevantes para o desempenho de diversas culturas de cobertura (CC), de modo a facilitar a escolha das mais adequadas a cada situação. Os dados apresentados não são exclusivos para clima mediterrâneo pelo que o desempenho das referidas CC no Alentejo terá de ser feito com precaução. Cada característica está classificada de 1 - fraco a 5 -excelente (adaptado de Clark, 2007).	101
Quadro 17 – Valores médios mensais do COTR (2003-2010) e do INMG (1971-2000) de temperatura, de precipitação, de humidade relativa do ar, da velocidade do vento, da evapotranspiração de referência (ETo) e os valores de precipitação do INMG (1941-1970), todos relativos a Elvas.....	116
Quadro 18 - Designação dos horizontes e dados analíticos do perfil do solo usados na classificação do solo.....	118
Quadro 19 – Valores médios de textura do solo (%) às profundidades 0 - 30 cm e 30 – 50 cm, presentes nas repetições do ensaio e nos fatores principais em estudo.	119
Quadro 20 – Valores médio do teor de humidade expresso em % de volume (v/v), retida nas amostras de solo contra diferentes pressões extrativas (kPa), da água disponível para as plantas (Ad) e da densidade aparente do solo (Dap).....	120
Quadro 21 – Quadro síntese com valores de capacidade de campo (Cc), de coeficiente de emurchecimento (Ce), de água disponível para as plantas (Ad) e de total de água disponível (TAD).	121
Quadro 22 – Calendário de operações culturais e das quantidades dos fatores de produção da cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.), classe FAO 600.	127
Quadro 23 – Composição média da água de rega utilizada no ensaio, antes da adição de sais.	131
Quadro 24 - Datas e quantidades de distribuição de sulfato de magnésio e de sal marinho nos diferentes tratamentos de salinidade e de regime hídrico, na campanha de 2005, 2006 e 2007.	137
Quadro 25 - Resultados globais médios da condutividade elétrica (CE) e da razão de adsorção de sódio da água de rega aplicada em cada uma das campanhas de rega.....	138
Quadro 26 - Designação das amostragens bianuais de solo e as respetivas datas de colheita	139
Quadro 27 – Equações de reajustamento dos dados das primeiras seis amostragens de solo, com os respetivos coeficientes de determinação, de correlação, o número de observações e o respetivo nível de significância (Sig.), relativas à condutividade elétrica do solo (CE), ao somatório dos iões e ao somatório dos respetivos iões. As CE estão expressas em $\mu S \text{ cm}^{-1}$, os iões estão expressos em mg L^{-1} e o somatório de iões em mmolc L^{-1} . “x” representa o valor da amostra não retificado.	144

Quadro 28 – Parâmetros dos balanços hídricos (BH) relativos ao regime hídrico 1 (RH 1) da sementeira direta (SD) e do sistema convencional (SC), elaborados sequencialmente para simular a evolução do teor de humidade do solo e estimar as perdas potenciais de água por percolação ocorridas, antes de cada amostragem de solo, ao longo de um período de quatro anos e meio. As datas das amostragens de solo estão no Quadro 26.	160
Quadro 29 - Parâmetros dos balanços hídricos (BH) relativos ao regime hídrico 2 (RH 2) da sementeira direta (SD) e do sistema convencional (SC), elaborados sequencialmente para simular a evolução do teor de humidade do solo e estimar as perdas potenciais de água por percolação ocorridas, antes de cada amostragem de solo, ao longo de um período de quatro anos e meio. As datas das amostragens de solo estão no Quadro 26.	161
Quadro 30 – Valores de perdas potenciais de água no solo por percolação, estimados com base no balanço hídrico do solo, efetuados antes de cada uma das amostragens de solo. O balanço hídrico 2 (BH 2) é um balanço hídrico complementar, efetuado entre o final do BH 1 da campanha de rega do milho (realçado a cinzento), e a data efetiva de recolha das amostras de solo.	167
Quadro 31 – Valores percentuais de humidade do solo (expressos em volume) relativos aos fatores regime hídrico, mobilização, salinidade da água e profundidade, e da interação sistemas de mobilização x profundidade (Mob. x Prof.). Estas determinações foram realizadas nas amostras relativas à 3 ^a , 4 ^a e 5 ^a amostragem de solo.	171
Quadro 32 – Efeito do ano na condutividade elétrica do extrato do solo (C□), antes da sementeira do milho.	174
Quadro 33 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico na condutividade elétrica do extrato do solo (C□), antes da sementeira do milho....	174
Quadro 34 – Efeito da profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (C□), antes da sementeira do milho.	175
Quadro 35 – Efeito das interações ano x sistema de mobilização, ano x salinidade e ano x regime hídrico na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), antes da sementeira do milho.	176
Quadro 36 – Efeito da interação mobilização x salinidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), antes da sementeira do milho.	177
Quadro 37 – Efeito da interação salinidade x profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), antes da sementeira do milho.	177
Quadro 38 – Efeito do ano na condutividade elétrica do extrato do solo 1:2 (CE), após a colheita do milho.	179
Quadro 39 – Efeito do ano na variação percentual da condutividade elétrica do extrato do solo, entre as amostras recolhidas, após a colheita e antes da sementeira do milho.	179
Quadro 40 – Efeito da mobilização, da salinidade da água de rega e do regime hídrico na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.	180
Quadro 41 – Efeito da profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.	180
Quadro 42 – Efeito das interações ano x sistema de mobilização, ano x salinidade e ano x regime hídrico na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.	182

Quadro 43 – Efeito das interações ano x sistema de mobilização, ano x salinidade e ano x regime hídrico na variação percentual da condutividade elétrica do extrato do solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho.	182
Quadro 44 - Efeito da interação ano x mobilização x profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.	183
Quadro 45 – Efeito da interação ano x profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.	184
Quadro 46 – Efeito da interação regime hídrico x profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.	185
Quadro 47 – Efeito da interação salinidade x profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.	185
Quadro 48 – Efeito da interação ano x salinidade x profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.	186
Quadro 49 – Efeito da interação ano x salinidade x profundidade na variação percentual da condutividade elétrica do extrato do solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho	186
Quadro 50 – Efeito do ano no teor de catiões (mmolC L ⁻¹) e na sua soma (TC), no extrato do solo, antes da sementeira do milho.....	187
Quadro 51 – Efeito do ano no teor de catiões (mmolC L ⁻¹) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho	187
Quadro 52 – Efeito do ano na variação percentual do teor de catiões e na sua soma (TC), no extrato de solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho	188
Quadro 53 – Efeito do ano no rácio entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho	188
Quadro 54 – Efeito do ano no rácio entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho	189
Quadro 55 – Efeito do ano na variação percentual do rácio entre catiões, no extrato do solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho	189
Quadro 56 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico no teor de catiões (mmolC L ⁻¹) e na sua soma (TC), no extrato de solo, antes da sementeira do milho	190
Quadro 57 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico no teor de catiões (mmolC L ⁻¹) e na sua soma (TC), no extrato de solo, após a colheita do milho	191
Quadro 58 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico na variação percentual do teor de catiões e na sua soma (TC), no extrato de solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho	191
Quadro 59 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico no rácio entre catiões, no extrato de solo, antes da sementeira do milho.....	191
Quadro 60 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico no rácio entre catiões, no extrato de solo, após a colheita.....	192
Quadro 61 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico na variação percentual do rácio entre catiões, no extrato de solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho.....	192

Quadro 62 – Efeito da profundidade no teor de catiões (mmolC L-1) e na sua soma (TC), no extrato do solo, antes da sementeira do milho.....	193
Quadro 63 – Efeito da profundidade no teor de catiões (mmolC L-1) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho	193
Quadro 64 – Efeito da profundidade na variação percentual do teor de catiões e na sua soma (TC), no extrato de solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho	194
Quadro 65 – Efeito da profundidade no rácio entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho	195
Quadro 66 – Efeito da profundidade no rácio entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho	195
Quadro 67 – Efeito da profundidade na variação percentual do rácio entre catiões, no extrato do solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho	195
Quadro 68 – Efeito da interação ano x mobilização nos rácios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho	196
Quadro 69 – Efeito da interação ano x mobilização nos rácios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho.....	197
Quadro 70 – Efeito da interação ano x salinidade no teor de catiões (mmolC L-1) e na sua soma (TC), no extrato do solo, antes da sementeira do milho	198
Quadro 71 – Efeito da interação ano x salinidade no teor de catiões (mmolC L-1) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho	198
Quadro 72 – Efeito da interação ano x salinidade nos rácios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho	199
Quadro 73 – Efeito da interação ano x salinidade nos rácios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho.....	200
Quadro 74 – Efeito da interação ano x salinidade na variação percentual dos rácios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita e antes da sementeira do milho	200
Quadro 75 – Efeito da interação mobilização x salinidade no teor de catiões (mmolC L-1) e na sua soma (TC), no extrato do solo, antes da sementeira do milho	201
Quadro 76 – Efeito da interação mobilização x salinidade no teor de catiões (mmolC L-1) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho.....	201
Quadro 77 – Efeito da interação mobilização x salinidade nos rácios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho.....	201
Quadro 78 – Efeito da interação regime hídrico x salinidade nos rácios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho.....	202
Quadro 79 – Efeito da interação regime hídrico x salinidade nos rácios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho	202
Quadro 80 – Efeito da interação ano x profundidade no teor de catiões (mmolC L-1) e na sua soma (TC), no extrato do solo, antes da sementeira do milho	203
Quadro 81 – Efeito da interação ano x profundidade no teor de catiões (mmolC L-1) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho	204
Quadro 82 – Efeito da interação ano x profundidade nos rácios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho.....	205

Quadro 83 – Efeito da interação ano x profundidade nos r�cios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho	205
Quadro 84 – Efeito da interação salinidade x profundidade no teor de catiões (mmolC L-1) e na sua soma (TC), no extrato do solo, antes da sementeira do milho	207
Quadro 85 – Efeito da interação salinidade x profundidade no teor de catiões (mmolC L-1) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho	207
Quadro 86 – Efeito da interação salinidade x profundidade nos r�cios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho.....	208
Quadro 87 – Efeito da interação salinidade x profundidade nos r�cios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho	208
Quadro 88 – Efeito da interação ano x salinidade x profundidade no teor de catiões (mmolC L-1) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho	210
Quadro 89 – Efeito da interação ano x salinidade x profundidade nos r�cios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho.....	211
Quadro 90 – Efeito da interação ano x salinidade x profundidade nos r�cios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho	212
Quadro 91 – Efeito do ano na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões (mmolC L-1) e nos r�cios entre catiões, no extrato do solo, após o ensaio.	228
Quadro 92 – Efeito da profundidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões (mmolC L-1) e nos r�cios entre catiões, no extrato do solo, após o ensaio.....	228
Quadro 93 – Efeito da interação ano x profundidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões (mmolC L-1) e nos r�cios entre catiões, após o ensaio	229
Quadro 94 – Efeito da salinidade da água na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões (mmolC L-1), no extrato do solo e nos r�cios entre catiões, após o ensaio.....	230
Quadro 95 – Efeito da interação ano x salinidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$),no teor de catiões (mmolC L-1) e nos r�cios entre catiões, no extrato do solo, após o ensaio	231
Quadro 96 – Efeito da interação salinidade x profundidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões (mmolC L-1) e nos r�cios entre catiões, após o ensaio.....	231
Quadro 97 – Efeito da interação ano x salinidade x profundidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões (mmolC L-1) e nos r�cios entre catiões, após o ensaio	232
Quadro 98 – Efeito do regime hídrico na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões (mmolC L-1), no extrato do solo e nos r�cios entre catiões, após o ensaio.....	233
Quadro 99 –Efeito da interação regime hídrico x profundidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões (mmolC L-1) e nos r�cios entre catiões, após o ensaio	234
Quadro 100 – Efeito da mobilização na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões (mmolC L-1), no extrato do solo e nos r�cios entre catiões, após o ensaio.....	235

Quadro 101 – Efeito da interação mobilização x salinidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões (mmolC L^{-1}) e nos rácios entre catiões, após o ensaio.....	236
Quadro 102 – Efeito da interação ano x mobilização na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões (mmolC L^{-1}) e nos rácios entre catiões, no extrato do solo, após o ensaio.....	236
Quadro 103 – Efeito da interação ano x sistema de mobilização x profundidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões (mmolC L^{-1}) e nos rácios entre catiões, após o ensaio.	239
Quadro 104 – Valores médios por profundidade de bases de troca (Ca, Mg, Na, e K cmolc kg^{-1}), capacidade de troca catiónica (CTC cmolc kg^{-1}), soma de bases de troca (S. Bases cmolc kg^{-1}), grau de saturação em bases (GSB), percentagem de sódio de troca (PST) e rácio Ca/Mg de troca determinadas em amostras recolhidas antes da instalação do ensaio (1ª amostragem), em 2004.....	243
Quadro 105 – Efeito dos fatores em estudo nas bases de troca (Ca, Mg, Na, e K cmolc kg^{-1}), capacidade de troca catiónica (CTC cmolc kg^{-1}), soma de bases de troca (S. Bases cmolc kg^{-1}), grau de saturação em bases (GSB), percentagem de sódio de troca (PST) e rácio Ca/Mg de troca determinadas em amostras recolhidas após a colheita do milho, no último ano do ensaio (6ª amostragem), em 2006.	244
Quadro 106 - Efeito da interação salinidade x profundidade nas bases de troca (Ca, Mg, Na, e K cmolc kg^{-1}), capacidade de troca catiónica (CTC cmolc kg^{-1}), soma de bases de troca (S. Bases cmolc kg^{-1}), grau de saturação em bases (GSB) e rácio Ca/Mg de troca determinadas em amostras recolhidas após a colheita do milho, no último ano do ensaio (6ª amostragem), em 2006.....	244
Quadro 107 – Efeito dos fatores mobilização e profundidade e da interação mobilização x profundidade no teor de matéria orgânica do solo (%) (MO) antes da sementeira do milho em 2004, 2005, 2006 e no ano seguinte (2007) e na diferença no teor de MO no final do ensaio e antes da sua instalação (2007–2004).....	246
Quadro 108 – Efeito da mobilização, da salinidade da água de rega e do regime hídrico, na condutividade hidráulica saturada do solo (K_s) calculada de acordo com o manual do equipamento (K_s –PG); calculada tendo como referência as áreas molhadas da superfície de um cilindro com 5 e com 10 cm de altura (K_s – 5 cm; K_s – 10 cm). Determinações efetuadas a 20 cm de profundidade, após dois anos de aplicação dos tratamentos.	249
Quadro 109 – Matriz de correlação entre a condutividade elétrica (CE) e os principais catiões da solução do solo 1:2, expressos em mmolC L^{-1} e os principais catiões do complexo de troca e a respetiva soma (S. Bases) (assinalados com *) expressos em cmolc kg^{-1} . Os valores são relativos a 72 amostras de solo recolhidas após a colheita do milho (6ª amostragem 2006) e as determinações da solução do solo foram efetuadas pelo método da centrifugação.	253
Quadro 110 – Matriz de correlação entre a condutividade elétrica (CE), o total de catiões (TC) e os rácios SAR, CROSS e Ca/Mg da solução do solo 1:2, expressos em mmolC L^{-1} , e os valores relativos ao complexo de troca (carateres em negrito e itálico) da soma de bases (S. Bases), da capacidade de troca catiónica (CTC), do grau de saturação em bases (GSB), da percentagem de sódio de troca (PST) e do rácio Ca/Mg de troca, com os parâmetros assinalado com * expressos em cmolc kg^{-1} e com ** expressos em %. Os valores são relativos a 72 amostras de solo recolhidas após a colheita do milho (6ª amostragem 2006) e as determinações da solução do solo foram efetuadas pelo método da centrifugação.	253

Quadro 111 – Efeito da mobilização, da salinidade da água de rega e do regime hídrico na produção de grão de milho (Grão g m-2), de matéria seca total (MST g m-2) e no índice de colheita (INC).	255
Quadro 112 – Efeito da interação regime hídrico x salinidade da água de rega na produção de grão a 0% de humidade (Grão g m-2), na matéria seca total (MST g m-2) e no índice de colheita (INC).	256

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema ilustrativo da disponibilidade de água num solo normal e num solo sódico	7
Figura 2 - Nomograma para estimar o valor de PST de um solo, que está em equilíbrio com a água de rega, com um determinado SAR (Richards, 1954).....	11
Figura 3 - Tipos de halomorfismo baseados no SAR e na CE do extrato de saturação do solo e as formas mais prováveis de impacto no solo e nas culturas. Adaptado de Rengasamy (2010).....	16
Figura 4 – Esquema de classificação para a previsão do comportamento dispersivo do horizonte A do solo australiano “Red-Brown Earths”. As três classes são separadas pelas equações que relacionam o SAR medido no extrato 1:5 com a concentração total de cátions (TCC) do mesmo extrato. O valor de SAR de 3 medido no extrato 1:5 corresponde no solo a um a uma PST de 7,65 (resultado da Equação 7). Adaptado de Rengasamy et al. (1984).	17
Figura 5 – Mapas da Península Ibérica: a) precipitação média anual (AEMET, 2011), b) solos halomórficos (Tóth et al., 2008), c) solos - classificação WRB (Jones et al., 2010), d) áreas regadas apresentadas no Google Earth; fonte: Aquastat (2014)	21
Figura 6 – Redução relativa da infiltração por efeito conjunto da salinidade e da sodicidade da água (Fonte: Rhoades 1977; Oster & Schroer 1979 cit. por Ayers & Westcot, 1985)	29
Figura 7 - Gráfico do United States Salinity Laboratory (USSL) para classificar as águas de rega quanto ao risco conjunto de salinização e de sodização	30
Figura 8 - Agregação estável em água num solo australiano “Red-Brown Earths” influenciado pelo teor de carbono orgânico. Os diferentes conteúdos de carbono são provenientes de talhões experimentais, de longa duração, com diferentes rotações de culturas onde P - pastagem, T - Trigo e A - Alqueive (Adaptado de Tisdall & Oades, 1982)	45
Figura 9 – Lixiviação de sais a partir de agregados cilíndricos de argila, colocados numa solução de água pura (Adaptado de Tanton & Rycroft, 1991 cit. por Rycroft & Amer, 1995).	49
Figura 10 - Teor de água do solo em pastagem permanente, num solo argiluvado, na Austrália. A pastagem foi regada com três qualidades de água de rega, adaptado de Prendergast (1995).....	56
Figura 11 – Esquema do movimento da água em solos argiluvados no Alentejo, com horizonte B compacto e pouco permeável, apresentado por Sobral et al. (1985) cit. por I.C. Silva (1998).	61
Figura 12 – Esquema ilustrativo do movimento da água no horizonte A e B, em solos argiluvados com: a) - horizonte B com má drenagem interna; b) - horizonte B com drenagem interna melhorada. O fluxo através do horizonte B é muito baixo pelo que o superávit hídrico de outono-inverno causa frequentemente níveis freáticos suspensos (encharcamento) que geram fluxos de água lateral no horizonte A. A quantidade de água percolada é indicada pela dimensão das setas desenhadas nos horizontes A e B. As espessuras referidas para os horizontes A e B estão	

enquadradas nos valores referidos por Cardoso (1965) para os solos argiluvitados.	64
Figura 13 – Esquema para aferição da adequabilidade da gestão agronómica, relativamente à salinidade e sodicidade do solo.	85
Figura 14 – À esquerda fotografia de um torrão destacado do horizonte A, com raízes, evidenciando uma face que estava assente sobre o horizonte B de um Luvissole, num ensaio com girassol na Herdade da Revilheira (Concelho de Reguengos de Monsaraz) em que a rega foi cortada na fase de floração. As setas indicam a posição de fendas existentes diretamente sobre o horizonte B. À direita é apresentado também o perfil de um Luvissole, em sistema de agricultura de conservação e em sementeira direta, há 10 anos, em que Freixial & Carvalho (2013) observaram ao longo do perfil para além das fendas, porosidade biológica contínua resultante de raízes, de galerias de minhocas e de formigas que, possibilitou um elevado volume de solo explorado por raízes.	89
Figura 15 - Classificação climática de Thornthwaite do Alentejo, de acordo com o índice hídrico. B1 - Pouco húmido; C2 – Sub-húmido húmido; C1 - Sub-húmido seco; D - Semiárido. Adaptado de Reis e Gonçalves (1987).	115
Figura 17 – Ortofotomapa produzido a partir de foto de satélite na fase de emergência do milho, em junho de 2006, onde podem ser observados pormenores do local de ensaio em que se destacam os talhões de sementeira direta (SD), com a aveia morta com herbicida, e as valas abertas para desvio de eventuais escoamentos superficiais. Também estão assinaladas as faixas com os dois regimes hídricos (RH 1 e RH 2) e o sentido do declive (seta a tracejado) com aproximadamente 1,6%.	123
Figura 18 – Fotos tiradas no dia da sementeira do milho, no primeiro ano de ensaio. Passagem de chisel, à esquerda, e de grade de discos, à direita, e em baixo o resultado final das mobilizações após a sementeira, e os talhões de sementeira direta cobertos de palha.....	126
Figura 19 – Aspeto geral da aveia, semeada no outono de 2004, num talhão de sementeira direta. Fotos tiradas, da esquerda para a direita respetivamente a: 10 de janeiro, 29 de março e 11 de abril de 2005.	128
Figura 20 - Montagem fotográfica do lança 2 do pivot, com a posição dos aspersores, não alterados, com um débito de 100% e os 6 aspersores cujos bicos foram substituídos por outros, de menor diâmetro, de modo a aplicarem um débito inferior (70% a 75%). São ainda visíveis as posições da torre 1 (à esquerda) e da torre 2 (à direita).	129
Figura 21 - Pluviómetros alinhados, na foto da esquerda, e à direita o respetivo recipiente coletor com uma agulha de seringa inserida na parte superior, de modo a garantir a pressão atmosférica no interior e, em simultâneo prevenir eventuais perdas por evaporação.	130
Figura 22 – Evolução da condutividade elétrica (CE) induzida à água destilada, por quantidades crescentes de sal marinho (*) e de sulfato de magnésio (**).	134
Figura 23 - Fotografias efetuadas a 28 de junho de 2004. Destaque para as fitas de rega gota-a-gota com saídas de 20 em 20 cm, para distribuição de sais, com duas fitas por entrelinha. À esquerda o talhão de sementeira direta e à direita o talhão do sistema convencional, ambos da repetição 2.	135
Figura 24 – Curva dos coeficientes culturais (Kc inicial, médio e final)) e das respetivas fases da cultura (adaptado de Allen et al., 1998).	151

Figura 25 – Fotografias tiradas a três metros altura numa fase em que a cultura cobre 10% da área (foto da esquerda) e 70% da área (foto da direita). Medição das respetivas áreas efetuadas por análise de imagem com o software SigmaScan Pro 5.0 (SigmaScan Pro, 1999). A metodologia utilizada está descrita em COTR (2004). Fotos cedidas por Boteta (2004).....	152
Figura 26 – Abertura de vala para colocação de tela, num talhão de SD, na zona de transição entre os dois níveis de salinidade (foto à esquerda), e colocação de tela plástica no topo dos talhões da repetição 2 e 3 do SC (foto à direita). Fotos feitas após a sementeira de 2005.	153
Figura 27 – Teor total de água na zona radicular, estimado com base no balanço hídrico diário do solo, durante a campanha de rega do milho de 2004 e o valor de humidade do solo medido com a sonda capacitiva Diviner, para os dois regimes hídricos e para as duas modalidades de mobilização do solo; sementeira direta (SD) e sistema convencional SC.....	156
Figura 29 - Teor total de água na zona radicular, estimado com base no balanço hídrico diário do solo, durante a campanha de rega do milho de 2006 e o valor estimado de humidade do solo com a sonda capacitiva Enviroscan, para os dois regimes hídricos e para as duas modalidades de mobilização do solo; sementeira direta (SD) e sistema convencional SC.	158
Figura 30 – Dotação, precipitação e evolução do teor total de água na zona radicular, ao longo de todo o período de observação, estimado com base em balanços hídricos sequenciais, calculados diariamente, de acordo com o modelo da FAO para o sistema de mobilização convencional (SC) e de sementeira direta com cultura de cobertura (SD) e para os regimes hídricos 1 e 2 (RH 1 e RH 2 respetivamente). Estão registadas as datas exatas em que foram efetuadas cada uma das oito amostragens de solo.	165
Figura 31 – Equações de regressão entre a CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$) do solo e a respetiva percolação potencial acumulada (mm) verificada entre as três amostragens de solo que foram recolhidas após o ensaio. Os valores médios de CE referem-se à interação ano x mobilização x condutividade, estão apresentados no Anexo I-B, e os valores de percolação, no Quadro 30. (Os coeficientes de regressão não apresentam diferenças significativas entre sistemas de mobilização).	237
Figura 32 - Relação entre a condutividade elétrica (CE) e o total de catiões (TC) do extrato do solo 1:2 das amostragens 1 a 6 efetuadas em 576 amostras e relativo a 4 profundidades, utilizando apenas a filtração do extrato.....	251
Figura 33 - Relação entre a condutividade elétrica (CE) e o total de catiões (TC) do extrato do solo 1:2 das amostragens 6, 7 e 8 efetuadas em 358 amostras e relativo a 5 profundidades, utilizando a centrifugação do extrato após a filtração.....	251

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AC – Agricultura de conservação

AD – Água disponível para as plantas

BH – Balanço hídrico

C1 – Clima sub-húmido seco

Cc – Capacidade de campo

CC – Cultura de cobertura

CCoi – Culturas de cobertura de outono-inverno

CCpv – Culturas de cobertura de primavera-verão

Ce – Coeficiente de emurchecimento

CE – Condutividade elétrica

CEa – Condutividade elétrica da água de rega

CEe – Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo

cf. – Confrontar com

CO – Carbono orgânico

COTR – Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio

CROSS - *Cation ratio of soil structural stability* – Razão de catiões para a estabilidade estrutural do solo

Cs – Clima temperado com verão seco

Csa – Clima temperado com verão seco e quente

CTC – Capacidade de troca catiónica

CTC – Capacidade de troca catiónica

Dap – Densidade aparente

DCD - Dupla camada difusa

EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva

ETC – Evapotranspiração cultural

ETCr – Evapotranspiração real

ETo – Evapotranspiração de referência

EUA - Estados Unidos da América

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations - Organização das nações unidas para alimentação e agricultura

FCT – Fundação para a ciência e a tecnologia

FL – Fração de lixiviação

Grão – Produção de grão

GSB – Grau de saturação em bases

INC – Índice de colheita

INMG – Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica

Kc – Coeficiente cultural

Ks - Condutividade hidráulica saturada

Ks – PG – Cálculo da condutividade hidráulica com o permeâmetro de Guelph

LCE - Limiar de concentração eletrolítica

LQA-ESAE – Laboratório de Química Agrícola da Escola Superior Agrária de Elvas

LQARS – Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva

LSD – Diferença mínima significativa

MO – Matéria orgânica

Mob. – Mobilização do solo

Mob. 1 – Sementeira direta com cultura de cobertura

Mob. 2 – Sistema convencional

MST – Matéria seca total

Pac – Solo mediterrâneo pardo de margas ou calcários margosos

Pag – Solo mediterrâneo pardo para-hidromórficos de arenitos ou conglomerados argilosos

Peq – Peso equivalente

pH - Potencial hidrogeniónico

PO – Potencial osmótico

Prof. – Profundidade

PST – Percentagem do sódio de troca

RH1 e 2 – Regimes hídricos 1 e 2

RL - Requisito mínimo de lixiviação

S. Bases – Soma de bases de troca

SAGRA – Sistema Agrometeorológico para a Gestão da Rega no Alentejo

Sal. 1 e 2 – Níveis de salinidade da água de rega 1 e 2

SAR – *Sodium Adsorption Ratio* - Razão de adsorção de sódio

SAR_e - Razão de adsorção de sódio do extrato de saturação

SBT – Soma das bases de troca

SC – Sistema convencional

SD – Sementeira direta

SI – Sistema Internacional de Unidades

SIG - Sistema de Informação Geográfica

Sig. – Nível de significância

ST – *Soil Taxonomy* - Classificação de solos dos EUA

TAD – Total de água disponível

TC – Concentração total de catiões

TDS – Total de sais solúveis

USSL – *United States Salinity Laboratory*

WRB – *World Reference Base for Soil Resources* - base de referência para os solos do mundo

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A área de regadio a beneficiar com água proveniente de Alqueva (120 000 ha), enquadra-se numa zona semiárida e em que, segundo SEQUEIRA et al. (1995) mais de 60% dos solos apresentam risco médio a elevado de salinização e alcalinização, devido à baixa condutividade hidráulica e à previsível baixa qualidade da água.

É sabido que a utilização de água de rega com teores moderados de sais, em zonas de clima semiárido e em solos com má drenagem interna, conduz, a prazo, ao perigo de um aumento da salinidade do solo e ao risco de halomorfização do mesmo.

Um estudo realizado no Perímetro de rega do Caia, por Nunes *et al.* (2006), mostra que 40,3% dos solos deste Perímetro apresentam elevados riscos de desertificação, devido aos reduzidos teores de matéria orgânica e ao incremento da salinidade com a introdução do regadio, apesar da água de rega não apresentar má qualidade.

A redução da evaporação à superfície do solo durante o verão (reduzindo deste modo a acumulação de sais à superfície do solo) e o aumento da infiltrabilidade e a condutividade hidráulica do solo durante o outono-inverno, serão contribuições importantes para atenuar, ou mesmo impedir, os riscos acima descritos.

Estudos de longa duração, sobre o efeito da sementeira direta em algumas propriedades físicas de um Vertissolo, na zona de rega do Alqueva, mostraram um aumento do teor de matéria orgânica, um incremento da estabilidade dos agregados e um aumento da condutividade hidráulica saturada (Carvalho & Bash 1995). O mesmo resultado foi referido por outros autores, em relação à condutividade hidráulica saturada, em relação à estabilidade dos agregados e à matéria orgânica do solo. A sementeira direta pode reduzir a evaporação direta da superfície do solo,

1. INTRODUÇÃO

dependendo este efeito da quantidade de resíduos deixados à superfície (Philips & Philips, 1984).

A combinação da sementeira direta com uma cultura de cobertura de outono-inverno permitirá deixar uma quantidade significativa de resíduos à superfície, que reduzirá a evaporação do solo durante a cultura de verão, particularmente na sua fase inicial e incrementará a infiltração durante o Inverno, com a promoção de uma melhoria da estrutura do solo e com o desenvolvimento radicular da própria cultura de cobertura.

Apesar de haver muita informação sobre o efeito da sementeira direta e de culturas de cobertura sobre vários parâmetros do solo, nomeadamente a estabilidade estrutural dos agregados a condutividade hidráulica do solo, a informação existente sobre esta tecnologia como forma de mitigar a salinização dos solos em culturas regadas é muito escassa.

O presente estudo pretende avaliar o contributo da sementeira direta (SD) e de culturas de cobertura (CC) durante o Inverno na atenuação do risco de salinização/sodização do solo, em solos com má drenagem interna, na área de regadio sob a influência de Alqueva. O aumento da estabilidade estrutural do solo e a redução da evaporação direta que a SD e as CC deverão permitir, poderão contribuir para uma menor acumulação de sais no solo durante o Verão e para a sua maior lavagem durante o Inverno.

Assim, com o objetivo de testar as hipóteses de trabalho colocadas, instalou-se um ensaio, com a cultura do milho, num solo com má drenagem interna. Foram testados dois sistemas de culturas, a SD com CC e sistema convencional (chisel e grade de discos) (SC), dois regimes hídricos e duas qualidades de água de rega. O ensaio decorreu durante três anos e os efeitos na halomorfização do solo foram estudados durante mais dois anos após a cessação dos tratamentos. Embora conscientes que a avaliação do efeito de sistemas de culturas contrastantes nas propriedades do solo e a sua resiliência à salinização/sodização exija trabalhos de longo prazo, a importância e urgência de se iniciarem estes estudos, no contexto da área a regar pelo empreendimento do Alqueva, deram a motivação para a realização deste projeto no contexto de uma tese de doutoramento que, inevitavelmente, tem uma duração temporal limitada.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A salinidade do solo. Origem, consequências e soluções

2.1.1. Enquadramento histórico

A salinização do solo resulta da acumulação de sais solúveis em água até causar um impacto negativo na produção agrícola. Pode ocorrer em qualquer tipo de clima, mas manifesta-se de forma mais expressiva em climas áridos e semiáridos (Abrol *et al.*, 1988). Quando a salinização do solo decorre da atividade humana designa-se por salinização secundária e têm ocorrido muitos casos ao longo da História da Agricultura, normalmente associados ao regadio.

O caso mais emblemático de salinização secundária teve início há mais de 5000 anos, nas férteis planícies do delta dos rios Tigre e Eufrates, na antiga Mesopotâmia, atual Iraque e sudoeste do Irão. Ao longo dos séculos, o sal acumulou-se no solo devido a uma inadequada drenagem e à conseqüente subida do nível freático, levando a que os agricultores fossem substituindo a cultura do trigo pela de cevada, devido à sua maior tolerância à salinidade (Jacobsen & Adams, 1958). Segundo Ayers & Westcot (1985) a origem do problema não deve ter estado relacionado com a quantidade de sais na água de rega, uma vez que análises à água dos rios Tigre e Eufrates, efetuadas em 1970, revelaram uma baixa salinidade (0,46 dS m⁻¹ e 0,73 dS m⁻¹ respetivamente). Este facto levou os autores a concluir que o problema da salinidade resultou da falta de lixiviação dos sais aplicados com a rega e, da falta de uma drenagem adequada que permitisse controlar os níveis freáticos. Os mesmos autores, citando Dieleman (1963), referem que na atualidade estão a ser executados projetos de drenagem e de recuperação dos solos, com o objetivo de devolver-lhes a sua anterior capacidade produtiva. Segundo a AQUASTAT (2013a), relativamente ao ano de 2007, foi efetivamente regada nessa zona uma área de 2,4 Mha, existindo

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

nessa data, 3,5 Mha de terrenos equipados para rega, sendo que mais de 50% da área ainda apresenta problemas de salinidade e de encharcamento.

“O regadio foi, durante mais de 6000 anos, um fator poderoso do desenvolvimento humano. As grandes civilizações da Antiguidade floresceram sobre esta forma de agricultura intensiva, e terão decaído, e ter-se-ão extinguido, porque o regadio que praticavam perdeu sustentabilidade. Porém, outros grandes regadios têm-se mantido, produtivos e sustentáveis, durante séculos” (Serralheiro, 2003). Allison (1964) refere como exemplos de sucesso, que se prolongaram por mais de 4000 anos, o caso do vale do Nilo no Egito e o caso do regadio na China, que envolve uma área muito mais vasta.

Perante a constatação de que o regadio é decisivo para o desenvolvimento humano mas que, simultaneamente, apresenta um forte risco de degradação do solo e da água, Serralheiro (2003) proferiu a seguinte afirmação: “A História tem mostrado que o regadio é esse caminhar no fio da navalha, entre o desenvolvimento e a desertificação.”

A História para além de mostrar que a agricultura de regadio apresenta riscos de sustentabilidade, também demonstra que se pode praticar rega de forma sustentável, mesmo em climas áridos, desde que as práticas agronómicas sejam adequadas a cada situação de clima, água e solo. Quando a água de rega apresenta uma qualidade razoável e surgem sintomas de salinidade no solo este facto é um claro indicador de que as práticas agronómicas deverão ser revistas, antes de se optar por culturas mais tolerantes à salinidade, pois a partir desse momento o agricultor depara-se com uma redução do conjunto de culturas ao seu dispor, podendo comprometer a viabilidade económica do próprio regadio, acentuando o risco de enveredar por uma agricultura não sustentável.

2.1.2. Solos halomórficos

Denominam-se solos halomórficos (*salt-affected soils*) os solos que apresentam teores de sais relativamente elevados na solução do solo (solos solonchanques) ou que apresentam um complexo de troca dominado pelo sódio (solos Solonetz) (de Varennes, 2003). Consideram-se teores elevados de sais quando estes atingem níveis que interferem na produção da maioria das culturas (Eynard *et al.*, 2005).

O termo salinidade refere-se à presença dos principais solutos inorgânicos dissolvidos no solo ou num extrato aquoso de uma amostra de solo (Rhoades, 1996). Richards *et al.* (1954) referem que os principais solutos que constituem a solução do

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

solo são: os cátions sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) e os ânions cloro (Cl^{-}) e sulfato (SO_4^{-}). Em condições normais também estão presentes, apesar de em menor quantidade, o cátion potássio (K^+) e os ânions bicarbonato (HCO_3^{-}), carbonato (CO_3^{2-}) e nitrato (NO_3^{-}).

Os sais resultam principalmente da meteorização do material rochoso do solo e dos seus minerais, que são naturalmente lixiviados. Porém, principalmente em climas áridos e semiáridos, esses sais tendem a acumular-se no solo, constituindo assim a salinização primária (Chhabra, 1996). Outras origens naturais incluem a deposição atmosférica de sais ao longo de áreas costeiras, a intrusão de água do mar nos estuários devido à subida das marés e à intrusão salina em aquíferos sobre-explorados junto ao litoral (Tanji, 1990), apesar desta última situação ser consequência da atividade humana. Abrol *et al.* (1988) refere ainda que o halomorfismo ocorre em áreas que recebem sais, transportados pela água, provenientes de outras áreas e que raramente os solos halomórficos resultam da acumulação dos sais formados no local.

Em regiões semiáridas o halomorfismo desenvolve-se em depressões e em zonas aluvionares, quando o nível freático está próximo da superfície do solo. Nestas circunstâncias, na estação seca, a água sobe por capilaridade, evapora-se à superfície e os sais ficam depositados na camada superficial (Jones *et al.*, 2005).

A salinização secundária, ou salinização antropogénica, está largamente associada à rega e drenagem, mas também se deve à fertilização química e orgânica e a corretivos aplicados à água e ao solo (Tanji, 1990). Assim, a intervenção do homem também tem causado a halomorfização secundária em áreas de sequeiro, como atestam alguns autores, na Austrália (Clarke *et al.*, 2002; Rengasamy, 2006), nos Estados Unidos da América (EUA) e no Canadá (Pannell, D.J. & Ewing, 2006) e em Espanha (Pérez-Sirvent *et al.*, 2003)

Gahassemi *et al.* (1995), *cits.* por Rengasamy (2006), apresentaram uma classificação inovadora, com três principais tipos de halomorfismo existentes no mundo, tendo por base os processos de salinização:

(i) Salinidade ligada às águas subterrâneas. Surge em zonas em que o nível freático está suficientemente próximo da superfície e a água, com sais, sobe devido à evapotranspiração e os sais concentram-se à superfície.

(ii) Salinidade não ligada às águas subterrâneas. Ocorre nos terrenos em que o nível freático é profundo e os sais são introduzidos pela água da chuva ou pela meteorização do solo. Em zonas com clima seco os sais podem-se acumular nas camadas profundas do solo. Devido a problemas de má drenagem interna do solo, muitas vezes devida à elevada sodicidade do mesmo, surge acumulação de sais nas camadas mais superficiais dos solos, o que afeta a sua produtividade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

(iii) Salinidade ligada à rega. Os sais são introduzidos pela água de rega, com diversas origens, e acumulam-se na zona radicular devido à insuficiente lixiviação. A insuficiente lixiviação pode estar relacionada com camadas de solo argiloso e, eventualmente, a problemas de sodicidade. Em muitas regiões do mundo o nível freático sobe devido à rega e interatua com a zona radicular.

2.1.3. Breve referência aos efeitos do halomorfismo no solo e nas plantas

O principal efeito da salinidade do solo é universalmente aceite e está relacionado com a redução do potencial osmótico da solução solo, o que exige à planta um maior dispêndio energético para extrair a água e os nutrientes de que necessita para o seu crescimento (Maas & Hoffman, 1977; Flowers *et al.*, 1991). Outro efeito prejudicial da salinidade relativo à produção vegetal está relacionado com o efeito tóxico que os iões, individualmente, causam no tecido vegetal como é o caso do Na^+ e do Cl^- (Razmjoo, *et al.*, 2008), e a desequilíbrios nutricionais devido a complexas interações entre o Na^+ , o Ca^{++} e o K^+ (Chhabra, 1996).

A sodicidade do solo deve-se essencialmente à presença significativa de Na^+ , no complexo de troca, que provoca a expansão e a dispersão das argilas, alterando assim a estabilidade estrutural e provocando o colapso da macroporosidade, restringindo desta forma a permeabilidade do solo ao ar e à água o que provoca o aumento da resistência mecânica deste quando seca (Rengasamy & Olsson, 1991; Sumner, 1993), causando deste modo restrições à produtividade do solo (Rengasamy & Olsson, 1991; Chhabra, 1996; Kijne, 2003).

As limitações físicas impostas pela instabilidade estrutural dos solos sódicos restringem o crescimento radicular, de forma mais acentuada em solos mais argilosos, em que o fornecimento de água ao solo causa encharcamento temporário, devido à sua baixa condutividade hidráulica. Esta baixa condutividade hidráulica também limita a capacidade da cultura em extrair água, por ascensão capilar, das camadas de solo abaixo da zona de desenvolvimento radicular (Chhabra, 1996). O mesmo autor também refere que as supracitadas limitações se traduzem numa forte restrição da disponibilidade de água para as culturas e, para ilustrar este facto, apresenta um esquema comparativo da disponibilidade de água num solo normal e num solo sódico (Figura 1). Como forma de fornecer a água necessária às plantas em solos sódicos, o mesmo autor recomenda a aplicação da água de rega em pequenas dotações e com maior frequência, reconhecendo que a rega por aspersão poderá ser mais adequada do que a rega por sulcos ou por submersão, que são os métodos de rega mais utilizados nestes casos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

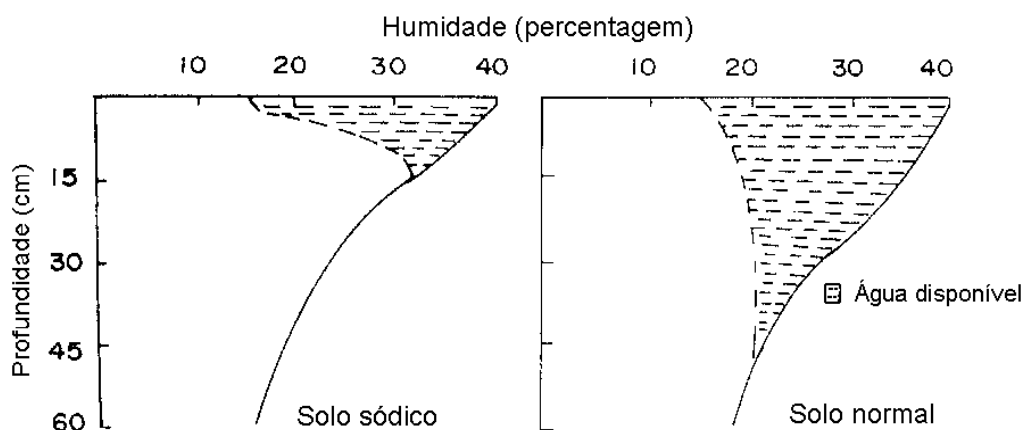


Figura 1– Esquema ilustrativo da disponibilidade de água num solo normal e num solo sódico

A salinidade limita a produção vegetal essencialmente devido à redução do potencial osmótico na solução do solo. Nos solos sódicos as principais limitações à produção vegetal são devidas aos problemas estruturais do solo, causados pelo sódio no complexo de troca, mas também se devem à baixa disponibilidade de nutrientes causada pelo elevado pH do solo. Nestes solos o crescimento das plantas é mais frequentemente afetado pela indisponibilidade do Ca do que pelo efeito tóxico causado pelo excesso de Na^+ (Chhabra & Abrol, 1983 citados por Chhabra, 1996).

2.1.4. Medição do halomorfismo

A quantidade total de sais solúveis (TDS) na água, ou a sua concentração, pode ser determinada através do resíduo seco, por evaporação de uma amostra de água, após filtragem. No entanto a salinidade é medida com mais precisão, mais rapidamente e de forma mais simples pela condutividade elétrica da solução (CE) (Rhoades, 1996). A salinidade na água é medida diretamente com um condutivímetro e no solo a medição, como método geral, é feita no extrato de saturação do solo, de acordo com Richards (1954). No entanto, Rhoades (1996) recomenda a utilização de extratos de solo 1:1 ou 1:5, em peso, quando a quantidade da amostra é pequena ou quando no mesmo solo são retiradas várias amostras ao longo do tempo, para avaliar a variação da salinidade ou para comparar diferentes tratamentos. Rhoades (1996) reconhece que o extrato de saturação é o método que melhor traduz a composição da solução do solo, mas também concorda que a utilização de extratos com proporções fixas solo:água são mais fáceis de executar. Estas proporções são expressas em peso pela maioria dos autores consultados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os extratos com proporções fixas solo:água são utilizados em muitos trabalhos mas, as proporções usadas variam, entre os diferentes autores, com relações solo:água compreendidas usualmente entre 1:1 a 1:5, o que dificulta a comparação de resultados. Sonneveld & Van Den Ende (1971) citado por Rhoades (1996) considera um bom compromisso a relação fixa, solo:água, 1:2 que é usada em muitos laboratórios como no Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (Quadro 4).

Sonmez *et al.* (2007) apresentou um estudo com o objetivo de comparar os resultados obtidos com diferentes proporções solo:água (1:1; 1:2,5; 1:5), em peso, com os resultados do extrato saturado, tanto em termos de condutividade elétrica (CE) como da concentração dos principais íons presentes na solução, utilizando solos com 3 diferentes texturas (arenosa, franca e argilosa) e com 3 diferentes salinidades. Alguns dos resultados obtidos por Sonmez *et al.* (2007) estão apresentados no Quadro 1 e no Quadro 2, onde se destacam os elevados coeficientes de determinação, com um valor igual ou superior a 0,98 em relação à CE ($p < 0,001$), sendo no entanto mais baixos, apesar da regressão ser ainda significativa ($p < 0,05$), no caso dos íons. É evidente o efeito da diluição, resultante do aumento da proporção da água, a atuar tanto na CE como na concentração dos íons, mas de uma forma menos acentuada no caso do K^+ .

Quadro 1 – Equações de regressão linear (forçada a passar no zero), e os respetivos coeficientes de determinação (r^2), que descrevem a relação entre a condutividade elétrica e a concentração de íons no extrato de saturação do solo (ES), em 3 extratos com proporções fixas solo:água expressas em peso. Adaptado de Sonmez *et al.* (2007).

Parâmetros	(1:1)	r^2	(1:2,5)	r^2	(1:5)	r^2
CE, dS m ⁻¹	ES = 2,11 x	0,98	ES = 4,00 x	0,98	ES = 7,57 x	0,98
Cl ⁻ , me L ⁻¹	ES = 2,33 x	0,9	ES = 5,20 x	0,97	ES = 10,24 x	0,97
K ⁺ , me L ⁻¹	ES = 1,49 x	0,63	ES = 2,49 x	0,8	ES = 3,12 x	0,51
Na ⁺ , me L ⁻¹	ES = 2,27 x	0,93	ES = 4,24 x	0,99	ES = 8,16 x	0,99
Ca ²⁺ , me L ⁻¹	ES = 2,18 x	0,83	ES = 4,84 x	0,97	ES = 9,25 x	0,95
Mg ²⁺ , me L ⁻¹	ES = 1,95 x	0,7	ES = 9,63 x	0,94	ES = 16,24 x	0,93

p < 0,001 para a CE e p < 0,05 para íons

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quadro 2 – Equações de regressão linear (forçada a passar no zero), e os respectivos coeficiente de determinação (r^2), que descrevem a relação entre a condutividade elétrica e a concentração de íons no extrato de saturação (CEe) de 3 solos, com diferentes texturas, e 3 extratos com proporções fixas solo:água expressas em peso. Adaptado de Sonmez *et al.* (2007).

Solo:água	Solo arenoso	r^2	Solo franco	r^2	Solo argiloso	r^2
1:1	CEe = 2.42 x	0.98	CEe = 2.06 x	0.99	CEe = 1.96 x	0.99
1:2,5	CEe = 4.41 x	0.99	CEe = 3.96 x	0.99	CEe = 3.75 x	0.99
1:5	CEe = 7.98 x	0.98	CEe = 7.62 x	0.99	CEe = 7.19 x	0.98

p < 0,05

Rowell (1996) propõe um fator de conversão de 6,4, para conversão da condutividade elétrica do extrato 1:5 para a condutividade do extrato de saturação do solo (CEe). Este valor é mais baixo do que o valor de 7,57 apresentado no Quadro 1, para a mesma proporção, por Sonmez *et al.* (2007). Uma parte da diferença do fator de conversão deverá justificar-se pelo método de medição da CE, em que os valores do extrato 1:5 foram medidos, sem filtração prévia da suspensão e a argila, segundo Rowell (1996), dá um contributo significativo para o valor de CE medido. Este tipo de trabalhos, apesar de não oferecerem resultados definitivos devido à grande variabilidade de parâmetros físicos e químicos do solo, são válidos para o solo em estudo e dão também um contributo, que ajuda a colmatar a dificuldade que existe na comparação dos resultados apresentados por diferentes autores com diferentes proporções solo:água.

2.1.4.1. Algumas unidades e fatores de conversão úteis

Parâmetros relacionados com a salinidade

A unidade do Sistema Internacional (SI) para a CE é expressa em Siemens por metro ($S m^{-1}$), frequentemente utiliza-se o $dS m^{-1}$ (deciS m^{-1}) e o $\mu S cm^{-1}$ (microS cm^{-1}). Em muitos artigos científicos a CE ainda vem expressa em mhos cm^{-1} ou em mmhos cm^{-1} (milimhos cm^{-1}). A determinação da condutividade das soluções varia com a temperatura, sendo que no presente trabalho os valores de condutividade apresentados têm como referência a medição a 25 °C, tal como na generalidade da bibliografia consultada.

Algumas conversões de unidades de CE:

- $1 S m^{-1} = 10 dS m^{-1} = 1000 mS m^{-1}$
- $1 dS m^{-1} = 100 mS m^{-1} = 1 mS cm^{-1} = 1000 \mu S cm^{-1}$

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- $1 \text{ mS cm}^{-1} = 1 \text{ mmhos cm}^{-1} = 1000 \text{ } \mu\text{mhos cm}^{-1}$

A concentração do total de sais solúveis é expressa usualmente em mg L^{-1} . Por vezes, para melhor compreensão das reações que ocorrem no solo, deve-se converter as unidades da solução de mg L^{-1} em meq L^{-1} (Santos, 2003), por divisão pelo peso equivalente (Peq) do respetivo ião. O Peq determina-se pela divisão do peso da fórmula química do ião, pela respetiva valência. Também é usual expressar as concentrações em moles ou em milimoles de carga ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$) sendo, neste último caso, numericamente igual ao meq L^{-1} .

Segundo Rowell (1996) a CE (em dS m^{-1}) de uma solução aquosa a 25°C , com um conjunto diversificado de sais, mostra uma relação aproximada com a concentração total de catiões (TC), quando esta é expressa em $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$, de acordo com a Equação 1.

$$\text{TC (mmol}_c \text{ L}^{-1}) = 10 * \text{CE (dS m}^{-1}) \quad (1)$$

Richards (1954) refere que há uma elevada correlação entre a CE de uma solução e a pressão osmótica (PO) da mesma, traduzida pela Equação 2, e que é válida na gama da salinidade que permite o crescimento das plantas.

$$\text{PO (atm)} = 0,36 * \text{CE (dS m}^{-1}) \quad (2)$$

Outra relação, mais dependente do tipo de sais presentes na solução do solo, é a relação CE e a concentração de sais expressa em mg L^{-1} . Apesar desta relação ser menos fiável do que as apresentadas na Equações 1 e na Equação 2, tem interesse prático por a medição da CE ser um método expedito e dar uma ordem de grandeza da quantidade total de sais solúveis (TDS), presentes na solução do solo pelo que, é referida em muita da literatura disponível no âmbito da salinidade, de acordo com a Equação 3, apresentada em Richards (1954), para águas ou solos com condutividade até 5 dS m^{-1} .

$$\text{TDS (g L}^{-1}) = 0,64 * \text{CE (dS m}^{-1}) \quad (3)$$

Parâmetros relacionados com a sodicidade

Segundo Sumner (1993) a percentagem do sódio de troca (PST) é o parâmetro mais importante para descrever a sodicidade do solo e é calculada de acordo com a Equação 4. O Na de troca e a capacidade de troca catiónica (CTC) são expressos usualmente em $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

$$\text{PST} = 100 * \text{Na de troca} / \text{CTC} \quad (4)$$

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A proporção de sódio na água de rega, ou na solução do solo, em relação aos íons cálcio e magnésio está relacionada com o maior ou menor risco de sodicização do solo, como se pode constatar na Equação 6 e na Figura 2. A sodicidade é normalmente expressa pela razão de adsorção de sódio (SAR) e é calculada de acordo com a Equação 5, em que as concentrações dos íons estão expressas em $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ ou em meq L^{-1} . A SAR é expressa em $(\text{mmol}_c \text{L}^{-1})^{0,5}$ ou em $(\text{meq L}^{-1})^{0,5}$ e usualmente a apresentação das unidades é ignorada por não apresentar interesse prático.

$$\text{SAR} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{0,5} \quad (5)$$

Richards (1954) apresentou a Equação 6 referindo que existe uma correlação suficientemente elevada para permitir estimar a PST a partir de valores da SAR, tendo utilizado para o estudo 59 amostras de solo com valores de PST inferiores a 50%.

$$\text{PST} = \frac{(-1,26 + 1,475 \text{ SAR})}{(0,9874 + 0,01475 \text{ SAR})} \quad (6)$$

A relação da PST com a SAR está representada graficamente na Figura 2, onde será de salientar, em geral, uma aproximação entre os valores da SAR e da PST coincidindo ambos os valores em 3 e em 30. Também se pode observar que ao valor de PST de 15 corresponde um valor da SAR de 13.

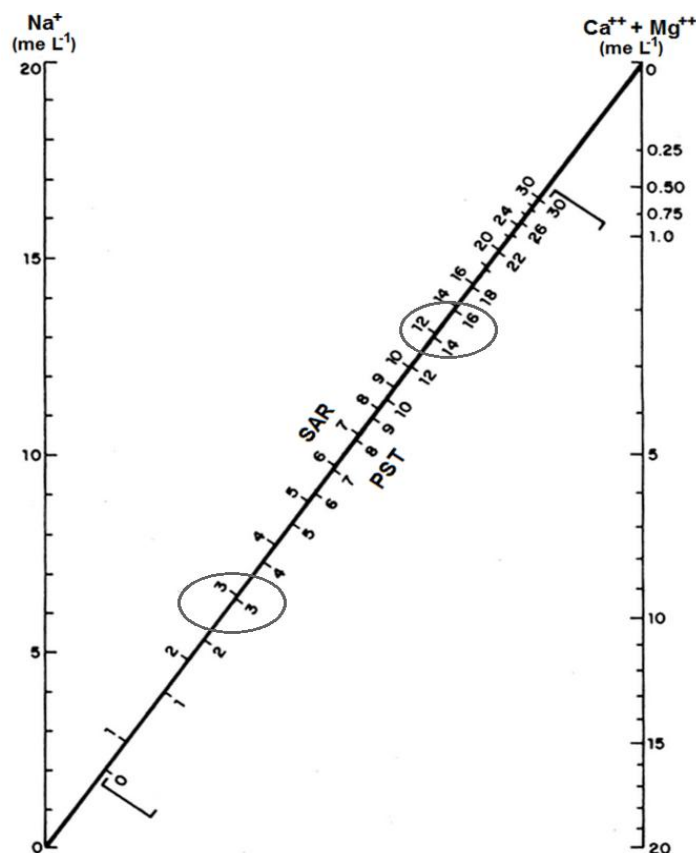


Figura 2 - Nomograma para estimar o valor de PST de um solo, que está em equilíbrio com a água de rega, com um determinado SAR (Richards, 1954).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na Austrália, as medições da salinidade do solo e do SAR são usualmente feitas utilizando extratos solo:água (1:5), em peso, pelo que Rengasamy *et al.* (1984) estabeleceram uma regressão linear entre o SAR obtido no extrato (1:5) e a PST (Equação 7), com um coeficiente de determinação de 0,82, em 138 amostras (69 da camada superficial e 69 da camada subsuperficial) de solos australianos “*Red-brown earths*”.

$$\text{PST} = 1,95 \text{ SAR}_{1:5} + 1.8 \quad (7)$$

2.1.5. Classificação dos solos halomórficos

No estudo do halomorfismo os solos são geralmente enquadrados numa das seguintes categorias: salino, sódico e salinosódico, de acordo com concentração de sais solúveis e com o teor em sódio de troca. Os valores críticos que separam cada uma das categorias não são consensuais na bibliografia, sendo os mais citados os apresentados pelo *United States Salinity Laboratory* (USSL), em que os valores críticos de salinidade do extrato de saturação do solo e o pH são determinados no extrato de saturação do solo (Quadro 3).

Quadro 3 - Classificação dos solos halomórficos segundo o *United States Salinity Laboratory* (USSL).

Tipo de solo	CEe (dS m ⁻¹)	PST	pH
Salino	> 4,0	< 15	< 8.5
Sódico	< 4,0	> 15	> 8.5
Salinosódico	> 4,0	> 15	> 8.5

Fonte: Richards (1954)

No que respeita à salinidade o USSL considera o limiar de 4 dS m⁻¹ acima do qual o solo é classificado como salino. Com este valor de salinidade na solução do solo a maioria das culturas reduzem significativamente a sua produção, entre 25% a 50% (Ayers & Westcot, 1985). Assim, este limiar de salinidade do solo já é muito elevado e conduz a que o agricultor tenda a preterir as culturas mais sensíveis à salinidade, em favor de culturas mais tolerantes, começando deste modo a restringir o leque de culturas ao seu dispor.

O Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (LQARS) classifica o solo, quanto à salinidade, de não salino a muito fortemente salino (Quadro 4) sendo o método de preparação mais utilizado o extrato, solo:água 1:2, em peso (INIA, 2000).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quadro 4 – Classificação da salinidade do solo com base no extrato saturado e no extrato 1:2 (em peso) utilizado pelo Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva.

Classificação do solo	Conductividade eléctrica dS m ⁻¹ a 25 ° C	
	No extrato saturado	No extrato 1:2
Não salino	0-2	< 0.40
Muito pouco salino	2-4	0.40-0.80
Pouco salino	4-8	0.81-1.60
Moderadamente salino	8-12	1.61-2.40
Fortemente salino	12-16	2.41-3.20
Muito fortemente salino	> 16	> 3.20

Retirado de INIA (2000)

Comparativamente à classificação da salinidade do solo pelo USSS, o LQARS classifica o solo como não salino para valores de CE até 2 dS m⁻¹. Este limiar é mais adequado, pois alerta para problemas de salinidade do solo num estágio mais precoce. Porém classifica o solo como pouco salino para valores de 4 dS m⁻¹ a 8 dS m⁻¹ quando, para este nível, deveria ser classificado como salino e utilizar apenas mais um nível, que seria por exemplo fortemente salino. Ambas as classificações (USSS e LQARS) afiguram-se mais adequadas para regiões onde a salinidade dos solos é frequentemente elevada e, a produtividade das culturas é afetada.

Quanto ao limiar para a sodicidade do solo, muitos autores referem a ocorrência de problemas de sodicidade do solo para valores de PST abaixo de 15%, que se traduzem na redução da estabilidade estrutural e na redução da permeabilidade do solo, em particular quando este é percolado por água de baixa salinidade (Monteiro, 2004; Sumner, 1993; Regasamy *et al.*, 1984; Curtin *et al.*, 1995; Frenkel *et al.*, 1974). Na Austrália os solos com uma PST>6 são considerados sódicos, e com uma PST>15 são considerados muito sódicos (Rengasamy, 2010).

Sousa *et al.* (1998), quanto à classificação geral dos solos, referem que não existe uma classificação universalmente aceite, que facilite a comunicação entre cientistas e técnicos e, que as diferentes classificações que existem com origem em distintos países têm diferenças conceptuais significativas, que impedem uma tradução direta de uma classificação para a outra, existindo apenas uma correlação com um certo grau de complexidade.

Uma classificação, que pretende abranger todos os solos do mundo e muito difundida, é a *Soil Taxonomy* (ST) (Soil Survey Staff, 2010). No entanto esta classificação não reúne consenso universal e não é adequada para se correlacionar as diversas classificações de solos nacionais (Sousa *et al.*, 1998). É neste contexto que surge a *World Reference Base for Soil Resources* (WRB) com o objetivo de agregar as diferentes classificações, com a qual as várias classificações nacionais se podem correlacionar).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Krasilnikov et al. (2009) apresentam correlações entre a classificação da WRB e diversas classificações nacionais (mas não incluem a classificação portuguesa). Contudo a correlação entre a classificação da WRB e a portuguesa é apresentada por Sousa *et al.* (1998) numa tabela de “correspondência aproximada” entre as subordens da classificação dos solos de Portugal e os agrupamentos de solos da WRB. No Quadro 5 é apresentada uma parte da referida tabela, com os solos mais relevantes para o presente estudo devido à sua representatividade no Alentejo e, à sua suscetibilidade a problemas de halomorfismo em clima semiárido. De acordo com o estabelecido em Krasilnikov et al. (2009), o agrupamento dos *Luvisols* da WRB enquadram-se na ordem dos *Alfisols* da *Soil Taxonomy* (ST) e os *Vertisols* da WRB enquadram-se numa ordem da ST com a mesma designação: *Vertisols*.

Quadro 5 – “Correspondência aproximada entre as Subordens da Classificação dos Solos de Portugal e os agrupamentos de solos da WRB” Adaptado de Sousa *et al.* (1998).

ORDENS/SUBORDENS	AGRUPAMENTOS DA WRB (Classificação da FAO)
Barros	
Barros Pretos	<i>Vertisols (Pellic)</i>
Barros Pardos	<i>Vertisols</i>
Barros Castanho-avermelhados	<i>Vertisols (Chromic)</i>
Solos Argiluvitados Pouco Insaturados	
Solos Mediterrâneos Pardos	<i>Luvisols, Lixisols, Alisols, Acrisols (Chromic)</i>
Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos	<i>Luvisols, Lixisols, Alisols, Acrisols (Chromic e Rhodic)</i>
Solos Halomórficos	
Solos Salinos	<i>Solonchaks</i>
Solo Hidromórficos	
Solos Hidromórficos sem Horizonte Eluvial	<i>Gleysols</i>
Solos Hidromórficos com Horizonte Eluvial	<i>Planosols</i>

Monteiro *et al.* (2002) e Monteiro (2004), baseados no estudo de características físicas, químicas e mineralógicas de vários pédones que ocorrem a sul de Portugal, sugerem a inclusão, na classificação dos solos de Portugal, de uma subordem de solos sódicos, na ordem dos solos Halomórficos e de subgrupos Para-Sódicos, nos grupos em que estes solos atualmente se inserem. Deste modo os solos Halomórficos Sódicos da classificação portuguesa corresponderiam aos solos *Solonetz* da classificação da FAO.

Na WRB, os solos que têm um horizonte de diagnóstico sálico são classificados como *Solonchaks* (solos salinos) e, quando têm um horizonte de diagnóstico nátrio,

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

são classificados como *Solonetz* (solos sódicos). No caso dos solos que exibem uma PST superior a 6% é utilizada a designação hipossódicos.

Na classificação *Soil Taxonomy* (ST) também é usado, por norma, a PST de 15%, ou quando a proporção de Na + Mg é superior a 50% da CTC, considera-se também esse solo como sódico. Ao nível dos subgrupos *Vermaqualfs* e *Vermaquepts*, é usado o limite de PST de 7% para que o solo seja considerado sódico. Esta abordagem é demonstrativa de alguma flexibilidade deste sistema de classificação, ao admitir que solos diferentes têm comportamentos diferentes, quanto ao nível da PST que causa problemas de sodicidade aos mesmos. No entanto não abrange muitos outros solos que exibem problemas de sodicidade, para valores PST inferiores a 15%.

Segundo Monteiro (2004) uma boa parte dos horizontes de diagnóstico do WRB são semelhantes aos da ST o que facilita a correspondência entre ambas as classificações, pelo que se depreende que, segundo este autor, existe uma forte correlação entre estes dois sistemas.

Apesar do recente esforço de uniformização da classificação dos solos a maioria dos trabalhos científicos de referência no âmbito do halomorfismo e muitos dos publicados mais recentemente, não mencionam o tipo de solo de acordo com a classificação da WRB ou da ST.

O esquema apresentado na Figura 3 sintetiza a abordagem mais abrangente e consensual dos estudos publicados no âmbito do halomorfismo e dá, simultaneamente, as principais orientações para a sua correção ou, preferencialmente, para uma abordagem holística centrada na prevenção do halomorfismo, em solos regados. Será de referir, no entanto, que o limite do valor do SAR de 6, para que o solo seja considerado sódico, não é consensual mas, como será oportunamente abordado no ponto 2.1.8 deste capítulo, muitos solos com este nível sodicidade mostram indícios de degradação da sua estrutura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

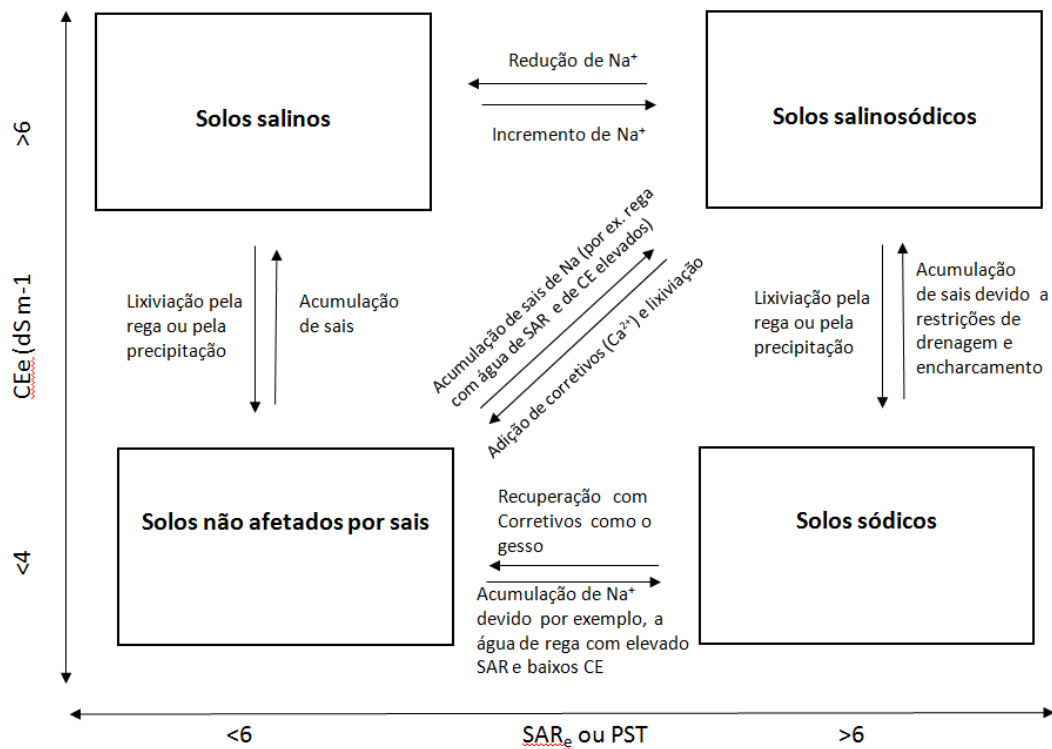


Figura 3 - Tipos de halomorfismo baseados no SAR e na CE do extrato de saturação do solo e as formas mais prováveis de impacto no solo e nas culturas. Adaptado de Rengasamy (2010).

Rengasamy *et al.* (1984) propõem uma inovadora e detalhada classificação dos solos, em três classes e seis subclasses, baseada na estabilidade do solo e definidas pela SAR e pela concentração de cátions na solução do solo, tendo sido ambas determinadas no extrato solo água 1:5 em peso (Figura 4). O objetivo principal do referido trabalho foi classificar o comportamento dispersivo do solo australiano “*Red-Brown Earths*”, baseado em procedimentos laboratoriais expeditos, para uma avaliação de rotina.

Para o mesmo tipo de solo Ford (1978), cit. por Rengasamy *et al.* (1984), mostrou que (com base em amostras de solo, 0 – 10 cm, de 16 locais) existe uma forte regressão negativa entre a dispersão da argila e a condutividade hidráulica do solo, pelo que sugere que a dispersão da argila poderá ser o principal mecanismo que controla o movimento da água neste tipo de solos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

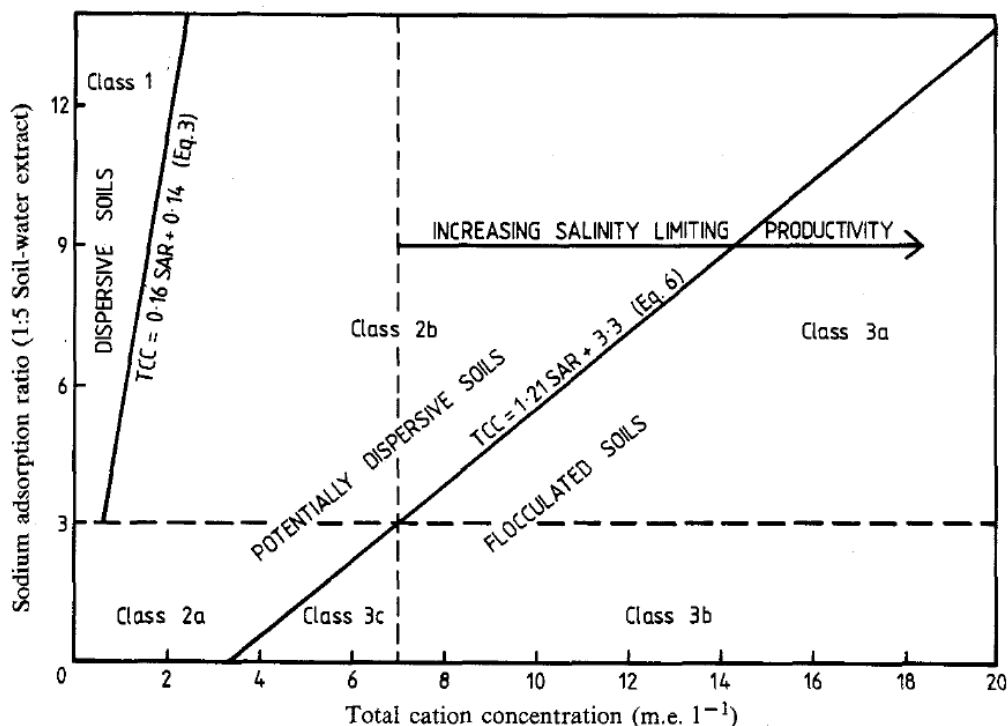


Figura 4 – Esquema de classificação para a previsão do comportamento dispersivo do horizonte A do solo australiano “Red-Brown Earths”. As três classes são separadas pelas equações que relacionam o SAR medido no extrato 1:5 com a concentração total de cátions (TCC) do mesmo extrato. O valor de SAR de 3 medido no extrato 1:5 corresponde no solo a uma PST de 7,65 (resultado da Equação 7). Adaptado de Rengasamy *et al.* (1984).

A classificação apresentada (Figura 4) foi definida com base num procedimento apresentado detalhadamente em Rengasamy *et al.* (1984), com a utilização de 138 amostras, sendo 69 do horizonte A e 69 do horizonte B e é válida tanto em regime de sequeiro como de regadio. Apesar do estudo ter abarcado ambos os horizontes do solo, em termos práticos, aplica-se preferencialmente ao horizonte A, por estar exposto à precipitação. As classes são apresentadas em baixo.

Classe 1 - *Solos dispersivos*. São solos que se dispersam espontaneamente mesmo sem agitação e terão problemas graves associados à formação de crostas e à reduzida porosidade, mesmo quando submetidos a um *stress* mecânico mínimo, como por exemplo a sementeira direta. Tais solos sob pastagem ou com cobertura vegetal são altamente dispersivos. São solos sódicos mas não-salinos. A correção destes solos passa pela redução do sódio no complexo de troca e pelo aumento da concentração eletrolítica da solução do solo com adição de compostos de Ca, de forma a manter a argila flocculada.

Classe 2 – *Solos potencialmente dispersivos*. São solos que se dispersam após agitação mecânica. Estes solos são instáveis quando sofrem perturbação mecânica, por exemplo pelas mobilizações do solo ou pelo impacto das gotas de chuva. Nestes

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

casos deve-se proteger o solo do impacto mecânico, utilizando a sementeira direta e mantendo o solo protegido do impacto direto da chuva ou da rega, com uma cultura adequada. A correção destes solos passa essencialmente pela redução do sódio no complexo de troca, mas também pelo aumento da concentração eletrolítica. No caso da subclasse 2a, apesar de apresentar valores de SAR inferiores a 3, a aplicação de gesso poderá ser positiva, por elevar a concentração eletrolítica e promover assim a floculação.

Classe 3 - *Solos floculados*. Quando os solos têm mais do que o nível mínimo de eletrólito requerido permanecem floculados mesmo quando submetido à precipitação, à rega ou à tensão mecânica. No entanto, pode ocorrer um nível excessivo de sais na solução do solo que pode comprometer a produtividade das culturas, devendo-se nestes casos promover a lixiviação dos sais, com exceção da situação ideal (subclasse 3c) na qual não se verificam problemas de dispersão da argila nem de salinidade.

Este estudo merece-nos uma atenção particular porque, para além de ser largamente citado e reconhecido (referindo alguns exemplos: Dexter, 1988; Kay, 1990; Sumner, 1993; Amezketá, 1999; Qadir *et al.*, 2007), propõe um método expedito de avaliação do halomorfismo e, muito em particular, por ter sido validado para solos com características similares aos solos argiluvados, que representam mais de 50% da área de regadio de Alqueva. A gestão agronómica de longo prazo deve ter como objetivo manter o solo na classe 3c.

A relação entre a estabilidade estrutural do solo relativa à SAR e à concentração eletrolítica da solução do solo será abordada mais detalhadamente no ponto 2.1.8 deste capítulo.

2.1.6. Distribuição geográfica dos solos halomórficos

No que se refere a áreas de solos afetados por sais a nível mundial não se encontram na bibliografia valores globais atualizados. A compilação destes dados é uma tarefa dificultada pela utilização de diferentes critérios de classificação dos solos, com diferente detalhe e com base em mapas com diferentes escalas, nas diferentes regiões do mundo. Por exemplo na Austrália um solo com uma PST superior a 6% é classificado como sódico e, nos Estados Unidos da América, esse mesmo solo seria classificado como não sódico (Rengasamy, 2006). Deste modo os dados apresentados por Szabolcs (1989) cit. por Rengasmy (2006) continuam a constituir uma referência dos solos halomórficos no mundo e estão sintetizados no

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quadro 6, por tipo de halomorfismo (salino ou sódico) e por região. No quadro observa-se que a área de solos afetados pela salinidade é superior, na maior parte das regiões do mundo, à área afetada pela sodicidade mas, na Austrália, a sodicidade é de tal modo elevada que faz com que a área de solos a nível global, classificada como solos sódicos, seja superior à área classificada como solos salinos. A Europa também apresenta uma área de solos sódicos superior à dos solos salinos, mas é das regiões menos afetadas pelo halomorfismo.

Quadro 6 – Distribuição das áreas (Mha) a nível mundial, dos solos halomórficos (segundo Ghassemi et al., 1995 citado por Rengasamy, 2006)

Continentes	Área (milhões de hectares)		
	Salinos	Sódicos	Total
América do Norte	6,2	9,6	15,8
América Central	2,0	–	2,0
América do Sul	69,4	59,6	129,0
África	53,5	27,0	80,5
Sul da Ásia	83,3	1,8	85,1
Ásia Central e do Norte	91,6	120,1	211,7
Sudeste da Ásia	20	–	20,0
Europa	7,8	22,9	30,7
Ásia Austral	17,4	340,0	357,4
Total	351,5	581,0	932,2

A maioria dos estudos mostram que o regadio, quando não corretamente gerido, tende a aumentar a salinidade e sodicidade do solo (Rengasamy, 2006; Corwin *et al.*, 2007; Nunes, 2003) e, como apresentado no Quadro 7, mais de 15% da área de terras aráveis no mundo é irrigada.

A salinização está bastante disseminada nas áreas regadas, particularmente em países da Ásia e da África, com áreas de regadio muito afetadas pelo halomorfismo (Pitman *et al.*, 2002) como se pode constatar no Quadro 7. Nesse quadro é também referido que 20% dos solos em regadio a nível global, estão afetados por sais. Este valor poderá estar subavaliado pois, segundo Kijne *et al.* (1998), com base numa larga revisão bibliográfica, existe uma grande divergência de valores, mas referem também que as melhores estimativas apontam para valores da ordem de um terço da globalidade dos solos em regadio estarem afetados por halomorfismo ou poderem vir a ficar afetados num futuro próximo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quadro 7 – Salinização secundária no mundo em áreas de regadio segundo Ghassemi *et al.* (1995) cit. por Pitman & Läuchli (2002)

País	Terras aráveis	Terras regadas	Área regada	Salinização secundária em terras regadas	
	Mha	Mha	% de área cultivada	Mha	% de área irrigada
Argentina	35,75	1,72	4,8	0,58	33,7
Egipto	2,69	2,69	100,0	0,88	33,0
Irão	14,83	5,74	38,7	1,72	30,0
Paquistão	20,76	16,08	77,5	4,22	26,2
USA	189,91	18,10	9,5	4,16	23,0
Estados Independentes da Commonwealth	232,57	20,48	8,8	3,70	18,1
Índia	168,99	42,10	24,9	7,00	16,6
China	96,97	44,83	46,2	6,70	15,0
Austrália	47,11	1,83	3,9	0,16	8,7
Mundo	1473,0	227,11	15,4	45,40	20,0

Ao contrário do que sucede com a estimativa dos solos afetados por sais, quanto às áreas efetivamente regadas existem valores atualizados país por país, baseados em estatísticas fiáveis e relativamente atuais, na base de dados do Sistema de informação global da água da FAO. A FAO permite acesso *online* a essa informação (AQUASTAT, 2013b). Siebert *et al.* (2010), com base essencialmente em dados disponibilizados no AQUASTAT, apresentaram uma compilação detalhada e chegaram ao valor total de 301 Mha, a nível global, equipados para regadio e a uma área efetivamente regada de 253 Mha.

Deste modo e com base nos valores acima apresentados será de admitir que, a nível global, poderão existir mais de 80 Mha regados afetados ou em risco de virem a ser afetados pelo halomorfismo. Sendo, segundo EEA (1995) cit. por Jones *et al.* (2012), 3,8 Mha na Europa. Segundo Jones *et al.* (2012), em relação à Europa não há dados sistemáticos sobre a evolução da salinização. No entanto, alguns estudos mostram o incremento da salinidade do solo em países como Espanha, Grécia e Hungria (Schofield *et al.*, 2001).

Martins (2005) cit. por Oliveira (2011) menciona que a desertificação de terras devido à salinização do solo terá tendência a aumentar a taxas crescentes, nas próximas décadas na região mediterrânea, devido ao aumento previsto das áreas de regadio e à crescente escassez de águas de boa qualidade, pelo que surge a necessidade de se tomarem medidas preventivas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.6.1. Problemas de halomorfismo na Península Ibérica

Na Figura 5b estão em destaque as áreas afetadas por halomorfismo na península ibérica. Em Espanha estão assinaladas vastas áreas como: o vale do rio Ebro (a noroeste), as regiões de Valência e de Múrcia (a sudoeste), a zona central de Espanha e o delta do rio Guadalquivir (a sul). As áreas assinaladas, em Portugal, estão essencialmente ligadas a problemas de salinidade primária, na foz dos rios em solos com cota muito baixa, onde existe um nível freático elevado e salino.

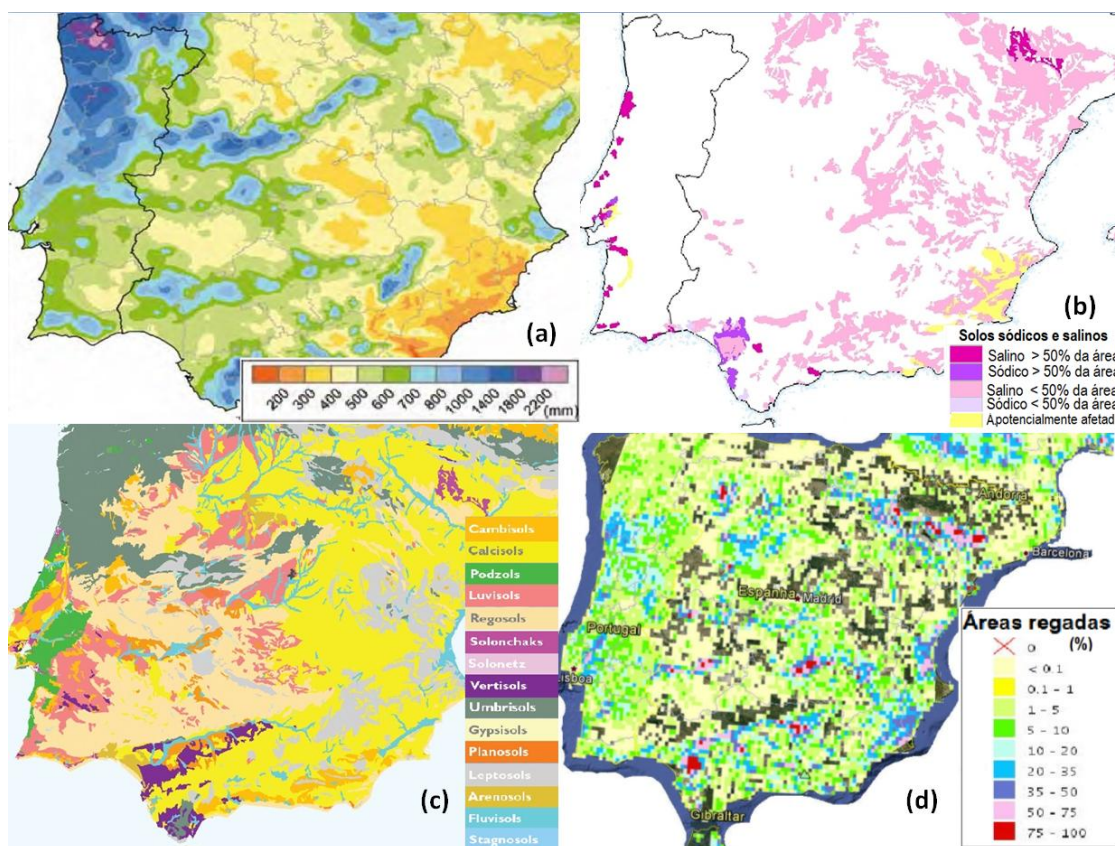


Figura 5 – Mapas da Península Ibérica: a) precipitação média anual (AEMET, 2011), b) solos halomórficos (Tóth *et al.*, 2008), c) solos - classificação WRB (Jones *et al.*, 2010), d) áreas regadas apresentadas no Google Earth; fonte: Aquastat (2014)

Uma observação macro da Figura 5a e da Figura 5b mostra que, excluindo as zonas da foz dos rios, a distribuição dos solos salinos está essencialmente situada nas regiões com níveis de precipitação mais baixa, independentemente do tipo de solos (Figura 5c). No entanto, uma observação mais detalhada revela que na zona de Valência parece existir menor incidência de salinidade em Fluvisolos do que nas zonas de Calcissolos, enquanto na zona de Múrcia os Fluvisolos estão assinalados como solos potencialmente afetados. No vale do rio Ebro os Fluvisolos estão assinalados de forma similar aos Calcissolos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tedeschi *et al.* (2000) apresentou um estudo feito durante dois anos, na parte norte do vale do rio Ebro, num setor de rega recente, com uma área de 470 ha, em que contabilizou a água de rega, a precipitação e a respetiva drenagem, tanto em volume como no teor de sais. A água de rega provinha do canal Monegros e apresentava uma boa qualidade com uma CE de $0,36 \text{ dS m}^{-1}$ e um SAR de 0,3. A maior parte do solo é classificado como Gipsissolo e é não salino, mas cerca de 30% da área em estudo tem uma camada de *gypsiferous lutite*, com uma CEe de $10,8 \text{ dS m}^{-1}$ e um SAR de 20 no extrato de saturação do solo. Apesar da água de rega ser de boa qualidade a água de drenagem apresentava uma CE de $7,5 \text{ dS m}^{-1}$ e um SAR de 10,3. Com base nestes dados os autores concluem que a exportação de sais é superior à introdução com a rega, pelo que não preveem problemas futuros no controle do nível de sais naquele solo.

Um outro estudo (Herrero & Pérez-Coveta, 2004), foi realizado também na zona norte do vale do rio Ebro, numa área de regadio (27 500 ha) do rio Flumen, irrigada há 50 anos. A água de rega, tal como no estudo anterior, também apresentava uma CE $< 0,4 \text{ dS m}^{-1}$ e um SAR < 1 . Os autores basearam o estudo em amostras de solo (até um metro de profundidade) colhidas nos anos de 1975, 1985/86 e em 1999. As amostras colhidas em 1975 foram separadas em dois grupos, representando solos não salinos (CEe $< 2 \text{ dS m}^{-1}$) e solos salinos (CEe $> 2 \text{ dS m}^{-1}$) correspondendo estas últimas a 42% do número de amostras. Nos solos não salinos, a variação de CEe e da razão de adsorção de sódio do extrato de saturação do solo (SARe) foram negligenciáveis ao longo do tempo, enquanto nos solos salinos o valor da mediana da CEe foi respetivamente para os três momentos, de $5,9 \text{ dS m}^{-1}$ em 1975, $3,1 \text{ dS m}^{-1}$ em 1985/86 e de $1,9 \text{ dS m}^{-1}$ em 1999. Quanto à evolução do valor da mediana da SARe foram respetivamente de 22,0, 15,1 e de 10,5 para o mesmo período. Os autores concluíram que a salinidade diminuiu ao longo dos 24 anos.

Schofield *et al.* (2001) e Pérez-Sirvent *et al.* (2003) referem, que na região de Múrcia, o problema da salinidade dos solos está a alastrar, em área e em intensidade, e atribuem a causa à degradação da qualidade da água, numa região com elevado défice hídrico. Na Figura 5b verifica-se que a referida região é a que apresenta a maior área de solos em risco de halomorfização.

Os estudos acima referidos na bacia do rio Ebro (Tedeschi *et al.*, 2000; Herrero & Pérez-Coveta, 2004), têm em comum o facto dos problemas de salinidade e de sodicidade serem atribuídos ao elevado teor em Na do material originário do solo, que é libertado no processo de meteorização e à precipitação na zona se revelar insuficiente para realizar a lixiviação dos sais, enquanto que na região de Múrcia é a má qualidade da água de rega que está a causar a acumulação de sais no solo. Em síntese, no caso do Ebro, o regadio desde que bem conduzido promoveu a lixiviação dos sais, constituindo assim um exemplo em que a introdução do regadio reduziu os

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

problemas de halomorfismo do solo, devido à boa qualidade da água de rega, aliada à presença significativa de gesso e de carbonato de cálcio, naturalmente presentes no solo, e que favorecem a sua estabilidade estrutural e a drenagem. No caso de Múrcia a continuação do regadio, neste caso com a introdução de água de má qualidade, agravou os problemas de halomorfismo e exige uma gestão da rega muito cuidada de modo a manter o regadio sustentável na zona.

Em Portugal, no mapa apresentado por Tóth et al. (2008) (Figura 5b), excluindo as áreas de salinidade de influência marinha, está apenas assinalada uma faixa como solos potencialmente afetados por halomorfismo, situada nas imediações do rio Sado, coincidindo sensivelmente com o limite oeste da área que irá beneficiar da água proveniente da albufeira de Alqueva (Subsistema Alqueva).

A primeira prospeção de problemas de salinidade e de sodização da água e do solo, do plano de rega do Alentejo, foi efetuada em 1976 nos perímetros de rega de Campilhas e do Roxo e foram relatadas por Alvim (1980). O estudo decorreu no final de um período de cinco anos com precipitação abaixo da média, sendo deste modo representativo de condições adversas no respeitante à qualidade da água de rega. Quanto à qualidade da água de rega o estudo refere valores da ordem de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ e um SAR de 4, na albufeira de Campilhas, $1,4 \text{ dS m}^{-1}$ e um SAR de 4,0 nas ribeiras de Campilhas e de São Domingos, $2,6 \text{ dS m}^{-1}$ e um SAR de 2,8 na albufeira do Roxo e valores de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ e um SAR de 3,0 na ribeira do Roxo. Apesar do regadio no perímetro do Roxo estar implantado desde 1968, a área regada anualmente é praticamente residual, devido à falta de água para rega, pelo que o impacto do regadio na halomorfização dos solos do perímetro não foi relevante, mas o estudo detetou efetivos problemas de salinidade e de sodicidade do solo nesse perímetro. Pelos problemas detetados e também pelos trabalhos incompletos na rede de enxugo dos perímetros, o autor menciona que os riscos de salinização não foram devidamente considerados no planeamento da instalação dos regadios.

Tomando como exemplo outro trabalho realizado mais recentemente nesta zona por Laranjeira (2006), com água de rega proveniente da ribeira de Canhestros (C3S1 pela classificação do *U.S. Salinity Laboratory* apresentada mais adiante na Figura 7), afluente do rio Sado, numa parcela de solo classificada como Barro Preto (Vertissolo) com má drenagem interna, na Herdade do Outeiro, mostrou que a introdução do regadio com água de salinidade elevada elevou os teores de sais do solo (CEe), de valores iniciais inferiores a $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ para valores da ordem dos $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ (pontualmente com valores próximos de 4 dS m^{-1} ao fim de 5 anos, na modalidade testemunha). Neste estudo, nas modalidades que promoviam a drenagem do solo, a CEe registou também um acréscimo significativo de salinidade

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

mas manteve-se, em geral, abaixo dos 2 dS m^{-1} . Este trabalho evidencia que na região, a má qualidade da água de rega aliada à baixa precipitação (insuficiente para a lavagem dos sais introduzidos com a rega) conduziram a problemas de salinização em solos com má drenagem interna.

Alvim & J. Nunes (1984) cit. por Martins *et al.* (2001), quanto à classificação climática de acordo com Thornthwaite & Mather, referem que a sul de Portugal os perímetros de rega do Caia, do Roxo, de Silves e de Alvor situam-se em clima semiárido, os perímetros do Divor, Vale do Sado, Campilhas e Alto Sado estão situados em áreas de clima sub-húmido seco e Odivelas e a bacia do Guadiana estão abrangidas por ambas as classes climáticas. De acordo com a Figura 5a, toda a área de regadio, no âmbito de Alqueva, está inserida numa zona com uma precipitação média anual inferior a 600 mm e, na área situada na margem esquerda do Guadiana (Subsistema do rio Ardila), a precipitação registada é inferior a 500 mm.

O facto de em Portugal não estarem mencionadas áreas afetadas por sais, para além da faixa já mencionada ao longo do rio Sado, ao contrário do que acontece em Espanha para regiões com idêntica precipitação, deverá estar em grande medida relacionado com o facto do regadio nessa zona de Portugal ser relativamente recente, não abarcar ainda áreas muito extensas (Figura 5d) e terem sido utilizadas águas de rega com teores de sais relativamente baixos, como é exemplo um estudo apresentado por Nunes *et al.*, (2007) relativamente aos primeiros 20 cm de solo no perímetro de rega do Caia, sobre o impacto do regadio nas características químicas do solo em que, apesar da boa qualidade da água de rega, a salinidade e a sodicidade do solo aumentaram, não tendo ainda todavia atingido valores que limitem a produtividade e permitam classificar os solos como salinos ou sódicos. Dado a importância deste trabalho para o presente estudo (por abordar o impacto do regadio sobre o solo, pela região em que se insere o por abarcar a totalidade de um perímetro de rega) voltará a ser tratado, de forma mais detalhada, na página 72.

A prática de regadio na região que irá beneficiar da água proveniente da albufeira de Alqueva insere-se numa zona com baixa precipitação, tal como em muitas regiões de regadio em Espanha mas, como se pode ver na Figura 5c, as áreas afetadas por sais em Espanha são dominadas por solos Calcários (Calcissolos) enquanto em Portugal as áreas a regar serão dominadas por solos Argiluviosos (Luvisolos) e por Barros (Vertissolos). Araújo & Raposo (1988) estimaram que estes dois tipos de solo representam 70% (51% e 19% respetivamente) da área de solos a regar com água do Alqueva. Frequentemente estes solos apresentam má drenagem interna, que dificulta a lixiviação dos sais e, frequentemente, tendem a formar níveis freáticos suspensos. Nestas circunstâncias, para além dos problemas de encharcamento, os riscos de halomorfismo irão inevitavelmente manifestarem-se caso a água de rega não apresente boa qualidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um estudo, que incidiu sobre a região entre Beja e Montemor-o-Novo, apresentado por Monteiro (2004), identificou entre os vários solos estudados, em regime de sequeiro, potencialmente afetados por hidromorfismo, pédonos em que o horizonte B apresenta teores elevados de Na, com uma proporção superior a 15% da capacidade de troca catiónica, ou com uma percentagem de Na + Mg superior a 50% desta, tendo-os classificado como *Solonetz*, segundo a WRB. Segundo Monteiro (2004) estes catiões proveem da alteração de minerais primários, que contêm proporções significativas daqueles catiões. Segundo o mesmo autor, trata-se de um processo de sodização direta “por não envolver uma fase inicial salina”.

Como se pode depreender, entre os cerca de 50% de Luvisolos existentes na área a regar com água do Alqueva, existem pontualmente solos afetados por halomorfismo, nomeadamente solos sódicos antes da introdução do regadio. No caso do vale do rio Ebro também existem exemplos de solos sódicos, muitos dos quais providos de gesso, que permitem manter uma boa permeabilidade. Deste modo a introdução do regadio, com a utilização de água de rega de boa qualidade e uma fração de lixiviação (FL) adequada, tende a reduzir os problemas de halomorfismo dos mesmos (Tedeschi *et al.*, 2001). O conceito de FL está apresentado no ponto 2.1.9.2, na página 49. No caso do Alentejo, a maior parte dos solos tendem a apresentar má drenagem interna e, nesta situação, mesmo com água de boa qualidade será necessária uma cuidada gestão agronómica para manter a sustentabilidade do regadio. A área de influência de Alqueva está inserida numa região semiárida, como a maioria das áreas de regadio em Espanha mas, em termos de solos, iremos centrar a atenção nos solos dominantes no lado português, que neste caso se enquadram essencialmente nos Solos Argiluvitados Pouco Insaturados e nos Barros, na classificação dos solos de Portugal, que correspondem essencialmente aos Luvisolos e Vertissolos, na classificação WRB e aos *Alfisols* e *Vertisols* na ST. Pelo que foi referido e pelo que será apresentado no ponto seguinte, a qualidade da água de rega será um fator determinante na sustentabilidade do regadio, numa grande parte dos solos do empreendimento de Alqueva.

2.1.7. Qualidade da água de rega

A água na natureza tem sempre uma certa quantidade de sais dissolvidos e a qualidade da água está sempre relacionada com o fim a que se destina (Rhoades, 1992). A adequabilidade da água para rega depende essencialmente do tipo e da quantidade de sais dissolvidos, do solo em questão e da quantidade de água que atravessa o perfil do solo para além da zona radicular (Warrence *et al.*, 2002).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No caso da água destinada à rega, os critérios que prevalecem em termos de qualidade da água são: a) a salinidade devido ao efeito osmótico; b) a sodicidade devido ao efeito na redução da infiltração da água no solo; c) a toxicidade nas plantas devido ao efeito específico de iões como o sódio, o cloro e o boro (Ayers & Westcot, 1985). No presente trabalho iremos centrar a atenção essencialmente nos efeitos da salinidade e da sodicidade da água no solo de modo a evitar que, por efeitos de concentração, não sejam atingidos níveis que afetem a produtividade da generalidade das culturas.

Existem diversas classificações da adequabilidade da água para a rega, sendo segundo Rowell (1994) a mais largamente difundida a apresentada por Ayers & Westcot (1985). As diretrizes relativas à interpretação da qualidade da água de rega apresentadas por Ayers & Westcot (1985) (Quadro 8) tiveram como fonte o Comité de Consultores da Universidade da Califórnia publicada em 1974.

Quadro 8 – Diretrizes para a interpretação da qualidade da água para rega (retirado de Ayers & Westcot, 1985)

Problemas da irrigação	Restrições de utilização			
	Nenhuma	Ligeira a Moderada	Severa	
Salinidade				
CEa a 25°C (dS m ⁻¹)	< 0,7	0,7-3,0	>3,0	
Infiltração (sodicidade)				
SAR = 0-3	CEa = > 0,7	0,7-0,2	<0,2	
SAR = 3-6	CEa = > 1,2	1,2-0,3	<0,3	
SAR = 6-12	CEa = > 1,9	1,9-0,5	<0,5	
SAR = 12-20	CEa = > 2,9	2,9-1,3	<1,3	
Efeito específico de toxicidade dos iões				
Sódio *	mmol L ⁻¹	< 3	> 3	
Cloro *	mmol L ⁻¹	< 3	> 3	
Boro	mg/L	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3

CEa – Condutividade elétrica da água de rega; SAR – Razão de adsorção de sódio; * rega por aspersão

Ayers & Westcot (1985) realçam que os limites apresentados no Quadro 8, não devem ser tomados como rígidos, tendo pouca importância variações da ordem dos 10% ou 20% e enumeram, de forma detalhada, os pressupostos necessários para a aplicação das diretrizes apresentadas. Entre os pressupostos destaca-se a existência de uma fração de lixiviação de 0,15 a 0,20, que está relacionada com uma CEE ≈ 1,5 x CEa e baseada num padrão de extração de água segundo o qual, aproximadamente 40% do total de água extraída pela cultura ocorre na quarta parte superior da zona radicular, 30% na segunda parte, 20% na terceira e 10% na restante. As diretrizes pressupõem ainda que o regadio ocorre em climas de regiões áridas e semiáridas, em

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

que a precipitação não apresenta *superavit* hídrico em nenhuma época do ano. Os mesmos autores referem também que, se um ou mais pressupostos não se verificarem, as diretrizes devem ser modificadas de forma a ajustarem-se às condições locais, sempre que exista experiência suficiente suportada em observações e em ensaios de campo.

As diretrizes apresentadas no Quadro 8 são mais uma evidência de que a qualidade da água deverá ser sempre classificada com o fim a que se destina e de que não existe uma água ideal pois, as mesmas diretrizes apresentam uma aparente contradição em que a CE não deve ser $< 0,7 \text{ dS m}^{-1}$, para não causar problemas de salinidade no solo, e em simultâneo, a CE $> 0,7 \text{ dS m}^{-1}$ para cumprir outra finalidade, a não redução da infiltrabilidade da água no solo. No entanto esta aparente contradição é justificada pelos autores com o facto de os limites não serem rígidos, pelo que se pode deduzir que, em geral, uma água de rega com uma CE de 0,6 a 0,8 dS m^{-1} e uma SAR inferior a 3 será a água mais adequada para a rega, segundo Ayers & Westcot (1985).

Em relação às diretrizes apresentadas por Ayers & Westcot (1985) para o regadio no Alentejo, com águas provenientes de Alqueva, não se verificam algumas dessas condições, pois a maior parte dos solos apresentam má drenagem interna o que dificulta a condução da rega com uma FL adequada. Como atenuante existe um *superavit* hídrico, na maior parte dos anos, que permitirá reduzir as necessidades de lixiviação induzidas pela rega. Por outro lado, tratando-se de solos de textura pesada com tendência a desenvolver problemas de sodicidade e de hidromorfismo, as restrições apresentadas à qualidade da água em termos de salinidade e de sodicidade, patentes no Quadro 8, não são adequadas para este tipo de solos como se pode constatar no Quadro 9, onde os respetivos autores preveem para os solos de textura pesada uma FL de 0,05, muito inferior aos valores de 0,15 a 0,20 preconizados por Ayers & Westcot (1985). Deste modo o teor permissível em sais na água de rega, e o valor da SAR, reduzem-se com o aumento do teor em argila e com a redução da fração de lixiviação do solo, devido à menor permeabilidade destes solos (Warrence, 2002).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quadro 9 – Diretrizes com valores máximos admissíveis de CE, de SAR e a respetiva fração mínima de lixiviação, para a água de rega, adotada pela *Saskatchewan Water Corporation*

Textura do solo	Concentração máx. de sais CEa (dS m ⁻¹)	Maximo valor de SAR	Fração de lixiviação mínima requerida
Arenoso			
Arenoso franco	4,0	12	0,2
Franco-arenoso			
Franco	2,5	9	0,15
Franco-limoso			
Areno-argiloso			
Argilo-limoso			
Franco-argiloso	2,0	7,5	0,1
Limoso			
Franco-argiloso-limoso			
Argilo-limoso			
Argiloso	1,5	6	0,05
Argiloso pesado			

Fonte: *Saskatchewan Water Corporation* (1987) cit. por Warrence (2002).

O gráfico apresentado na Figura 6 facilita a interpretação dos valores do Quadro 8 e mostra que, quando os valores de SAR da água de rega são elevados e a CE da água é baixa, verifica-se uma redução da taxa de infiltração, por redução da estabilidade dos agregados, tal como acontece frequentemente com a água da chuva devido à sua baixa salinidade (Ayers & Westcot, 1985).

Pelo acima exposto depreende-se que as limitações da permeabilidade dos solos argilosos limitam as FL e, por esta via, impõem restrições adicionais ao nível da salinidade da água de rega e, deste modo, também ao nível da sodicidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

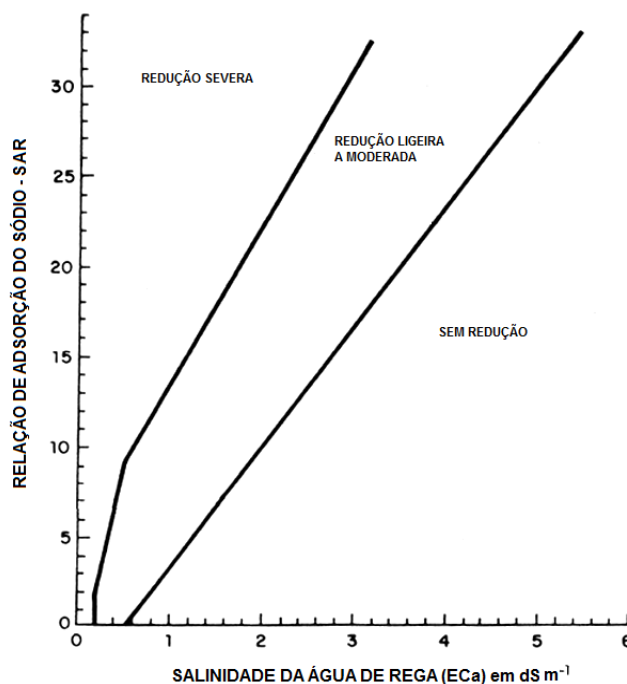


Figura 6 – Redução relativa da infiltração por efeito conjunto da salinidade e da sodicidade da água (Fonte: Rhoades 1977; Oster & Schroer 1979 cit. por Ayers & Westcot, 1985)

A qualidade da água de rega depende essencialmente da CE e da SAR e existe uma interação entre estes dois parâmetros, pelo que Richards *et al.* (1954) propuseram uma abordagem conjunta, de acordo com o diagrama apresentado na Figura 7. Este diagrama está largamente difundido e avalia a água quanto ao risco de causar a salinização do solo (1 - baixo a 4 - muito alto) e quanto ao risco de sodicidade (1 - baixo a 4 - muito alto). Segundo os autores o diagrama apresenta curvas de risco de sodicidade decrescentes, com o aumento da salinidade. Estas curvas resultaram de observações de campo e de laboratório, relacionadas com o risco de sodicidade. No entanto, este modelo de classificação da qualidade da água não reúne consenso, por exemplo Pizarro (1996) afirma mesmo que as curvas deveriam ser ascendentes, na medida em que a valores altos de SAR deveria corresponder uma condutividade elétrica alta, para o solo manter boas condições de infiltração. Quanto à CE a maioria dos autores considera que os valores são excessivamente restritivos pois, em conformidade com as diretrizes apresentadas no Quadro 8, uma água com $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ não apresenta restrições e segundo o diagrama de Richards *et al.* (1954) já apresenta risco médio de salinização do solo. Paz *et al.* (2004) utilizou modelos simples, na região de Valência (Espanha) para avaliar o risco de salinidade e de sodicidade do solo e, na validação de campo, verificou que o modelo apresentado na Figura 7 não se ajustava, dando vários exemplos em que a água era classificada como C3 e o solo apresentava valores de CEe inferiores a 1 dS m^{-1} não evidenciando assim problemas de salinidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

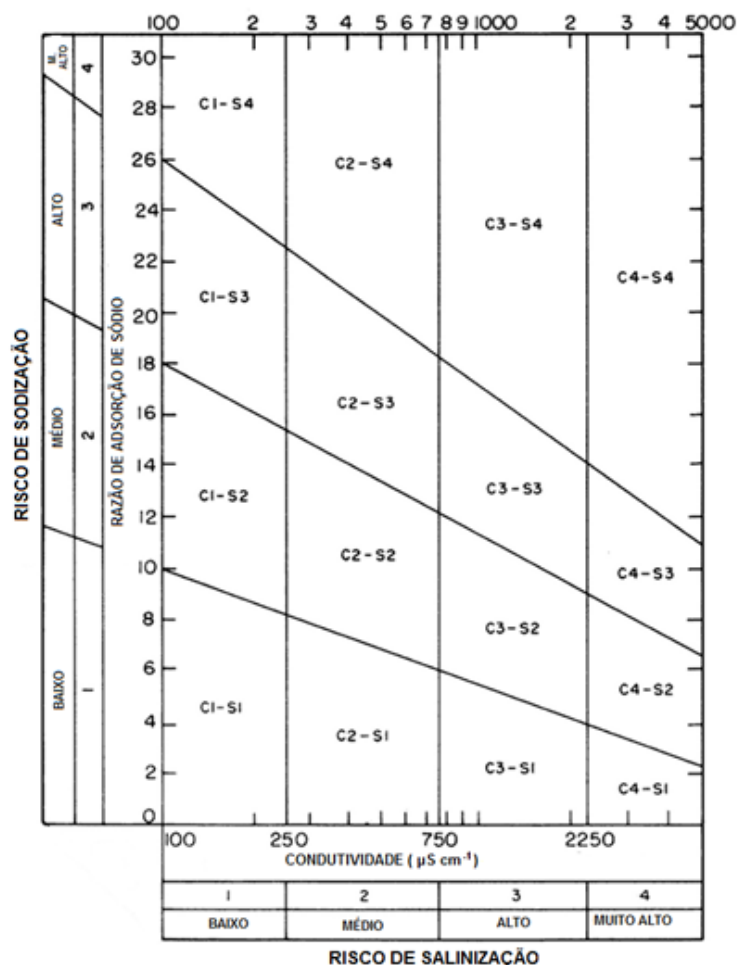


Figura 7 - Gráfico do *United States Salinity Laboratory* (USSL) para classificar as águas de rega quanto ao risco conjunto de salinização e de sodização

É provável de que a classificação de Richards *et al.* (1954) seja muito cautelosa quanto à qualidade da água de rega perante solos com uma boa permeabilidade e uma boa gestão da rega, de acordo com os pressupostos de Ayers & Westcot (1985). No entanto, nas condições do Alentejo, pelo menos perante solos com má drenagem interna, será recomendável ter presente a classificação apresentada na Figura 7. Sendo assim, será desejável que a água a utilizar nestes solos seja do tipo C1S1. No entanto será necessário prevenir problemas de infiltração no solo, em conformidade com o apresentado na Figura 6 e com a classificação de Rengasamy *et al.* (1984) apresentada na Figura 4 (página 17). Deste modo o solo deverá ser protegido com a manutenção de resíduos à superfície, com culturas de cobertura e com níveis de matéria orgânica adequados, de modo a atenuar a maior fragilidade dos agregados ao impacto mecânico da água da chuva e da água de rega com baixa salinidade. Após a entrada da água no solo, será desejável que a água de rega apresente uma baixa concentração de sais, para reduzir o risco de salinização do solo, e um baixo teor em sódio para reduzir o risco sodização do mesmo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.7.1 Qualidade da água de rega na albufeira de Alqueva

Um estudo integrado de impacte ambiental do empreendimento de Alqueva (Sequeira *et al.*, 1995) refere que mais de 55% dos solos abrangidos pelo empreendimento são sensíveis aos riscos de salinização e de sodização e, o risco de halomorfização dos mesmos depende principalmente da qualidade da água de rega.

Quanto à qualidade da água de rega do empreendimento, o estudo acima referido revelou a existência de uma grande incerteza quanto à previsão da sua qualidade futura, começando por apresentar valores efetivamente medidos em albufeiras do Alentejo (Quadro 10) onde se pode observar que os valores de CE estão compreendidos entre 0,23 e 0,62 dS m⁻¹ (excluindo o Roxo que normalmente apresenta valores mais elevados). O mesmo estudo também apresentou várias medições feitas no rio Guadiana, por diversas entidades entre os anos de 1980 e 1990, com valores de CE compreendidos entre 0,20 e 0,76 dS m⁻¹, situando-se os valores mais frequentemente acima de 0,50 e com um SAR na ordem de 1,5 a 1,6.

Pelo exposto constata-se de que a água do rio Guadiana, antes do represamento das águas e da formação da albufeira de Alqueva, apresentava níveis de sodicidade da mesma ordem de grandeza da generalidade das albufeiras do Alentejo, com exceção das albufeiras do Roxo e de Campilhas, situadas na bacia hidrográfica do rio Sado, que apresentam valores significativamente mais elevados. Pelo contrário, quanto à salinidade, o rio Guadiana apresentava valores mais elevados, com exceção do Roxo, que a registada nas albufeiras do Alentejo.

Quadro 10 – Resultados de análises de água de algumas albufeiras do Alentejo nos anos 1980 a 1982. Dados apresentados por Alvim & J. Nunes (1984) cits. por Sequeira *et al.* (1995)

Origem	CEa (dS m ⁻¹)	Catiões (mmolc L ⁻¹)				SAR
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
Campilhas	0,62	0,61	1,67	0,11	3,55	3,32
Alto Sado	0,22	0,44	0,73	0,04	1,13	1,48
Fonte Serne	0,28	0,32	0,65	0,08	1,57	2,25
Vale do Gaio	0,65	1,2	1,55	0,14	2,27	1,94
Pego do Altar	0,41	0,78	1,03	0,06	1,49	1,57
Odivelas	0,38	1,16	1,3	0,06	1,2	1,08
Roxo	1,64	4,15	5,4	0,08	5,83	2,67
Divor	0,25	0,7	0,92	0,07	0,93	1,03
Caia	0,23	0,63	0,57	0,05	0,59	0,76
Mira	0,25	0,43	0,91	0,03	0,94	1,15

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No Quadro 10, para além da SAR, também foram apresentados teores em íões nas águas das albufeiras do Alentejo. Estes valores mostram um teor de Mg superior ao teor em Ca, em todas as Albufeiras do Alentejo, com a exceção da albufeira do rio Caia. Este facto é de realçar pois, segundo Ayers & Westcot (1985), quando a relação Ca/Mg é inferior à unidade o risco associado ao SAR aumenta e Rahman & Rowell (1979) cit. por Ayers & Westcot (1985) mostraram que a PST no solo é mais elevada quando a proporção Ca/Mg da água de rega é inferior a 1.

Os autores do referido estudo de impacto ambiental nos solos a irrigar com a água da albufeira de Alqueva (Sequeira *et al.*, 1995) referem, no entanto, que será necessário avaliar o impacto na qualidade da água, que previsivelmente irá existir na albufeira de Alqueva, quando o empreendimento estiver em pleno funcionamento. Para o efeito, e na ausência de trabalhos de modelação da qualidade da água, os referidos autores previram (de uma forma não quantificada) um aumento do teor em sais, no futuro lago, em relação aos observados no rio Guadiana, causado por fatores como: a poluição proveniente de estações de tratamento de águas residuais, o efeito de concentração devido à evaporação durante o armazenamento e o aumento da quantidade de água de drenagem proveniente de novas áreas de regadio em Espanha.

Com base nestas premissas e rodeados de grande incerteza, os autores do estudo trabalharam com diversos cenários de qualidade da água, entre os quais um baseado num cenário de qualidade da água que consideraram otimista, com valores de CE de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ e um SAR de 3 e outro que consideraram ser a situação mais plausível, com uma CE de 2 dS m^{-1} e um SAR de 3 a 4.

Após a conclusão do estudo de impacto ambiental (Sequeira *et al.*, 1995) fizeram um aditamento com base nos resultados de um estudo de modelação da qualidade futura da água da Albufeira de Alqueva efetuado por Carmona Rodrigues (1995) cit. por Sequeira *et al.* (1995) que lhes foi disponibilizado. Este estudo prevê valores de $0,20$ a $0,50 \text{ dS m}^{-1}$, com maior frequência, à volta de $0,40$ para a CE e valores de SAR compreendidos entre 1 e 2. Os valores de salinidade são mais baixos do que os pressupostos por Sequeira *et al.* (1995) essencialmente por considerar o efeito de diluição das águas das cheias. No entanto Sequeira *et al.* (1995) aceitam o estudo com os pressupostos em que foi apresentado, apesar de criticarem o facto de a modelação não entrar em conta com alguns fatores, como o aumento da atividade do regadio em Espanha, pelo que passaram a considerar como mais plausível o cenário de uma CE de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$, sendo deste modo uma água do tipo C2S1 segundo a classificação da USSL.

O Laboratório de Química Agrícola da Escola Superior Agrária de Elvas (LQA-ESAE) apresentou os seguintes resultados de duas amostras de água da

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

albufeira de Alqueva (Quadro 11), colhidas em abril de 2008 numa zona da albufeira a jusante da ribeira do Lucefecite.

Quadro 11 - Resultados de duas amostras de água da albufeira de Alqueva colhidas em duas profundidades, em abril de 2008, numa zona a jusante da Ribeira do Lucefecite

Profundidade	CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
	dS m^{-1}	$\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$	$\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$	$\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$		
Superfície	0,580	2,45	0,81	2,00	1,6	3,0
25 m	0,560	2,20	0,76	1,96	1,6	2,9
Média	0,570	2,33	0,79	1,98	1,6	3,0

Os valores médios da CE foram de $0,57 \text{ dS m}^{-1}$ e a SAR de 1,6. O valor de CE de $0,57 \text{ dS m}^{-1}$ apresentado está acima do limite superior ($0,50 \text{ dS m}^{-1}$) estimado por Carmona Rodrigues (1995) cit. por Sequeira *et al.* (1995) e abaixo do valor considerado como mais plausível por Sequeira *et al.* (1995). Observando o teor em íões da albufeira de Alqueva, destaca-se o facto de ao contrário do que ocorre noutras albufeiras do Alentejo (Quadro 10), verifica-se que o teor em Ca é claramente superior ao teor em Mg, apresentando uma relação Ca/Mg na ordem de 3. Este facto, a confirmar-se, é uma vantagem qualitativa da água de rega, na medida em que pode ajudar a evitar que o teor deste catião, com a introdução do regadio, aumente no solo, quando muitos dos solos a beneficiar desta água apresentam já de si teores elevados de Mg, que em muitos casos juntamente com o Na, ultrapassam os 50% no complexo de troca. Estes catiões têm origem na alteração de minerais primários do próprio solo (Monteiro, 2004).

Pelo exposto será de admitir que a CE da água de Alqueva deverá situar-se, com mais frequência entre 0,5 e $0,7 \text{ dS m}^{-1}$, podendo na sequência de anos secos, apresentar valores mais elevados, pelo que os valores referidos por Carmona Rodrigues (1995) cit. por Sequeira *et al.* (1995) parecem ser baixos mas, são igualmente úteis para mostrar que os valores de sódio não deverão, nas piores condições surgir com valores muito elevados, iguais ou superiores a 5, como num dos cenários propostos por Sequeira *et al.* (1995). Deste modo será expectável uma água de rega do tipo C2S1. Com este tipo de água, segundo Sequeira *et al.* (1995), a precipitação que ocorre no Alentejo nas zonas de influência de Alqueva, não será suficiente para lixiviar os sais adicionados com a água de rega, na maioria dos solos, pelo que será necessário recorrer ao aumento das dotações para induzir uma FL adequada. Neste cenário será necessária uma cuidada gestão agronómica que promova a redução da evaporação direta do solo e que aumente a infiltrabilidade e a condutividade hidráulica, ao longo de todo o perfil do solo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sendo a qualidade da água um fator determinante na sustentabilidade do regadio numa grande parte dos solos do empreendimento de Alqueva, é essencial que as entidades responsáveis pela gestão da água procedam à divulgação regular dos principais parâmetros de salinidade e de sodicidade da água de rega, nas várias albufeiras do empreendimento, para facilitar uma adequada gestão agronómica.

2.1.8. A estrutura do solo, os sais e a matéria orgânica.

2.1.8.1. A estrutura do solo e a agregação

A estrutura do solo resulta do arranjo das partículas individuais (areia, limo e argila) em partículas secundárias, ou agregados estruturais e respetivos vazios, como resultado de interações físico-químicas entre as argilas e os grupos funcionais da matéria orgânica (Porta *et al.*, 1994). Na generalidade dos casos, do ponto de vista agronómico, os agregados são a componente da estrutura do solo com maior relevo na caracterização da própria estrutura, pois estes condicionam em grande medida a distribuição e a continuidade do sistema de poros (Mendes, 1998).

Tisdall & Oades (1982) consideram que existe uma boa estrutura para o crescimento das plantas, quando se encontram no solo agregados com um diâmetro de 1 a 10 mm, estáveis em água. Estes agregados devem ser porosos (poros > 75 µm), para que permaneçam aeróbicos e devem possuir um número suficiente de poros, com um diâmetro entre 30 e 0,2 µm, para garantir a retenção de água disponível para a extração pelas plantas. Os agregados e os poros existentes entre eles afetam o movimento e a retenção de água, o arejamento, o crescimento das raízes e a atividade biológica. A estabilidade estrutural é a capacidade de manter intactos os agregados e os poros quando sujeitos a *stress*, como o rápido humedecimento ou o impacto das mobilizações (Tisdall, 1996). Quando a estrutura é perturbada a mineralização do carbono (C) e do azoto (N) tende a aumentar, provavelmente porque a matéria orgânica, que estava fisicamente protegida nos poros, é exposta ao ataque dos microrganismos (Rovira & Greacen, 1957; Gregorich *et al.*, 1989) *cits.* por Tisdall (1996).

Hadas (1987), apresenta a agregação do solo organizada hierarquicamente, em que a ordem mais baixa é composta por partículas minerais, que se unem para formarem domínios ou flóculos, clusters (conjuntos de domínios), microagregados (compostos por clusters), e agregados (formados por microagregados). O autor refere que nem todos os níveis hierárquicos estão presentes em todos os solos. Na estrutura do solo, as organizações de ordem hierárquica mais baixa apresentam uma ligação interna mais forte entre os seus elementos, do que a existente nos elementos de ordem hierárquica mais alta. Os elementos de ordem mais baixa são mais densos

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

que os de ordem acima, porque a ordem superior inclui a porosidade da ordem inferior mais os espaços existentes entre eles, Hadas (1987).

Os microagregados têm dimensões compreendidas entre 20 e 250 μm e os agregados entre 250 μm e 25 mm. Os agregados são formados no solo essencialmente por processos físicos de humedecimento e secagem. Quando os coloides do solo se contraem, devido ao processo de secagem, aparecem fendas que definem as fronteiras dos agregados. As pressões que são exercidas no processo de humedecimento pelo expandir dos coloides do solo, tendem a consolidar novamente os agregados. No entanto, restam sempre planos de fraqueza, por onde se inicia de novo o fendilhamento no processo de secagem seguinte e, no decorrer do processo de amadurecimento dos agregados, a entrada e saída de água dos agregados é acompanhada da translocação de argila, de modo a que a parte interior do agregado apresenta maior porosidade e menor quantidade de argila que a média do agregado. Esta heterogeneidade intra-agregado, acentua-se com o decorrer dos anos até se estabelecer um equilíbrio (Dexter, 1988).

A formação de uma determinada ordem de agregação pode também ser fruto da fragmentação de agregados de ordem superior, por processos de desagregação. Estes processos de desagregação são resultado da aplicação de forças mecânicas que tanto podem atuar externamente, por ação por exemplo de mobilizações, como internamente pelo aumento da pressão do ar aprisionado no interior do agregado, durante um processo de rápido humedecimento. A fragmentação ocorre sempre que o *stress* a que o agregado é sujeito iguala a sua resistência (Dexter, 1988).

A destruição de uma dada ordem hierárquica de agregação implica a destruição automática de todas as ordens superiores. Assim, se a organização das partículas de argila, que é o nível hierárquico mais baixo, dispersarem, perde-se toda a estrutura. Daqui se depreende que a “floculação é a base de uma boa estrutura do solo” (Dexter, 1988). Segundo Porta *et al.* (1984) “a floculação não é sinonimo de formação de agregados, no entanto é uma condição necessária para isso” adiantando, o mesmo autor, que os processos de dispersão-floculação são perfeitamente reversíveis por se tratar de um sistema coloidal hidrófilo bastando, por exemplo, aumentar a concentração do eletrólito, como se pode demonstrar em laboratório. No entanto, no perfil do solo a dispersão pode implicar a translocação de partículas sólidas, que vão colmatar irreversivelmente os vazios, tornado a sua recuperação complexa. No âmbito da sodização do solo, Arnon (1972) refere que a substituição do cálcio pelo sódio é um processo reversível enquanto a translocação de argila por eluviação, com a formação de zonas de acumulação, é um processo irreversível e é o maior obstáculo à recuperação de solos sódicos. Assim, depreende-se de que episódios de uma má gestão agronómica, como uma mobilização fora do período de sação do solo ou uma colheita efetuada com o solo excessivamente húmido, que

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ocorrem por vezes mesmo em explorações bem geridas, não são particularmente graves desde que as condições adequadas para uma manutenção da flocculação estejam asseguradas, atenuando deste modo a migração da argila.

Bronick & Lal (2005) apresentaram um artigo de revisão da estrutura do solo, com uma abordagem interessante e exaustiva, apesar de nem sempre conclusiva, dos diversos mecanismos e agentes de ligação que estão na base da formação e da estabilização dos agregados e, por esta via da estabilização da estrutura do solo. Estes autores referem que a agregação é controlada por diferentes mecanismos, em diferentes tipos de solo e que a taxa de agregação e a sua estabilidade aumenta, em geral, com o teor em matéria orgânica (MO), com a quantidade de argila e com a CTC.

Dalal & Bridge (1996) sintetizam a importância dos agentes de agregação (formação e estabilização), de acordo com o grupo de solos (classificação da *Soil Taxonomy*), conforme Quadro 12. Por exemplo, o agente de formação mais importante no grupo dos *Vertisols* são os ciclos humedecimento-secagem, enquanto no grupo dos *Oxisols* estes ciclos são o agente menos relevante. É de realçar que um bom desenvolvimento radicular (como agente de formação) e a MO (como agente de estabilização) apresentam uma importância significativa e transversal, aos vários tipos de solo, embora de forma menos acentuada nos *Vertisols*.

Quadro 12 – Síntese da importância relativa dos agentes de formação da agregação e de estabilização da agregação em vários grupos de solos (classificação da *Soil Taxonomy*) em regiões sub-húmidas e semiáridas (Retirado de Dalal & Bridge, 1996)

Agente	Grupo de Solos						
	<i>Entisols</i>	<i>Mollisols</i>	<i>Vertisols</i>	<i>Alfisols</i>	<i>Inceptisols</i>	<i>Oxisols</i>	<i>Ultisols</i>
Agentes de formação dos agregados							
Ciclos de humedecimento e secagem	3	8	10	2	1	1	2
Ciclos de congelamento e descongelamento	4	9	1	3	2	1	2
Raízes e atividade da rizosfera	9	7	7	9	9	9	9
Fauna do solo	7	5	4	8	8	6	8
Agentes de estabilização dos agregados							
Matéria orgânica do solo	10	7	6	9	9	8	10
Argila	4	8	9	5	6	6	3
Hidróxidos de Fe e Al	3	5	5	7	8	10	3
Catiões de metais polivalentes	5	8	10	6	5	4	3

1 – Importância mínima a 10 – Importância máxima.

Oades (1993) faz uma abordagem da importância dos fatores bióticos e abióticos na estrutura do solo, tendo por base a textura (arenosa, franca e argilosa). Considera que os fatores bióticos são essenciais nos solos arenosos e francos mas, pouco relevantes nos argilosos, tendo os ciclos contração-expansão nestes solos

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

expansivos, a máxima importância. Esta abordagem não contradiz, o mencionado por Dalal & Bridge, (1996), mas adverte que na ausência de ciclos de humedecimento-secagem os fatores bióticos assumem maior expressão nos solos argilosos.

Tendo em consideração o âmbito do presente estudo daremos mais atenção aos *Luvissols* (Luvissolos) e também aos *Vertissolos* (*Vertisols*) em regadio e em clima mediterrânico. Nestas condições o número de ciclos de humedecimento-secagem passam a ser menos intensos nos horizontes subsuperficiais destes solos pois tenderão a manter continuamente teores de humidade elevados, tanto na estação húmida como na estação seca. Deste modo será de admitir que os fatores bióticos passem a ter função mais relevante nos *Vertisols*, devido à menor oscilação dos teores de humidade em regadio. No horizonte B dos Luvissolos será também relevante promover ciclos de humedecimento-secagem essencialmente para estimular o crescimento radicular e a atividade da rizosfera nesse horizonte.

A imposição de períodos de secagem, nestas circunstâncias, requer todavia uma adequada gestão agronómica, como será oportunamente abordado no ponto 2.2. deste capítulo, e deste modo promover a melhoria da estrutura destes solos como forma de beneficiar a sua drenagem interna, que passará necessariamente pela promoção do desenvolvimento radicular nos horizontes subsuperficiais. Os *Vertisols* por vezes apresentam má drenagem interna, pelo que deverão ser também alvo de uma adequada gestão agronómica que crie ciclos de humedecimento-secagem no horizonte B destes solos, sem descurar os fatores bióticos.

Um bom desenvolvimento radicular nos horizontes subsuperficiais é essencial, por permitir obter em simultâneo os efeitos favoráveis dos fatores bióticos e da alternância humedecimento-secagem, na melhoria da estrutura dos solos e da sua drenagem interna em regadio, tanto em *Vertissolos* como em *Luvissolos*.

2.1.8.2. Os sais e a estabilização da estrutura do solo

Numa suspensão aquosa, a carga da superfície de uma partícula de argila é neutralizada com iões hidratados de carga oposta. A concentração de catiões é maior junto à superfície dos coloides, constituindo uma dupla camada elétrica, correspondendo a primeira às cargas negativas do coloide, enquanto a segunda camada é formada pela nuvem de catiões da solução, vizinha do coloide (de Varennes, 2003). A espessura desta dupla camada difusa (DCD) depende

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

essencialmente, da valência dos íons e da concentração destes na solução do solo, como previsto pela teoria Goy-Chapman e apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 – Efeito da valência e da concentração de íons na espessura da dupla camada de acordo com a teoria Goy-Chapman. Retirado de Sumner & Stewart (1992) cit. por Rengasamy & Sumner (1998)

Valência	Espessura efetiva da dupla camada (nm)				
	Concentração (mol L ⁻¹)				
	10 ⁻⁵	2x10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	2x10 ⁻⁴	10 ⁻³
1	100	67.7	30	21,4	10
2	50	33.8	15	10,7	5
3	33	22.5	10	7,1	3,3

Como se pode observar no Quadro 13, para uma igual concentração de íons a espessura DCD duplica quando estão presentes íons monovalentes, em comparação com íons de valência 2 e, para íons com a mesma valência, a espessura da dupla camada também se contrai significativamente quando aumenta a concentração do eletrólito. Deste modo, quando as forças repulsivas da DCD diminuem permitem que os coloides se aproximem e, floculem por ação das forças de van der Waals (Sumner, 1993), sendo que o inverso promove a expansão da DCD e o conseqüente afastamento dos coloides e, por fim a sua dispersão. No entanto, catiões com a mesma valência terão diferentes comportamentos devido a diversos fatores pelo que, o poder flocculante dos catiões aumenta na seguinte ordem: Ca > Mg > K > Na (Rengasamy & Sumner, 1998) e conseqüentemente o efeito dispersivo manifesta-se por ordem inversa. Assim, quando se adiciona Na à solução do solo, este tende a substituir os catiões Ca ou Mg na DCD, causando a sua expansão, o que pode conduzir à dispersão da argila.

Apesar do poder flocculante do Mg ser inferior ao do Ca, a relação entre Na, Ca e Mg é descrita pela SAR da solução do solo (Equação 5) como tendo o Mg o mesmo poder flocculante que o Ca. De qualquer modo o aumento da proporção do sódio em relação ao Ca e ao Mg aumenta a SAR e a instabilidade estrutural do solo. Este efeito é no entanto contrariado pelo aumento da concentração de sais no solo.

2.1.8.3. A estabilidade da estrutura e a proporção entre catiões: SAR, CROSS e Ca/Mg

A relação entre o sódio, o magnésio e o cálcio expressos pela SAR, é o indicador mais largamente utilizado para traduzir a sodicidade da solução do solo e o risco de

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

sodicidade da água de rega. Este risco de sodicidade é sinónimo de risco de degradação da estrutura do solo.

O impacto da sodicidade é frequentemente medido em termos de redução da condutividade hidráulica saturada do solo, mas também em termos da redução da infiltrabilidade. As medições da condutividade hidráulica e da infiltrabilidade do solo, relativos a um solo concreto, variam substancialmente com as condições do mesmo e, também, com os métodos de medição utilizados em laboratório, pelo que muitos autores optam por apresentar os resultados relativos, em relação a uma situação em que não ocorre redução da condutividade devida à sodicidade, em detrimento dos valores de condutividade hidráulica e de infiltrabilidade absoluta (Ezlit *et al.*, 2010).

Num leque alargado de estudos consultados, e citando alguns autores: Frenkel *et al.* (1978), Levy *et al.* (2005), Curtin *et al.* (1994a), Keren & Singer (1988), Crescimanno *et al.* (1994), Ezlit *et al.* (2010) e Madeira & Medina (1982), referentes à avaliação da estabilidade estrutural, verificou-se uma unanimidade na constatação da redução da condutividade hidráulica saturada, com o aumento da PST ou da SAR do solo. Também se verificou consenso relativamente ao valor da PST, abaixo do qual ocorre redução da condutividade hidráulica que, em todos os casos citados, foi inferior a 15%, em particular quando se utiliza água destilada.

Uma questão que repetidamente vem sendo mencionada na bibliografia, relacionada com a baixa estabilidade estrutural de solos e com a baixa condutividade hidráulica, é o efeito específico do Mg de troca. Faz todo o sentido abordar o assunto neste trabalho, na medida em que alguns dos solos argiluvitados do Alentejo apresentam teores elevados deste catião, quer na solução do solo, quer no complexo de troca e também como catião de reserva, como constatado por Monteiro (2004), em vários dos pédones que estudou.

Emerson & Bakker (1973) e Emerson & Chi (1977) *cits.* por Rengasamy *et al.* (1986) verificaram efeitos específicos do Mg na condutividade hidráulica em solos em que a ilite era a argila predominante, não se tendo verificado o mesmo nos solos em que a argila dominante era a caulinite ou a esmectite.

Madeira & Medina (1982) efetuaram determinações em solos argiluvitados pouco insaturados no intuito de verificar o impacto do Mg de troca, relativamente ao Ca, na condutividade hidráulica saturada (Ks) dos solos. Para o efeito efetuaram determinações de KS com água destilada, em amostras previamente saturadas com cloreto de cálcio e outras com cloreto de magnésio. Observaram efetivamente uma redução de KS de 4 a 11% induzida pelo Mg relativamente ao Ca, mas consideraram no entanto que estes valores de redução da KS não são significativos ao ponto de numa situação de campo, serem o fator determinante das condições de impermeabilidade conducentes ao encharcamento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Rengasamy *et al.* (1986) efetuaram determinações de condutividade hidráulica em solos Australianos *Red-Brown Earths* (Luvisolos), percolados com soluções com diferentes concentrações de íons e diferentes proporções de Ca/Mg. A condutividade hidráulica reduziu-se significativamente para valores de Ca/Mg < 1, mas apenas para valores de SAR acima de 3, e quando a concentração de íons se situava abaixo dos valores previstos para a floculação da argila do próprio solo. Com uma concentração de íons elevada, a condutividade hidráulica não foi afetada pela SAR nem pela proporção Ca/Mg.

Zhang & Norton (2002) realizaram um estudo para avaliar a influência do Mg de troca na estabilidade estrutural sem a interferência do Na, em dois Luvisolos num clima húmido. Ambos os solos foram equilibrados com duas soluções a 1 M de MgCl₂ e de CaCl₂. Os tratamentos apresentaram diferenças significativas, tendo as amostras ricas em Mg apresentado menor estabilidade estrutural, menor infiltrabilidade e menor poder floculante que as amostras tratadas com Ca o que se deveu, segundo os autores, à maior esfera de hidratação do Mg que promove uma maior expansão e dispersão das argilas. No entanto, neste estudo a comparação foi efetuada entre valores extremos de Ca e de Mg de troca (com valores da ordem dos 95% do complexo de troca ocupado por Mg ou Ca), não sendo usual ocorrerem em situações de campo mas, serve para evidenciar que o Mg e o Ca têm efetivamente diferenças, quanto ao poder de agregação.

Curtin *et al.* (1994b) mostraram experimentalmente que em solos de diferentes texturas, quando o teor de Mg da água de rega é superior ao do Ca, verifica-se uma maior acumulação de Na no complexo de troca, uma maior dispersão da argila e uma menor condutividade hidráulica. Referem também que a utilização de água de rega com teores elevados de Mg deverá promover o aumento, embora inferior a 10%, do teor do Na no complexo de troca, em comparação com a utilização de água de rega com baixo teor de Mg.

Ayers & Westcot (1985) consideraram que os riscos do Na na água de rega são mais elevados (tornando a SAR mais perigosa) quando a proporção Ca/Mg é menor do que a unidade, mas consideram que não existem ainda dados experimentais suficientes, para que esta proporção passe a constituir um fator universal de avaliação das águas de rega.

Pelo exposto sobre o efeito do Mg, parece claro que este tem um elevado poder floculante embora inferior ao do Ca. Mesmo admitindo que o impacto do Mg não seja o fator determinante nas condições de impermeabilidade do solo, como referido por Madeira & Medina (1982), parece dar algum contributo na redução da condutividade hidráulica em comparação com o Ca, pelo que merece uma atenção particular no presente estudo na medida em que, com já antes mencionado, muitos

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

dos solos argiluvados do Alentejo, com problemas de má drenagem interna, apresentam teores elevados de Mg.

Pelo apresentado nos parágrafos anteriores, também se depreende que o valor de referência da SAR largamente estudado e utilizado constitui uma referência universal, pelo menos quando o Ca apresenta uma maior concentração do que o Mg, na parametrização da sodicidade do solo do seu efeito na estrutura do solo. No entanto para estudos mais detalhados e, em particular quando o teor de Mg é superior ao de Ca, poderá ser útil encontrar ajustamentos ou complementos ao SAR, que permitam aumentar a eficácia na previsibilidade de problemas de sodicidade. Neste âmbito foi apresentado recentemente um trabalho inovador e promissor, que propõe precisamente uma alternativa à SAR, criando um novo rácio que passa a integrar em conjunto o efeito dispersivo do Na e do K, na argila e o efeito floculante do Ca e do Mg, numa base diferenciada e quantificada de ambos os efeitos, em que o K exibe menor efeito dispersivo do que o Na, e o Mg exibe menor efeito floculante do que o Ca (Marchuk & Rengasamy, 2010; Rengasamy & Marchuk, 2011). Os autores denominaram este novo rácio por CROSS (*Cation ratio of soil structural stability*) e está explicitado na Equação 8, com as concentrações dos iões expressas em $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$.

$$\text{CROSS} = (\text{Na}^+ + 0,56 \text{K}^+) / [(\text{Ca}^{2+} + 0,60 \text{Mg}^{2+}) / 2]^{0,5} \quad (8)$$

Rengasamy & Marchuk (2011) propuseram o CROSS pelo facto de muitos solos na Austrália apresentarem valores elevados de Mg e K e de, nestas circunstâncias, o SAR não dar uma resposta satisfatória. No entanto estes autores estão a efetuar novos trabalhos (Marchuk & Rengasamy, 2012; Marchuk *et al.*, 2013), com diferentes tipos de solos e com vários fatores relacionados com a estabilidade estrutural do solo, com o intuito de criar as bases para que este novo rácio possa vir a constituir uma referência, tal como o SAR, mas com um carácter mais abrangente.

Os efeitos diferenciados do K em relação ao Na e do Mg em relação ao Ca, estão patentes na Equação 8. Este conceito assentou no poder de floculação relativo dos catiões (Na = 1; K = 1,8; Mg = 27; Ca = 45), baseados em fatores físicos e valores experimentais médios medidos em vários solos, cuja determinação é apresentada detalhadamente em Rengasamy (2002) cit. por Rengasamy & Marchuk (2011).

O CROSS é um rácio com características para ser utilizado num largo espectro de solos e de águas de rega mas, em virtude de ter sido proposto muito recentemente, ainda só deu os primeiros passos, não tendo ainda o carácter universal

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

pretendido. No entanto já existem dados de validação, pelo que apresentaremos alguns exemplos nos parágrafos que se seguem.

Para efeitos de validação preliminar do CROSS foi efetuada uma avaliação em amostras de 10 solos, provenientes de diferentes localizações do sul da Austrália (Marchuk & Rengasamy, 2010). Nestes solos foi determinada a percentagem de dispersão espontânea da argila e, no extrato 1:5, foi determinada a concentração do Na, K, Mg e Ca e calculados os valores, de SAR e do CROSS com as respetivas equações. Foi feita uma correlação entre estes dois rácios e a percentagem de argila dispersa. Os coeficientes de correlação foram muito significativos, tendo o SAR obtido um coeficiente de determinação (r^2) mais baixo (0,718) e o CROSS um valor mais elevado (0,967).

Num estudo de validação do CROSS, mais detalhado, Rengasamy & Marchuk (2011) utilizaram quatro solos distintos com quatro texturas (franco-arenoso, arenoso-franco, franco-argiloso e argilosa). Cada tipo de solo foi colocado em vasos e regado semanalmente, durante oito semanas, com oito soluções com proporções distintas de Ca, Mg, K e de Na. No final foi determinada a percentagem de dispersão espontânea da argila e, no extrato 1:5, foi determinada a concentração do Na, K, Mg e de Ca e calculados os valores da SAR e do CROSS, como no estudo anterior. A correlação entre os rácios e a % de argila dispersa apresentaram valores similares aos obtidos no estudo anterior, com um coeficiente de determinação de 0,70 para a SAR e de 0,95 para o CROSS. Neste estudo foram também determinadas condutividades hidráulicas saturadas (K_s) em três dos solos, com texturas distintas e percolados com soluções saturadas com pares de K-Ca; K-Mg; Na-Ca; Na-Mg mas tendo todas um SAR = 10 ou uma razão de adsorção de potássio (PAR) = 10. As K_s variaram significativamente com a textura do solo pelo que foi calculada dentro de cada textura a K_s , relativa à solução com maior condutividade (CaCl_2). Deste modo foi estabelecida uma regressão entre a K_s e o CROSS, em conjunto para todas as texturas, o que permitiu obter um $r^2 = 0,86$. Os autores, com base nos dados obtidos, consideraram que o CROSS se revela mais promissor do que o SAR para avaliar a estabilidade estrutural.

Num outro estudo de validação do CROSS, Marchuk & Rengasamy (2012), testaram em solos dispersivos, o estabelecimento de um limiar de concentração eletrolítica (LCE) acima do qual a argila flocula, para valores do CROSS da solução do solo (1:5). Utilizaram amostras tiradas à profundidade de 15 a 40 cm de três solos australianos, com diferentes texturas e mineralogias: “Red Chromosol”; “Red-Brown Earth” e “Vertosol”. Os solos apresentavam respetivamente 40%, 45% e 60% de argila e os dois primeiros solos apresentavam como minerais de argila dominantes a ilite e a caulinite e, o terceiro solo a esmectite. Os solos foram tratados com soluções com valores de CROSS compreendidos entre 6 e 15,6 e, com valores de CE de 2 ou de 4 dS

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

m⁻¹. Por fim o LCE foi determinado em cada amostra experimentalmente, por adição de soluções apropriadas, com concentração eletrolítica crescente, até a argila flocular. Os valores de CROSS no extrato 1:5 foram determinados como nos dois estudos anteriormente referidos. Posteriormente foi efetuada, para a totalidade dos solos, uma regressão entre o LCE e o respetivo CROSS, apresentada na Equação 9, com um coeficiente de determinação de 0,93.

$$\text{LCE (dS m}^{-1}\text{)} = 0,45 \text{ CROSS} + 0,51 \quad (9)$$

No mesmo estudo, apesar do elevado coeficiente de determinação evidenciado na Equação 9 relativa ao conjunto dos três solos utilizados, foram ainda efetuadas regressões específicas para cada um dos tipos de solo, que apresentaram coeficientes de determinação mais elevados do que para a regressão do conjunto dos solos, tendo-se verificado que o declive da regressão foi menos acentuado, no caso do solo dominado pelo mineral de argila com maior densidade de cargas negativas dos três solos, a esmectite, sendo neste caso necessária uma menor concentração eletrolítica para manter a estrutura desse solo estável para idênticos valores de CROSS. Para uma boa gestão da estrutura do solo é útil o conhecimento da equação de LCE, adequada ao solo em apreço, de forma a manter a sua estrutura com um nível de eletrólito acima do LCE, em particular quando o solo se encontra desprotegido, precavendo-se deste modo problemas de deterioração da estrutura do mesmo.

Os três estudos acima referidos mostram claramente que o CROSS revela um elevado potencial para prever a estabilidade estrutural do solo, em particular nos solos que tendem a apresentar valores elevados de Mg na solução do solo, como acontece com alguma frequência na zona de influência de Alqueva. Outro ponto a favor da utilização deste rácio é o facto do potássio ser usualmente determinado, juntamente com o Na, o Ca e o Mg, nas análises de qualidade da água ou da solução do solo, pelo que a sua utilização não implica custos adicionais. No entanto, sendo um rácio muito recente, ainda não existe uma validação alargada a um vasto tipo de solos e de águas de rega, existindo poucos trabalhos a utilizar este indicador, que ainda carece de mais estudos como os próprios autores reconhecem, pelo que deverá ser utilizado com precaução, como complemento ao SAR e não em sua substituição. Tal como referido por Rengasamy & Marchuk (2011), quando os níveis de K e de Mg são baixos no solo, o CROSS será similar ao SAR em termos de previsão do comportamento do solo, mas quando estes catiões estão presentes em quantidades significativas, o CROSS será mais eficaz que o SAR, sendo portanto mais polivalente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.8.4. A matéria orgânica, o desenvolvimento radicular e a estabilidade dos agregados

A matéria orgânica (MO) está em geral associada a uma boa estrutura do solo (Nelson & Oades, 1998; Chenu *et al.*, 2000; Key (1990). No entanto também existem estudos, como por exemplo Gillman (1974) cit. por Oades (1984) e Gupta *et al.* (1984) cit. por Sumner (1993), que mostram que a MO também pode promover a dispersão da argila em solos com teores moderados a elevados de sódio. Sumner (1993) refere que estes resultados apontam para a possibilidade da matéria orgânica apresentar uma maior preferência pelo Ca, do que pelo Na, relativamente aos minerais de argila, contribuindo deste modo para o aumento da proporção de Na junto da argila, promovendo a sua dispersão. No entanto, na generalidade das situações a MO protege os agregados do solo dos fatores de desagregação, essencialmente por dois mecanismos: i) aumento da coesão das partículas dentro dos agregados; ii) aumento da sua hidrofobicidade, reduzindo deste modo a sua suscetibilidade à desagregação devida à rápida hidratação (Bissonnais, 1996a cit. por Abiven *et al.*, 2009).

A importância da MO na agregação do solo está bem ilustrada na Figura 8, onde é evidenciada a redução da proporção dos agregados estáveis em água com a redução da MO. É também evidente um comportamento distinto entre macro e micro agregados. Os microagregados, ao contrário dos macro, revelam-se resistentes à redução dos teores de MO e ao impacto da mobilização do solo, pela estabilização destes estar baseada em ligações catiónicas e em polissacarídeos protegidos fisicamente dos agentes microbiológicos (Tisdall, 1986). A estabilidade em água dos macroagregados, nos solos em que o principal mecanismo de ligação é a MO, depende essencialmente das raízes e das hifas e, deste modo, do crescimento radicular (Tisdall & Oades, 1982).

As raízes desenvolvem um importante papel na agregação do solo através no seu processo de crescimento, exercendo pressões que tendem a separar agregados adjacentes. A absorção de água pelas raízes provoca secagem diferencial, que causa a contração do solo e a abertura de inúmeras pequenas fendas (Hillel, 1998). Muitas destas pequenas fendas, na sequência de ciclos de humedecimento/secagem, serão o início da formação e amadurecimento de agregados estáveis em água como descrito em Dexter (1988). Estes processos originam melhores condições no solo de permeabilidade ao ar e à água, criando assim condições mais favoráveis ao desenvolvimento radicular a maiores profundidade.

O principal efeito das raízes na formação e estabilização dos macroagregados deve-se aos exsudados das raízes que serve de alimento aos micro-organismos que também geram os próprios exsudados (Oades, 1984). Este efeito é transitório (com

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

duração normalmente inferior a um ano) devido a estes exsudados serem utilizados em grande parte pela população microbiana, restando no entanto uma parte com duração significativa. Deste modo, para manter a estabilidade estrutural dos macroagregados é necessário promover continuamente o desenvolvimento radicular, pelo que a estabilidade dos macroagregados depende claramente da gestão agronómica e, como se pode observar na Figura 8, é mais elevada na pastagem e menor nas rotações curtas, em particular no alqueive (Tisdall & Oades, 1982). A adição de resíduos orgânicos apresenta um efeito similar mas não é aplicável em larga escala devido à grande quantidade de resíduos envolvidos (Oades, 1984).

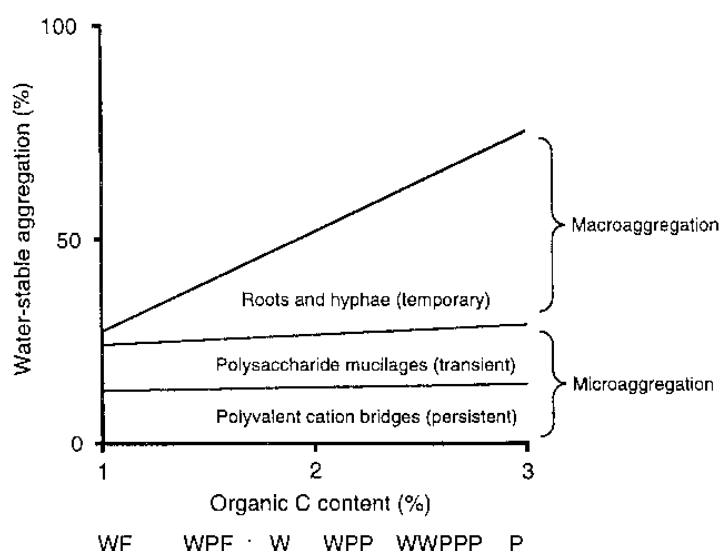


Figura 8 - Agregação estável em água num solo australiano “Red-Brown Earths” influenciado pelo teor de carbono orgânico. Os diferentes conteúdos de carbono são provenientes de talhões experimentais, de longa duração, com diferentes rotações de culturas onde P - pastagem, T - Trigo e A - Alqueive (Adaptado de Tisdall & Oades, 1982)

Barzegar *et al.* (1997) realizaram um estudo em laboratório para avaliar a estabilidade estrutural do solo, com diferentes níveis de SAR (0, 5, 15 e 30) e diferentes mineralogias da argila. Adicionaram 50 g de palha de ervilha por kg de solo e puseram em incubação durante 67 dias. No final concluíram que a adição de matéria orgânica tem um papel pelo menos tão importante na agregação de solos sódicos, como nos solos não sódicos.

Wong *et al.* (2006) efetuaram um estudo, em condições controladas, com o objetivo de determinar como o teor inicial da matéria orgânica do solo seria afetado pelo aumento da salinidade e da sodicidade do solo. Os resultados experimentais indicaram que o incremento inicial da salinidade e da sodicidade resultaram numa

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

redução rápida da MO do solo, devido ao aumento da solubilidade da MO e da maior acessibilidade desta à população microbiana. Em simultâneo a taxa de incorporação do C orgânico no solo decresceu, devido à menor produtividade das plantas e ao menor desenvolvimentos radicular, causado pelos efeitos adversos do halomorfismo.

O ciclo de degradação do solo, como o acima apresentado, pode ser no entanto revertido através da adição de matéria orgânica ao solo sob a forma de estrume, de resíduos de culturas ou sob outras formas como atestado por Abrol *et al.* (1988), por Chhabra (1996) e por Keren (2005), que mencionam vários estudos em que foram utilizados corretivos orgânicos, muitas vezes em conjunto com corretivos minerais. As principais razões apontadas para os efeitos positivos na utilização de resíduos orgânicos, na correção da sodicidade do solo, são a melhoria da estrutura e da permeabilidade do solo e o aumento da disponibilidade de nutrientes para a cultura, resultantes da decomposição dos resíduos, que aumentam os níveis de CO₂ e de ácidos orgânicos que ajudam a aumentar a concentração do eletrólito e a reduzir o pH do solo. Estes processos aumentam a solubilidade do CaCO₃, elevando o teor do Ca na solução do solo com a conseqüente redução da SAR e da PST. A abordagem acima apresentada está também em linha com o exposto por Nelson & Oades (1998).

A promoção e a manutenção de uma estrutura do solo estável são essenciais na prevenção de problemas de salinidade e de sodicidade, em particular quando se está perante solos argiluiados, que frequentemente evidenciam problemas de drenagem interna e externa. A criação e a melhoria de uma estrutura favorável dependerão essencialmente de uma gestão agronómica adequada. Um primeiro patamar de proteção da estrutura destes solos deve ser logo à superfície, protegendo-a do impacto direto das gotas de chuva, mantendo quantidades adequadas de resíduos à superfície, utilizando culturas de cobertura e reduzindo o impacto das mobilizações no horizonte superficial, com recurso à sementeira direta. A reposição regular destes resíduos, à superfície, é assim essencial à promoção e estabilização dos macroagregados (Tisdall & Oades, 1982) nesta zona vulnerável do perfil do solo. Um segundo patamar será a melhoria da estrutura do horizonte B, promovendo rotações de culturas que introduzam também matéria orgânica neste horizonte, essencialmente por via da promoção do desenvolvimento radicular.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.9. Lixiviação dos sais da zona radicular

A lixiviação dos sais da zona radicular é essencial para evitar a sua acumulação até ao ponto de afetar a produção das culturas. Quando se aplica maior quantidade de água, do que a absorvida pelas raízes das plantas, a água percola para fora da zona radicular carregando substâncias solúveis, como sais e agroquímicos (Kijne, 2003). O excesso de água a utilizar é condicionado pela maior ou menor necessidade de lixiviação e frequentemente, a maior necessidade de lixiviação é limitada pelo tipo de solo e pela própria gestão agronómica do solo.

2.1.9.1. Movimento de água e de solutos no solo

No interior de uma solução, uma alteração da concentração de um soluto em qualquer parte do sistema causa um gradiente de concentração, que obriga ao transporte do soluto até se igualarem as concentrações. Trata-se de um processo difusivo e explica o escoamento difusivo de solutos no solo (Santos, 2003). Quando a distribuição de solutos é uniforme no solo, o transporte destes ocorre por convecção, juntamente com a deslocação da água no solo.

O movimento de água no solo é suficientemente explicado pela diferença de potencial hídrico e as suas componentes, o potencial de pressão e o potencial gravitacional, sendo o potencial de pressão positivo em condições de saturação e, negativo em condições de insaturação. O potencial negativo designa-se também por potencial matricial e, é tanto mais negativo quanto menor for o teor de água no solo (Santos-Júnior, 1987). O escoamento é proporcional ao gradiente de potencial e, ocorre no sentido do maior para o menor potencial total, sendo o potencial total a soma do potencial matricial com o potencial gravitacional. No caso do escoamento ocorrer em saturação, o fluxo (q) é explicado pela Equação (10) de Darcy que, na forma em que está apresentada, é válida para o escoamento em qualquer direção (Santos, 2003).

$$q = -Ks \frac{dH}{dl} \quad (10)$$

As dimensões dos termos da equação estão apresentadas entre parenteses retos onde, q é o fluxo médio [L/T], H é a carga hidráulica [L], l é a distância entre dois pontos [L], dH/dl é o gradiente hidráulico e o Ks [L/T] uma constante de proporcionalidade designada por condutividade hidráulica saturada. Segundo Santos-Júnior (1987) e Santos (2003) a Equação (10) pode ser generalizada para condições de insaturação, em que o coeficiente de proporcionalidade passa a depender do teor de humidade do solo, sendo tanto mais baixo quanto menor o teor de humidade ou quanto mais negativo for o potencial matricial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Deste modo considerando um solo saturado à superfície, devido a uma rega ou uma chuvada e insaturado em profundidade, o potencial total decresce em profundidade, pelo que o escoamento ocorre de cima para baixo. De outro modo, um solo ao secar à superfície pode reduzir substancialmente o potencial matricial ao ponto do potencial total à superfície tornar-se mais negativo do que nas camadas mais profundas do solo e, neste caso, o escoamento ocorre de baixo para cima por capilaridade, contra a força da gravidade. Considerando dois pontos do solo à mesma profundidade, com diferentes teores de humidade, a água mover-se-á sempre da zona mais húmida para a mais seca, ou seja, do maior para o menor potencial.

Em solos bem agregados a microporosidade do solo está essencialmente contida no interior dos agregados e a macroporosidade envolve os agregados. Apesar de nestes solos a macroporosidade representar uma pequena fração da porosidade total, quando estes solos estão saturados o escoamento faz-se preferencialmente pelos macroporos. No caso do solo insaturado os macroporos ficam vazios, dando-se o movimento da água através dos micróporos e, nestes casos, a condutividade hidráulica do solo é muito menor do que as dos agregados individuais, uma vez que os macroporos vazios funcionam como uma barreira ao fluxo. Também pode ocorrer escoamento preferencial através dos macroporos, em solos insaturados, quando ocorre uma precipitação intensa, que excede a taxa de absorção dos agregados (Leeds-Harrison, 1995).

A caracterização do movimento de solutos em solos agregados é dificultada pelo escoamento preferencial, via macroporosidade, que pode transportar rapidamente os solutos através da zona radicular, enquanto os agregados podem reter solutos no seu interior. Dentro dos agregados, o movimento da água é geralmente lento ou muito lento, pelo que o processo de transporte dominante será a difusão. Quando os macroporos estão cheios de água com baixa concentração em sais, os solutos movem-se por difusão, do interior dos agregados para o exterior, onde são transportados, provavelmente por convecção através dos macroporos. Deste modo, em solos agregados e húmidos, os processos de difusão e de convecção ocorrem em simultâneo (Leeds-Harrison, 1995).

Segundo Leeds-Harrison (1995) o tamanho dos agregados tem um grande efeito sobre o rácio da libertação de solutos, em que as alterações na concentração de solutos dentro dos agregados ocorrem a uma escala de tempo inversamente proporcional ao seu tamanho. Com base num coeficiente de difusão aparente de $3,5 \times 10^{-6}$, Tanton & Rycroft (1991) cit. por Rycroft & Amer (1995), apresentaram a Figura 9, para mostrar que por difusão é possível transportar rapidamente sais

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

através de argila, quando as distâncias são pequenas e a água de receção nos macroporos se mantem com baixo teor salino.

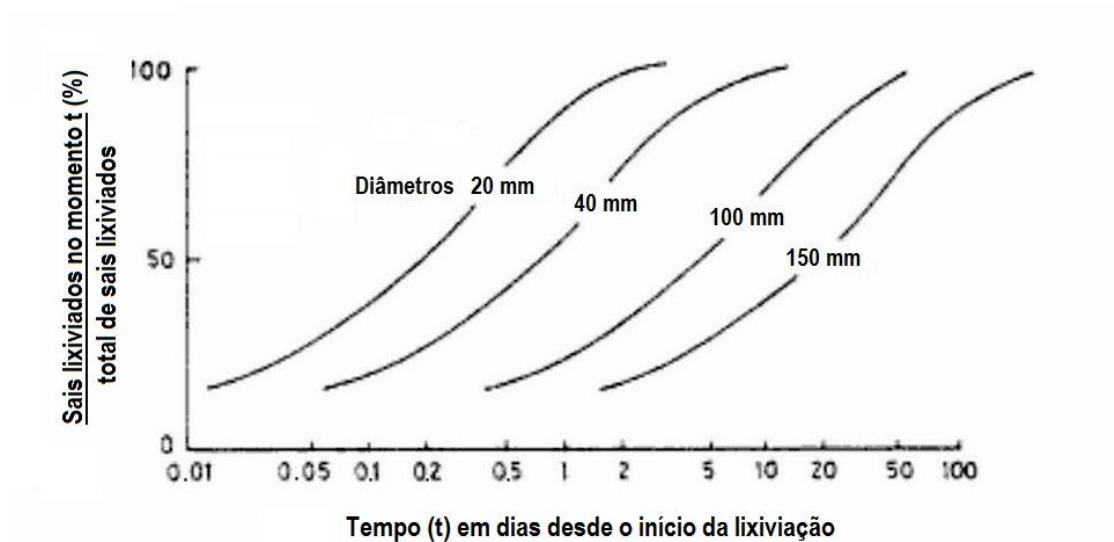


Figura 9 – Lixiviação de sais a partir de agregados cilíndricos de argila, colocados numa solução de água pura (Adaptado de Tanton & Rycroft, 1991 citis. por Rycroft & Amer, 1995).

Os solos argiluvitados pouco insaturados, dominantes na área de influência de Alqueva, tendem a apresentar problemas de drenagem interna, devido essencialmente à má estrutura do horizonte B. Este horizonte apresenta normalmente agregados grandes e quando húmido mostra-se geralmente maciço (Monteiro, 2004). Deste modo, a drenagem ocorrerá essencialmente pelos macroporos existentes neste horizonte e a remoção dos sais eventualmente acumulados no interior dos agregados, ou na zona maciça, terão de percorrer distâncias significativas por difusão. Este facto evidencia que a remoção da salinidade deste horizonte será sempre um processo lento, sendo necessário, mesmo com água de boa qualidade, um período longo para remover os sais, como evidenciado na Figura 9. Assim, será importante prevenir a salinização destes solos, como será abordado nos pontos 2.1.11 e 2.2 deste capítulo.

2.1.9.2. Fração de lixiviação (FL)

A parte da água de rega que deve percolar através da zona radicular das culturas é designada por fração de lixiviação (FL) e escoar para o sistema de drenagem subsuperficial ou adiciona-se às águas subterrâneas por percolação vertical (Ochs *et al.*, 1980 citis. por Pereira *et al.*, 1987).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No regadio em regiões áridas e, em particular quando a água de rega contém uma concentração significativa de sais solúveis, os processos individuais de evaporação e de transpiração tendem a concentrar sais na zona da raiz, pelo que a lixiviação do excesso de sais na zona radicular é um aspeto essencial no controlo da salinidade do solo. Sem lixiviação a acumulação de sais ocorre em proporção direta à quantidade de água aplicada e ao seu teor em sais (Hillel, 1998). É unanimemente aceite de que a única forma de evitar a acumulação de sais na zona radicular das culturas regadas, em regiões com baixa precipitação, será recorrer a dotações de rega superiores às necessárias para satisfazer a evapotranspiração da cultura.

Tradicionalmente os métodos de determinação dos requisitos de lixiviação assentam no regime permanente, como proposto por Richards (1954), assumindo de que quando em equilíbrio, a água de drenagem transporta a mesma quantidade de sais do que os introduzidos pela água de rega. Esta abordagem pressupõe que processos como a precipitação e a dissolução de sais, a meteorização, a quantidade de sais aplicados na forma fertilizante e a extração de sais pelas culturas são negligenciáveis. Apesar de muitos destes processos não poderem ser ignorados no estudo da salinidade do solo, os modelos baseados no regime permanente revelam-se muito úteis devido ao reduzido número de parâmetros requeridos. Embora o estado estacionário não seja real, pois ocorrem sempre variações de salinidade ao longo do tempo no perfil do solo, quando um determinado regime de rega é aplicado por um longo período de tempo, a concentração de sais abaixo da zona radicular tende a ficar constante (Ezlit *et al.*, 2010; Letey *et al.*, 2011).

Matematicamente a determinação da FL nos modelos baseados no regime permanente não incluem a variável tempo, pressupondo inclusivamente que a concentração dos sais em cada ponto do perfil do solo permanece constante, ao contrário do que acontece nos modelos de regime variável. Apesar da água proveniente da precipitação ter efeitos na atenuação das consequências da rega com águas salinas, só alguns modelos de regime variável a consideram (Letey *et al.*, 2011). Os modelos de regime variável utilizam por norma mais variáveis, para além da variável tempo, do que os modelos estacionários e quanto mais variáveis utilizam mais precisas poderão ser as previsões da salinidade do solo, mas muitos desses modelos exigem uma grande quantidade de dados que são difíceis de obter (Visconti, 2009), mesmo em projetos de investigação científica e a obtenção e a utilização desses dados são praticamente inconciliáveis com a gestão agronómica de uma exploração agrícola.

A Equação 11, apresentada por Richards (1954), é uma equação típica de um modelo de regime permanente e permite determinar a fração de lixiviação (FL) que corresponde à quantidade de água drenada (D_d), que passa além da zona radicular, em relação à quantidade total de água de rega (D_a), podendo também ser

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

determinada pela condutividade elétrica da água de rega (CEa) e da condutividade elétrica da água de drenagem (CEd). Esta equação mostra a relação inversa existente entre o volume de água drenada e, a correspondente concentração de sais expressa pela CEe, evidencia que o teor de sais da água de drenagem é claramente superior ao da água de rega.

$$FL = Dd/Da = CEa/CEd \quad (11)$$

A salinidade média do solo depende da FL praticada e da salinidade da água de rega (Beltrán, 1999) pelo que, em condições normais, a condução da rega permite controlar a FL e, por esta via, o nível de sais na zona radicular.

Maas & Hoffman (1977), com base numa extensa revisão bibliográfica relacionada com a tolerância das culturas à salinidade do solo, estabeleceram dois parâmetros: um correspondente ao limiar de salinidade (para cada cultura) a partir do qual há redução da produção da cultura e outro que traduz a redução percentual da produção por cada aumento unitário de salinidade ($dS\ m^{-1}$), para além do limiar definido. Estes dois parâmetros passaram a constituir uma referência na quantificação do impacto da salinidade na produção das culturas (Ayers & Westcot, 1985); Allen *et al.*, 1998). Ayers & Westcot (1985) publicaram os resultados dos referidos parâmetros sob a forma de tabela, com os valores de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEe) para a produção relativa espectável de 100%, 90%, 75%, 50% e 0%, tendo estas tabelas devido à sua larga divulgação passado a constituir por si também uma referência. O Quadro 14 apresenta um extrato da referida tabela e tomando como exemplo a cultura de milho (*Zea mays* L.) para grão verifica-se que não apresenta redução de produção, até um valor de CEe igual a $1,7\ dS\ m^{-1}$, sendo que para um nível de CEe de $2,5\ dS\ m^{-1}$ já apresenta uma redução de produção de 10%.

A Equação 12 foi desenvolvida por Rhoades (1974) cit. por Ayers & Westcot (1985), e é recomendada pela FAO para estimar o requisito mínimo de lixiviação (RL), no regime permanente, de modo a obter uma salinidade média do perfil do solo explorado pelas raízes igual a CEe, de acordo com a salinidade da água de rega (CEa). Tomando o exemplo do parágrafo anterior, se o objetivo fosse evitar perdas de produção na cultura do milho, o valor de CEe a assumir seria igual a $1,7\ dS\ m^{-1}$ e, deste modo o RL dependeria apenas da salinidade da água (CEa).

$$RL = CEa / (5 * CEe - CEa) \quad (12)$$

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quadro 14 – Tolerância à salinidade, de algumas culturas, em relação com a sua produtividade potencial em função da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEe) apresentados em Ayers & Westcot (1985). Segundo os mesmos autores os valores de CEe estão apresentados em função da condutividade elétrica da água de rega (CEa) pela relação: $CEe = 1,5 \times CEa$ correspondente a um padrão de extração 40:30:20:10 e um RL de 0,15, como mencionado na página 26 deste capítulo.

Cultura	CEe (dS m ⁻¹ a 25 °C)				
	100%	90%	75%	50%	0%
Cevada	8,0	10,0	13,0	18,0	28,0
Trigo	6,0	7,4	9,5	13,0	20,0
Trigo duro	5,7	7,6	10,0	15,0	24,0
Soja	5,0	5,5	6,3	7,5	10,0
Milho (grão)	1,7	2,5	3,8	5,9	10,0
Feijão	1,0	1,5	2,3	3,6	6,3
Beterraba sacarina	4,0	5,5	6,8	9,6	15,0
Tomate	2,5	3,5	5,0	7,6	13,0
Batata	1,7	2,5	3,8	5,9	10,0
Erva da Bermuda	6,9	8,5	11,0	15,0	23,0
Azevém	5,6	6,9	8,9	12,0	19,0
Festuca	3,9	5,5	7,8	12,0	20,0
Vícia	3,0	3,9	5,3	7,6	12,0
Erva do Sudão (sorgo forrageiro)	2,8	5,1	8,6	14,0	26,0
Luzerna	2,0	3,4	5,4	8,8	16,0
Trevo	1,5	2,3	3,6	5,7	9,8

As diretrizes relativas aos valores de RL baseadas no regime permanente, em particular as recomendadas por Ayers & Westcot (1985) e sintetizadas na Equação 12, continuam a ser utilizadas pela comunidade científica, como demonstrado pelo elevado número de citações na bibliografia da especialidade, apesar de já terem sido estabelecidas há muitos anos e da crescente utilização de modelos de regime variável.

Pela importância que os modelos de regime permanente continuam a ter na gestão da salinidade do solo, o Centro de Recursos Hídricos da Universidade da Califórnia nomeou um grupo de trabalho para rever o desenvolvimento dos atuais modelos, baseados no regime permanente e no regime variável (Letey *et al.*, 2011). Este grupo de trabalho concluiu que as diretrizes sobre as necessidades de FL, baseadas no regime estacionário, sobrestimam a exigência de lixiviação, em particular nas FL mais baixas, em comparação com os modelos baseados no regime variável. Deste modo os autores concluíram que existe uma margem para se

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

utilizarem menores FL ou para se utilizar água na rega com teores relativamente mais elevados de sais, no entanto advertem para os potenciais riscos da salinização, admitindo deste modo que a sobrestimação da FL pelos atuais modelos estacionários poderá constituir uma margem de segurança na gestão da rega. Isidoro & Grattan (2011) utilizaram, em climas mediterrânicos um modelo com poucos parâmetros mas que incorpora dados climáticos diários e concluíram que o modelo recomendado pela FAO, em geral, sobrestima as necessidades de lixiviação, em particular quando a precipitação ocorre de forma mais concentrada no inverno.

Os modelos estacionários são úteis para planejar a rotação de culturas, prevenindo o aumento da salinidade do solo a longo prazo (Beltrán, 1999; Letey *et al.*, 2011). No entanto, durante o ciclo das culturas ocorrem oscilações nos teores salinos, que alcançam valores mais baixos após uma rega e valores mais elevados antes da rega seguinte. Por vezes estes picos de salinidade podem atingir níveis que afetam a produtividade das culturas, pelo que o facto dos modelos estacionários preverem uma FL maior do que o necessário pode revelar-se útil, por incorporar deste modo uma folga entre o teor salino previsto e o limiar tolerado pela cultura, o que serve de atenuante a eventuais episódios de aumento da salinidade no solo que afetem a produtividade das culturas.

Ben-Gal *et al.* (2008) realizaram um estudo em Israel, sem limitações de drenagem, em lisímetros e em situação de campo, na cultura do pimento (*Capsicum annum* L.), com água de rega com diferentes salinidades ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$ a 9 dS m^{-1}) e com diferentes dotações relativas (0,27 a 1,84 da evapotranspiração máxima). Os autores do estudo verificaram a ocorrência de elevadas FL, mesmo com a utilização de água com uma CE de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ e com dotações de rega muito inferiores à evapotranspiração potencial da cultura. Os autores concluíram que a ocorrência destas FL se deve ao aumento da concentração de sais, na zona da raiz, resultante da redução da dotação de rega. Este aumento do teor salino provoca uma redução da transpiração das plantas, até o teor de água no solo atingir valores suficientemente altos para gerar drenagem e, desse modo arrastar alguns sais para fora da zona radicular. Ben-Gal *et al.* (2008) referem que estas conclusões estão de acordo com Meiri *et al.* (1977) e com Solomon (1985) citados no referido estudo. Os mesmos autores concluem ainda que para manter condições de produtividade, os sais terão de ser arrastados para fora da zona radicular e a alternativa para reduzir as necessidades de lixiviação será utilizar culturas mais tolerantes à salinidade, ou utilizar água de rega com menor teor de sais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O acima exposto mostra que as relações entre a dotação de rega, a salinidade do solo e a FL são dinâmicas e que mesmo com uma condução da rega com défice hídrico podem ocorrer FL significativas. Deste modo é de admitir que numa parcela de regadio, nas zonas que recebem menos água, devido por exemplo à má uniformidade da rega, é provável que a FL seja superior ao esperado nessas zonas, em resultado da menor extração de água pela cultura, pelo que se pode deduzir que este facto contribuirá para atenuar a espectável maior acumulação de sais nessas zonas devido à menor aplicação de água. No entanto, se tal acontecer a produtividade da cultura nessas mesmas zonas será sempre afetada devido ao maior *stress* hídrico, causado à planta pelo menor potencial da água no solo, a que se soma o menor potencial osmótico na zona radicular, devido ao incremento da concentração de sais.

2.1.9.2.1. A FL e as necessidades de drenagem do solo

A drenagem e a conseqüente lixiviação são os principais mecanismos de remoção dos sais do solo (Kijne, 1998). A FL é condicionada pela capacidade de drenagem interna dos solos. Solos de textura grosseira permitem praticar frações de lixiviação de 0,15 a 0,25, enquanto que em solos de textura fina, com baixa permeabilidade, a FL permitida será claramente inferior devida às limitações impostas pela drenagem interna do solo (Van der Molen *et al.*, 2007), surgindo frequentemente nestas circunstâncias problemas de acumulação de água à superfície do terreno e encharcamento causado pela reduzida drenagem natural do solo.

Quando as águas subterrâneas não são salinas os próprios sistemas de drenagem podem ser utilizados para fornecer água às culturas, por rega subterrânea, conseguida com a regulação artificial do nível freático, de forma a permitir fornecer água às culturas por ascensão capilar (Raposo, 1996). M. Nunes *et al.* (2012) apresentaram um trabalho aplicado às condições de regadio do Baixo Mondego, com rega por sulcos, que mostra claramente que quando não existem problemas de salinidade, e o nível freático o permite, é benéfico fazer-se uma gestão da rega que promova a ascensão capilar, de modo a reduzir as necessidades de água de rega, e com essa mesma gestão da rega, de certo modo, controlar a própria profundidade do nível freático e os eventuais problemas de encharcamento.

A gestão da rega de modo a tirar partido do nível freático elevado só é viável quando as parcelas de terreno estão bem regularizadas, são relativamente planas e o solo apresenta boa permeabilidade, para além da água de rega e a água da zona saturada possuírem necessariamente um baixo nível de sais. Estas condições, em

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

geral, só ocorrem em zonas aluvionares que não se encontram de forma significativa na região de influência de Alqueva.

Nas situações em que se verificam sistematicamente problemas com excesso de água no solo, deve-se equacionar a instalação de sistemas de drenagem, que reduzam adequadamente o nível freático e que deste modo também permitam melhorar o arejamento do solo, a capacidade de transitabilidade e de operabilidade (Leal, 2011). Assim, em áreas com drenagem natural insuficiente, a água de lixiviação terá de ser removida, através de drenagem artificial (Tanji & Kielen, 2002). Em muitas áreas onde a drenagem natural é lenta e a drenagem artificial não é instalada, torna-se impossível praticar regadio de forma sustentada, conduzindo a que o regadio, mais cedo ou mais tarde, venha a ser abandonado devido à salinização progressiva do solo (Hillel, 1998). Trata-se de uma situação típica de salinização secundária que frequentemente está relacionada com níveis freáticos elevados e encharcamento (McFarlane & Williamson, 2002; Salama *et al.*, 1999).

2.1.9.3. Relação entre o nível freático elevado, o encharcamento e a salinidade.

Existe uma interação entre o encharcamento e a salinidade. O encharcamento é um forte inibidor para a produção vegetal, mesmo perante baixos níveis salinos, pelo que as plantas que estão sob condições de encharcamento são mais suscetíveis à salinidade (McFarlane & Williamson, 2002). Qureshi & Barrett-Lennard (1998) *cits.* por McFarlane & Williamson (2002) mostraram que a redução da disponibilidade de oxigénio pode diminuir, ou mesmo parar, a produção de energia e deste modo as raízes perderem a capacidade de filtrar os sais durante a absorção da água, permitindo que a concentração destes aumente, no interior da raiz, até atingir concentrações letais.

Kahlown & Azam, (2002) desenvolveram um trabalho, na bacia hidrográfica do rio Indus, no Paquistão, que lhes permitiu quantificar o impacto combinado do encharcamento (causado por níveis freáticos elevados) e da salinidade no rendimento das culturas (algodão, trigo, cana de açúcar e arroz). Os autores concluíram que o encharcamento combinado com a salinidade causa reduções de produção, muito mais acentuadas do que o efeito separado, do encharcamento ou da salinidade. No entanto, a salinidade mostrou um impacto mais pronunciado do que o encharcamento. Mohamedin *et al.* (2010) realizaram um estudo similar na zona noroeste do delta do rio Nilo, no Egito e obtiveram conclusões idênticas. Finney (1997) *cits.* por Kahlown & Azam (2002) sugeriu que o nível freático deverá situar-se pelo menos 0,3-0,6 m mais abaixo, se a água da zona saturada for salina, em comparação a uma situação de água não salina.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Prendergast (1995) estudou o escoamento preferencial, utilizando água marcada com trítio, e o transporte de solutos em solos de pastagem regada na Austrália (solos argiluvitados "Red-brown earths"), utilizando três níveis de salinidade da água de rega, e verificou que o aumento da salinidade da água conduziu a um aumento da FL apesar de simultaneamente ter verificado um menor escoamento preferencial por fendas do solo. O autor explica que este menor escoamento preferencial se deve ao menor fendilhamento do solo, causado pela menor extração de água pela cultura devido à redução do potencial osmótico, quando o teor de sais aumenta na solução do solo. Este facto será fácil de entender pela observação da Figura 10 onde se evidencia que antes da rega, o tratamento com baixa salinidade apresenta teores de humidade do solo claramente inferiores aos tratamentos com teores salinos mais elevados. Assim, o tratamento com menor nível de sais evidencia, entre regas, uma secagem mais acentuada do solo e uma maior amplitude de humidade, o que contribuirá efetivamente para o maior fendilhamento do solo.

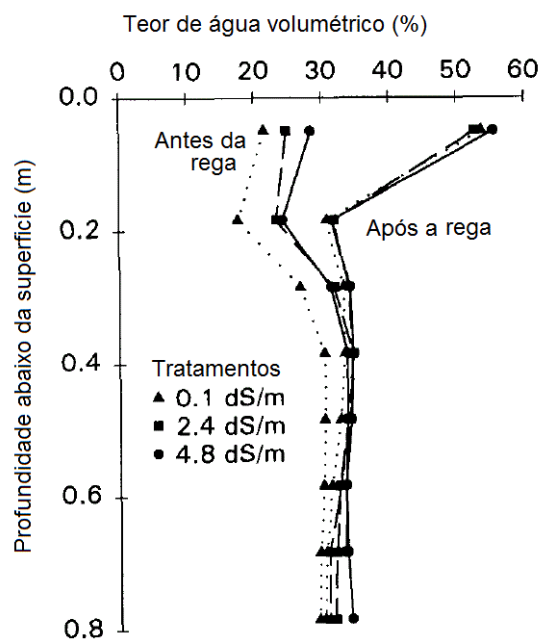


Figura 10 - Teor de água do solo em pastagem permanente, num solo argiluvitado, na Austrália. A pastagem foi regada com três qualidades de água de rega, adaptado de Prendergast (1995)

Pelo acima exposto poder-se-á deduzir que, em solos com má drenagem interna, o aumento do teor salino na solução do solo (apesar de contribuir para a floculação da argila e para a estabilização dos agregados, como é unanimemente aceite) atenua o fendilhamento do solo e pode assim contribuir, diretamente e indiretamente, para a elevação do teor de água no solo e, deste modo, para o

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

aumento da duração de níveis freáticos suspensos e para o aumento do encharcamento.

Em solos com má drenagem interna, com tendência a formar um nível freático suspenso, a utilização de águas de rega com teores de sais mesmo que relativamente baixos, poderá conduzir à acumulação de sais e criar situações de salinidade elevada no solo, ao ponto de causar a redução da produção das culturas de uma forma mais acentuada, do que os mesmos níveis de salinidade no solo causariam sem a existência dos referidos problemas de drenagem interna. Nestas circunstâncias a gestão da rega deverá ser conduzida de modo a evitar a formação de um nível freático suspenso, usando dotações de rega apenas iguais, ou ligeiramente superiores, à capacidade de retenção do solo no horizonte A, para promover uma ligeira FL sem causar encharcamento, de modo a que a chuva de inverno complete a necessária lixiviação.

O problema é no entanto complexo pois este tipo solos apresentam geralmente grande variabilidade espacial, em interação com o relevo. Por outro lado os sistemas de rega nunca têm uma plena uniformidade de distribuição da água e, as próprias culturas nestas circunstâncias também apresentam diferenças de desenvolvimento, e diferentes padrões de extração de água. Deste modo será inevitável, em muitos casos, o aparecimento de zonas pontuais com problemas de níveis freáticos suspensos e encharcamento e zonas com défice hídrico onde poderá ocorrer ascensão capilar com a consequente acumulação de sais no horizonte A. Infere-se que será fundamental prevenir o aumento da salinidade do solo, em particular nos solos regados com má drenagem interna, de modo a evitar situações nefastas resultantes da conjugação do encharcamento com a salinidade.

Estes problemas serão naturalmente atenuados com práticas culturais conservativas, que reduzam a evaporação e que promovam a infiltração e a condutividade hidráulica do solo, em todo o perfil, reduzindo assim as perdas por escoamento superficial e aumentando o volume infiltrado e percolado quer da água da chuva quer da água da rega.

2.1.9.4. Drenagem de solos argilosos com má drenagem interna

A drenagem tem a dupla função de remover o excesso de água e o excesso de sais (Arnon, 1972). As necessidades de drenagem estão mais associadas ao regadio, do que ao sequeiro, não só pela maior necessidade de controlo do encharcamento e da salinidade, mas também, pelo facto do regadio envolver elevados custos de investimento que não devem ser comprometidos com limitações de produção, em culturas intensivas, causadas por limitações de drenagem (Pereira *et al.*, 1987). Por

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

outro lado, os problemas de encharcamento também se revelam, em geral, mais graves no regadio na medida em que o número de dias de tolerância ao encharcamento das culturas regadas, de primavera/verão, tende a ser menor do que nos meses de inverno. Salami (1953) cit. por Leal (2011) apresentou dados relativos à perda de produção de diversas culturas causadas por encharcamento, mais ou menos prolongado, onde se mostra por exemplo, que os cereais de inverno perante 15 dias de inundação apresentam uma perda de produção de: 15% em janeiro, 50% em março e 100% em maio.

Deste modo pode-se deduzir que na agricultura de regadio será necessário avaliar as necessidades de drenagem com mais cuidado do que na agricultura de sequeiro e que, mais facilmente o investimento financeiro na drenagem será economicamente viável.

Carvalho (1987) refere que o efeito negativo da precipitação de outono-inverno na produção de trigo, na região Alentejo, foi estabelecido por Figueiredo (1919) cit. por Carvalho (1987) e confirmado por outros autores (Frazão, 1943; Oliveira, 1955; Carvalho, 1978) cit. por Carvalho (1987). Vários autores (Alvim *et al.*, 1983; A.A. Silva, 1969; A.A. Silva *et al.*, 1965; Monteiro, 2004) relatam a formação de níveis freáticos suspensos, em solos argiluvitados no Alentejo. Num estudo realizado no âmbito do levantamento das necessidades de drenagem de terras agrícolas, no Alentejo, Teixeira (1969) menciona mais de meio milhão de hectares (maioritariamente em solos argiluvitados e barros) com problemas de excesso de água no inverno, que causam expressivas perdas de produção de cereais praganosos e que requerem obras de drenagem. O autor recorda, relativamente ao Alentejo, o dito popular “o mau ano entra a nado” pois, apesar de se tratar essencialmente de agricultura de sequeiro, os piores anos agrícolas estavam em muito relacionados com a má produção de trigo em anos de maior precipitação de outono-inverno. O mesmo autor também refere que o excesso de água no solo afeta a produção do próprio ano e a do seguinte, por provável deterioração da estrutura do solo. Entre os diversos problemas de drenagem encontrados no Alentejo, que vão desde o alagamento de terras baixas a níveis freáticos elevados, destaca, como os de maior importância a “acumulação de excesso de água em solos com deficiente drenagem interna” que é devida à permeabilidade lenta ou muito lenta das camadas subsuperficiais do solo. Segundo o mesmo autor, a solução dos principais problemas de drenagem desses solos passa essencialmente por técnicas de drenagem superficial ou externa (como regularização do terreno e valas de cintura) pois, o objetivo será escoar o excesso de água externamente e não através do perfil do solo, que apresenta uma permeabilidade lenta. Mayer *et al.* (1985) refere fortes limitações à produtividade do trigo, no sudoeste da Austrália, também devido a problemas de drenagem interna em solos argilosos, mas neste caso em regadio.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Pereira *et al.* (1987) também referem significativas áreas de solos no Alentejo, com problemas de drenagem interna motivada pela presença de um horizonte argiloso compacto, com permeabilidade muito lenta.

Nos solos argilosos a condutividade hidráulica através da matriz da argila é extremamente baixa, da ordem dos 10^{-4} m dia⁻¹, pelo que uma proporção significativa da drenagem, em solos argilosos, dá-se por escoamento preferencial através dos macroporos. Assim, o movimento da água em solos argilosos é difícil de caracterizar devido aos processos de expansão e de contração das argilas, que induzem constantes alterações na quantidade, na geometria e na continuidade dos poros, pelo que as equações convencionais de escoamento baseadas na condutividade hidráulica do solo, são adequadas para solos arenosos e francos mas, geralmente, não são apropriadas para solos argilosos (Rycroft & Amer, 1995). Segundo estes autores, em solos argilosos bem estruturados, os macroporos ocupam 5 a 8% do volume do solo mas, só alguma desta porosidade, cerca de um quinto, apresenta a necessária continuidade para suportar o escoamento através deles. Nestes solos a contribuição da porosidade biológica continua ao longo do perfil é decisiva para aumentar a condutividade hidráulica saturada, conforme demonstraram Carvalho e Basch (1995) num solo de Barro em Beja.

Kay (1990) e Rycroft & Amer (1995) mencionam estudos que mostram claramente que a introdução da drenagem artificial reduz o tempo em que o solo apresenta excesso de humidade o, que contribui para o aumento significativo da condutividade hidráulica saturada do solo drenado, quer devido a fatores como a maior amplitude de humedecimento/secagem do solo, quer devido ao incremento do crescimento das plantas e da fauna do solo que, em conjunto, contribuem para o aumento da macroporosidade do mesmo. Teixeira (1969) também refere que a drenagem aumenta o arejamento do solo, a nitrificação, a temperatura, a profundidade das raízes e a resistência das plantas à secura, facilita e antecipa as operações culturais e ainda permite reduzir os problemas de infestação, de sanidade vegetal e da salinidade do solo.

Segundo A.A. Silva (1969) os solos argiluvitados para além da provável má estabilidade estrutural no horizonte B recebem argila do horizonte A, transportada em suspensão na água gravitacional, que em condições de reduzida velocidade ou mesmo por estagnação acaba por depositar a argila, obstruindo os poros, provocando a impermeabilização do solo e fazendo com que a permeabilidade do horizonte B, seja inferior ao que a sua percentagem de argila faria prever. Arnon (1972) refere também que a dispersão da argila no horizonte A tende a mover-se para baixo, juntamente com a água da chuva ou com a água de rega, e tende a acumular-se mais abaixo formando uma camada compacta e impermeável. Madeira (1980) num estudo sobre a agregação do horizonte superficial de solos argiluvitados

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

no Alentejo, sob diferentes utilizações, constatou que os solos sujeitos a culturas arvenses eram os que apresentavam agregação mais débil, comparativamente com solos não cultivados ou em pastagem.

Pelo exposto, fica evidente que em solos argilosos a existência de macroporosidade é essencial ao arejamento do solo e à manutenção de uma condutividade hidráulica compatível com as necessidades de lixiviação dos sais. Assim uma boa gestão do solo passará por promover uma boa estabilidade estrutural, atuando em simultâneo no horizonte A e no horizonte B, servindo o primeiro para evitar a dispersão da argila e, a sua eluviação de modo a mitigar a colmatação da macroporosidade do horizonte B e, o segundo para melhorar a condutividade hidráulica através do mesmo. A ação concertada sobre os dois horizontes terá por finalidade produzir macroporosidade, no horizonte B, a uma taxa superior à da sua colmatação. Também se infere que a melhoria da estrutura do horizonte A e todas as medidas que evitem a dispersão da argila neste horizonte contribuem por si só, para a melhoria da condutividade hidráulica em todo o perfil do solo, por redução da colmatação da macroporosidade do horizonte B.

Sobral *et al.* (1985) *cits.* por I.C. Silva (1998) sintetiza, na Figura 11, o movimento da água em solos argiluvados no Alentejo. Os autores explicam que o horizonte B, dada a sua baixa permeabilidade, impede a drenagem vertical da água, que se acumula no inverno no horizonte A, formando um nível freático suspenso, exceto no cimo das colinas ou em ravinas onde a erosão expôs o horizonte C à superfície. Nestas zonas a água infiltra-se, desce a encosta ao longo do horizonte C e, nas zonas mais baixas cria o efeito de artesianismo, em que ao abrir um pequeno poço que atravesse todo o horizonte B, a água poderá subir acima da superfície do solo. No esquema (Figura 11) está em evidência de que, o excesso de água presente na camada arável, impedida de se infiltrar na vertical drena ao longo da encosta sobre o horizonte B. Assim, o encharcamento na zona baixa resulta da acumulação da água que se escoia transversalmente, ao longo do horizonte A, e da água que tende a emergir devido ao efeito artesianismo. Segundo Sobral *et al.* (1985) *cits.* por I.C. Silva (1998) o artesianismo é mais pronunciado nos solos derivados de granito, do que nos solos derivados de xisto, por esta última rocha ser mais permeável.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

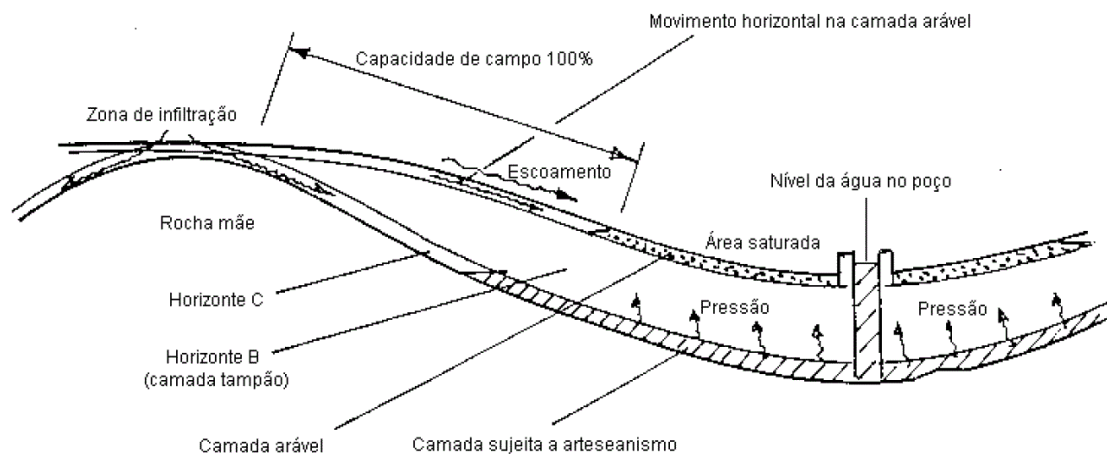


Figura 11 – Esquema do movimento da água em solos argiluvitados no Alentejo, com horizonte B compacto e pouco permeável, apresentado por Sobral *et al.* (1985) cit. por I.C. Silva (1998).

O esquema representado, na Figura 11, será representativo de muitas situações no Alentejo e ajuda no geral a entender o movimento da água nos solos com um horizonte B compacto e pouco permeável, mas deve-se ter em atenção que o esquema não está à escala e, que não se poderá assumir como regra. Por exemplo, Monteiro (2004) estudou 10 toposequências, distribuídas por uma vasta região do Alentejo, em solos argiluvitados afetados por hidromorfismo, tendo procedido à abertura de perfis nas encostas em sequência: topo, meio e sopé e nesse estudo não faz referência a solos erosionados, com o horizonte C exposto. Por outro lado, Teixeira (1969) refere que, no Alentejo, a formação de níveis freáticos próximos da superfície, em consequência do movimento de água artesianas é pouco representativo e tem apenas importância local pelo que, se depreende que as zonas sujeitas a artesianismo, quando existentes, serão pouco extensas comparativamente às zonas de encosta. Outra nuance, que está omissa no esquema, é que alguma da água que se acumula no horizonte C provém diretamente do horizonte B, na medida em que este horizonte não será totalmente impermeável.

Com a introdução do regadio em solos argiluvitados será de prever um agravamento, em área e em duração, dos problemas de encharcamento, com a agravante da água de rega conter uma maior quantidade de sais do que a água da chuva e assim agravar o risco de acumulação de sais no solo, e de forma mais acentuada, nas zonas sujeitas a artesianismo. Assim a introdução do regadio impõe uma cuidada atenção com a drenagem, em particular em solos argiluvitados, devido à má permeabilidade do horizonte B, de muitos destes solos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Vários autores (Cardoso, 1965; I.C. Silva, 1998; Monteiro, 2004) referiram que, em solos argiluvados do Alentejo ocorrem frequentemente níveis freáticos suspensos no horizonte Ap, devido à reduzida permeabilidade do horizonte B e, simultaneamente, estes autores mostram que a permeabilidade do horizonte C é significativamente superior à condutividade hidráulica do horizonte B e, por vezes é equiparável ou até superior à condutividade hidráulica do horizonte A.

Este facto mostra que grande parte do problema do encharcamento destes solos será atenuada, ou resolvida, com o incremento da permeabilidade do horizonte B melhorando a sua estrutura e promovendo o escoamento preferencial através deste, por porosidade contínua. Neste sentido, uma solução frequentemente apresentada passa pela mobilização deste horizonte, com recurso à subsolagem profunda. Para o efeito, foram efetuados ensaios de subsolagem em terrenos na região de Évora (Alvim, 1983; Matos, 1998; I.C. Silva, 1998), que mostraram que a subsolagem profunda permite melhorar a condutividade hidráulica do horizonte B e, reduzir os problemas de encharcamento dos solos mediterrâneos, no entanto, os autores apresentam reservas quanto à durabilidade do efeito “benéfico” da subsolagem que pode comprometer a viabilidade económica da mesma. Monteiro (1984) refere que em solos que evidenciam problemas de sodicidade e de hidromorfismo é muito frequente o efeito das mobilizações ser de curta duração porque, em condições de encharcamento, tende a ocorrer o reassentamento do material do solo.

Num ensaio descrito por I.C. Silva (1998) que decorreu num campo com drenagem subterrânea, com drenos colocados a 0,8 m de profundidade, imediatamente abaixo do horizonte B e tapados com solo mais permeável do horizonte A e sobre a área de influência de alguns dos tubos de drenagem foi efetuada uma subsolagem e o autor, pela observação dos caudais ocorridos nos drenos, concluiu que, após um período seco, os caudais nos drenos sob influência da subsolagem foram superiores mas, passado um período húmido de três meses, os caudais tornaram-se inferiores nas zonas subsoladas em relação às zonas não subsoladas. Deste modo, depreende-se que o investimento na operação de subsolagem perde-se, para além de causar evidentes sequelas na estrutura do solo.

Para contornar a má infiltração do horizonte B, A.A. Silva (1969) propôs uma solução para drenar solos mediterrâneos (família Pm), com valas cegas estreitas (10 cm de largura preenchidas com solo do próprio horizonte A), que atravessam os horizontes A, B e C. O dimensionamento destas obras de drenagem seriam efetuadas, tendo como variável a distância entre valas cegas que ficariam distanciadas de 1 a 6 metros, consoante a permeabilidade do solo, de modo a permitir a remoção do excesso de água em 40 horas. Para sustentar a potencialidade da proposta o autor

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

construiu e testou em laboratório um modelo de infiltrômetro específico, onde efetuou ensaios de drenagem, com solo recolhido no campo de ensaio.

Esta proposta ilustra bem a preocupação, em encontrar soluções economicamente viáveis para resolver os problemas de encharcamento em solos com má drenagem interna, mas com bom potencial produtivo, em que a drenagem convencional não é viável devido à reduzida condutividade hidráulica saturada (K_s) que imporia uma reduzida distância entre drenos. No entanto, apesar da solução proposta por A.A. Silva (1969) não necessitar do encargo financeiro com a aquisição de tubos de drenagem, a instalação do sistema seria inevitavelmente onerosa. Esta solução reforça a ideia de que a drenagem destes solos será resolvida com a facilitação da passagem do excesso de água do horizonte A para o horizonte C.

Cox & McFarlane (1995) apresentam os resultados de um interessante e exaustivo estudo sobre o encharcamento em solos argiluiados e a sua drenagem, que ocorreu no sudoeste da Austrália em clima mediterrâneo, em zonas produtoras de cereal com mais de 450 mm/ano. O estudo assentou essencialmente no acompanhamento dos níveis freáticos suspensos, pela observação de 162 piezômetros colocados de 10 em 10 metros em linhas ao longo das encostas, de cinco sub-bacias hidrográficas. Os autores verificaram que os solos mais suscetíveis ao encharcamento, com formação de níveis freáticos suspensos, e que necessitavam de obras de drenagem eram aqueles que apresentavam um horizonte B com uma K_s inferior a $0,03 \text{ m dia}^{-1}$. Nesse horizonte registaram valores compreendidos entre $0,002$ e $1,2 \text{ m dia}^{-1}$ medidos com permeâmetro de furo de carga constante. Os autores observaram também que o encharcamento (quantificado pelo número de dias com o nível freático suspenso), quando o horizonte A tem mais do que $0,4 \text{ m}$ de espessura, aumenta com o comprimento da encosta e que este tem início na zona mais baixa e estende-se para montante, quando a precipitação se prolonga. Os autores observaram ainda que o encharcamento se acentua com a redução da espessura do horizonte A e/ou com a redução brusca do declive e, realçam ainda o facto de o encharcamento ser muito variável em distâncias de apenas 10 metros, atribuindo muitas das variações a zonas em que o valor da K_s aumenta devido à existência de canais que penetram no subsolo argiloso abertos por antigas raízes. Cox & McFarlane (1995) concluíram, por fim, que o encharcamento daqueles solos se deve ao nível freático suspenso, que se forma sobre o horizonte argiloso, e que resulta de uma complexa combinação de clima, de solo e de relevo, sendo o mais relevante a espessura do solo e a condutividade hidráulica do subsolo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para aclarar e sintetizar a importância do aumento da condutividade hidráulica do horizonte B apresenta-se um esquema (Figura 12) representativo de solos argiluvitados sujeitos a superavit hídrico.

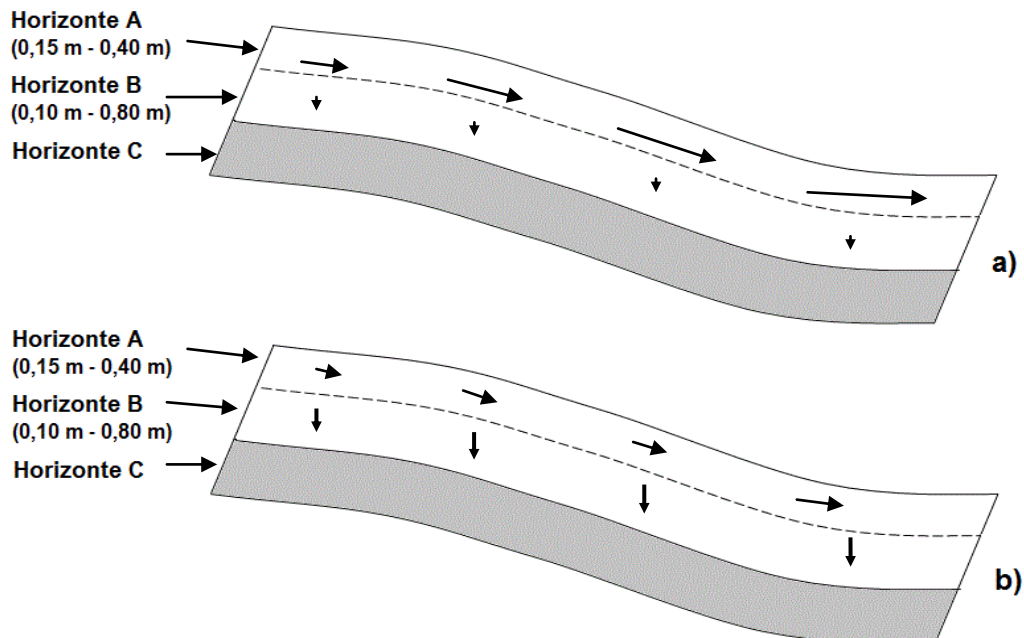


Figura 12 – Esquema ilustrativo do movimento da água no horizonte A e B, em solos argiluvitados com: a) - horizonte B com má drenagem interna; b) - horizonte B com drenagem interna melhorada. O fluxo através do horizonte B é muito baixo pelo que o superavit hídrico de outono-inverno causa frequentemente níveis freáticos suspensos (encharcamento) que geram fluxos de água lateral no horizonte A. A quantidade de água percolada é indicada pela dimensão das setas desenhadas nos horizontes A e B. As espessuras referidas para os horizontes A e B estão enquadradas nos valores referidos por Cardoso (1965) para os solos argiluvitados.

Como foi exposto neste subponto, e no anterior, a solução para resolver ou atenuar os problemas do encharcamento dos solos argiluvitados com má drenagem interna passa, essencialmente, por melhorar a condutividade hidráulica do horizonte B. Como ficou patente, nestes solos a mobilização profunda, para além de ser uma operação onerosa, não contribui para a solução duradoura do problema e agrava os problemas estruturais do solo. Também existe consenso em relação ao facto da drenagem contribuir por si só para a melhoria da K_s por reduzir o tempo em o solo se mantém saturado. A utilização de culturas que aprofundem o sistema radicular e extraíam água em profundidade também favorece a permeabilidade do solo. Também foi mencionado que é importante promover uma boa estrutura do solo no horizonte A, por reduzir a eluviação da argila e deste modo reduzir a colmatação da macroporosidade do horizonte B. Em síntese: a solução para reduzir o encharcamento em solos argiluvitados passa em grande medida por uma gestão

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

agronómica apropriada a cada situação. A gestão agronómica será abordada no ponto 2.2. deste capítulo.

Por vezes, inseridas nas zonas de solos mediterrâneos, no interior de folhas de cultura surgem pontualmente “miniáreas” de excesso de água por empoçamento resultantes de deficiente preparação do terreno ou derivado de problemas de artesianismo (Teixeira, 1969). Ocorrem também com frequência no interior de áreas de solos mediterrânicos pardos da família Pm, “ilhotas” de solos hidromórficos, que apresentam um horizonte B praticamente impermeável, devido a elevada proporção de sódio no complexo de troca, e que não aparecem nas cartas de solos pela reduzida área que ocupam (A.A. Silva, 1965). Monteiro (2004) encontrou em vários perfis que estudou, teores elevados de Na ou de Na + Mg, nas zonas de sopé das encostas, no horizonte B e C e que não estão devidamente enquadrados na classificação de solos de Portugal e também não aparecem nas cartas de solos. Assim é de admitir que dentro de muitas das parcelas que irão entrar em regadio na área de influência de Alqueva, se verificarem pequenas manchas com problemas de drenagem mais limitativos (exemplo 5 a 10% da área) onde poderá ser viável resolver com obras de drenagem sempre que essas áreas atrasem sistematicamente as datas de sementeira ou de colheita de toda a parcela. Essas obras podem passar por soluções como a introdução de valas (ou drenos subterrâneos) de interceção, abertura de valas profundas, ou colocação de drenos abaixo da zona impermeável, para alívio da pressão em zonas sujeitas a artesianismo ou drenagem vertical como apresentado em Van der Molen *et al.* (2007) e em algumas situações específicas a introdução da drenagem toupeira como mencionado em I.C. Silva (1998) e em P.J. Castanheira & Serralheiro (2010). A solução para estes problemas localizados está fora do âmbito da presente tese.

2.1.10. Estudos relacionados com o impacto do regadio nos solos do Alentejo

O intuito do presente estudo está em grande medida focado na área de influência de Alqueva, que segundo a EDIA (2014) beneficiará de uma área de 120 000 ha de regadio e estará completamente infraestruturada até 2015. Lobo *et al.* (2002) realizaram um estudo sobre o processo que levou à tomada de decisão de avançar com o empreendimento de fins múltiplos de Alqueva e concluíram que, apesar dos benefícios económicos não terem sido claramente demonstrados, a decisão favorável prendeu-se essencialmente com os benefícios sociais e o desenvolvimento da região. O “Estudo integrado de impacte ambiental do empreendimento de Alqueva” (SEIA, 1995) refere que numa ótica de desenvolvimento sustentável, os impactes positivos juntamente com medidas de

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

mitigação e compensação dos impactes desfavoráveis, se adequadamente implementados, poderão compensar os impactes negativos. No entanto, no tomo do mesmo estudo dedicado aos solos (Sequeira *et al.*, 1995) menciona elevados riscos de salinização e de sodização, de mais de 50%, dos solos apontando como uma das principais medidas minimizadoras destes riscos a criação de campos de ensaio, nos diferentes tipos de solo e clima, para acompanhamento do impacte do regadio a médio e longo prazo. Pela pesquisa por nós efetuada constatou-se que não foram estabelecidos campos experimentais para o acompanhamento, a médio e longo prazo do impacto do regadio em diferentes tipos de solos, como recomendado no estudo de impacto ambiental. No entanto decorreram alguns projetos que permitiram a realização de estudos, mas nenhum com longa duração, e que passaremos a apresentar.

Martins *et al.* (2001) realizaram um estudo para avaliação do impacto de diferentes qualidades de água, na salinização e sodicização de solos do Alentejo mais representativos no empreendimento de Alqueva (Luvissoles, Cambissolos, Vertissolos e Fluvissoles), todos com teores de limo mais argila superiores a 40%, com a exceção do horizonte A do Luvissole. A água utilizada nos diferentes tratamentos tinha uma condutividade elétrica (CE) de 0,4; 1,6 e 3,2 dS m⁻¹ e uma razão de adsorção de sódio (SAR) de 1,0; 3,0 e 6,0, todas com uma relação Ca:Mg de 1:2. O ensaio decorreu em colunas de solo, com um diâmetro de 24 cm e uma altura de 20 cm sem as restrições de drenagem existentes num perfil de solo completo, como se verifica no campo. No caso do Luvissole e do Fluvissole foram extraídas colunas no horizonte A e no horizonte B. Em cada coluna de solo foi feita a simulação de uma dotação total de rega de 500 mm, distribuída em 25 regas de 20 mm, simulando assim um ciclo completo de rega mas, sem estar sujeito à lixiviação de sais com a chuva de outono-inverno. No final foi avaliada a CEe, a razão de adsorção de sódio do extrato de saturação do solo (SARe) e a percentagem do sódio de troca (PST) em 3 camadas, dentro de cada coluna de solo. Os autores verificaram que a salinidade aumentou em todos os solos, de forma mais acentuada na camada superficial de cada coluna e tanto mais acentuada quanto a CE da água de rega. Considerando apenas a primeira camada de cada coluna, os autores verificaram no conjunto dos cinco tipos de solo, relativamente aos valores iniciais, incrementos de CEe de 1 a 5 vezes para o tratamento com água de melhor qualidade e de 4 a 30 vezes para a água de pior qualidade, tendo-se verificado os acréscimos de salinidade mais acentuados no horizonte B do Luvissole. Os autores concluíram que, no final, apesar dos elevados acréscimos do teor de sais no solo, estes não foram suficientes para os solos se considerarem salinizados. Quanto à sodicidade os autores também verificaram acréscimos mais acentuados, quanto mais elevados os valores de SAR da água aplicada porém, no caso do horizonte B do Luvissole, mesmo no tratamento com água de pior qualidade não se verificaram acréscimos relevantes de SARe. Este caso

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

estará provavelmente relacionado com o facto do horizonte B do Luvissole apresentar valores iniciais de sodicidade já de si elevados (2,6 para o SARE e 4,35 para a PST) comparativamente aos outros solos. Relativamente ainda a este horizonte os autores alertam para o facto da soma dos valores iniciais de Na + Mg de troca passar dos 50% (53%) e, após o ciclo de rega não se terem verificado acréscimos da sodicidade do solo, mesmo com a aplicação da água de pior qualidade. Por fim os autores referem a necessidade de realização de estudos complementares, com dois ou mais ciclos de rega e de chuva, preferencialmente em condições de campo.

O estudo acima apresentado foi uma forma expedita, mas apenas exploratória, para avaliar o impacto da rega com água de má qualidade em diferentes tipos de solo, num ambiente controlado, mas apresenta debilidades como não ter sido medida a quantidade de água drenada e evaporada e, não ter referido o intervalo entre regas, nem o grau de secagem ocorrido entre as mesmas. Serve no entanto para mostrar o elevado risco de salinização dos diferentes solos e a sua dependência da qualidade da água de rega, da precipitação de outono-inverno e da criação de condições para que essa precipitação possa efetivamente atravessar o perfil do solo. No caso particular do horizonte B do Luvissole, apesar de ter sido aplicada água com teores elevados Na e de Mg, não se verificou incremento no teor destes iões no solo pelo que, será de admitir a hipótese da água de rega com valores de SAR relativamente baixos (não superiores a 3, como será de aceitar para a futura água de Alqueva) não agravar o risco de sodicização dos Luvissoles pelo que o fator limitante à produtividade seria, neste caso, a salinidade.

Num ensaio de campo que decorreu entre 2001 e 2005 em Alvalade do Sado, num Fluvissole Êutrico de textura mediana, Gonçalves *et al.* (2009) efetuaram um estudo em 3 monólitos de solo com 1,2 m² de área e 1 m de espessura, com isolamento lateral e drenagem livre, cobertos com vegetação natural e sujeitos a condições atmosféricas. Cada monólito foi regado com uma qualidade de água diferente, similar às apresentadas em Martins *et al.* (2001), na página anterior. A dotação total anual foi de 500 mm, ao longo de 4 épocas de rega, de maio a agosto, e tendo ficado em condições atmosféricas durante os restantes meses do ano. Os autores verificaram que a precipitação ocorrida foi suficiente para evitar a salinização e a sodicização do solo, mesmo com a utilização da água de pior qualidade (CE de 3,2 dS m⁻¹ e SAR de 6), embora tenham atingido valores de CEE de 3,5 e de 5,8 dS m⁻¹, nos 20 cm superficiais do solo, após o último ciclo de rega nos dois monólitos em que foi aplicada a água de pior qualidade. Após o último período de chuva, todos os tratamentos apresentaram uma CEE claramente superior aos valores iniciais mas, inferiores a 1 dS m⁻¹ nos primeiros 40 cm de solo. Pelo contrário, os valores de SAR

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

não apresentaram reduções sensíveis após os períodos de chuva e, os valores mais elevados ocorreram sempre nos 40 cm superficiais do solo, mesmo após o período de precipitação e, no final para a mesma profundidade, os valores de SARE foram de 3, 4 e 7, de acordo com as 3 qualidades da água de rega utilizada. Na modalidade com água de pior qualidade o valor da PST chegou a 8%, no final do terceiro ciclo de rega, mas reduziu-se após o último período de chuva para 6%. Tanto a CEe como a SARE tenderam a estabilizar a partir do terceiro ciclo de rega. No final foi ainda avaliada a estabilidade dos microagregados e, os autores verificaram uma redução na estabilidade dos microagregados, apenas no monólito com o tratamento de água com a pior qualidade.

O estudo acima apresentado, apesar de não ser de longa duração, já apresenta uma duração suficiente para tirar algumas conclusões. No entanto o tipo de solo utilizado no estudo (Fluvissole) é pouco representativo da área dos novos regadios de Alqueva. Os solos mais representativos são os Luvissoles, que no horizonte B, apresentam mais argila e provavelmente pior estrutura do que o Fluvissole apresentado no estudo, pelo que as conclusões terão de ser analisadas com precaução. No entanto, o estudo mostra claramente que a água da chuva é essencial para a lixiviação dos sais do solo e pouco eficaz no controlo da sodicidade do mesmo. Esta situação levou a que o solo tivesse evidenciado alguns problemas de estabilidade estrutural quando foi regado com a água de pior qualidade (SAR de 6) e que no final o solo evidenciasse uma PST de 6%. Apesar dos autores não considerarem que este valor represente um risco imediato de sodização do solo, este valor corresponde à fronteira em que os solos passam a ter a designação de hipossódicos na classificação da WRB e como sódicos na classificação australiana. Os próprios autores detetaram uma redução na estabilidade dos microagregados que receberam essa água. De qualquer modo a futura água de Alqueva deverá ter uma SAR significativamente mais baixa pelo que o risco de sodização, em condições normais, será mais baixo do que o apresentado no estudo.

N.L. Castanheira (2010) apresentou os resultados de um ensaio que decorreu ao longo de 3 anos (de 2004 a 2006) onde foi testado o comportamento de um Fluvissole Êutrico (Alvalade do Sado) de textura mediana e, de um Antrossole Hórtico de textura ligeira (Mitra-Évora), perante a aplicação de 3 níveis de salinidade e de 4 níveis de azoto na água de rega, num total de 12 combinações. A salinidade da água no Antrossole variou entre 0,3 e 2,7 dSm^{-1} e a do Fluvissole entre 0,8 e 4,24 dSm^{-1} . No final dos 3 ciclos de rega e de chuva, o autor verificou um aumento da salinidade e da sodicidade nos dois solos, em todos os tratamentos. No entanto, no Fluvissole a maioria dos valores de CEe situaram-se acima dos 4 dSm^{-1} , após o terceiro ciclo de rega e, mesmo após o último período chuvoso ainda apresentou alguns valores

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

superiores a 4 dSm^{-1} nos tratamentos com níveis mais elevados de sais. Quanto ao SARe também se verificaram valores muito elevados neste solo, acima de 8%, mesmo após o período de lixiviação. O Antrossolo mostrou sempre maior capacidade de lixiviação, atribuída à sua textura mais grosseira e com maior permeabilidade, que evitou o aparecimento de valores problemáticos após o último ciclo de chuva.

Este estudo também não foi efetuado nos solos com maior expressão na área de influência de Alqueva, os Luvisolos, mas mostra claramente que nos solos com textura mais fina, quando regados com água de má qualidade, os problemas de salinidade manifestam-se rapidamente pelo que, sempre que a água de rega apresentar teores elevados de sais, apenas se deverão regar os solos com textura mais grosseira e, sem problemas de drenagem.

Um estudo realizado em 2003 e 2004 por Martins *et al.* (2005), incidiu sobre a monitorização da salinização e da sodicidade de solos regados em 5 rampas rotativas, nos perímetros de rega do Roxo (3 locais com Luvisolos Gleizados) e de Odivelas (2 locais com Cambissolos Flúvicos e com Vertissolos Cálcicos). A cultura instalada foi milho-grão, com a exceção dos Vertissolos onde foi cultivada beterraba sacarina. A água do Roxo apresentou valores de CE entre 1,1 e $1,3 \text{ dSm}^{-1}$ e de SAR entre 2,2 e 3,1 e a água de Odivelas apresentou valores de CE entre 0,5 e $0,8 \text{ dSm}^{-1}$ e de SAR entre 1,9 e 2,5. No ano de 2004 a salinidade e a sodicidade do solo foram avaliadas, no extrato de saturação do solo, antes e após a rega. Os autores observaram, no caso dos locais 1 e 3 (Luvisolos) que, os valores de CEe antes do início da rega na primavera, se situaram na ordem dos 2 dSm^{-1} e após a campanha de rega, em setembro, apresentaram valores mais elevados, na ordem dos 3 dSm^{-1} . Nestes dois locais os valores de SARe mantiveram-se sempre na ordem de 4. Porém, num dos locais dos Luvisolos, o valor de CEe antes da rega, na camada mais superficial (0 a 20 cm) atingiu 10 dSm^{-1} e os valores de SARe ficaram na ordem de 8, nas diferentes profundidades do solo (0 a 60 cm) tendo, após o período de rega, tanto os valores de CEe como os de SARe apresentado alguma redução (CE para a ordem de 6 dSm^{-1} e SAR de 7). Os autores explicam os elevados valores de halomorfismo neste local, com o facto da chuva de inverno não ter sido suficiente para lixiviar os sais do solo, devido ao local apresentar um reduzido declive e má drenagem interna o que proporcionaram uma acumulação de sais, veiculados pela água de rega. No caso dos Cambissolos e dos Vertissolos, regados com água de melhor qualidade de Odivelas, os valores de CEe e de SARe foram sempre baixos e não levantaram preocupações relativas a problemas de hidromorfismo. Os autores recomendam ainda a implementação de sistemas de drenagem artificial, para resolver os problemas de encharcamento do solo e possibilitar a lixiviação de sais, nos solos com má drenagem

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

externa e interna, pois a mesma possibilita a lixiviação dos sais mesmo quando a precipitação é escassa, recorrendo a dotações de rega adicionais.

No estudo, acima sintetizado, não foram medidos (ou pelo menos não foram mencionados) parâmetros relevantes para o estudo da halomorfização do solo, como a dotação de rega e a precipitação, nem as operações culturais realizadas. No entanto é apresentado um caso concreto de um Luvissole, em que as deficientes condições de drenagem (externa e interna) causam problemas de salinidade do solo (mais do que de sodicidade), mesmo com água de rega com uma CE inferior a 2 dSm^{-1} . Quanto à recomendação da drenagem artificial, para resolver problemas de encharcamento e de halomorfismo poderá estar tecnicamente correta mas, a drenagem subterrânea em solos argilosos só deverá apresentar viabilidade económica em áreas muito localizadas ou em situações muito específicas.

Um estudo (Ramos *et al.*, 2005) focado essencialmente na quantificação dos escoamentos superficiais potenciais, na rega com rampas rotativas, efetuado nos mesmos perímetros de rega e nos mesmos anos do estudo anteriormente apresentado, inclui 6 locais com Luvissoles Gleizados. Os autores identificaram elevados coeficientes de escoamento superficial, na maioria das rampas rotativas, devido à reduzida infiltrabilidade do solo e à reduzida capacidade de retenção superficial, conjugada com a elevada intensidade de rega. Os autores fazem algumas recomendações para mitigar o problema, para além da necessidade do correto dimensionamento das rampas rotativas, como a abertura de covachos, a mobilização reduzida e privilegiar a utilização de culturas com boa cobertura de solo como por exemplo a beterraba ou o algodão.

A menção ao estudo acima apresentado, serve essencialmente para alertar para os elevados riscos de escoamento superficial, no caso particular dos Luvissoles, na medida em que, a redução da quantidade de água infiltrada contribuirá para o agravamento da halomorfização, pois reduz a quantidade de água disponível para a lixiviação dos sais. As medidas para melhorar a infiltrabilidade do solo devem ser pensadas também para maximizar a infiltração da água no inverno, para que a água da chuva seja eficaz na lixiviação dos sais veiculados pela rega. Para o efeito, será essencial proteger o solo do impacto das gotas de chuva e da rega e, melhorar a condutividade hidráulica do horizonte B dos Luvissoles.

Um estudo de técnicas de drenagem, com subsolagem e com drenos toupeira, efetuado num campo equipado com drenagem subsuperficial (tubos de plástico a 0,9 m de profundidade com afastamento de 27 m) foi realizado por Laranjeira *et al.*

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

(2005) e por Laranjeira (2006), com o objetivo de avaliar a melhoria das condições de drenagem interna dos solos de Barro (Vertissolos) e a prevenção da salinização do solo, mediante a utilização de água de rega da ribeira de Canhestros, com uma CE compreendida entre 1,8 e 3,3 dSm⁻¹. O estudo decorreu na herdade experimental do Outeiro, inserida na infraestrutura 12 de Alqueva em Ferreira do Alentejo, entre 2002 e 2005, num solo que esteve sujeito em anos anteriores a culturas de sequeiro. Em todas as 3 modalidades (drenos de plástico; drenos de plástico combinados com subsolagem; drenos de plástico combinados com drenagem toupeira) os autores verificaram, ao fim dos quatro anos um aumento significativo da salinidade do solo, em relação ao sequeiro, mas a CEe ficou abaixo dos 4 dSm⁻¹. Concluíram que as dotações de rega e as frações de lixiviação (FL) foram muito baixas, mas suficientes para manter a salinidade do solo compatível com as culturas (girassol, milho e sorgo). A modalidade mais eficaz a controlar a salinidade foi a subsolagem combinada, seguindo-se a drenagem toupeira combinada e por fim a drenagem com tubos de plástico. Os autores referem que as frações de lixiviação recomendadas (superiores a 0,26) seriam incompatíveis com as condições de má drenagem dos solos argilosos pelo que puseram a hipótese da prática de FL reduzidas, mas que permitam deixar os sais na base do perfil do solo, de modo a poderem ser lixiviados com a água das chuvas de outono-inverno, como modo de gestão da salinidade dos solos argilosos.

P.J. Castanheira & Serralheiro (2010), na continuação do estudo acima apresentado, calibraram o modelo HYDRUS2D, com dados de campo, especificamente para as modalidades tubos de plástico e drenagem toupeira combinada. Ao correrem o modelo concluíram que a precipitação normal de inverno não é suficiente para evitar a acumulação de sais no perfil do Vertissolo em estudo, mas verificaram que a drenagem toupeira, combinada com a drenagem subsuperficial, é mais eficaz do que apenas a drenagem subsuperficial, em particular nos invernos mais chuvosos, na redução da salinização do solo.

O estudo acima apresentado expõe a vulnerabilidade dos Vertissolos aos riscos de rápida salinização do solo, quando a água de rega apresenta teores elevados de sais, na área de influência de Alqueva. O estudo mostra claramente que a instalação de drenagem subsuperficial, para além de ser muito onerosa, não evita a acumulação de sais nos solos com má drenagem interna, sempre que a água de rega apresentar elevados teores de sais. O estudo teria sido mais conclusivo, quanto à eficácia da drenagem no controlo da salinidade do solo, se tivesse incluído um tratamento testemunha, sem qualquer tipo de drenagem. A água de Alqueva deverá no entanto apresentar valores de salinidade significativamente inferiores aos existentes na ribeira de Canhestros mas, dada a vulnerabilidade destes solos, deverá ser implementado um minucioso plano de monitorização do halomorfismo neste tipo de solos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Apesar dos estudos mencionados neste ponto terem, em geral, o objetivo de avaliar os riscos de salinização e de sodicização dos solos a converter ao regadio nas áreas de influência de Alqueva, poucos incidiram em Luvissolos e em Vertissolos, apesar de serem estes os solos mais representativos na região e em simultâneo os que apresentam maiores riscos de salinização e de sodicização, quer por apresentarem má drenagem interna, quer por apresentarem elevada capacidade de retenção de água, fazendo com que o superavit hídrico resultante da precipitação de inverno seja menor para a lixiviação de sais, como alerta Sequeira (2000). Nos estudos apresentados, sempre que a água de rega apresentou uma CE superior a 1 dSm^{-1} verificou-se uma tendência para a acumulação de sais no solo, o que evidencia que na região sempre que for utilizada água de má qualidade nos solos, com má drenagem interna, o risco de salinização do solo, mais do que de sodicização, será muito significativo, pelo que será necessário conceber, ensaiar e executar uma gestão agronómica que assegure e previna a halomorfização desses solos.

No ano de 1990, de acordo com Serralheiro (1997), já estavam em exploração vários perímetros de rega no Alentejo, de iniciativa estatal: Caia, Campilhas, Alto Sado, Vale do Sado, Divor, Mira, Odivelas, Roxo e Vigia. Apesar de muitos perímetros estarem em exploração há muito tempo, em grande parte na área de influência de Alqueva, não foi efetuada a caracterização de referência dos solos, antes de entrarem em regadio, nem estudos sistemáticos e continuados do impacto do regadio no solo. Este facto levanta dificuldades na perceção da sustentabilidade do regadio e na procura de soluções agronómicas adequadas para as novas áreas de Alqueva, que estão atualmente a entrar em regadio. O estudo mais abrangente relativo à importância do impacto da prática continuada do regadio no Alentejo foi realizado por Nunes (2003) e abarcou a totalidade do perímetro de rega do Caia, pelo que se justifica, já a seguir, a apresentação do referido perímetro e uma síntese do referido estudo.

2.1.10.1. O perímetro de rega do Caia

O perímetro de rega do Caia foi construído no âmbito do plano de rega do Alentejo. Foi inaugurado no ano de 1967 e beneficia uma área de 7271 ha. A distribuição da água é feita por gravidade, em canais e condutas subterrâneas, adequadas à prática da rega por gravidade. Dentro do perímetro de rega, os agricultores fizeram uma conversão progressiva da agricultura de sequeiro para a de regadio, tendo decorrido cerca de 30 anos até à conversão total. A cultura dominante foi a do milho, seguida do trigo e nos últimos anos tem ocorrido uma forte conversão de culturas anuais em culturas perenes como o olival e o pomar (Chinita, 2009).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nunes (2003) realizou um trabalho exaustivo do impacto da prática continuada do regadio sobre as características químicas da camada arável dos solos que constituem o perímetro de rega do Caia. Para o efeito, o autor apresentou a cartografia de solos de toda a área do perímetro (12 400 ha incluindo a área de sequeiro), de acordo com a classificação da FAO (FAO-ISRIC-ISSS, 1998). Os grupos de solos mais representativos são: Fluvisolos (42,7%); Luvisolos (21,7%); Calcissolos (16,1%); Cambissolos (6,1%); Vertissolos (1,8%); Regossolos (0,6%). Posteriormente a totalidade da área do perímetro foi dividida numa quadrícula base de 11,1 ha e em cada quadrícula foi retirada uma amostra compósita (0-20 cm), para determinações laboratoriais. Com o recurso a um sistema de informação geográfica (SIG), estas amostras foram relacionadas individualmente com o tipo de solo e com o sistema cultural: sequeiro; menos de 15 anos em regadio; entre 15 e 25 anos em regadio; mais de 25 anos em regadio. No estudo são referidos sintomas de hidromorfismo (encharcamento permanente ou por períodos prolongados) em 4% da área do perímetro, sendo que a sua distribuição está aleatoriamente disseminada por toda a área. O autor verificou que a introdução do regadio reduziu o teor em matéria orgânica (MO) em todos os agrupamentos de solo, com exceção dos Vertissolos e justifica esta exceção com o facto das argilas expansivas apresentarem elevada densidade de carga negativa, que facilita a formação de complexos argilo-húmicos que protegem as macromoléculas orgânicas da mineralização. O regadio incrementou a condutividade elétrica (CE) em todos os solos (medido no extrato 1:5) com exceção dos Regossolos, devido aos sais veiculados pela água de rega, mas também pela maior intensidade dos fatores de produção, em particular os fertilizantes, que induzem a salinização do solo. A exceção do aumento da CE nos Regossolos prendeu-se com a predominância de texturas grosseiras que facilitam a lixiviação dos sais. Não considerando o grupo dos Regossolos, a capacidade de troca catiónica (CTC) diminuiu em todos os grupos de solos, exceto nos Vertissolos, em que o valor deste parâmetro subiu. As variações são explicadas essencialmente pela variação do teor em MO. O Ca e o Mg de troca também sofreram reduções com a entrada em regadio, em todos os solos, exceto nos Vertissolos em que este parâmetro apresentou um incremento. Pelo contrário, o Na de troca aumentou com a introdução do regadio, em todos os grupos de solos, aumentando tanto mais quanto o tempo do solo em regadio, apesar da água de rega apresentar baixa salinidade e sodicidade, como se pode comprovar no Quadro 15. No entanto, a PST ainda não atingiu valores críticos em nenhum dos grupos de solos. O autor deixou claro que o impacto do regadio no solo aumentou os riscos de salinização e de sodicização do solo, recomendando a monitorização constante destes parâmetros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quadro 15 – Composição média da água de rega utilizada no perímetro de rega do Caia, nas campanhas de 2000 e 2001. [Adaptado de Nunes *et al.* (2007)].

Parâmetro	Média	Variação
pH	7,89	7.37 - 8.50
CE (dS m ⁻¹)	0,2	0.19 - 0.22
Ca (mg L ⁻¹)	18,72	16.35 - 23.40
Mg (mg L ⁻¹)	6,65	5.72 - 7.28
P (mg L ⁻¹)	4,97	4.72 - 5.34
K (mg L ⁻¹)	2,65	2.25 - 3.10
NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	3	Vest. - 8.80
Na (mg L ⁻¹)	11,15	8.60 - 13.90
Cl (mg L ⁻¹)	18,42	17.70 - 20.25
SAR	0,2	0.16 - 0.22

Nunes (2003) ao incluir os solos que permaneceram em sequeiro permitiu colmatar, em grande medida, a ausência da caracterização de referência do solo antes da entrada em regadio e a ausência de estudos continuados do impacto do regadio no solo. No entanto, a avaliação em toda a área foi baseada em amostras de solo, recolhidas apenas nos 20 cm superficiais, destinadas essencialmente ao estudo do impacto do regadio na fertilidade química do solo. Para caracterizar especificamente o risco de halomorfização do solo teria sido importante retirar amostras a uma segunda profundidade (exemplo de 20 a 50 cm). No estudo, o autor mostra que a subida do teor de sódio foi mais acentuada nos Vertissolos, do que nos outros solos mas, estes solos apresentam um teor elevado de argila desde a superfície enquanto, por exemplo, os Luvisolos apresentam um teor de argila significativamente mais elevado no horizonte B, que se situa a maior profundidade, sendo este o horizonte crítico para estes solos, em relação aos riscos de sodicidade. Para efeitos de monitorização da sustentabilidade do regadio, caso tivesse sido efetuada a caracterização inicial de referência dos solos no perímetro de rega do Caia, não teria sido necessário incluir no estudo a área de sequeiro e, desse modo, teria sido possível avaliar duas profundidades, com um número de amostras similar ao que foi efetivamente utilizado.

2.1.11. A monitorização do halomorfismo na área de influência de Alqueva

Existem várias formas de recuperar solos halomórficos mas tem frequentemente elevados custos económicos, pelo que a prevenção da acumulação

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

de sais é o mais recomendável (Paz *et al.*, 2004). Hillel (2000) refere que é difícil a deteção e o diagnóstico da salinidade na fase inicial, pelo que só testes de diagnóstico sistemáticos e objetivos, realizados repetidamente desde o início da introdução do regadio, podem alertar a tempo para problemas de salinidade incipientes, antes que se tornem graves e excessivamente dispendiosa a sua correção. Este autor adianta que deve ser monitorizada a água de rega, o perfil do solo, o nível freático e a salinidade da água dos aquíferos. Herrero & Pérez-Coveta (2004) recomendam também a monitorização da qualidade da água de drenagem e dos respetivos caudais.

Vários autores (Sequeira *et al.*, 1995; Sequeira, 2000; Serralheiro, 2005) alertam para o risco da sustentabilidade dos regadios de Alqueva, em particular nos solos com má drenagem interna por estarem muito dependentes da qualidade da água de rega. Estudos realizados neste tipo de solos, mencionados no ponto anterior (2.1.10), mostram que o processo de salinização pode ser rápido, sempre que a água de rega apresentar um elevado teor em sais e a drenagem for débil, pelo que a monitorização da qualidade da água é essencial para a gestão da rega e, serve de alerta para a deteção precoce de problemas de halomorfismo.

Foi desenvolvido um projeto denominado “Rede de controlo da qualidade da água de rega” (COTR, 2008), com o objetivo de caracterizar, avaliar, controlar e demonstrar a influência que diferentes estratégias de rega, usadas pelos agricultores ao nível de uma bacia hidrográfica podem ter na potencial degradação das águas de superfície e subterrâneas a jusante e da qualidade da água de rega na potencial salinização secundária do solo. O projeto decorreu entre 2005 e 2008, em duas bacias hidrográficas. Das duas bacias estudadas (A e B), expõe-se aqui apenas os resultados da bacia A, por apresentar mais dados disponíveis. Esta situa-se no bloco de rega da designada infraestrutura 12, do sistema global de rega de Alqueva, junto a Ferreira do Alentejo, na qual os solos são essencialmente classificados como Luvisolos. A água de rega teve origem na Albufeira de Odivelas. Foram medidos os volumes de entrada (água de rega e precipitação) e de saída (água de drenagem) das bacias, com recurso a medidores de registo contínuo. Quinzenalmente foram retiradas amostras da água de rega, da água de drenagem da bacia (vala) e da água subterrânea (furos e poços), para a avaliação da qualidade da água. A água de rega apresentou uma variação entre 0,4 e 0,7 dSm⁻¹ e valores de SAR inferiores a 3, apresentando assim um risco médio de salinização e baixo de sodização, C2S1, de acordo com a classificação da USSL (ver Figura 7 na página 30). A água da vala de drenagem apresentou valores elevados de salinidade, com muitas amostras a inserirem-se na classe C4S2, essencialmente nos meses de maior precipitação, de janeiro a abril, tendo sido de melhor qualidade nos restantes meses. A água subterrânea foi observada em poços e a maior parte apresentava valores de CE entre 3 e 9 dSm⁻¹ e, de SAR entre 6 e 12. Os autores concluem que a qualidade da água de drenagem foi influenciada pela

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

qualidade da água subterrânea, na medida em que esta apresentou os piores valores no inverno, quando o nível freático subiu. Os autores consideram que tanto a água recolhida na vala como a água subterrânea não devem ser usadas na rega de solos com má drenagem interna, devido ao elevado risco de halomorfização, mas realçam que a má qualidade da água subterrânea não se deveu à rega, porque a qualidade da mesma já era má, no início do projeto. A salinização e sodização do solo apresentaram oscilações ao longo da campanha mas, ao considerar o período chuvoso, não se verificou acumulação de sais no solo. No entanto, num local de observação na cultura do tomate, com drenagem superficial deficiente, em que afluiu água de escorrência, registaram-se valores de CE superiores a 10 dSm^{-1} e de SAR superiores a 7. No entanto, após a chuva de inverno, os valores de salinidade/sodicidade desse mesmo local também se reduziram, para níveis similares aos dos outros pontos.

O projeto acima apresentado e parcialmente exposto serve também de modelo para a criação de uma rede de monitorização do impacto do regadio nas novas áreas de Alqueva, na medida em que regista a quantidade e a qualidade da água à entrada e à saída de uma sub-bacia hidrográfica e faz a monitorização do solo em alguns locais selecionados. No entanto, para esse fim, deveria ter também registado a variação dos níveis freáticos da bacia e, nos locais de monitorização do solo, teria sido importante o registo da ocorrência e duração de níveis freáticos suspensos.

Num outro projeto foi feita a inventariação dos pequenos regadios individuais do Alentejo (Oliveira *et al.*, 2005), que serviu de base para uma amostragem da qualidade da água de rega, desses regadios (Oliveira & Varela, 2005), tendo sido avaliada uma centena de origens de água. Em 42% desses locais a água apresentava uma CE abaixo de $0,7 \text{ dSm}^{-1}$ e, em 53% das amostras, a CE ficou compreendida entre $0,7$ e 3 dSm^{-1} , valores que segundo os autores já representam um risco médio a elevado de salinização dos solos com má drenagem. Quanto à sodicidade apenas uma amostra apresentou valores de SAR superiores a 8, pelo que, os autores concluíram que o risco de sodização do solo dos pequenos regadios será baixo. Este estudo mostrou que, em geral, a salinidade da água de rega nos regadios individuais é superior à dos regadios coletivos, apresentados no estudo do COTR (2008). Os autores alertam ainda para o facto de muitos destes pequenos regadios drenarem para albufeiras inseridas na área de influência de Alqueva, pelo que, um plano de monitorização relativo à sustentabilidade de Alqueva não deverá excluir esta realidade.

Como já referido, a sustentabilidade da maior parte dos solos de regadio de Alqueva depende, em grande medida, da qualidade da água de rega. No entanto,

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

estudos de cariz ambiental, como o do plano de gestão das bacias hidrográficas integradas na região hidrográfica do Guadiana (PGBHRH7, 2012), não explicitam parâmetros essenciais ao regadio, como a CE e a SAR, na caracterização da qualidade das massas de água superficiais, nem das massa de água subterrâneas, apesar do próprio estudo reconhecer que a maior parte da água se destinar ao regadio e, que 56% dos solos se inserem na classe de solos alcalizados ou em risco de alcalização. A própria EDIA não realça a importância da qualidade da água para rega, na medida em que na página oficial divulga apenas um boletim duas vezes por ano (março/abril e em julho/agosto) com os parâmetros mais relevantes da qualidade da água das albufeiras de Alqueva e do Pedrogão. A amostragem da água da albufeira de Alqueva é feita junto à estação elevatória dos Álamos, no rio Degebe, pelo que as análises de primavera serão certamente influenciadas pelo caudal natural deste rio e desta forma não representam com fidelidade a qualidade da água de Alqueva, além da amostragem ser claramente insuficiente tanto em periodicidade como em número de locais de captação, tendo em atenção a dimensão do empreendimento e a importância da qualidade da água de rega no solo, sendo essenciais como alerta para os riscos de salinização dos solos mais suscetíveis.

A EDIA está a proceder à caracterização da situação de referência (antes da entrada em regadio com água de Alqueva), dos solos dos blocos de rega que entram em funcionamento e facultou-nos o acesso ao relatório técnico (COTR, 2011), relativo aos blocos de rega do Pisão, Alvito-Pisão e Monte Novo. Segundo os autores, este estudo tem o objetivo de recolher informação adequada, que permita futuramente a deteção de problemas de degradação dos solos e das águas, de modo a possibilitar a sua correção atempada. Dada a pertinência do estudo segue-se uma apresentação, parcial, do mesmo.

A cartografia de solos base foi a Carta de Solos de Portugal (Cardoso, 1974 cit. COTR, 2011). Foram abertos e georreferenciados 2 ou 3 perfis por cada uma das famílias de solo mais representativas em cada um dos blocos de rega, num total de 34 perfis, que reportam a uma área total de 20300 ha. Os resultados analíticos das amostras de solo retiradas em cada horizonte e em cada um dos perfis foram extrapolados para a totalidade da área do bloco de rega, cartografado com a respetiva família. Todas as amostras extraídas dos 34 perfis apresentaram uma CEe inferior a 1 dSm^{-1} e uma PST inferior a 2%, com a exceção de duas amostras que apresentaram um valor de PST superior a 2%, mas inferior a 6%. Assim, os autores consideraram que pela CEe e pela PST o risco de salinização/sodização do solo é nulo, em toda a área dos três blocos de rega, mas em relação ao critério de condutividade hidráulica, o risco de salinização/sodização é muito alto em mais de 40% da área avaliada. O conjunto das cartas de clima, solos, água de rega, declives e de cobertura vegetal apresentadas no referido estudo permitiu, mediante critérios de ponderação, a elaboração de uma carta que sintetiza os riscos de salinização/sodicização do solo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Essas cartas mostram que cerca de 60% da área foi classificada com risco médio e 20% com risco baixo, ficando a restante área sem elementos para avaliação.

A elevada área de solos em risco de salinização/sodicização elaborada no estudo acima apresentado, apesar de representar apenas 1/6 da área do empreendimento de Alqueva, está em consonância com o estudo apresentado por Sequeira *et al.* (2005) para a área de influência de Alqueva. A referida carta será útil para definir prioridades de monitorização futura dos riscos de halomorfização do solo, no entanto convém salientar que não incorpora parâmetros importantes na potenciação ou mitigação do halomorfismo, como a capacidade utilizável do solo e a matéria orgânica. Por outro lado, a qualidade da água de rega utilizada no estudo foi a que abastece os respetivos blocos de rega e provem das albufeiras do Pisão, Avito-Pisão e do Loureiro (CE de 0,46; 0,35; 0,43 e SAR de 0,80; 0,65; 1,1 respetivamente) que, segundo os autores, apresentam baixo risco de halomorfização do solo.

O mais importante na caracterização inicial da situação de referência será permitir, no futuro, monitorizar as variações de salinidade e de sodicidade dos solos, com novas amostragens nos mesmos locais, de modo a detetar precocemente eventuais problemas de halomorfização do solo ou de outros fatores de qualidade do mesmo. Contudo, sublinha-se que o estudo apresentado pelo COTR (2011) não faz recomendações quanto à periodicidade futura de recolha de informação e que poderiam ser, por exemplo, de 10 em 10 anos para solos com baixo risco e de 5 em 5 anos para os solos classificados com risco médio e encurtando-se os prazos caso a qualidade da água de rega se deteriore e/ou ocorram anos secos consecutivos. Outro aspeto a ter em atenção na recolha de amostras de solo será a data mais adequada para a recolha das mesmas. No estudo do COTR (2011), as amostras de solo, para determinação de parâmetros químicos, foram efetuadas em abril/maio pelo que, numa próxima observação esta data deverá ser tida em conta para facilitar a comparação dos parâmetros. De qualquer modo, o período de primavera será sempre o mais adequado para funcionar como referência, após o período de lixiviação dos solos pela chuva.

O estudo apresentado pelo COTR (2011) é expedito e está coerente no seu todo, mas apresenta uma debilidade relevante relacionada com o método de amostragem, em virtude dos dados das amostras extraídas nos perfis terem sido extrapolados para a totalidade da área cartografada, para a respetiva família de solos, o que significa que, em média, cada perfil representou cerca de 600 ha e apesar da localização de cada perfil ter sido bem ponderada, sabe-se que, em espaços muito curtos, inferiores a 2 ou de 3 metros, ocorrem variações significativas, em particular nas componentes químicas do solo, o que poderá conduzir a distorções significativas da realidade. No caso do estudo efetuado por Nunes (2003), no perímetro de rega do Caia, foram abertos perfis com o objetivo de classificar os solos,

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

de acordo com a classificação da FAO, contudo a apresentação dos parâmetros químicos numa carta (neste caso apenas dos 20 cm superficiais) foi feita com base numa amostra compósita por cada 11,1 ha, para a totalidade da área do perímetro (12400 ha). Este método, devido ao elevado número de amostras, é muito mais efetivo na deteção das alterações introduzidas pelo regadio, do que o apresentado pelo COTR e é exequível, como foi demonstrado pelo autor, dado que toda a área voltou a ser novamente avaliada, 10 anos depois, no âmbito de um novo projeto (Nunes *et al.*, 2013), tal como estava previsto, sem necessidade de abertura de novos perfis. É evidente que os custos envolvidos com este método são mais elevados. Todavia, tendo em conta o risco que uma área significativa dos solos convertidos ao regadio no empreendimento de Alqueva possam perder capacidade produtiva, devido à não deteção precoce de problemas de salinidade/sodicidade, certamente justificaria um investimento mais elevado numa caracterização da situação de referência mais detalhada, recorrendo por exemplo a uma metodologia semelhante à utilizada em Nunes (2003), mesmo que a malha tivesse de ser mais larga devido a restrições orçamentais. No atual estudo do COTR (2011), um modo de completar e melhorar a avaliação seria completar com amostras de solo compósitas, extraídas a duas ou mais profundidades (exemplo 0 a 20 cm e outra de 20 a 50 cm) numa área bem definida, de por exemplo 1 ha, nas imediações de cada perfil. Estas amostras, apesar do seu reduzido número, seriam mais representativas da zona, de modo a reduzir erros devidos à variabilidade, e a extrapolar da zona do perfil para a área da respetiva família de solo. Em observações futuras os dados de parâmetros tão importantes como a CE, a PST, a matéria orgânica e outros, seriam mais fiáveis para monitorizar a evolução do halomorfismo ao longo do tempo. Todavia esta solução, tendo em atenção o fim a que se destina, não é comparável a uma que caracterize efetivamente a totalidade da área de cada bloco de rega.

A monitorização de toda a superfície do solo poderá ser efetuada pela medição da condutividade elétrica aparente do solo, recorrendo a equipamentos de indução eletromagnética, como são exemplo os trabalhos de Fitzpatrick *et al.* (2003) e Thomas *et al.* (2009). Esta metodologia foi desenvolvida com o intuito de monitorizar a salinidade do solo (Rhoades *et al.*, 1999). Contudo, essa condutividade depende de inúmeras propriedades físico-químicas, para além dos sais solúveis, como o teor de argila e a mineralogia, a profundidade das camadas de argila, a densidade do solo, o teor de água do solo, a temperatura do solo e a matéria orgânica (Corwin & Lesch, 2005), pelo que, a avaliação de problemas de halomorfismo exige uma cuidada calibração (Rhoades *et al.*, 1999; Thomas *et al.*, 2009), sem dispensar a laboriosa amostragem do solo. Todavia, em condições de baixa salinidade, a condutividade elétrica aparente do solo tem sido utilizada essencialmente para a elaboração expedita de mapas, com base na determinação de variações espaciais de diversas

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

propriedades do solo, com as quais a condutividade elétrica aparente se correlaciona (Corwin & Lesch, 2005; Padhi & Misra, 2011; Serrano *et al.*, 2010), tendo sido essencialmente utilizada em agricultura de precisão.

Pelo exposto, a aplicação desta tecnologia à monitorização dos solos da área de influência de Alqueva, para efeitos de caracterização da situação de referência e deteção precoce de problemas de salinidade, não parece eficaz devido aos inúmeros fatores que afetam a medição da condutividade elétrica aparente do solo. No entanto, devido ao seu potencial na determinação de variações espaciais das propriedades do solo, entre as quais o teor de argila e a profundidade da argila, poderá ser particularmente útil na tomada de decisão para a localização mais adequada à abertura de perfis do solo, para efeitos da caracterização da situação de referência dos solos de Alqueva.

A caracterização de referência do solo antes da entrada em regadio e, a monitorização do solo, não substituem a necessidade da implementação de campos experimentais, de médio e de longo prazo, como referido em Sequeira *et al.* (1995), na medida em que estes campos serão essenciais para testar diferentes tecnologias e gestões agronómicas, com ênfase em solos com má drenagem interna, de modo a encontrar soluções sustentáveis para a exploração dos mesmos em regadio.

Complementarmente, quanto mais informação existir ao longo do tempo, ao nível de cada parcela, como o histórico das culturas, a qualidade da água de rega, o regime hídrico, a monitorização da salinidade e da sodicidade do solo e de outros parâmetros de qualidade do solo, mais rapidamente serão encontradas soluções agronómicas adequadas à sustentabilidade de cada parcela em questão.

2.1.12. Súmula de itens envolvidos no risco de halomorfização de solos com má drenagem interna, onde se enquadram a maioria dos solos da área de influência de Alqueva.

Monteiro (2004) refere que, no Alentejo, alguns dos solos que estudou do subgrupo de Solos Mediterrâneos de Materiais não Calcários, em regime de sequeiro, apresentam teores elevados de sódio nos horizontes B e C e com maior intensidade no sopé das encostas, com PST superiores a 6% e por vezes até superiores a 15% ou com uma percentagem de Na + Mg superior a 50% da CTC. O autor classificou estes solos como solos sódicos (*Solonetz*), com significativos problemas de hidromorfismo mas refere que a origem destes catiões é o próprio material originário do solo. No

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

entanto estes perfis não apresentam PST altos no horizonte Ap e têm teores de sais normais em todo o perfil. Deste modo estes solos, em sequeiro, não limitam a produtividade das culturas nos anos de menor precipitação, porém quando convertidos ao regadio, em particular pela adição dos sais na água de rega, são particularmente vulneráveis à salinização por insuficiente lixiviação, causada pela má drenagem interna. Outro aspeto que contribui para o risco de salinização destes solos sódicos e, também de solos mediterrâneos não sódicos, mas com má drenagem interna, é o facto de em geral apresentarem uma elevada capacidade de retenção da água disponível para as plantas de onde resulta um reduzido *superavit* hídrico, nas regiões de menor precipitação, como demonstrado por Sequeira (2000) onde, por este motivo, os solos de Barro também apresentam elevado risco de halomorfização.

Como também foi mostrado no ponto 2.1.10., deste capítulo, os riscos de salinização dos solos com má drenagem interna são concretos e muito dependentes da qualidade da água. No entanto o risco de sodicidade do solo não é evidente, na medida em que a origem do Na e do Mg é intrínseca ao próprio solo (Monteiro, 2004), pelo que a futura rega destes solos, com água de Alqueva, não deverá agravar a sodicidade dos mesmos, na medida em que os teores destes iões na água de rega deverão ser relativamente baixos, como foi referido no ponto 2.1.7.1. Porém, a preocupação com a sodicidade destes solos não pode ser descurada em virtude da própria sodicidade ampliar o risco de salinização do solo, por dificultar a FL, e caso a salinização do solo ocorra, a sua correção será muito mais complicada na medida em que se fica perante um solo salinosódico.

Uma das maiores dificuldades na gestão agronómica destes solos, com má drenagem interna, está relacionada com a tendência para a formação de níveis freáticos suspensos, que limitam claramente o recurso a regas excessivas para a lixiviação de sais e também, pelo mesmo motivo, limitam a eficácia da lixiviação de todo o perfil do solo pela chuva de inverno. No ponto 2.2., relativo à gestão agronómica da salinidade, serão integrados outros parâmetros relevantes para a mitigação da salinidade no solo, que passará em grande medida, pela redução da evaporação direta do solo e pela melhoria da infiltração, mas também pela melhoria da condutividade hidráulica da camada de solo limitante, que nos solos mediterrâneos é geralmente o horizonte B.

Assim, em solos com deficiente drenagem interna é importante uma gestão agronómica refletida e aferida por uma monitorização regular do halomorfismo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.2. Gestão agronómica do solo para a prevenção e controlo do halomorfismo

Em regadio, a gestão agronómica da água de rega e dos solos halomórficos e a recuperação dos mesmos é um amplo tema, já estudado e abordado de forma detalhada em muitas publicações (Richards et al., 1954; Ayers & Westcot, 1985; Abrol et al., 1988; Rhoades et al. 1992; Chhabra, 1996; Sumner & Naidu, 1998 e Goyal et al., 2003). A solução universal para o controlo do excesso de sais, em solos regados, assenta na utilização de uma fração adequada de lixiviação e quando esta se revela insuficiente segue-se, em geral, a opção por culturas mais tolerantes. Quando os problemas do halomorfismo estão também relacionados com níveis freáticos elevados, o rebaixamento do nível freático é essencial para a lixiviação dos sais e para a recuperação da produtividade dos solos que exige frequentemente a instalação de sistemas de drenagem artificial. Quando o problema do halomorfismo está também relacionado com excesso de sódio no complexo de troca do solo, a sua recuperação passa também pela adição de corretivos químicos e/ou orgânicos. Em qualquer circunstância, o sucesso da recuperação do halomorfismo depende de uma boa drenagem interna do solo.

A conversão ao regadio de solos com má drenagem interna, onde se enquadram a maioria dos solos da área de influência de Alqueva, em clima semiárido e com água de rega com teores moderados de sais, apresenta um elevado risco de halomorfização do solo, como foi abordado ao longo do ponto 2.1 deste capítulo. Sendo o problema do halomorfismo um assunto vasto, vamos restringir o âmbito da discussão da gestão agronómica do halomorfismo à área de influência de Alqueva, dando relevo às culturas e métodos de rega mais representativos que se preveem para a região. Segundo M. Teixeira et al. (2005a) a região apresenta um clima mesotérmico húmido, com estação seca e quente no Verão (Csa), de acordo com a classificação de Köppen.

Quanto à estrutura fundiária dos blocos de rega de Alqueva M. Teixeira et al. (2005a) mostraram, que 90% da área a regar é ocupada por explorações com dimensão superior a 50 hectares e com relevo pouco acentuado. A cultura de regadio com maior expressão a nível nacional (INE, 2011) e no Alentejo (INE, 2001) é o milho, que tem apresentado um acentuado crescimento na zona de influência de Alqueva (Dias, 2014; LUSA, 2014), pelo que apesar do elevado preço da água, em condições normais, o milho deverá manter a tendência em relação aos outros cereais de regadio na zona de influência de Alqueva, após a sua completa implementação. O facto dos blocos de rega de Alqueva fornecerem água em pressão, juntamente com a maior facilidade de automatização e o menor custo por ha de instalação (em grandes

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

áreas) relativamente aos outros sistemas, fará com que a opção dos agricultores recaia sobretudo nas rampas rotativas (L.L. Silva, 2001).

Assim, a discussão da gestão agronómica do halomorfismo em solos com má drenagem interna, terá por base a manutenção das condições de salinidade adequadas à cultura do milho, por ser a cultura extensiva com maior representatividade na futura área de influência de Alqueva e ser uma cultura muito consumidora de água de rega e ser moderadamente sensível à salinidade (Maas, 1984 cit. Ayers & Westcot, 1985). Este cenário imporá a necessidade de manter um teor salino relativamente baixo de salinidade no solo, nível de salinidade que deverá ser suficientemente baixo para não impedir o agricultor, a qualquer momento, de recorrer a qualquer outra cultura, mesmo às mais sensíveis à salinidade.

Esta abordagem de manutenção de um nível baixo de CE do solo não é comum, na bibliografia relacionada com a salinidade da água e do solo pois, em geral, são recomendadas frações de lixiviação (FL), de acordo com a sensibilidade de cada cultura, de modo a manter a produtividade máxima da mesma ou um nível de produtividade pré definido (ver Equação 12 e Quadro 14 na página 52). Mas, por exemplo, Oster (1994) num estudo de revisão relativos à utilização de água de rega de má qualidade, refere que não é adequado impor uma fração de lixiviação em todas as regas, mas apenas quando o teor salino no solo atingir níveis perigosos. O autor ainda avança com outro exemplo baseado na função de produção relativa à salinidade média na zona radicular de Maas & Hoffman, (1987) em que para manter a produtividade máxima da luzerna com água de 1 e de 2 dSm^{-1} teria de se utilizar uma FL respetivamente de 0,18 e 0,40, correspondendo a uma dotação total de 990 e 1320 mm mas, optando-se por tolerar uma redução de produção da luzerna em 20% necessitaria apenas de aplicar 680 e 990 mm, para os mesmos níveis de salinidade, correspondendo a um FL de 0,07 e 0,18. O autor refere ainda que, com esta redução de lixiviação, poderia evitar os custos de investimento num sistema de drenagem artificial, que possibilitaria drenar o elevado volume de lixiviação requerido. O facto da dotação de rega ser menor também é uma forma de reduzir a quantidade de sais introduzidos, pela rega no solo.

Voltando à cultura do milho, na área de influência de Alqueva, admitindo uma CE da água de rega de 0,7 dSm^{-1} e de 2 dSm^{-1} , como discutido no ponto 2.1.7.1, seriam necessárias FL mínimas de respetivamente 0,09 e 0,31, para manter a produtividade do milho nos 100%, de acordo com a Equação 12 e o Quadro 14 (página 52). Ayers & Westcot (1985) consideram que a água de rega adicional, que é requerida acima da necessidade hídrica da cultura, para compensar a ineficiência da rega é também contabilizada para lixiviar os sais. Deste modo, caso a rega seja efetuada com uma elevada eficiência (por exemplo de 90%), a rega adicional seria de 11% (0,11) pelo que resolveria por si só a FL de 0,09, mas não a FL de 0,31. No

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

entanto, a ineficiência da rega está em grande medida associada à não uniformidade do sistema de rega, pelo que segundo Burt *et al.* (1997) só uma parte dessa água é efetivamente útil para a lixiviação de sais. Deste modo, mesmo com um valor baixo de FL (0,09) poderão aparecer zonas com lixiviação insuficiente, mas que poderão ser completadas com a chuva de inverno. Porém, se o solo apresentar uma drenagem interna muito baixa, poderão surgir problemas de encharcamento pontuais, que serão agravados com a própria chuva de inverno.

Outro aspeto que poderá condicionar o recurso à água de rega, para lixiviar os sais adicionados com a água de rega, será o preço da água. Por forma a avaliar o impacto do preço da água nas explorações agrícolas do Baixo Alentejo, Pinheiro & Saraiva (2002) apresentaram uma simulação, com programação multi-objetivo, tendo por base a realidade do Baixo Alentejo. O estudo mostrou claramente que ao aumento do preço da água corresponde uma significativa redução da área de regadio, sendo as culturas mais consumidoras de água (arroz, milho e beterraba) as mais afetadas. Deste modo, depreende-se de que a viabilidade da cultura do milho será fortemente condicionada pelo preço da água a fornecer pela EDIA, que segundo Núncio & Arranja (2011), será mais elevado após uma fase de transição que terminará em 2017 (0,089 €/m³), comparativamente a outros perímetros de rega públicos também com rega em pressão (0,055 €/m³). Segundo os mesmos autores, o custo total da rega com a água fornecida pela EDIA, para 1 ha de milho, ficará em 639 €/ha e noutros perímetros em 447,96 €/ha, a que corresponderá um valor, expresso em produção de milho, de 2,9 e de 2,04 Mg/ha, respetivamente. Estes valores deixam claro que a rentabilidade da cultura do milho na área de influência de Alqueva será menor e, a viabilidade da cultura estará comprometida, pelo menos nas explorações que apresentarem menor produtividade por m³ de água.

Deste modo será necessário maximizar a eficiência da rega, reduzindo ao mínimo as perdas de água e criar condições para que a necessária lixiviação dos sais seja predominantemente efetuada pela água proveniente da chuva. Assim, mesmo nos solos que não oferecem restrições à utilização de FL elevadas, devido à boa drenagem interna, será necessário reduzir ao mínimo a lixiviação dos sais pela água de rega, para manter a viabilidade económica da cultura. Outro fator a ter em conta é o encharcamento, que afeta fortemente o desempenho agronómico da cultura do milho (Liu *et al.*, 2012), pelo que para além do impacto do preço da água na cultura, no caso dos solos com má drenagem interna, as dotações de rega do milho nunca deverão ser excessivas.

Assim a gestão agronómica terá simultaneamente de conseguir: uma boa uniformidade de rega, reduzir as perdas de água de rega por evaporação e por escoamento superficial, aumentar a infiltrabilidade da mesma, evitar a ocorrência de encharcamento por controlo das dotações de rega e criar condições que facilitem o

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

escoamento descendente da água e dos sais através da zona radicular mas, em simultâneo, tem de minimizar a quantidade de água de rega percolada, fazendo com que a maioria dos sais sejam efetivamente lixiviados, para além do alcance das raízes, pela água da chuva.

Como modo de garantir uma agricultura de regadio que não conduza à halomorfização do solo, será necessário executar uma gestão agronómica adequada às condições edafoclimáticas de cada parcela de regadio. A forma de o conseguir terá de passar, em particular, pela monitorização regular da CE e da PST do solo, tal como discutido no ponto 2.1.11. A recolha de amostras de solo deverá ocorrer preferencialmente após a chuva de inverno (antes da cultura de primavera), e a profundidade de recolha das amostras de solo compósitas, deverá possibilitar a inclusão de uma parte do horizonte B (no mínimo de 40 a 50 cm). Na Figura 13 é apresentado um esquema para ilustrar de forma objetiva o modo de manter o estado de sais no solo, a um nível que não afete a produtividade da generalidade das culturas, tendo como referência a cultura do milho. No entanto este esquema deverá ser interpretado com algum relativismo. Por exemplo, após um inverno chuvoso será de esperar valores baixos de salinidade no solo pelo que valores mais baixos do que os indicados (por exemplo $1,1 \text{ dSm}^{-1}$) já poderão aconselhar a revisão da gestão agronómica ou se se prever que a qualidade da água de rega no ano seguinte apresentará pior qualidade do que nos anos anteriores.

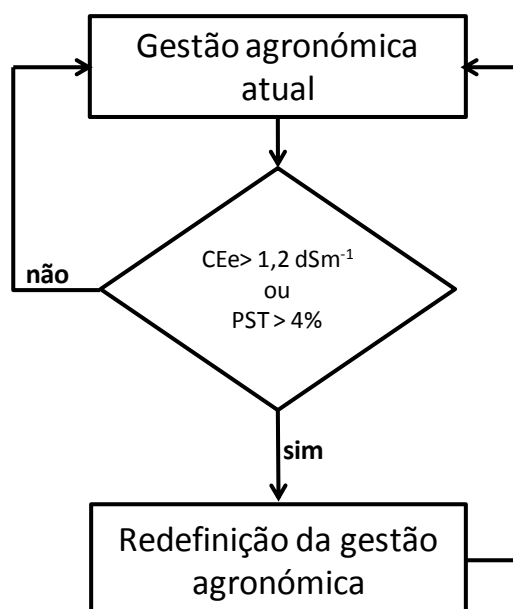


Figura 13 – Esquema para aferição da adequabilidade da gestão agronómica, relativamente à salinidade e sodicidade do solo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A redefinição da gestão agronómica poderá passar por exemplo, por substituir a cultura de milho de primavera/verão por uma cultura menos consumidora de água, e/ou utilizar durante um ou dois anos apenas uma cultura de inverno por exemplo trigo e/ou forragem. Estas alternativas voltarão a ser abordadas nos próximos subpontos.

2.2.1. Mecanismos naturais de criação de porosidade do solo

O sucesso da gestão agronómica das culturas de regadio na área de influência de Alqueva, em solos com má drenagem interna e externa, está muito dependente da macroporosidade do solo e da sua continuidade ao longo de todo o perfil, assim como da estabilidade da estrutura.

Considerando dois solos, com textura idêntica, um com boa agregação e outro com baixo índice de agregação, em geral o solo bem agregado apresentará menor densidade aparente e, maior macroporosidade comparativamente a solos com baixa agregação. Deste modo a porosidade do solo está muito interdependente da agregação e da estabilidade estrutural do solo, pelo que a porosidade é claramente influenciada pelos agentes de formação e de estabilização dos agregados, que já foram abordados no ponto 2.1.8 deste capítulo. No caso dos Luvisolos, os agentes indicados como mais importantes na formação de agregados são as raízes e a atividade da rizosfera, seguidos da fauna do solo, tendo os ciclos de humedecimento/secagem menor importância (mas importância máxima nos Vertissolos). A estabilização dos agregados nos Luvisolos está muito dependente da MO. A ação das raízes ativas juntamente com hifas fúngicas e outros micro-organismos e os seus exsudados são importantes na formação de agregados e na sua estabilidade, em particular dos macroagregados do solo. O aumento progressivo de matéria orgânica do solo em sistemas de não mobilização, deve-se ao facto de esta ficar mais protegida dentro dos macroagregados (Tivet *et al.*, 2013) e também ajuda a explicar a perda da MO por ação da fragmentação dos macroagregados, induzida pela mobilização do solo.

Dentro da porosidade existente no solo, a mais relevante para a melhoria da drenagem interna do solo é a macroporosidade, interconectada ao longo de todo o perfil e, esta tem essencialmente origem na atividade biológica e, no fendilhamento no processo de humedecimento/secagem de solos expansivos como demonstrado por Mapa *et al.* (2008) e por Bodner *et al.* (2013).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Kay (1990) a criação de bioporos pelas raízes é particularmente importante em solos compactos, a profundidades não facilmente acessíveis aos equipamentos de mobilização do solo. Segundo Elkins (1985) cit. por Hamdy (2004), as raízes podem atuar fisicamente como uma ferramenta de mobilização do solo, melhorando a sua permeabilidade. Jakobsen & Dexter (1988) sintetizam o crescimento radical explicando que em solos bem estruturados, as raízes encontram caminhos preferenciais através dos macroporos, sem ou com reduzida impedância mecânica e, esses caminhos também podem ocorrer através de fendas resultantes da secagem, em solos expansivos ou através de bioporos. Os autores referem ainda que os bioporos resultam da decomposição das raízes e da atividade da fauna do solo, sendo os poros mais verticais os mais estáveis por resistirem melhor à compactação e os mais representativos nas camadas mais densas, sendo precisamente esses poros, mais verticais, os mais eficientes no desenvolvimento das raízes em profundidade.

Madeira (1980) num estudo sobre a agregação de horizontes superficiais de solos argiluvitados no Alentejo, sob diferentes utilizações, constatou que um solo com coberto de *Quercus*, não cultivado há 30 anos, com um revestimento herbáceo quase inexistente e um revestimento arbustivo muito disperso, apresentou um índice de agregação significativamente menor do que o mesmo tipo solo, sem estrato arbustivo mas com implantação de trevo subterrâneo há quatro anos. Estes dois solos apresentaram uma agregação superior à obtida no mesmo tipo de solo com uma cultura arvense tradicional. Marques (2009) num ensaio com diferentes sistemas de mobilização, realizado na Herdade da Revilheira (Concelho de Reguengos de Monsaraz), observou um diâmetro médio dos agregados, na sementeira direta, significativamente superior aos outros sistemas de mobilização, logo no primeiro ano de ensaio. Nos dois exemplos mencionados, as amostras foram sempre recolhidas nos 10 cm superficiais, e no seu conjunto realçam a importância da presença de culturas em crescimento, para a agregação do solo. A sementeira direta manifesta semelhanças ao que ocorre num prado, por permitir sequências de culturas sem interromper o amadurecimento e, o aumento do diâmetro dos agregados.

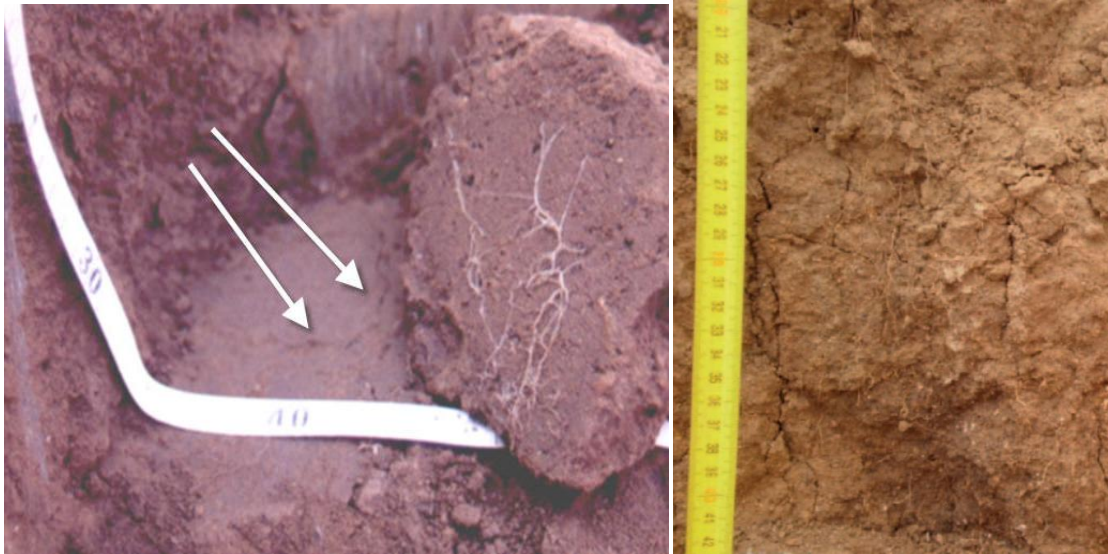
A redução da perturbação do solo como a mobilização mínima e, em particular a SD, também proporciona a formação de uma rede de hifas dos fungos (particularmente micorrízicos) que colonizam as raízes e envolve os agregados, sendo este um dos contributos deste sistema de sementeira para o aumento da estabilidade dos agregados no solo e, o melhor desempenho das culturas. GOSS *et al.* (2011), num estudo efetuado em vasos, demonstraram que a colonização de raízes de trigo por micorrizas foi significativamente maior nos tratamentos em que as infestantes foram controladas por herbicida, sem perturbação do solo, do que no caso do solo perturbado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um fator muito importante de formação da agregação em solos expansivos, como os Vertissolos, são os ciclos de humedecimento/secagem. Dalal & Bridge (1996) no entanto dão reduzida importância aos ciclos de humedecimento/secagem (HS) como agente de agregação no caso dos Luvisolos, certamente pela sua expansibilidade ser reduzida.

O fator mais restritivo à exploração dos solos argiluvitados na área de influência de Alqueva, está essencialmente relacionado com a instabilidade da agregação, em particular do horizonte B. Monteiro (2004) observou diversos perfis destes solos e refere que a agregação mais frequentemente encontrada no horizonte B foi a anisotrófica angulosa, grosseira, por vezes com tendência a prismática média, quase sempre moderadamente expressas; mencionando ainda que o referido horizonte apresenta elevada compactação e, quando húmido, apresenta-se geralmente maciço. Nos perfis que o autor estudou, observou algum fendilhamento, por vezes com orientação preferencial vertical, com fendas finas a médias (normalmente com menos de 6 mm). O autor prossegue, referindo que os solos apresentaram neste horizonte uma expansibilidade superior ao referido por Cardoso (1965) para solos Mediterrâneos Pardos de Materiais não Calcários. Tal facto deve-se à presença na fração argilosa, quase sem exceção, de minerais com características expansivas, sendo quase uma constante a presença de vermiculite e de caulinite e, por vezes de esmectite e de ilite. Deste modo vários autores (Arnon, 1972; Barzegar *et al.*, 1995; Oster & Jayawardane, 1998) reconhecem a importância de promover a secagem e o humedecimento do solo, como modo de melhorar a estrutura do mesmo. Carvalho (2001) refere que em sistemas de culturas regadas que, têm como cultura principal, culturas de outono/inverno como o trigo, em solos mal estruturados e com problemas de drenagem, a utilização de uma cultura forrageira, conduzida com uma rega muito deficitária na fase final do ciclo, será um modo de forçar a extração da água em profundidade, dos horizontes que normalmente não são explorados em sistemas de regadio, para desse modo promover o fendilhamento e facilitar assim a rápida penetração das raízes da cultura seguinte da rotação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA



Fonte: Mendes (1998)

Fonte: Freixial & Carvalho (2013)

Figura 14 – À esquerda fotografia de um torrão destacado do horizonte A, com raízes, evidenciando uma face que estava assente sobre o horizonte B de um Luvissole, num ensaio com girassol na Herdade da Revilheira (Concelho de Reguengos de Monsaraz) em que a rega foi cortada na fase de floração. As setas indicam a posição de fendas existentes diretamente sobre o horizonte B. À direita é apresentado também o perfil de um Luvissole, em sistema de agricultura de conservação e em sementeira direta, há 10 anos, em que Freixial & Carvalho (2013) observaram ao longo do perfil para além das fendas, porosidade biológica contínua resultante de raízes, de galerias de minhocas e de formigas que, possibilitou um elevado volume de solo explorado por raízes.

Na Figura 14, está patente o fendilhamento do horizonte B, causado pela secagem do solo, com maior evidência no perfil da direita, pelo mesmo apresentar muitas raízes que possibilitaram uma maior eficácia de extração da água do solo em regime de sequeiro. No perfil da esquerda é evidente a dificuldade das raízes em penetrarem no horizonte B que, se mantém fechado enquanto húmido mas, ao secar tende a abrir fendas, que constituem uma porosidade natural que facilita o crescimento das raízes ao longo das mesmas, com baixa impedância mecânica. Enquanto não existir uma abundante rede de porosidade biológica contínua ao longo do perfil, o fendilhamento por secagem do horizonte B do solo será o principal mecanismo para a criação de porosidade e para o desenvolvimento radicular em profundidade. A conversão ao regadio deste solo, mesmo em agricultura de conservação (AC), pode levantar dificuldades acrescidas no que concerne à tendência para o encharcamento e, ao desenvolvimento radicular em profundidade. O horizonte B tenderá a permanecer com teores mais elevados de água, durante mais tempo no regime de regadio do que em sequeiro, sendo recomendável, numa fase inicial, recorrer a culturas com maior tolerância ao stress hídrico e a uma gestão da rega que promova com regularidade alguma secagem/fendilhamento do horizonte B.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No solo da direita, já com uma estrutura bem estabelecida, não deverão ocorrer dificuldades com a introdução do regadio, dando continuidade à agricultura de conservação/sementeira direta (AC/SD), para preservação da porosidade biológica contínua facilitadora de uma boa drenagem interna do solo. O facto do perfil do solo facilitar o desenvolvimento radicular em profundidade também facilitará a extração de água a maior profundidade, sempre que se reduz a dotação de rega, ou no final do ciclo de algumas culturas, como é o caso dos cereais, em que se pode cortar a rega antes da maturação e a planta ainda continuará a extrair água. De qualquer modo será necessário particular atenção ao aparecimento de eventuais problemas de encharcamento, em particular nos invernos mais chuvosos.

2.2.2. Efeito dos resíduos na transferência de água à superfície do solo

A cobertura do solo com resíduos vegetais aumenta a infiltração da água no solo, diminui a evaporação e reduz o escoamento superficial. Smika & Unger (1986) explicam que a proteção do solo contra a energia da chuva permite manter a estrutura do solo à superfície e, deste modo, aumentar a infiltração, reduzindo o escoamento superficial. O armazenamento temporário de água à superfície do solo proporcionado pelos resíduos, também contribui para o aumento da infiltração e para a redução do escoamento superficial, quando a taxa de precipitação excede a taxa de infiltração (Unger *et al.*, 1991).

É do consenso geral que os resíduos à superfície do solo reduzem a perda de água por evaporação, sendo que a sua eficácia depende muito da frequência com que o solo é humedecido e também da quantidade de resíduos. A perda de água do solo por evaporação, na ausência de uma toalha freática, é numa fase inicial efetuada a uma taxa constante de evaporação (dependente essencialmente da demanda evaporativa do ar) até ao ponto em que a camada mais superficial do solo começa a secar. A esta fase relativamente curta segue-se uma segunda fase em que a perda por evaporação é limitada pela progressiva redução da ascensão capilar da água de níveis mais profundos. Partindo do solo húmido, a duração da fase inicial é maior quando a taxa de evaporação é menor e, este facto contribui para que a perda total de água por evaporação num período longo, após uma chuvada ou rega, se atenua comparativamente a um solo sujeito a uma taxa de evaporação alta (Hillel, 1998). Deste modo a manutenção dos resíduos à superfície reduz a taxa de evaporação e, permite assim uma redução significativa das perdas de água por evaporação, comparativamente a um solo nú, quando a frequência de precipitação é inferior a 30 dias (Phillips & Phillips, 1984). Ji & Unger (2001) efetuaram um estudo que decorreu

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

em laboratório em que simularam 3 níveis evaporação potencial (3; 6 e 12 mm/dia) e 3 níveis de resíduos (0; 2 e 4 Mg/ha) de palha de trigo, correspondendo a uma cobertura do solo de 0%, 66% e 94%, 3 níveis de água (3; 10 e 20 mm aplicados por 6 vezes ao longo do ensaio) e 2 tipos de solo, crivados (2 mm) com 37% e 57% de argila. Os autores verificaram que a quantidade de água acumulada no solo aumentou significativamente com a quantidade de resíduos, em todas as modalidades, mesmo com pequenas dotações e elevada evaporação potencial, em ambos os solos, pelo que concluíram que a proteção do solo com resíduos, contribui para aumentar o armazenamento de água no solo, em clima semiárido, mesmo a partir de pequenos eventos de precipitação.

Para efeitos de quantificação da perda de água à superfície do solo nu, na ausência de cultura, Allen *et al.* (1998) apresentaram um procedimento de cálculo do valor do coeficiente cultural (K_c), em função da frequência de humedecimento da superfície do solo e da evapotranspiração de referência (E_{To}). Por exemplo, quando os valores de E_{To} são menores do que 3 mm/dia, o K_c assume um valor máximo e constante de 1,15 para regas diárias e, para regas de 10 em 10 dias o valor de K_c reduz-se para 0,4.

Os mesmos autores, com base em diversos estudos consultados, apresentaram uma quantificação para a redução direta da evaporação possibilitada com a cobertura do solo com resíduos considerando que, por cada 10% do solo coberto as perdas por evaporação reduzem-se em média 5%, pelo que potencialmente uma cobertura do solo próxima dos 100% permitirá uma redução de perdas de água na ordem dos 50%. Estes valores evidenciam que a utilização de resíduos é particularmente eficaz na redução das perdas de água por evaporação quando a frequência de humedecimento do solo é mais elevada, como ocorre frequentemente no inverno em clima mediterrâneo e, no verão com a utilização de sistemas de rega automáticos.

Pelo exposto, é claro de que a cobertura do solo com resíduos orgânicos reduz a evaporação à superfície do solo e, deste modo, proporciona um modo de atenuar a concentração de sais no solo, que juntamente com a maior quantidade de água infiltrada, que os resíduos possibilitam, permitem uma maior oportunidade para a lixiviação de sais, quer pela água de rega, quer pela precipitação. Existem vários estudos que confirmam que a cobertura do solo com resíduos favorece a redução da salinidade do solo (Yang *et al.*, 2006; Bezborodov *et al.*, 2010; Pang *et al.*, 2010; Zhao *et al.*, 2014), mas nenhum refere que estes dois efeitos combinados, por si só, sejam suficientes para debelar o problema do halomorfismo quando instalado. No entanto, será de admitir que nalguns casos de regadio em zonas semiáridas, com água de rega

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

com teores moderados de sais, o benefício obtido com os resíduos à superfície do solo poderão ser suficientes para evitar a acumulação de sais no solo e, manter um regadio agronomicamente sustentável.

2.2.3. As culturas de cobertura (CC)

As culturas de cobertura são compostas por plantas cultivadas com o principal objetivo de manter o solo coberto, especialmente durante o período de pousio ou entre culturas produtivas (Weil & Kremen, 2007). Estas culturas fornecem resíduos, que com uma gestão adequada, permitem manter a superfície do solo protegida para a cultura seguinte o que é particularmente importante na fase inicial da mesma, ao facilitar a infiltração da água e ao reduzir o escoamento superficial e as perdas por evaporação, como discutido no subponto anterior.

Muitos estudos realçam a importância da redução da fertilização azotada, possibilitada pelas culturas de cobertura mas, em geral, este benefício é insuficiente para motivar os agricultores a inserirem as CC na rotação de culturas, sendo necessário, para o efeito, demonstrar outras vantagens evidentes como por exemplo o aumento de produção das culturas produtivas, possibilitado pela introdução das CC (Weil & Kremen, 2007). Muitos autores realçam também a importância da capacidade das culturas de cobertura em reduzirem as perdas de azoto por lixiviação de nitratos e a consequente contaminação dos aquíferos, entre os quais se inserem algumas dezenas de autores citados por Tonitto *et al.* (2006). Sarrantonio (2007) refere outros objetivos que podem justificar o recurso às CC, para além da gestão de nutrientes e do fornecimento de resíduos para a proteção do solo, tais como: melhoria da estrutura do solo, adição de matéria orgânica, redução da erosão do solo e controle de infestantes. Muitos dos benefícios auferidos pelo uso de culturas de cobertura só são evidentes a médio e longo prazo, em particular o aumento do teor em matéria orgânica do solo e a redução da erosão.

A agricultura de conservação (AC) e, em particular a sementeira direta (SD), beneficia e potencia muitos dos benefícios das culturas de cobertura. O benefício relevante das CC para a SD deve-se à descompactação do solo, à melhoria da estrutura do solo, à maior infiltrabilidade e à adição de carbono em profundidade via desenvolvimento radical (Balkcom *et al.*, 2007). Segundo os mesmos autores as CC reduzem as perdas de nutrientes por reduzirem o escoamento superficial e por

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

reduzirem também o volume de água disponível para a lixiviação de nutrientes, em particular do azoto.

A redução do volume de água disponível no solo causado pelas CC, tem de ser tido em atenção nas zonas em que a precipitação anual é inferior a 750 mm (Sullivan, 2003), pelo que o NRCS (2006) nas regiões com menor precipitação recomenda que as culturas de cobertura sejam eliminadas precocemente, de modo a conservar o teor de humidade suficiente, para não afetar a produção da cultura seguinte e, nas situações em que pode ocorrer excesso de água, as CC devem ser prolongadas para extrair mais água do solo.

Com o objetivo de avaliar o efeito das culturas de cobertura de inverno, na lixiviação dos nitratos e na acumulação de sais, na cultura do milho regada, Gabriel *et al.* (2012a e 2012b) instalaram um ensaio com a duração de 3,5 anos, tendo como tratamentos duas culturas de cobertura (cevada e ervilhaca) e pousio, com 4 repetições, numa zona situada a 50 km a sul de Madrid, com uma precipitação média de 345 mm, num Calcissolo com textura francolímosa e com boa condutividade hidráulica ao longo de todo o perfil. As culturas de cobertura foram semeadas em outubro e mortas com glifosato em março, tendo os resíduos ficado sobre o solo. O milho foi semeado em abril, em SD, e os resíduos foram removidos no final. A rega do milho foi efetuada por aspersão estacionária (CE da água foi de $1,2 \text{ dSm}^{-1}$) e, as dotações foram ajustadas à evapotranspiração da cultura, pelo que a percolação ocorrida durante a cultura principal (milho) foi reduzida. O volume de drenagem profunda foi estimado por um modelo (WAVE) e para efeitos de estimativa da lixiviação em nitratos e em sais foram medidos os teores da solução do solo em amostras extraídas, quinzenalmente, por um bolbo cerâmico com sucção colocado a 1,2 m de profundidade. A medição de sais ao longo do perfil do solo foi efetuada duas vezes por ano (antes da sementeira e após a colheita do milho) no extrato de saturação de amostras de solo, retiradas de 20 em 20 cm até 1,2 m de profundidade.

Os autores do estudo acima apresentado constataram que no sistema de milho regado, a lixiviação de mais de 77% dos nitratos (para fora do perfil a 1,2 m de profundidade) ocorreu no inverno e, que as CC reduziram significativamente essas perdas reciclando o azoto, tendo sido a cevada a mais eficaz no controlo dessas perdas mas, a ervilhaca permitiu uma maior acumulação de azoto na parte superficial do perfil. Grande parte da menor perda de nitratos nos tratamentos com CC foi explicada pelo menor volume de água drenado durante o inverno, comparativamente ao pousio. A lixiviação de sais para fora do perfil também foi maior no pousio, comparativamente às CC, devido à menor evapotranspiração e ao maior volume de drenagem. O balanço de sais mostrou uma tendência cumulativa de sais no solo ao longo das três campanhas de rega mas, no final do ensaio após o último inverno com uma precipitação elevada (que ocorre em média de 4 em 4 anos) permitiu que o total

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

de sais perdidos durante o ensaio fosse superior aos introduzidos pela água de rega durante os 3 anos de ensaio, nas 3 modalidades de cobertura de solo, mas de forma mais significativa na modalidade de pousio.

No entanto em aparente contradição, o total de sais solúveis acumulados ao longo do perfil do solo, medidos no extrato de saturação, no início do ensaio apresentaram valores de CE próximos de 4 dSm^{-1} em todo o perfil do solo e, ao longo do ensaio esses valores (que foram medidos 2 vezes por ano) permaneceram estáveis em profundidade, registando-se as maiores variações nos 40 cm superficiais. Na amostragem de abril de 2008 (meio do ensaio) e na de abril de 2010 (final do ensaio) o teor de sais foi significativamente menor nas modalidades com cultura de cobertura. Uma possível explicação, dada pelos autores, para o teor de sais ser mais baixo nas CC comparativamente ao pousio, poderá estar relacionada com a maior dissolução de sais ocorrida durante o inverno (provavelmente de gesso), na ausência de uma cultura em crescimento. Os autores concluem que apesar das CC poderem reduzir a lixiviação de sais nos anos mais secos, não agravam a salinidade do solo na camada mais superficial e, pelo contrário, reduzem-na significativamente nos invernos mais húmidos, o que é particularmente favorável para a fase inicial das culturas de rendimento que se seguem e que são mais sensíveis à salinidade nessa fase.

Uma explicação para os resultados deste estudo poderá estar relacionada com o que foi referido por Qadir *et al.* (2000) em que a lixiviação é mais eficiente quando é efetuada por culturas (sendo CC ou cultura de rendimento) do que em pousio, porque as culturas reduzem o teor de água no solo, durante a lixiviação, reduzindo assim o escoamento preferencial por macroporos e também porque melhora a estrutura do solo e reduz a evaporação direta da superfície do mesmo.

Os estudos apresentados em Gabriel *et al.* (2012a e 2012b) mostram que mesmo numa zona muito árida, com menos de 400 mm de precipitação anual, as culturas de cobertura de outono/inverno não regadas, dão um contributo favorável ao controlo da salinidade do solo a médio prazo, compensando assim a redução do volume de água lixiviada, em particular nos anos mais húmidos. Mostra assim que é possível a produção de milho, em SD, regado com água com teores de sais moderados sem utilizar dotações de rega excessivas, aproveitando o excesso de chuva de inverno para a lixiviação de sais. Trata-se no entanto de um solo permeável em todo o perfil, ao contrário do que acontece nos solos da área e influência de Alqueva, que apresentam má drenagem interna. No entanto, é possível que nos solos com estas limitações as culturas de cobertura possam desempenhar uma função ainda mais importante. Por outro lado, na área de influência de Alqueva, a

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

precipitação média é claramente superior aos 345 mm verificados na região onde foram efetuados os estudos acima apresentados, como se pode observar na Figura 5a (página 21) e, os eventuais problemas de acumulação de sais, em invernos mais secos, também poderão ser atenuados com oportunas regas complementares das próprias culturas de cobertura.

As CC ao mesmo tempo que facilitam o controlo da salinidade do solo por lixiviação dos sais, promovem, de forma seletiva, o ciclo biológico de nutrientes assimilados trazendo à superfície nutrientes (para além do N), tais como o Ca, o Mg e o K e em menor proporção o Na. Monteiro (2004) destaca a importância, para os solos argiluvados do Alentejo, do fluxo de nutrientes trazidos à superfície do solo pelas plantas ser dominado pelo Ca, em que a proporção deste catião é superior ao Mg e ao Na juntos, contribuindo assim para a redução do Na no complexo de troca no horizonte Ap, mantendo o Na e o Mg nos horizontes inferiores, onde são libertados no local por meteorização, em quantidades significativas. Outro aspeto também referido por Monteiro (2004), e importante para os sistemas de SD com cobertura do solo com resíduos, está relacionado com a devolução à superfície de Ca, mas também de outros catiões, e o facto de estes contrariarem a tendência de acidificação do solo, devido à decomposição da matéria orgânica à superfície. O crescimento adicional de raízes no perfil do solo proporcionado pelas CC, em relação ao pousio, também contribui para atenuar a presença do Na no complexo de troca, pelo facto da sua atividade promover a libertação de CO₂ no solo, que juntamente com a água, segundo Abrol (1988), forma ácido carbónico que, por sua vez, reage com o CaCO₃ existente no solo, libertando o Ca que tende a substituir o Na no complexo de troca. Estas reações, também desenvolvidas no processo de decomposição de resíduos orgânicos, juntamente com a melhoria da estrutura do solo, explicam o sucesso de muitos exemplos na recuperação biológica de solos halomórficos, mencionados por Qadir *et al.* (2000 e 2005). Depreende-se que as CC ajudam a reduzir os riscos de salinização e sodicidade do solo.

2.2.4. Elementos a considerar na rotação de culturas

Rotação de culturas é a ordem da sucessão das diferentes culturas na mesma parcela, com o fim de manter a produtividade do solo (Leppan & Bosman, 1923 cit. por Nel, 2005). Uma boa planificação de rotação de culturas, em oposição à monocultura ou à sucessão aleatória de culturas, apresenta várias vantagens tais como: prevenir o desenvolvimento de pragas, de doenças do solo e de infestantes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ao nível da gestão da empresa agrícola pode evitar picos de necessidade de mão-de-obra, de máquinas agrícolas e de água de rega (Arnon, 1972).

O regadio interfere no teor de matéria orgânica (MO) do solo e, este é determinante para a sua fertilidade física, química e biológica. O regadio ao proporcionar o aumento da humidade do solo, promove o aumento significativo da produção de matéria vegetal e, deste modo, dos resíduos orgânicos deixados no solo mas, simultaneamente, promove a sua decomposição, através do aumento da atividade biológica. Nunes (2003) e Nunes *et al.* (2013) mostraram, em estudos realizados no Alentejo, que a introdução do regadio reduziu o teor de MO nos Luvissoles, apesar do valor anterior à introdução do regadio ser baixo. Sendo clara a tendência para a redução da MO nos regadios da região Alentejo, a rotação de culturas em regadio deverá contribuir para reverter essa tendência ou, pelo menos, para evitar a sua delapidação.

Segundo Arnon (1972), a contínua sucessão de culturas regadas conduz geralmente à redução da produção das culturas e, a melhor forma de contrariar esta tendência é impor períodos regulares de secagem do solo, que contribuem para a melhoria da sua estrutura.

As opções para a planificação de rotações de culturas em regadio, relativamente ao sequeiro são maiores, devido ao mais elevado número de culturas que podem ser cultivadas, em clima mediterrâneo. Nessa planificação deve-se prever períodos de secagem do solo em profundidade pois, segundo Arnon (1972), um pousio não é eficaz, porque o solo seca apenas à superfície e é essencial fazê-lo secar em profundidade. Esta secagem em profundidade pode ser efetuada com a introdução de culturas na rotação, com capacidade para extrair água em profundidade e, com tolerância ao *stress* hídrico e com tolerância ao encharcamento, no caso das culturas de inverno.

No plano de intervenção para a zona de Alqueva, M. Teixeira *et al.* (2006b) explicitaram apenas uma rotação-tipo:

Hortícolas / hortofrutícolas – grão-de-bico ou milho – beterraba ou frragens - milho

Os autores referiram que tiveram por base estudos de mercado e a rentabilidade das culturas, mas também as exigências edafoclimáticas e o respeito pelos princípios das boas práticas agrícolas, como a utilização de culturas melhoradoras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os autores estimaram que esta rotação venha a ocupar 28 000 ha, num dos cenários estudados, e trata-se de uma rotação que tem como objetivo incluir o grão-de-bico, considerada pelos mesmos uma cultura estratégica. Para as culturas hortícolas/hortofrutícolas recomendam como opção apenas a batata, a cebola e o melão, por serem consideradas culturas mais competitivas. Na rotação M. Teixeira *et al.* (2006b) dão importância à cultura do milho, por haver mais agricultores a dominarem esta cultura, mas referem que existirá a tendência para a sua substituição por culturas de melhor rentabilidade e menos consumidoras de água.

O tipo de rotação sugerida por M. Teixeira *et al.* (2006b) ajusta-se ao regadio na área de influência de Alqueva, por apresentar uma estrutura base e, possibilitar a permuta de culturas em cada posição. No entanto, apesar dos autores mencionarem a importância da inclusão de culturas melhoradoras, a rotação proposta não aprofunda esse desígnio e também não explora o potencial da produção de duas culturas por ano, que a introdução do regadio possibilita, podendo desse modo incorporar mais culturas melhoradoras ou culturas de cobertura, a instalar entre as culturas propostas, de modo a permitir que o período de inverno favoreça a estrutura do solo.

Na pesquisa bibliográfica por nós efetuada não foram encontrados estudos que proponham rotações de culturas em regadio com o objetivo de melhorar a estrutura dos solos argiluviosos, para situações similares às existentes na área de influência de Alqueva. Neste contexto propõe-se, essencialmente a discussão dos elementos a ter em conta na rotação de culturas, para reduzir os problemas de encharcamento e os riscos de halomorfização dos solos com má drenagem interna, sem propor rotações formais de culturas, devido ao elevado número de rotações possíveis em regadio no clima mediterrâneo.

Esta discussão é feita com base em sistemas de agricultura de conservação/sembradura direta (AC/SD), para facilitar a manutenção dos resíduos à superfície e evitar a destruição dos melhoramentos ao nível da estrutura, proporcionados pelas culturas, incluindo a continuidade da macroporosidade ao longo do perfil do solo. Porém a AC também condiciona a rotação de culturas na medida em que o número de culturas na rotação deverá ser superior ao usado no sistema convencional (Reeves, 1997), com pelo menos três culturas (FAO, 2014a) e, por outro lado, reduz o número de culturas disponíveis, por muitas das culturas de regadio ainda não estarem completamente testadas em AC, nomeadamente hortícolas e hortofrutícolas. Por outro lado, ao contrário da rotação apresentada por M. Teixeira *et al.* (2006b), as rotações devem aproveitar a possibilidade do regadio

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

permitir o crescimento de duas culturas por ano e, neste caso, a AC facilita a sua concretização por reduzir o tempo necessário à sua instalação.

As culturas hortícolas e hortofrutícolas são importantes para a rentabilidade do regadio, mas caso não possam ser instaladas em SD ou, pelo menos com mobilização na linha, não devem ser utilizadas nas rotações de culturas, cujo objetivo é beneficiar a estrutura do solo, com mobilização de conservação em contínuo. Essas culturas deverão ser, preferencialmente, introduzidas em solos menos problemáticos, em termos de drenagem interna e/ou naqueles em que seja mais fácil reintroduzir ou de submeter à SD como, segundo Carvalho (2001), solos de textura grosseira, alguns solos aluvionares, solos calcários e solos de barro.

Hoorman et al. (2009) referem que no Centro Oeste dos EUA na rotação de culturas de trigo, soja e de milho, três quartos da área de trigo e de soja são semeadas em SD mas, a maior parte dos agricultores opta pela mobilização do solo dentro da rotação, para instalar a cultura do milho. Os autores explicam que este facto está relacionado com a menor produção conseguida em SD (redução de 10 a 20%) em comparação com a mobilização, por esta permitir disponibilizar mais nutrientes, devido à mais intensa oxidação da matéria orgânica (MO) do solo. Segundo os autores, estudos de longa duração mostram que a partir de 7 a 9 anos após a introdução da SD em contínuo, a produção em SD do milho tende a apresentar produtividades similares ou mesmo mais elevadas, do que na sementeira com mobilização do solo. Hoorman et al. (2009) admitem que a introdução de culturas de cobertura, antes da SD do milho, permitem atenuar ou eliminar a redução da produção, na fase inicial e de transição para a SD em contínuo e que, possivelmente, permitirão aumentar as produções a longo prazo, comparativamente ao sistema com mobilização. A junção das CC com o sistema de SD, permite manter uma elevada atividade biológica na zona radicular, o que facilita o armazenamento e a reciclagem de nutrientes, quer nos resíduos da CC, quer na constituição dos próprios microrganismos.

Os principais benefícios dos sistemas de mobilização de conservação, com exceção da redução de custos em mão de obra e em energia, são potenciados pelas CC, devido aos resíduos aumentarem o teor em MO, ajudarem a controlar as infestantes, melhorarem a estrutura do solo e a infiltração, reduzirem a velocidade do escoamento sobre o solo, dissiparem o impacto da energia das gotas de água e, também, por adicionarem MO em profundidade por via do desenvolvimento radicular (Balkcom et al., 2007). Muitos dos benefícios proporcionados pelas CC, em particular os devidos ao crescimento radicular, podem igualmente ser alcançados por culturas produtivas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O contributo das rotações de culturas para a redução dos riscos de halomorfização e dos problemas de encharcamento do solo, passa pela melhoria da infiltração, pela redução do escoamento superficial e pela melhoria da drenagem interna do solo. Para alcançar estes objetivos é fundamental que as rotações proporcionem:

- a) a manutenção de resíduos à superfície
- b) a melhoria da estrutura do solo
- c) a melhoria da estrutura do subsolo

Os desígnios acima apresentados podem ser alcançados com a incorporação nas rotações de CC e de culturas produtivas de outono/inverno como as forragens ou os cereais. A melhoria da estrutura do subsolo, como já anteriormente abordado, é proporcionada essencialmente pelo desenvolvimento de raízes em profundidade e pela imposição de períodos de secagem do solo.

Tomando como exemplo uma cultura de primavera/verão, como o milho, é importante durante o inverno semear uma CC para atenuar o impacto direto da chuva sobre o solo, prevenir o colapso da estrutura do solo, em particular nos mais húmidos, e fornecer resíduos para proteger o solo na fase inicial da cultura de primavera. Caso a CC de outono/inverno venha na sequência de uma cultura que deixe muitos resíduos sobre o solo esta manterá o principal objetivo de melhorar a estrutura do solo, mas requer atenção pelo possível excesso de resíduos, que juntamente com os deixados pela cultura anterior, podem dificultar a sementeira na primavera. Para controlar o excesso de resíduos a CC poderá ser parcialmente cortada e eventualmente colhida, ou eliminada mais precocemente com herbicida. Se a CC for uma leguminosa o azoto por ela incorporado no solo ajudará a decompor as palhas do milho.

As culturas de cobertura de outono/inverno, na generalidade dos anos, são potencialmente eficazes a melhorar a estrutura do solo, particularmente do horizonte A, mas não são eficazes na extração de água nos horizontes inferiores, devido à necessidade da sua destruição precoce para a instalação da cultura de primavera. Uma alternativa passa pela produção de uma forragem de outono, em que uma escolha adequada das espécies pode melhorar a estrutura do horizonte A e também dos horizontes inferiores, se for imposto *stress* hídrico na fase final ou após o último corte. A produção de forragem a partir da mistura de azevéns com leguminosas anuais, de crescimento rápido de outono/inverno, permite ser explorada em cortes múltiplos ou corte único e, quando semeada cedo no início de setembro com rega, apresenta um rápido crescimento devido às temperaturas ainda

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

favoráveis (Freixial & Barros, 2012). Uma outra alternativa à utilização de culturas de cobertura de outono/inverno passa pela introdução de cereais de outono/inverno, em que o maior tempo de permanência no terreno permite explorar melhor o horizonte B, que as CC. No entanto, os cereais são menos eficazes do que a forragem na melhoria da estrutura do horizonte B, em parte motivado pela menor possibilidade de extração de água em profundidade, devido às maiores restrições à imposição de um forte *stress* hídrico na fase final do ciclo da cultura, por afetar significativamente a produção de grão mas, em contrapartida, permite deixar uma quantidade significativa de resíduos orgânicos sobre o solo.

No entanto, os cereais de outono/inverno necessitam de uma muito menor quantidade de água de rega, comparativamente a uma cultura de primavera, reduzindo por esta via a quantidade de sais adicionados ao solo, e deste modo, a necessidade de lixiviação de sais. Assim, quando é seguida uma determinada rotação de culturas, em que predominam as culturas regadas de primavera/verão e os problemas de halomorfização do solo tendam a acentuar-se, de acordo com o esquema apresentado na Figura 13 (página 85), deverá ser feita a reavaliação da gestão agronómica, que deverá passar por privilegiar as culturas regadas de outono/inverno, em detrimento das culturas de primavera/verão. Adicionalmente, após os cereais de outono/inverno é exequível e poderá ser aconselhável a instalação de uma cultura de cobertura de verão ou uma forragem de verão, tolerante ao *stress* hídrico e conduzida de modo a promover o desenvolvimento radicular em profundidade, de modo a extrair o máximo de água dos horizontes inferiores promovendo a fissuração do subsolo.

Uma seleção criteriosa das espécies de plantas utilizadas como culturas de cobertura, mas também da forragem e dos cereais de outono/inverno, é essencial para a consecução dos objetivos acima apresentados, como a melhoria da estrutura do solo. Esta seleção terá de ser fundamentada nas características específicas das espécies a utilizar, pelo que se apresenta o Quadro 16, adaptado de Clark (2007), onde estão patentes algumas características relevantes de diversas culturas, de modo a facilitar a escolha das espécies de acordo com os objetivos. Clark (2007) apresenta uma publicação específica sobre a valorização das culturas de cobertura e, a adequação das mesmas aos vários objetivos pretendidos e, apesar de dar maior atenção ao Centro Oeste dos EUA, inclui uma diferenciação por regiões dos EUA, da qual faz parte a eco região mediterrânica da Califórnia.

De acordo com o Quadro 16, os cereais de inverno apresentam elevada capacidade para descompactar o solo. A aveia e o centeio são provavelmente as espécies mais adequadas como CC, para anteceder uma cultura de regadio de

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

primavera, pela eficácia na descompactação do solo e por, simultaneamente, terem um crescimento rápido e excelente capacidade no controle de infestantes. No entanto, o azevém anual apesar de ter um crescimento menos rápido, deverá ter melhor desempenho nos invernos mais húmidos, por ser mais tolerante ao encharcamento e, simultaneamente, por ser mais eficaz a descompactar o solo em profundidade. Esta última capacidade poderá ser incrementada se o azevém for semeado em consociação com leguminosas, como sugerido por Freixial & Barros (2012).

Quadro 16 – Quadro com características relevantes para o desempenho de diversas culturas de cobertura (CC), de modo a facilitar a escolha das mais adequadas a cada situação. Os dados apresentados não são exclusivos para clima mediterrâneo pelo que o desempenho das referidas CC no Alentejo terá de ser feito com precaução. Cada característica está classificada de 1 - fraco a 5 -excelente (adaptado de Clark, 2007).

Espécies	Tipo	Potencial para descompactar o solo	Potencial para descompactar o subsolo	Tolerância ao encharcamento	Tolerância ao stresse hídrico	Tolerância ao calor	Crescimento rápido	Controlo de infestantes	Recuperação de N
Azevem anual	AI	5	3	4	2	2	4	5	4
Cevada	AI	4	3	2	4	4	4	4	4
Aveia	AEF	4	1	3	2	2	5	5	4
Centeio	AEF	5	2	3	4	3	5	5	5
Trigo	AI	4	3	1	3	3	4	4	4
Erva do Sudão	AV	3	5	3	5	5	5	5	5
Bersim	AV, AI	4	2	3	3	4	5	4	4
Feijão-frade	AV	4	3	2	4	5	4	5	2
Ervilhaca	AI, AEF	4	3	2	3	2	2	4	2
Luzerna	PCD, AV	2	3	2	4	5	5	4	2
Trevo vermelho	PCD, B	3	4	3	2	2	2	3	3
Trevo doce	B, AV	5	5	2	5	4	3	3	2

Tipo: AEF - Anual de estação fria; AI – Anual de Inverno; AV = Anual de verão; B - Bidual; PCD – Perene de curta duração

A cevada também poderá ser interessante na descompactação do subsolo, em invernos mais secos, devido à sua maior tolerância ao *stress* hídrico, que potencia uma secagem mais intensa dos horizontes subsuperficiais mas, nos invernos mais chuvosos, será mais afetada pelo encharcamento do que o azevém e até do que o centeio. A cultura de verão com maior potencial para descompactar o horizonte B, dos solos argiluvados, é a erva do Sudão e que, segundo Clark (2007), o seu potencial de produção e de aprofundamento radicular podem ser incrementados, com um corte a meio da fase de desenvolvimento. Esta cultura apresenta também outras vantagens como: um rápido crescimento, boa capacidade para o controlo de infestantes, tolerância ao calor e ainda uma elevada tolerância ao *stress* hídrico. A capacidade de aprofundamento radicular e a elevada tolerância ao *stress* hídrico da erva do sudão confere-lhe viabilidade para, em regadio, ser utilizada como CC no verão, por necessitar de pouca água de rega e devido à elevada eficácia na extração

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

de água do subsolo. Esta cultura, devido ao seu rápido crescimento, também apresenta elevado potencial como forrageira de verão, após um cereal de inverno e impondo *stress* hídrico após o último corte, cumpre ainda o papel de descompactação do solo em profundidade.

2.2.5. Gestão da rega

Um aspeto importante a ter presente na gestão da rega, para prevenir o problema da acumulação de sais, é determinar se a fração de lixiviação deve ocorrer em todas as regas, em regas intercaladas ou em cada campanha e, apenas se necessário.

Durante o verão a rega com o objetivo de lixiviação do solo só deve ocorrer se efetivamente necessária, devido à salinidade superar a tolerância da cultura. Na campanha seguinte deve-se aproveitar a chuva de inverno e, se necessário regar com o objetivo de lixiviar sais nessa altura, de modo a que o nível de sais seja baixo no início da campanha de rega seguinte, pelo facto das culturas serem particularmente sensíveis à salinidade na fase inicial e, de modo a que não sejam necessárias regas de lixiviação, durante a estação quente. A água da chuva é sempre muito importante pois, mesmo quando não é suficiente para arrastar os sais para fora da zona radicular, estes são deslocados da parte superior para a inferior da zona radicular. No entanto, se a precipitação ocorrer com o solo à capacidade de campo, causa efetivamente perdas de água por percolação e lixiviação de sais (Ayers & Westcot, 1985).

As culturas de cobertura tendem frequentemente a reduzir a água disponível nas regiões semiáridas, competindo com as culturas produtivas (Unger & Vigil, 1998) e no regadio reduzem a água disponível para a lixiviação (Gabriel *et al.*, 2012b; Balkcom *et al.*, 2007). A redução da água disponível para lixiviação de sais, causada pelas CC pode, no entanto, ser compensada pela maior facilidade de infiltração, pela maior condutividade hidráulica que possibilitam e, pelo aumento da eficiência da lixiviação de sais, por o escoamento se dar mais frequentemente em solo não saturado, reduzindo assim o escoamento preferencial por macroporos (Qadir *et al.*, 2000). A maior eficiência da lixiviação significa que a mesma quantidade de sais pode ser removida com uma menor quantidade de água percolada. Gabriel *et al.* (2012b), num ensaio com CC de inverno, só verificou redução significativa de sais, em alternativa ao pousio, após invernos com precipitação mais elevada, pelo que poderá ser conveniente nos invernos mais secos, efetuar regas pontuais das CC, mas não

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

excessivas, de modo a aumentar a lixiviação de sais, com as eventuais precipitações que ocorram posteriormente.

Na área de influência de Alqueva pretende-se prevenir a acumulação de sais no solo, em particular nos solos argiluvados mas, simultaneamente, pretende-se reduzir os custos com a água de rega e os problemas de encharcamento. Deste modo, a condução da rega deve ser feita de acordo com as necessidades hídricas das culturas, como no ensaio apresentado por Gabriel *et al.* (2012a) e, o sistema de rega deve estar afinado de forma a permitir uma boa uniformidade de rega e a possibilitar também, por esta via, a minimização da dotação total a aplicar. Por outro lado, os solos apresentam frequentemente variabilidade espacial significativa em diversos parâmetros com grande influência na capacidade de retenção de água disponível para as plantas, como a textura, a espessura dos horizontes e a profundidade total do solo. Esta variabilidade causa dificuldades na condução da rega, por exemplo numa situação em que se pretende impor *stress* hídrico a uma cultura de cobertura, de modo a fomentar a extração de água em profundidade e, no mesmo setor de rega existir uma área em que o solo apresenta elevada capacidade de retenção para a água e, outra zona com baixa capacidade de retenção. Nestes casos, a imposição de *stress* hídrico à cultura que se encontra no solo com maior capacidade de retenção, importaria um *stress* hídrico excessivo, na zona com menor retenção de água. Estes problemas poderão ser atenuados se o projeto de rega for concebido de modo a que, dentro de cada setor de rega o solo seja razoavelmente uniforme, na medida em que, quando oportuno, é possível uma gestão da rega diferenciada entre setores. No caso das rampas rotativas será mais difícil manter solos uniformes, no domínio da mesma rampa, devido ao facto de cada um destes sistemas abranger, em geral, uma área maior e ter uma forma rígida. No entanto, utilizando rampas de menor dimensão e/ou, seleccionando cuidadosamente a disposição das rampas no terreno e, tendo presente que as rampas podem variar a dotação aplicada, de acordo com setores circulares (Pereira, 2004), alterando a velocidade de deslocação da mesma, será possível ajustar melhor as dotações de rega da cultura de acordo com o tipo de solo.

Bigger & Nielsen (1962) defendem que a lixiviação de sais do solo utilizando o método de inundação permanente é menos eficiente do que o método de inundação intercalado por pequenos períodos de secagem, com menores volumes de água, tal como acontece durante o inverno. Ayers & Westcot (1985) consideram que os sistemas de rega por aspersão, quando concebidos para distribuir a água de rega uniformemente na parcela, são os mais eficientes a arrastar os sais da parte superior para a parte inferior da zona radicular, por possibilitarem a aplicação de água de rega com intensidades de precipitação inferiores à capacidade de infiltração do solo do

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

solo. Pereira *et al.* (2002) refere que os sistemas de rampa com movimento contínuo linear ou circular (*pivôs*) são adequados para parcelas de grande dimensão, permitem aplicar dotações reduzidas e frequentes, mas têm o inconveniente de apresentarem, em geral, intensidades de precipitação muito elevadas. O autor refere ainda que as características de infiltração do solo interferem na eficiência de rega por aspersão. Esta maior ou menor facilidade de infiltração de água no solo contribui para a ocorrência de escoamentos superficiais, que tendem a criar zonas do solo com excesso de água e, outras com défice. Técnicas agronómicas para reduzir os problemas associados ao escoamento superficial serão abordadas no ponto 2.2.6 deste capítulo.

Uma forma de atenuar o agravamento do *stress* hídrico em solos salinos e, deste modo, reduzir o impacto da salinidade do solo na produção das culturas, consiste em efetuar regas frequentes, de modo a deixar o solo com um teor de humidade mais elevado, evitando o aumento da concentração de sais na solução do solo, pelo que Abrol *et al.* (1988) referem que a rega localizada permite manter o solo com teores elevados de humidade, facilitando a absorção da água pelas plantas e evitando ou atenuando as perdas de produção das culturas, quando a água de rega apresenta elevados teores de sais.

Wan *et al.* (2007) apresentaram um estudo que decorreu no norte da China, com rega localizada na cultura do tomate, com água com uma CE compreendida entre 1,1 e 4,2 dS/m⁻¹, em que o solo (textura francolímbica) foi protegido com *mulch* de plástico preto e foi regado de modo a manter um potencial matricial de água no solo acima dos -20 kPa. Os autores constataram que o aumento da salinidade da água de rega causou uma redução na utilização de água pela cultura (na ordem dos 30%, no caso da salinidade mais elevada) sem, no entanto, reduzir a sua produção, obtendo assim um aumento da eficiência da água de rega, com o aumento da salinidade da mesma. Nos 3 anos de ensaio não registaram aumento da salinidade do solo, em nenhum dos tratamentos. Chen *et al.* (2009), num ensaio similar com girassol (CE da água entre 1,6 e 10,9 dS/m⁻¹), observaram uma redução do consumo de água na ordem dos 45% e uma redução na produção de girassol na ordem dos 16% nos níveis de salinidade mais elevados registando, como no estudo de Wan *et al.* (2007), um aumento da eficiência do uso da água. Estas estratégias mostram que é possível produzir com água de elevado teor salino sem causar a acumulação de sais no solo, desde que se evite a evaporação da água à superfície e se mantenha um teor de água no solo elevado.

Pelo anteriormente exposto, depreende-se que a utilização de *mulch* contribuirá para reduzir as necessidades da água de rega e, em simultâneo, prevenir

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

a acumulação de sais no solo. Como na área de influência de Alqueva, à partida, os solos não são salinos e a água de rega deverá apresentar teores de sais baixos a moderados, pelo que não será necessário manter um teor elevado de humidade no solo com água proveniente da rega, como no ensaio de Wan *et al.* (2007), para manter as produções elevadas. No entanto, as perdas de humidade do solo por evaporação deverão ser limitadas e será essencial promover a infiltração da água da chuva de forma a prevenir a elevação do teor salino no solo. Assim o recurso ao *mulch* orgânico poderá ser relevante.

Os solos argiluviosos tendem a aumentar a sua instabilidade estrutural nos invernos mais chuvosos, devido ao encharcamento, e este problema é atenuado pelas culturas de cobertura que, para além serem uma fonte de *mulch* orgânico, o seu crescimento contribui para a melhoria da estrutura do solo e para atenuar o encharcamento, devido à maior extração de água, em comparação com um solo em pousio invernal. Nos invernos mais secos a redução da água disponível para lixiviação, causada pelas culturas de cobertura, poderá ser atenuada com o recurso a regas pontuais.

O método de rega mais usual para culturas arvenses, na área de influência de Alqueva, será a rega por aspersão com rampa rotativa, como já foi referido anteriormente. Este método poderá apresentar restrições por apresentar intensidades de precipitação elevadas, em particular nas últimas torres dos sistemas de maior dimensão. No entanto, estes sistemas, ao permitirem dotações de rega pequenas e frequentes, poderão ser adequados para arrastar os sais em profundidade, tanto nos solos salinos como nos solos não salinos, desde que sejam evitadas perdas de água por escoamento superficial.

2.2.6. A agricultura de conservação (AC) e a sementeira direta (SD) em regadio.

De acordo com FAO (2014b) a agricultura de conservação é um conceito de gestão de ecossistemas agrários, com a finalidade de aumentar a produtividade de modo sustentável, para obter maior rentabilidade económica e maior segurança alimentar, conservando e melhorando os recursos naturais e o meio ambiente ao mesmo tempo. Este conceito assenta nos princípios interrelacionados de minimização da perturbação do solo de modo continuado, na manutenção de uma cobertura permanente do solo com resíduos orgânicos e na diversificação de culturas em sequência ou associadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os termos: agricultura de conservação (AC) ou mobilização de conservação englobam a mobilização mínima, e a não mobilização ou sementeira direta (SD). A AC pressupõe que após a sementeira o solo fique com, pelo menos, 30% revestido com resíduos orgânicos e, no caso da não mobilização ou sementeira direta o solo deverá, desejavelmente, estar com pelo menos 70% de revestimento por resíduos (Baker & Saxton, 2007).

Strudley *et al.*, (2008) apresentaram um artigo de revisão exaustivo e sistematizado, com o objetivo de melhorar a previsibilidade do efeito dos sistemas de mobilização na variabilidade temporal e espacial das propriedades hidráulicas do solo, nomeadamente a infiltração, a condutividade hidráulica e a capacidade de retenção. Relativamente à comparação da SD com a mobilização convencional, os autores revelam resultados não consistentes, entre a bibliografia consultada, mas realçam a tendência para o consenso relativamente ao aumento da macroporosidade continua na SD, assim como para efeitos significativos nas propriedades hidráulicas do solo, imediatamente após as mobilizações. No entanto, estes efeitos benéficos da mobilização decrescem rapidamente após o primeiro ciclo de humedecimento/secagem. Referem também a tendência para a variabilidade dos efeitos entre diferentes tipos de solo e de clima e que, as variações temporais (do momento em que as determinações são efetuadas) destes parâmetros dificultaram a interpretação dos resultados. Também chamam a atenção para a variação espacial das determinações, nomeadamente a posição na encosta.

A adoção da AC permite múltiplos benefícios para o agricultor, para além de reduzir os custos de produção, melhora o potencial do solo nas suas características físicas, químicas, biológicas e hidráulicas, aumentando a disponibilidade de água e de nutrientes para as culturas. Esses benefícios são devidos, principalmente, ao aumento da matéria orgânica e aos resíduos deixados na superfície do solo, que reduzem o impacto de gotas de chuva, possibilitam uma maior infiltração de água e a redução da erosão do solo (Carvalho & Lourenço, 2014).

Os reais benefícios da AC são confirmados pela larga adoção destes sistemas de agricultura a nível global, com 125 milhões de ha em 2011, o correspondente a cerca de 9% da totalidade da área cultivada (Friedrich *et al.*, 2012) e mostram a sua adaptabilidade a todos os tipos de clima, de solo e de condições agronómicas (Derpsch & Friedrich 2009). A maior adesão verifica-se, com grande destaque, no continente Americano e na Austrália e Nova Zelândia, destacando-se, segundo Friedrich *et al.* (2012), países como a Argentina, o Paraguai e o Uruguai, em que o nível de adoção da SD se aproxima dos 100%. No entanto, segundo os mesmos autores, na Europa o nível de adoção da AC é muito baixo, tendo a Espanha a maior área (650 000 ha) e Portugal, com algum destaque a nível Europeu (32 000 ha) sendo

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

que, segundo os autores, em Espanha, Portugal e Itália a adoção da AC em culturas perenes como os pomares, a vinha e o olival é superior às culturas anuais.

Kassam *et al.* (2012) apresentaram um artigo de revisão sobre a agricultura de conservação, em clima mediterrâneo seco, onde realçam os benefícios da AC neste clima comparativamente aos sistemas de mobilização convencionais, com o aumento da produtividade do solo e a redução dos custos de produção. Apesar das inquestionáveis vantagens agronómicas, os autores constataram que na região da bacia mediterrânica apenas se têm verificado adesões pontuais a este sistema, enquanto noutras regiões do mundo, com clima similar, tem-se registado forte adesão com destaque para a Austrália onde se verificou um incremento significativo na última década, apresentando já uma adesão, nas zonas de clima mediterrâneo, na ordem dos 90%. Uma explicação dada no artigo para a reduzida adesão na bacia mediterrânea à AC está relacionada com a competição da produção animal pelos resíduos das culturas, contra-argumentando os autores de que o aumento de produção que esta tecnologia permite, poderá ser suficiente para deixar os necessários resíduos sobre o solo. Outra restrição à adoção da agricultura de conservação, segundo Carvalho & Lourenço (2014), está relacionada com dificuldades relativas à disponibilidade de equipamentos de sementeira direta e, os custos com a aquisição dos mesmos, pelo que a sua implementação será facilitada com apoios governamentais. Mas certamente que o limitado acesso ao conhecimento e apoio técnico que esta tecnologia implica será também uma razão muito importante para a baixa taxa de adesão verificada em Portugal.

Considerando que a agricultura de conservação tem um importante papel na preservação dos agroecossistemas e, em última análise na segurança alimentar a nível global, Knowler & Bradshaw (2007), numa tentativa de compreenderem as razões da baixa adesão pelos agricultores à agricultura de conservação a nível global, efetuaram uma alargada revisão bibliográfica, com o objetivo de identificar um conjunto de variáveis independentes como a idade, a posse da terra e o nível de escolaridade, que explique a adoção desta nova tecnologia, para facilitar a elaboração de políticas que conduzam à expansão da mesma. O estudo conclui que não existem medidas que se possam aplicar à promoção desta tecnologia a nível global pelo que, futuros estudos deverão ter como objetivo produzir resultados que sejam mais específicos para cada região. No entanto, os autores referem que as vantagens financeiras da tecnologia tem um peso importante na ponderação e, a este respeito, as vantagens económicas da agricultura de conservação são modestas. Contudo os autores admitem que há fatores não financeiros que podem condicionar ainda mais a adoção desta tecnologia como: a falta de conhecimento do agricultor das técnicas de agricultura de conservação e a disponibilidade de tecnologias apropriadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O estudo acima apresentado, apesar de pouco conclusivo, mostra que a difusão da agricultura de conservação deverá passar pelo desenvolvimento e promoção de experiências locais. Por exemplo, no caso do regadio na área de influência de Alqueva, a existência de estudos que confirmem que a agricultura de conservação contribui, na região, para prevenir problemas de halomorfização dos solos, para além de reduzir a erosão e de melhorar a sua fertilidade, será mais uma boa razão para que os agricultores optem pela mesma, como modo de preservar o potencial produtivo dos seus solos.

O sistema de AC e, em particular, a SD, deverá ser abordado de forma integrada, no âmbito da gestão agronómica para a prevenção do halomorfismo, sendo transversal aos subpontos anteriormente apresentados (subpontos 2.2.1 a 2.2.5) neste capítulo, na medida em que viabiliza a sementeira de CC pelos reduzidos custos de operação e pela rapidez de execução, possibilitando simultaneamente a manutenção dos resíduos à superfície na instalação da cultura produtiva seguinte. Um aspeto abordado na gestão da rega (subponto 2.2.5) refere-se à importância da uniformidade de infiltração da água de rega para o aumento da eficiência do seu uso, mas também para a prevenção de problemas de salinidade do solo e de encharcamento.

Num estudo sobre a influência da gestão da superfície do solo no armazenamento de água, numa região de sequeiro na Índia durante a estação das chuvas, numa cultura de *Pennisetum glaucum*, em que a infiltração da água no solo era o fator limitante, Nivedita (1997) comparou o efeito de covachos tradicionais em sequeiro, resíduos orgânicos sobre o solo (5 Mg/ha) e aplicação de um condicionador do solo (100 kg/ha de álcool polivinílico) na infiltração da água e na humidade do mesmo. O ensaio decorreu durante dois anos num *Alfisols*. O autor verificou que os covachos permitiram valores significativamente mais elevados de infiltração da água e de humidade do que a testemunha (cultura sem tratamentos), mas foram muito menos eficazes do que os tratamentos de cobertura do solo com resíduos ou com aplicação de álcool polivinílico, sendo que os melhores resultados foram conseguidos com o tratamento em que se utilizou o condicionador do solo.

Um estudo efetuado durante três anos por Ramos *et al.* (2010), no Baixo Alentejo, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes modalidades de mobilização do solo na infiltração, escoamento superficial, humidade do solo e na produção da cultura de milho. O ensaio foi realizado num Fluvissole, com um declive inferior a 0,2%, mas suscetível à formação de crosta devido a um baixo teor de argila e de limo elevado. A rega foi efetuada por rampa rotativa e os tratamentos do solo foram: convencional, convencional + covachos e mobilização reduzida (gradagem e

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

escarificador). Os autores verificaram escoamentos na ordem dos 50% na modalidade de mobilização convencional e na mobilização reduzida e escoamento nulo no caso do sistema convencional com covachos. Este último sistema permitiu manter teores mais elevados de humidade no solo o que possibilitou uma produção significativamente mais elevada (em cerca de 4 Mg/ha) que nas modalidades sem covachos.

Num ensaio de campo que decorreu a sul de Évora, num solo Mediterrânico, L.L. Silva *et al.* (2010) testaram o efeito de três tratamentos de solo (sementeira direta, convencional e convencional + covachos) na redução do escoamento superficial e no arrastamento de sedimentos, numa cultura de milho regada por rampa rotativa. No caso da SD foram deixados os resíduos da cultura de milho do ano anterior, o sistema convencional consistiu apenas na preparação do solo com grade de discos. O teor de humidade do solo foi sempre superior nos 6 cm superficiais na SD, mas abaixo dos 40 cm não foram verificadas diferenças significativas. O sistema convencional + covachos apresentou os valores mais baixos de escoamento superficial (2,1%) e de arrastamento de sedimentos, tendo a SD apresentado valores intermédios (15,4%) e o sistema tradicional, principalmente na última metade da campanha de rega, registado valores muito superiores às outras modalidades (29,7%). No final, os três tratamentos apresentaram valores similares de produção de milho, tendo os autores concluído que o melhor tratamento foi a SD, por ter obtido idêntica produção com menores custos.

Nivedita (1997) mostrou a importância de evitar as perdas de água por escoamento superficial em sequeiro e a importância da proteção do solo com resíduos, enquanto o estudo efetuado por Ramos *et al.* (2010) expõe a importância de garantir a infiltração da água, em regadio. Os covachos foram eficazes, provavelmente devido ao reduzido declive do solo. O tratamento mobilização reduzida do solo (gradagem e escaificação) também não contribuiu para a redução do escoamento superficial, comparativamente ao sistema convencional com lavoura, muito provavelmente por também não deixar resíduos sobre o solo, mantendo deste modo a importância de introduzir sistemas de AC, que permitam manter os resíduos sobre o solo, como a SD. No caso do estudo apresentado por L.L. Silva *et al.* (2010), apesar de ter decorrido só durante um ano, o tratamento de SD apresentou menor escoamento superficial e maior teor de humidade à superfície, comparativamente ao solo mobilizado com grade de discos, sendo a principal diferença conseguida pelo efeito dos resíduos à superfície. Segundo L.L. Silva *et al.* (2010), os resíduos deixados à superfície protegem o solo do impacto das gotas, o que permite reduzir a desagregação, a compactação e a selagem da superfície do solo e reduz a velocidade

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

do escoamento superficial e a erosão, devido ao aumento da rugosidade da superfície do solo criada pelos resíduos.

É muito importante melhorar a infiltração da água em solos com reduzida infiltrabilidade, e esse desígnio pode ser alcançado com uma boa gestão agronómica. No caso dos sistemas de mobilização convencional, com reduzido declive, este resultado é obtido com a abertura de covachos, enquanto no sistema de SD este efeito é conseguido com a manutenção de resíduos sobre o solo.

Na AC/SD, comparativamente ao sistema de mobilização convencional, o solo apresenta normalmente valores mais elevados de humidade, em resultado do aumento da infiltração (da água da rega e da chuva) e da redução da evaporação do solo. O aumento da infiltração e a redução da evaporação contribui para a redução da acumulação de sais à superfície do mesmo. No caso dos Luvisolos, em particular no horizonte B, o teor mais elevado de humidade não favorece o fendilhamento deste horizonte, pelo processo de humedecimento/secagem e por consequência não favorece a condutividade hidráulica deste horizonte. Este facto pode revelar-se limitativo na melhoria da estrutura do solo em profundidade, em particular no regadio, devido ao solo tender a manter um teor de humidade mais elevado durante todo o ano. Este efeito pode e deve ser contrariado por uma gestão agronómica adequada, que passa por uma cuidada decisão na definição da rotação ou sequência de culturas (subponto 2.2.4) e na gestão da rega (subponto 2.2.5), de modo a promover o desenvolvimento radical e a extração de água neste horizonte. A melhoria da condutividade hidráulica do horizonte B destes solos, reduz os problemas de encharcamento e facilita a lixiviação dos sais introduzidos com a água de rega.

2.3. Conclusões decorrentes da revisão bibliográfica

O exposto no ponto 2.1 e 2.2 deste capítulo permite retirar algumas elações relativamente aos riscos de halomorfização de solos com má drenagem interna:

O problema do halomorfismo é, em geral, um processo lento e apresenta duas frentes distintas: o impacto direto na cultura e o impacto direto no solo a que acresce a interação entre o solo e a cultura. O impacto direto na cultura está essencialmente relacionado com a dificuldade da cultura em extrair água do solo, devido à redução do potencial osmótico e, o impacto no solo está essencialmente relacionado com sua instabilidade estrutural, causada essencialmente pelo elevado teor de Na mas, também de Mg, que conduz à redução da infiltração e da condutividade hidráulica. Isto dificulta a lixiviação de sais do solo e promove o encharcamento que, por sua vez afeta diretamente o desenvolvimento radicular e o crescimento das plantas. Nestas circunstâncias será muito difícil identificar os problemas que, mais afetam a cultura pois a sodicidade, a má drenagem e a salinidade acabam por estar todas relacionadas, sendo que a junção da salinidade com o encharcamento, causam maiores problemas à cultura do que ambos os fatores isolados.

Deste modo a recuperação de solos halomórficos com má drenagem interna, será necessariamente complexa e será necessariamente cara (corretivos orgânicos, químicos, plantas tolerantes, drenagem artificial, etc.) que juntamente com a redução do potencial produtivo do solo, no período de recuperação, poderá tornar economicamente inviável o seu restabelecimento. A verdadeira solução para estes casos estará na prevenção, que assentará na monitorização da salinidade da água e do halomorfismo do solo, que permitirá aferir e ajustar a gestão agronómica da parcela ao longo do tempo. A prevenção terá de ter sempre o foco na melhoria da drenagem interna do solo, com base na melhoria da sua estrutura ao longo do perfil, essencialmente com a promoção do crescimento radicular em profundidade e, uma gestão de culturas e da rega que promovam ciclos de humedecimento/secagem, com ênfase no horizonte B dos solos argiluvitados. Apesar do consenso geral de que o aumento do teor salino da solução do solo melhora a condutividade hidráulica, por evitar a dispersão da argila em particular quando o teor de Na é alto, a salinização do horizonte B nos solos argiluvitados reduz a capacidade de extração de água pelas plantas, reduzindo deste modo o fendilhamento do solo e, assim, a eficácia dos ciclos de humedecimento/secagem e, conseqüentemente, a capacidade de percolação da água através destes horizontes agravando, deste modo os problemas de encharcamento associados a estes solos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Existem várias formas de recuperação de solos sódicos, mas a solução biológica, com culturas em crescimento permite a remoção do Na nos solos que têm naturalmente algum calcário ou gesso, é a solução mais económica (Qadir *et al.*, 2007). No essencial praticar uma agricultura de conservação, com uma rotação de culturas que evite pousios, que mantenha resíduos à superfície e que inclua culturas que explorem o solo em profundidade, deverá evitar que o teor de sódio suba e até deverá promover a redução deste, nos horizontes inferiores dos solos argiluvados no Alentejo, onde este não surge mais frequentemente com teores elevados.

A SD com CC ou práticas que permitam reduzir as perdas por evaporação direta, manter ou até elevar os níveis de MO no solo, melhorar a estabilidade estrutural e criar mais porosidade contínua estável, tornam estes solos mais tolerantes à água de rega com teores moderados de sais. Estas práticas melhoram a estabilidade estrutural do solo, desde a superfície, mantendo assim um solo mais resiliente e com uma melhor infiltrabilidade e uma melhor drenagem interna, prevenindo deste modo a entrada num ciclo degradativo, ao permitir uma maior eficácia na lixiviação de sais durante o inverno. Esta maior resiliência do solo dará maiores garantias da prática de uma agricultura de regadio sustentável em solos que provavelmente não seriam, numa agricultura de regadio baseada em sistemas convencionais de mobilização do solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição do local de ensaio

O ensaio decorreu no Centro Experimental do Alto Alentejo, situado na Herdade da Comenda que está inserida no perímetro de rega do Caia. O centro é da responsabilidade da Direção Regional de Agricultura e Pescas do Alentejo e a sua localização geográfica fica situada no concelho de Elvas, próxima da fronteira Elvas-Caia/Badajoz. O ensaio foi instalado numa parcela com uma área de 22 ha, regada por uma rampa rotativa (*pivot*) e o centro do ensaio ficou situado a aproximadamente 183 m de altitude, com latitude de 38° 53' 36'' N e longitude de 7° 03' 36'' W.

3.1.1. Seleção do local de ensaio

No referido Centro Experimental foi selecionada a parcela de regadio com maior representatividade dos solos argiluvados, por se tratar do tipo de solos mais representativos na área de influência de Alqueva, e sobre os quais os riscos de halomorfização do solo, com a introdução do regadio com água de rega com teores moderados de sais, são maiores.

A referida parcela está inserida numa mancha de solo cartografado, segundo Cardoso (1965), como Solo Mediterrâneo Pardo de margas ou calcários margosos (Pac) e Solos Mediterrâneos Pardos Para-Hidromórficos de arenitos ou conglomerados argilosos (Pag).

A rega da parcela é efetuada por uma rampa rotativa (*pivot*) de círculo completo, com quatro torres e cinco lanços, que abrangem uma área de 22 ha. Entendeu-se que a localização do ensaio sob o segundo lanço *pivot* seria a mais

3. MATERIAL E MÉTODOS

adequada, por apresentar menor taxa de aplicação da rega, representando menores riscos de escoamento superficial, na presença de algum declive, que os lanços mais afastados do centro do equipamento. Outra razão para selecionar um local pouco afastado do centro do *pivot*, está relacionada com a necessidade de alteração das dotações de rega numa faixa circular, por alteração dos débitos dos aspersores para criar os dois regimes hídricos previstos para o ensaio. Esta alteração, sendo feita mais próxima do centro do *pivot* afetou uma área significativamente menor, na zona fora do local de ensaio, à que afetaria se o ensaio fosse instalado num local mais afastado do centro da rampa rotativa.

Deste modo, procurou-se uma área de solo, abrangida pelo lanço 2 do *pivot*, com uma boa uniformidade do solo em termos de declive e das características do mesmo, com o auxílio de uma sonda de solo (de cana), tendo-se deste modo delimitado uma mancha de solo homogénea, em termos de profundidade do horizonte A, facilmente observável pela diferença de textura em relação ao horizonte B, como se poderá constatar nos pontos 3.1.3.

3.1.2. Descrição do clima

Segundo Reis-Cunha (1975), as áreas de regadio do plano de rega do Alentejo, à exceção do aproveitamento do rio Mira, e de acordo com a classificação climática de *Köppen*, tem um clima temperado com verão seco (Cs), subdividido na forma climática de verão quente (Csa) devido á temperatura média do mês mais quente ser superior a 23 °C.

Na Figura 15, está apresentada a classificação climática de *Thorntwaite* do Alentejo, de acordo com o índice hídrico, caracterizada por Reis e Gonçalves (1987), onde está patente que o clima Sub-húmido seco (C₁) abarca a maior parte do Alentejo central e do Baixo Alentejo, onde se insere a área de influência de Alqueva. Também evidencia a presença, de acordo com o mesmo índice, de clima semiárido (D) na região de Moura.

Apesar da classificação climática ter sido baseada nos dados meteorológicos de 1941-1970, e terem ocorrido reduções significativas de precipitação em relação às últimas décadas, como evidenciado no Quadro 17, a Figura 15 é particularmente útil para mostrar que a região de Elvas está inserida na região climática com maior representatividade na área de influência de Alqueva, clima C₁.

3. MATERIAL E MÉTODOS

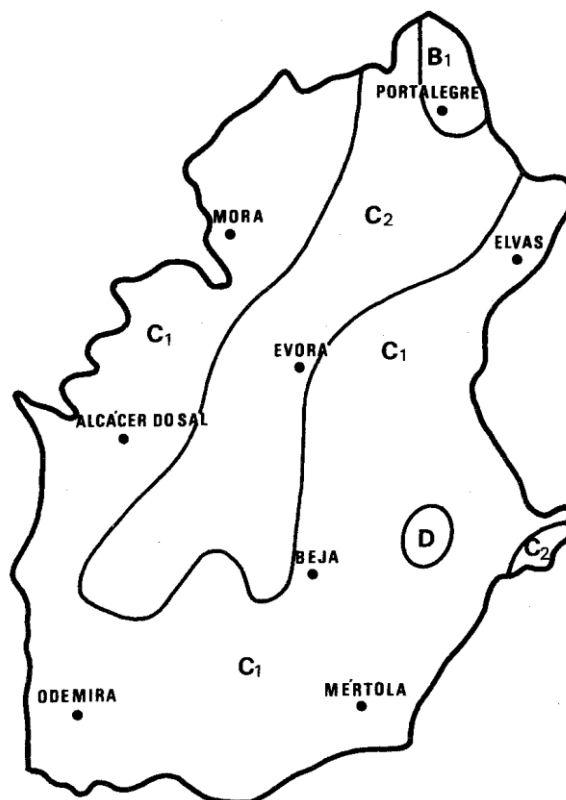


Figura 15 - Classificação climática de Thornthwaite do Alentejo, de acordo com o índice hídrico. B₁ - Pouco húmido; C₂ - Sub-húmido húmido; C₁ - Sub-húmido seco; D - Semiárido. Adaptado de Reis e Gonçalves (1987).

Para o enquadramento climático da zona do ensaio são apresentados, no Quadro 17, os valores normais de precipitação do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG) relativos a 1941-1970 e a 1971-2000 e os dados de temperatura, de precipitação, de humidade relativa do ar, da velocidade do vento e da evapotranspiração de referência (ET_o), relativos ao período 1971-2000, da mesma estação meteorológica.

No mesmo Quadro 17 são também apresentados dados meteorológicos mensais (2003 a 2010) compilados a partir dos valores diários da base de dados da estação meteorológica do Perímetro de Rega do Caia, inserida no Sistema Agrometeorológico para a Gestão da Rega no Alentejo (SAGRA), da responsabilidade do Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio (COTR).

A Estação Meteorológica de Elvas do INMG encontra-se a uma altitude de 208 m, com latitude de 38° 53' N e com longitude de 7° 09' W. A estação da rede Sagra do COTR está situada a uma altitude de 202 m, com latitude de 38° 54' 56" N e longitude de 07° 05' 56" W.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Quadro 17 – Valores médios mensais do COTR (2003-2010) e do INMG (1971-2000) de temperatura, de precipitação, de humidade relativa do ar, da velocidade do vento, da evapotranspiração de referência (ET_o) e os valores de precipitação do INMG (1941-1970), todos relativos a Elvas.

Anos	Valores médios de temperatura média diária (°C)												
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1971-2000*	17,4	12,5	9,7	8,6	10,2	12,3	14,1	17,3	21,7	25,1	24,8	22,2	16,3
2003-2010	17,6	11,9	8,3	8,0	9,5	12,1	14,7	18,3	24,0	26,1	26,1	22,7	16,6
2003-04	16,4	12,3	8,6	9,5	9,9	11,5	14,1	17,0	26,7	26,6	24,9	23,3	16,7
2004-05	17,6	11,4	8,4	6,2	7,3	12,8	15,4	19,7	25,9	26,4	27,0	22,5	16,7
2005-06	17,4	10,8	8,5	6,9	8,2	12,0	15,6	20,4	23,3	27,2	27,0	23,5	16,7
2006-07	18,5	14,3	8,2	7,0	11,1	11,7	14,1	18,0	21,6	25,7	24,9	22,9	16,5
2007-08	17,5	11,1	7,7	9,6	11,1	12,0	15,1	16,3	23,6	24,8	24,5	21,0	16,2
2008-09	16,6	9,8	7,7	8,1	9,6	13,8	13,4	19,6	24,0	24,8	26,8	23,0	16,4
2009-10	19,2	13,4	9,3	8,4	9,0	11,0	15,5	17,5	22,7	27,5	27,8	22,5	17,0

Anos	Valores médios mensais de precipitação (mm)												
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1941-1970* ²	59	88	71	93	85	102	59	41	22	4	5	31	661
1971-2000*	59	75	93	63	55	40	51	44	24	5	3	26	535
2003-2010	114	55	66	54	65	44	46	37	31	1	6	17	536
2003-04	151	101	79	53	51	29	22	57	2	0	9	3	557
2004-05	165	21	22	1	10	28	16	61	0	0	5	4	332
2005-06	161	34	55	20	43	100	27	0	71	2	16	39	568
2006-07	167	147	42	36	55	29	46	47	73	1	9	44	695
2007-08	54	43	11	59	69	8	93	60	1	0	0	11	409
2008-09	36	17	39	83	59	8	36	4	21	0	0	3	306
2009-10	68	25	217	124	170	104	84	33	47	0	0	13	884

Anos	Humidade relativa média do ar (%)												
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1971-2000*	72	80	83	83	80	73	69	65	59	53	56	61	70
2003-2010	69	77	84	85	80	72	70	61	53	46	47	54	67
2003-04	75	85	88	88	84	74	66	66	47	42	53	50	68
2004-05	70	74	78	74	64	65	63	56	46	46	41	46	60
2005-06	68	80	80	82	79	80	73	54	56	46	43	55	67
2006-07	74	86	82	88	85	69	73	64	59	46	48	59	70
2007-08	66	63	84	87	81	71	70	73	52	50	51	59	67
2008-09	66	72	87	87	80	66	67	53	55	48	46	51	65
2009-10	66	81	89	88	88	82	75	65	58	46	45	58	70

Anos	Valores médios de velocidade do vento (m s ⁻¹)												
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1971-2000*	2,1	2,0	1,9	1,9	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,1	2,2
2003-2010	1,6	1,7	1,8	1,6	1,8	2,1	2,0	2,0	1,9	2,2	2,0	1,8	1,9
2003-04	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,7	1,7	1,7	1,9	2,6	2,7	2,1	1,8
2004-05	2,2	1,7	2,3	1,7	2,0	2,0	2,4	2,3	2,3	2,4	1,9	2,2	2,1
2005-06	1,5	1,9	1,8	1,6	2,0	1,9	1,5	1,8	1,6	1,8	1,9	1,8	1,7
2006-07	1,5	1,3	1,7	1,3	2,0	2,4	1,8	1,9	1,8	2,1	1,9	1,4	1,8
2007-08	1,3	1,5	1,4	1,3	1,5	2,7	2,4	2,3	2,1	2,3	2,3	1,7	1,9
2008-09	2,0	1,8	1,8	2,1	1,7	2,2	2,5	1,9	2,0	2,6	2,0	1,9	2,0
2009-10	1,6	2,4	2,1	2,1	2,3	1,7	1,6	2,1	1,9	1,9	1,6	1,5	1,9

Anos	Valores médios diários da evapotranspiração de referência (ET _o) (mm/dia)**												
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1971-2000*	2,6	1,4	1,0	1,0	1,5	2,4	3,3	4,3	5,6	6,7	6,0	4,4	3,4
2003-2010	2,6	1,5	1,0	1,1	1,7	2,7	3,6	4,8	6,2	7,1	6,2	4,5	3,6
2003-04	2,3	1,2	0,9	1,0	1,5	2,5	3,8	4,2	7,0	7,6	6,4	5,0	3,6
2004-05	2,6	1,7	1,3	1,6	2,1	2,9	4,1	5,3	7,0	7,3	6,4	5,0	3,9
2005-06	2,4	1,5	1,2	1,1	1,7	2,3	3,5	5,4	5,8	6,8	6,5	4,4	3,5
2006-07	2,5	1,2	1,0	1,0	1,8	3,0	3,4	4,6	5,5	7,0	6,0	4,1	3,4
2007-08	2,7	1,9	1,0	1,1	1,8	2,9	3,7	3,8	6,4	6,8	6,2	4,1	3,5
2008-09	2,8	1,6	0,9	0,9	1,7	3,2	3,6	5,3	5,8	7,1	6,2	4,6	3,7
2009-10	2,8	1,7	0,7	0,9	1,2	2,0	3,5	4,7	5,7	7,0	6,0	4,3	3,4

* Fonte: Dados médios de 30 anos do Instituto Nacional de meteorologia e Geofísica (INMG) adaptados de Peneda (2009); *² dados médios de precipitação do INMG adaptados de Mata-Reis & Gonçalves (1987);** Os valores de ET_o relativos à média de 30 anos foram calculados com o software CropWat 8.0 (FAO, 2012) e os restantes constam na base de dados do COTR (2010). Ambos os valores foram calculados de acordo com os procedimentos de cálculo apresentados em Allen et al. (1998), com base nos dados de temperatura, humidade do ar, radiação solar e velocidade do vento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Da observação do Quadro 17, é de destacar o decréscimo acentuado da precipitação anual, superior a 100 mm, quando se comparam os valores médios anuais nos anos de 1971-2000 (535 mm), com os verificados entre 1941-1970 (661 mm), tendo os mesmos sido registados no mesmo local e pela mesma entidade. Essa diferença é justificada essencialmente pela redução da precipitação nos meses de inverno (janeiro, fevereiro e março).

Os valores de precipitação médios anuais registados na estação meteorológica do COTR (2003-2010), são similares aos registados entre 1971-2000 pelo INMG. No entanto é de salientar que no mês de outubro, o valor médio de precipitação de 2003-2010 é quase o dobro do registado no período de 1941-1970 e de 1971-2000.

No que diz respeito á temperatura, em termos médios anuais, os valores registados entre 2003-2010, pelo COTR, são ligeiramente mais elevados que os referentes ao intervalo 1971-2000 pelo INMG. No entanto, nos meses de primavera-verão, essas diferenças são mais acentuadas, sendo os valores de 2003-2010 mais elevados, chegando a diferença aos 2,3 °C no mês de junho. Em contrapartida, apresenta valores inferiores à média dos 30 anos, nos meses de outono-inverno. Quanto à comparação dos valores de evapotranspiração de referência (ET_o), relativa ao mesmo período, ocorre uma situação similar à temperatura, com o registo de valores mais elevados no período de primavera-verão, em 2003-2010, exatamente no período de rega, e com os valores mais baixos nos meses de outono-inverno.

3.1.3. Caracterização e classificação do solo

No final dos 3 anos de ensaio foi aberto na faixa central do ensaio (entre os dois regimes hídricos), um perfil de solo. O perfil foi observado pelos Professores José Manuel Nunes (Escola Superior Agrária de Elvas) e António López Piñeiro (*Universidad de Extremadura*, Espanha), que baseados na observação do perfil e nos dados analíticos apresentados no Quadro 18, classificaram o solo segundo a classificação FAO (WRB), como **Luvissole cálcico**. As determinações apresentadas no Quadro 18, foram realizadas no Laboratório de Química da Escola Superior Agrária de Elvas, com a exceção da textura que foi determinada no Laboratório de Física do Solo da Universidade de Évora. A avaliação da textura relativa aos horizontes Ap e Bt (Quadro 18), é similar à textura das profundidades de 0 a 30 cm e de 30 a 50 cm (Quadro 19), sendo este facto relevante para denotar a homogeneidade da mancha de solo onde foi instalado o ensaio.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Quadro 18 - Designação dos horizontes e dados analíticos do perfil do solo usados na classificação do solo

		Horizontes					
		Ap1	Ap2	Bt	Bck	Ck1	Ck2
Determinações	Unidades	Solo 1 - H1	Solo 1 - H2	Solo 1 - H3	Solo 1 - H4	Solo 1 - H5	Solo 1 - H6
Espessura (cm)		0-15	15-38	38-75	75-90	90-137	137-...
Textura		Franco-Argiloso	Franco-Argiloso	Argiloso	Franco-Argilo-Limoso	Franco-Argilo-Limoso	Franco-Argilo-Limoso
Areia	(%)	52,0	53,4	39,8	21,2	26,5	37,7
Argila	(%)	27,7	27,2	40,3	39,0	35,5	29,4
Limo	(%)	20,3	19,4	19,9	39,8	38,0	32,9
Cor em seco		7,5yr 4/2	7,5 yr 4/1	7,5yr 5/2	7,5yr 8/1	10yr 8/2	10yr 8/3
Cor em húmido		7,5 yr 3/2	7,5 yr 4/1	10 yr 6/2	10 yr 7/3	10 yr 8/2	10 yr 6/6
pH (H ₂ O)		6,5	7,2	7,5	8,0	8,2	8,1
pH (KCl)		6,1	6,4	6,3	7,2	7,3	7,3
Condutividade	mS.cm ⁻¹	0,16	0,17	0,16	0,24	0,25	0,23
Matéria Orgânica	%	1,9	0,6	0,3	0,2	0,1	0,04
Fósforo extraível	P ₂ O ₅ mg.Kg ⁻¹	259	473	38	128	79	136
Potássio extraível	K ₂ O mg.Kg ⁻¹	707	162	185	145	184	188
Cálcio extraível	mg.Kg ⁻¹	3094	4516	6528	9245	8720	9190
Magnésio extraível	mg.Kg ⁻¹	540	420	694	789	817	1067
Carbonatos	%	4,5	4,5	3,5	10,5	10,0	13,5
Terra Fina	%	92,5	90,0	91,6	99,0	97,3	93,7
Cálcio de troca	cmol ₍₊₎ .Kg ⁻¹	12,5	10,5	21,0	21,3	13,8	17,0
Magnésio de troca	cmol ₍₊₎ .Kg ⁻¹	2,76	2,84	6,1	6,9	7,5	10,2
Sódio de troca	cmol ₍₊₎ .Kg ⁻¹	0,34	1,03	0,69	0,55	0,42	0,50
Potássio de troca	cmol ₍₊₎ .Kg ⁻¹	0,63	0,19	0,2	0,3	0,3	0,3
SBT	cmol ₍₊₎ .Kg ⁻¹	16,3	14,6	28,0	29,0	22,0	28,0
CTC	cmol ₍₊₎ .Kg ⁻¹	24,4	16,4	28,0	28,8	22,4	28,0
GSB	%	66,6	89,0	99,9	100,8	98,2	100,1
PST (Na/CTC*100)	%	1,4	6,3	2,5	1,9	1,9	1,8

Métodos analíticos de rotina:

pH – Ext. 1:2,5 (solos:água); Condutividade eléctrica – Ext. 1:2 (solos:água);

P, K - Egner-Riehm; Matéria orgânica – Wakley-Black; Cálcio, Magnésio - Acetato Amónio (pH7)

Bases de troca e capacidade de troca cationica (CTC) determinadas pelo método do acetato de amónio (pH7)

Textura: Sedimentometria com raio-X e correcção para a análise mecânica (Alexandre et al., 2001)

3.1.3.1. Textura do solo

A determinação da textura, de acordo com a escala de Atterberg, apresentada no Quadro 19, foi efetuada apenas no âmbito da caracterização do solo. A textura foi determinada no Laboratório de Física do Solo da Universidade de Évora, para todos os 24 talhões em estudo e foi determinada por sedimentometria com raio-X e correção para a análise mecânica (Alexandre et al., 2001), sem destruição de carbonatos. O solo utilizado nesta determinação proveio da 2ª amostragem de solo (Quadro 26), tendo-se procedido à mistura das 3 primeiras profundidades (0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm), de modo a obter uma amostra compósita dos 0 aos 30 cm, reduzindo por esta via o número de determinações laboratoriais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Da observação do Quadro 19, constata-se o aumento expressivo da argila, da primeira profundidade para a segunda, que é típico de um solo argiluvado, e denota-se uma homogeneidade textural entre os fatores em estudo, em particular nos primeiros 30 cm. A textura da primeira profundidade é franco-argilosa e a da segunda profundidade é argilosa.

Quadro 19 – Valores médios de textura do solo (%) às profundidades 0 - 30 cm e 30 – 50 cm, presentes nas repetições do ensaio e nos fatores principais em estudo.

	Prof. 0-30 cm			Prof. 30-50 cm		
	Areia	Limo	Argila	Areia	Limo	Argila
Repetição 1	54	17	29	44	17	39
Repetição 2	54	17	29	40	17	43
Repetição 3	57	16	27	43	15	41
SD	55	17	28	42	17	41
SC	56	16	28	42	16	41
RH 1	55	16	29	41	16	43
RH 2	55	17	28	44	17	39
Sal. 1	56	17	28	42	16	41
Sal. 2	55	17	28	42	17	41
Média	55	17	28	42	16	41

SC - sistema convencional; SD - sementeira direta SD; RH 1 e RH 2 – regimes hídricos 1 e 2; Sal. 1 e Sal. 2 – nível de salinidade 1 e 2.

3.1.3.1. Caracterização hidropedológica e valores de retenção da água no solo

O objetivo principal da caracterização hidropedológica foi a determinação dos valores de retenção de água no solo, em particular o teor de água à capacidade de campo (Cc) e ao coeficiente de emurchecimento (Ce) de modo a determinar, por diferença, a água disponível para as plantas (Ad).

A recolha de amostras para a caracterização hidropedológica foi efetuada no final do ensaio, de modo a evitar o impacto da perturbação nas condições de infiltração do solo, com a abertura de perfis de solo para colheita das amostras em profundidade, dentro de cada talhão, em particular nos tratamentos de sementeira direta.

Para a caracterização hidropedológica foi aberto um pequeno perfil de solo, por cada sistema de mobilização e regime hídrico (sem distinguir o nível de salinidade, alternando entre o nível de salinidade 1 e 2), perfazendo um total de 36 amostras retiradas em 12 subtalhões. Nesse perfil recolheu-se uma amostra perturbada e

3. MATERIAL E MÉTODOS

outra não perturbada, a cada uma das seguintes profundidades: 10 cm, 25 cm e a 50 cm. As amostras não perturbadas foram efetuadas com anéis metálicos de 5 cm de diâmetro e 3 cm de altura. Estas amostras, não perturbadas, foram utilizadas para a determinação dos valores de retenção de água no solo, contra as pressões extrativas de 0, 10, 34, 100 e 3500 kPa e para a determinação da densidade aparente (Dap). A determinação da pressão extrativa de 0 kPa, correspondente ao solo saturado, foi a última determinação a ser executada, de modo a evitar que a perturbação causada pela manipulação da amostra saturada, no processo de pesagem, afetasse as restantes determinações. A amostra perturbada foi utilizada para a determinação dos valores de retenção de água no solo, contra as pressões extrativas de 1500 kPa.

Os resultados da caracterização hidropedológica do solo estão apresentados no Quadro 20, onde se pode observar que os valores de densidade aparente e de retenção da água são idênticos, entre os tratamentos de mobilização do solo e diferem em profundidade. Com base nos valores de Cc e de Ce, realçados no quadro, e com base na espessura da respetiva camada de solo, foi determinado o total de água disponível expresso em mm e, posteriormente, a determinação do valor total de água médio do perfil de 178 mm/m, apresentado no Quadro 21. Este último quadro sintetiza os valores relativos à elaboração do balanço hídrico do solo, descrito no ponto 3.2.7.

Quadro 20 – Valores médio do teor de humidade expresso em % de volume (v/v), retida nas amostras de solo contra diferentes pressões extrativas (kPa), da água disponível para as plantas (Ad) e da densidade aparente do solo (Dap).

Mobilização	Profund. (cm)	Repetição	kPa				Ad	Dap
			0	10	100	1500		
			Cc			Ce		
SD			43,6	33,6	25,9	16,6	16,9	1,52
SC			43,7	34,0	25,9	16,5	17,5	1,51
	0 - 15		41,1	29,0	20,8	12,8	16,2	1,53
	15 - 30		39,3	31,2	23,4	14,7	16,5	1,65
	30 - 70		50,6	41,1	33,6	22,2	18,9	1,37
		1	43,8	34,3	26,8	16,9	17,3	1,56
		2	43,9	33,6	26,0	16,5	17,0	1,47
		3	43,2	33,5	25,0	16,2	17,3	1,52
SD	0 - 15		41,0	28,9	20,9	12,8	16,0	1,56
SD	15 - 30		39,1	30,8	23,3	14,8	16,0	1,65
SD	30 - 70		50,7	41,1	33,5	22,2	18,8	1,35
SC	0 - 15		41,3	29,1	20,6	12,7	16,4	1,50
SC	15 - 30		39,4	31,6	23,5	14,6	17,0	1,65
SC	30 - 70		50,5	41,2	33,7	22,2	19,0	1,39
		Média	43,7	33,8	25,9	16,6	17,2	1,51

3. MATERIAL E MÉTODOS

Quadro 21 – Quadro síntese com valores de capacidade de campo (Cc), de coeficiente de emurchecimento (Ce), de água disponível para as plantas (Ad) e de total de água disponível (TAD).

Profundidade (cm)	Cc (%v/v)	Ce (%v/v)	Cc (mm)	Ce (mm)	Ad (%v/v)	TAD (mm)
0 - 15	29,0	12,8	43,5	19,2	16,2	24,3 mm
15 - 30	31,2	14,7	46,8	22,1	16,5	24,7 mm
30 - 70	41,1	22,2	164,6	88,8	18,9	75,7 mm
Total (mm)			255	130		125 mm
Total (mm/m)*			364	186		178 mm/m

* Valor do total de água, médio do perfil, expresso em mm/m

3.2. Descrição do ensaio

3.2.1. Tratamentos e delineamento experimental

De forma a testar as hipóteses de trabalho inicialmente colocadas foi instalado um ensaio, com três repetições, que teve como tratamentos principais dois sistemas de preparação do solo: sementeira direta sobre cultura de cobertura (SD) e o sistema convencional (SC). Os sistemas de preparação do solo foram subdivididos em dois regimes hídricos (100% e 70%), que por sua vez foram subdivididos em dois níveis de salinidade da água de rega (respectivamente $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ e $2,0 \text{ dS m}^{-1}$), ambos com uma razão de adsorção de sódio (SAR) de 3.

O ensaio foi instalado sob uma rampa rotativa que abrange uma área de 22 ha, de acordo com o esquema geral do ensaio, apresentado na Figura 16 e na Figura 17. Cada sub-talhão ficou com 3 m de largura (corresponde a 4 linhas de sementeira com uma entrelinha de 0,75 m) e com 11 m de comprimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

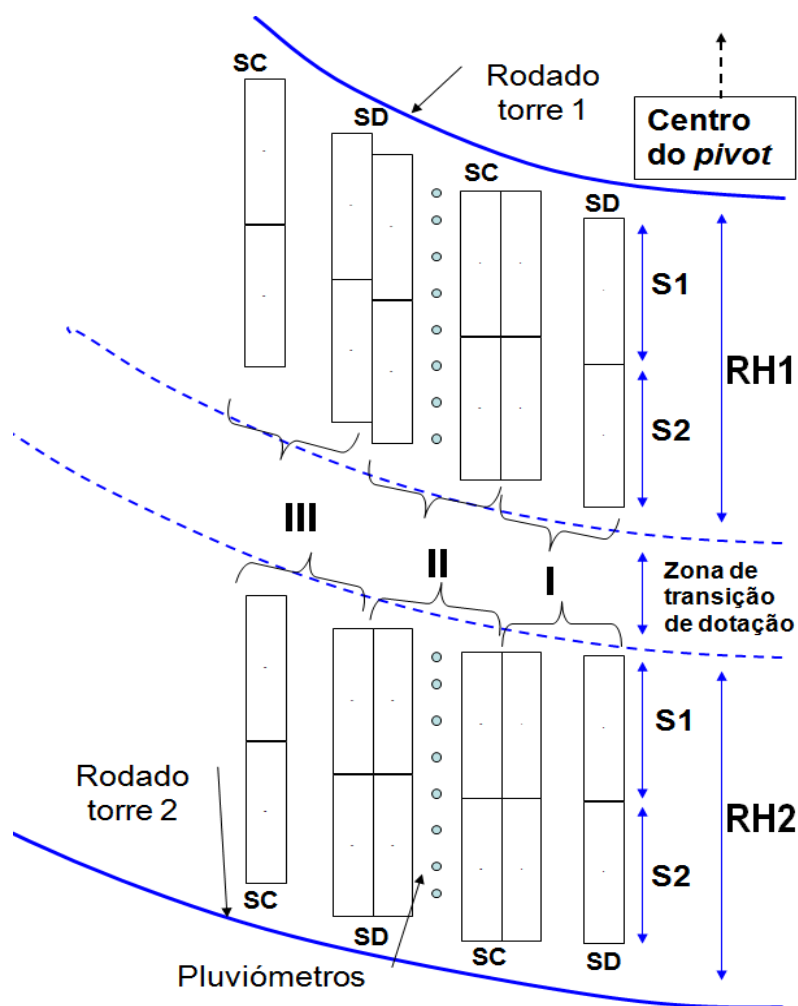


Figura 16 – Esquema geral do ensaio com a localização dos 24 talhões, duas faixas distintas para os regimes hídricos (RH 1 e RH 2), subdivididas em dois níveis de salinidade S1 e S2. As repetições estão identificadas (I, II e III) e os dois sistemas de mobilização: sistema convencional (SC) e sementeira direta (SD). Também está representada a localização dos oito pluviômetros de monitorização de cada RH.

A disposição dos talhões foi condicionada com a imposição de intercalar uma faixa semeada com sementeira direta, entre os sistemas de mobilização, para evitar a perturbação do solo nos limites dos talhões de SD. Para além das referidas faixas, a área envolvente do ensaio também foi semeada, durante os três anos de ensaio, com sementeira direta (mas sem cultura de cobertura), exceto a linha dos pluviômetros que foi semeada com milho, apenas no primeiro ano de ensaio.

A aplicação dos tratamentos decorreu entre maio de 2004 e outubro de 2006.

3. MATERIAL E MÉTODOS

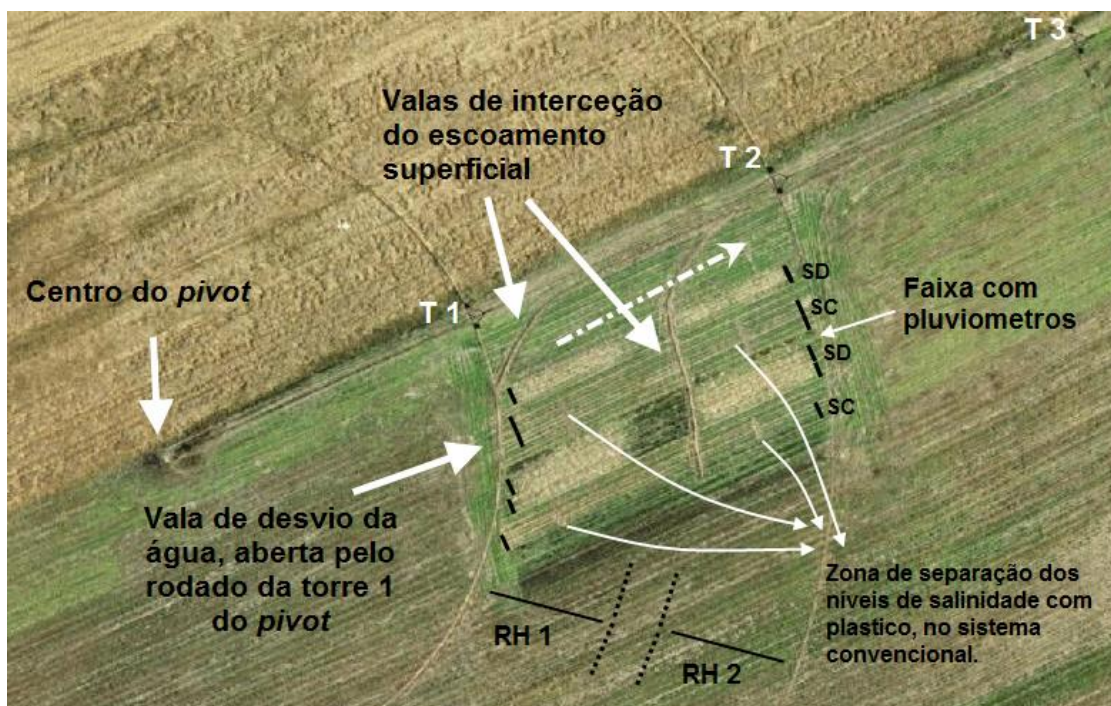


Figura 17 – Ortofotomapa produzido a partir de foto de satélite na fase de emergência do milho, em junho de 2006, onde podem ser observados pormenores do local de ensaio em que se destacam os talhões de sementeira direta (SD), com a aveia morta com herbicida, e as valas abertas para desvio de eventuais escoamentos superficiais. Também estão assinaladas as faixas com os dois regimes hídricos (RH 1 e RH 2) e o sentido do declive (seta a tracejado) com aproximadamente 1,6%.

3.2.2. Técnicas culturais

3.2.2.1. Antecedentes culturais

A parcela onde foi instalado o ensaio encontrava-se em regadio contínuo, pelo menos desde a data de instalação da rampa rotativa (pivot), no ano de 1991. Após a instalação do sistema de rega a cultura instalada com maior frequência, foi a cultura do milho. Desde o ano 2001 até à instalação do ensaio foi praticada a monocultura de milho em contínuo, sob sistema convencional de mobilização do solo.

3.2.2.2. Preparação do solo, sementeiras e outras operações culturais

A data de sementeira e as datas das operações culturais foram, tendo em conta as diferenças impostas pelos dois sistemas de culturas, todas efetuadas no mesmo

3. MATERIAL E MÉTODOS

dia, de modo a evitar eventuais variações. Do mesmo modo foram utilizadas quantidades idênticas de fatores de produção, entre os sistemas de mobilização do solo.

As datas das operações culturais, de fertilização e de tratamentos fitossanitários foram conciliados e condicionados, às mesmas operações realizadas na parcela onde se inseriu o ensaio. As quantidades de fatores de produção também foram as seguidas para a restante parcela, administrada pelo gestor do Centro Experimental.

Preparação do solo para a sementeira do milho no primeiro ano de ensaio

A primeira operação cultural foi a passagem de um destróador, de modo a triturar os resíduos da cultura anterior (milho), em ambos os sistemas de mobilização do solo.

No SC seguiu-se uma passagem de chisel (20 a 25 cm de profundidade), seguida de duas passagens de grade de discos, de modo a preparar adequadamente o solo para a sementeira.

No próprio dia da sementeira efetuou-se, nos talhões de sementeira direta (SD), uma monda de pré-sementeira, com um herbicida total não residual e um herbicida seletivo de pré-emergência.

Posteriormente efetuou-se a cobertura do solo, com a aplicação de 5,5 Mg ha⁻¹ de palha de trigo. Esta aplicação foi apenas efetuada, antes da sementeira do milho no primeiro ano do ensaio, com o objetivo de simular o efeito da cobertura do solo, com os resíduos da cultura de cobertura de outono-inverno, que não tinha sido previamente instalada.

A sementeira do milho foi efetuada nos três anos de ensaio, em ambos os sistemas de mobilização, com um semeador de sementeira direta mecânico monogrão, de disco duplo desfasado, com 4 linhas distanciadas 0,75 m entre si, da marca Semeato. Foi, no entanto, feita uma afinação diferenciada da pressão de trabalho do semeador entre os sistemas de mobilização, de modo a que a semente fosse enterrada a uma profundidade similar (3 a 4 cm) nos dois tratamentos. As operações de mobilização do solo e o resultado final, após a sementeira, estão ilustrados na Figura 18.

Após a sementeira, foi efetuada a monda com um herbicida seletivo de pré-emergência, no sistema convencional.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O dia da sementeira e da aplicação dos herbicidas foi seco, assim como os dias que se seguiram, tendo a primeira rega sido efetuada apenas quatro dias depois. Este facto afetou claramente a atuação do herbicida de pré-emergência.

Preparação do solo para a sementeira do milho no segundo e no terceiro ano de ensaio

No segundo e no terceiro ano de ensaio dispensou-se a operação de destroçamento, porque as plantas foram cortadas manualmente e tombadas na altura da colheita.

Para evitar ajuntamentos de resíduos na operação de descompactação do solo no SC, com a passagem do chisel, a primeira operação cultural foi uma passagem de grade de discos, a que se seguiu a passagem de chisel (a cerca de 20 a 25 cm), seguida de duas passagens de grade de discos, de modo a deixar o solo preparado para a sementeira.

A sementeira foi efetuada com o mesmo semeador em ambos os sistemas de mobilização, e com os mesmos procedimentos do primeiro ano.

Após a passagem do semeador foram sempre verificadas todas as linhas de sementeira, em particular na SD, e a semente que não ficou devidamente enterrada, foi ressemeada manualmente.

Durante a fase de emergência da cultura, sempre que havia um atraso na emergência de algumas plantas de milho, ressemeavam-se essas falhas preventivamente. As dificuldades verificadas na emergência das plantas na SD resultaram essencialmente da elevada quantidade de resíduos existentes no solo, no momento da sementeira. Outro aspeto que pode estar relacionado com a heterogeneidade na emergência, será o facto da sementeira ter de se efetuar sempre sobre a mesma linha, devido à impossibilidade de alterar a posição e a orientação da linha de sementeira, como é recomendável do ponto de vista agronómico, neste sistema cultural. Esta restrição deveu-se ao facto do ensaio estar confinado a talhões estreitos.

3. MATERIAL E MÉTODOS



Figura 18 – Fotos tiradas no dia da sementeira do milho, no primeiro ano de ensaio. Passagem de chisel, à esquerda, e de grade de discos, à direita, e em baixo o resultado final das mobilizações após a sementeira, e os talhões de sementeira direta cobertos de palha.

Outras operações culturais e tratamentos fitossanitários.

No SC, na fase em que o milho se encontrava Joelheiro, foi realizado, todos os anos, uma sacha com um escarificador preparado para o efeito, a que se seguiu a operação de abertura dos covachos.

Sempre que necessário foi efetuado um controlo adicional de infestantes, após a emergência, com a aplicação localizada de glifosato (utilizando um pequeno aplicador manual, com campânula de proteção).

As operações culturais de sementeira, adubação de fundo, mondas, sachas, tratamentos fitossanitários e as respetivas quantidades dos fatores de produção estão apresentadas no Quadro 22.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Quadro 22 – Calendário de operações culturais e das quantidades dos fatores de produção da cultura do milho (*Zea mays* L.), classe FAO 600.

Operação cultural	Ano de 2004		Ano de 2005		Ano de 2006	
	data	fator	data	fator	data	fator
Destoçamento de resíduos**	06-Mai	-	-	-	-	-
monda de pré-semeiteira na SD	06-Mai	Ronagro ^{*1} (7 L ha ⁻¹)	19-Abr	Ronagro ^{*1} (7 L ha ⁻¹)	26-Mai	Ronagro ^{*1} (7 L ha ⁻¹)
preparação do solo no SC	06-Mai	-	26-Abr	-	26-Mai	-
adubação de fundo**	06-Mai	(1) Foskamónio 15-15-15 500 kg ha ⁻¹	26-Abr	(3) Sulfato de potássio 150 kg ha ⁻¹	07-Jun	(2) Sulfato de potássio 150 kg ha ⁻¹
semeiteira e adub. de fundo **	13-Mai	85 000 sementes ha ⁻¹ (1) Foskamónio 15-15-15 175 kg ha ⁻¹	27-Abr	80 000 sementes ha ⁻¹ (3) Fostato de amónio 18-46-0 215 kg ha ⁻¹	07-Jun	90 000 sementes ha ⁻¹ (3) Fosfato de amónio 18-46-0 215 kg ha ⁻¹
monda de pré-emergência**	13-Mai	Primestra ^{*2} (3 L ha ⁻¹)	27-Abr	Primestra ^{*2} (3 L ha ⁻¹)	07-Jun	Primestra ^{*2} (3 L ha ⁻¹)
monda de pós-emergência**		Aplicações localizadas de glifosato		Aplicações localizadas de glifosato		Aplicações localizadas de glifosato
Aplicação de inseticida	28-Jun	Karate ^{*3} (500 g ha ⁻¹)	5-Mai e 18-Mai	Karate ^{*3} (500 g ha ⁻¹)	23-Jun	Karate ^{*3} (500 g ha ⁻¹)
sacha e aberura de covachos no SC	16-Jun	-		-	07-Jul	-
reforço de fertilização**	28-Jul	(2) Quelatado de zinco 1 kg ha ⁻¹	06-Jun	(2) Quelatado de zinco 1 kg ha ⁻¹ (3) Sulfato de potássio 267 kg ha ⁻¹	-	-
adubação de cobertura total	16-Jun	184 kg N ha ⁻¹ Ureia (400 kg ha ⁻¹)	fretir-rega	180 kg N ha ⁻¹ (4) Solução 32N (563 kg ha ⁻¹)	fretir-rega	180 kg N ha ⁻¹ (4) Solução 32N (563 kg ha ⁻¹)
início da fertirrega	-	-	02-Jun		03-Jul	
fim da fertirrega	-	-	01-Jul		07-Ago	

*1 - 360 g L⁻¹ de glifosato.

*2 - 37% de Atrazina + 29% de S-Metolacoloro.

*3 - Aplicação de Karate+ (2,5% de lambda-cialotrina), com pivot.

(1) - (15% de N; 15% de P₂O₅; 15% de K₂O)

(2) - (14% de Zn)

(3) - (18% de N; 46% de K₂O)

(4) - (32% de N)

** - Operações efetuadas no sistema convencional (SC) e na semeiteira direta (SD).

*** - efetuado só no ensaio por sintomas de carencia nutritiva.

Semeiteira da cultura de cobertura (CC) com aveia

A semeiteira da cultura de cobertura foi efetuada com aveia (*Avena sativa* L.), com semente não certificada após a colheita do milho, no primeiro e no segundo ano de ensaio. As datas de semeiteira foram respetivamente 19 de novembro de 2004 e 18 de novembro de 2005.

A aveia foi semeada a lanço (200 kg ha⁻¹) sobre os resíduos da cultura do milho, tendo-se passado posteriormente com uma grade de discos quase fechada para minimizar a perturbação do solo, o que facilitou o contacto da semente de aveia com

3. MATERIAL E MÉTODOS

o solo. Esta passagem de grade de discos, efetuada apenas após a primeira sementeira da aveia, serviu para esbater a armação do solo, em resultado da abertura de covachos, feita antes da instalação do próprio ensaio. A operação de gradagem atuou como previsto nas partes mais elevadas do solo, mantendo a quase totalidade dos resíduos da cultura à superfície, como se pode observar na fotografia, da esquerda, na Figura 19.

No outono seguinte a aveia foi semeada igualmente a lanço e com a mesma densidade, no entanto ficou muita semente sobre os resíduos da cultura do milho, tendo sido necessário remexer os mesmos, de modo a que a maior parte da semente de aveia ficasse efetivamente em contacto com a superfície do solo, de modo a facilitar a sua germinação.

Quanto à fertilização da aveia foram apenas efetuadas fertilizações de cobertura com ureia, no primeiro ano, a 20 de dezembro de 2004 (40 kg N ha^{-1}), e a 29 de março de 2005 (60 kg N ha^{-1}) e no segundo ano a 18 de novembro de 2005 (40 kg N ha^{-1}), no próprio dia da sementeira, e a 27 de março de 2006 (42 kg N ha^{-1}).



Figura 19 – Aspeto geral da aveia, semeada no outono de 2004, num talhão de sementeira direta. Fotos tiradas, da esquerda para a direita respetivamente a: 10 de janeiro, 29 de março e 11 de abril de 2005.

3.2.2.2. Condução da rega

A condução da rega na cultura do milho, relativamente ao RH 2 (100%), foi da inteira responsabilidade do gestor do centro experimental, e direcionada para a totalidade da parcela de 22 ha, abrangida pelo *pivot*. As dotações relativas ao RH 1 corresponderam a uma redução, relativamente ao RH 2, da ordem dos 25% a 30%,

3. MATERIAL E MÉTODOS

mas apenas foram aplicadas após a completa emergência da cultura, tendo-se traduzido numa redução global da totalidade da água de rega na ordem dos 20%, no primeiro ano e de 25% nos seguintes, como pode ser constatado no Anexo III-A.

No ano de 2004 houve uma avaria no sistema de rega e a cultura foi sujeita a um elevado stress hídrico, durante 13 dias consecutivos sem rega (8 a 21 de junho de 2004, cf. Anexo III-A), logo após a fase inicial da cultura. No ano seguinte (2005) a rega foi regular e em 2006 foi excessiva.

As diferenças de dotação entre o regime hídrico 1 (RH 1) e o regime hídrico 2 (RH 2) foram conseguidas por redução do diâmetro dos bicos dos aspersores do RH 1, de modo a aplicar uma dotação de rega menor numa coroa circular, de acordo com o esquema apresentado na Figura 16.

O *pivot* estava equipado com aspersores do tipo estático, com prato defletor rotativo “*rotators*” que, segundo Oliveira (2012), permitem maior alcance e uma melhor uniformidade de rega, comparativamente aos aspersores com defletor fixo, mas exigem uma pressão mínima de 100 kPa, que é pelo menos 30 kPa superior ao mínimo exigido pelos aspersores com defletor fixo. A Figura 20, apresenta uma montagem fotográfica com o segundo lanço do *pivot*, onde está identificada a posição dos aspersores que foram modificados, de modo a impor uma redução do débito no RH 1. A distância entre torres é de 60 m e a distância entre aspersores é de 6 m.

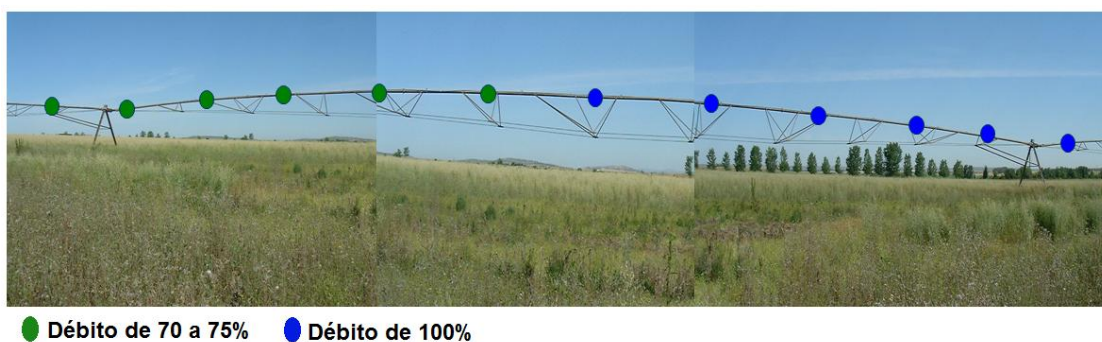


Figura 20 - Montagem fotográfica do lanço 2 do *pivot*, com a posição dos aspersores, não alterados, com um débito de 100% e os 6 aspersores cujos bicos foram substituídos por outros, de menor diâmetro, de modo a aplicarem um débito inferior (70% a 75%). São ainda visíveis as posições da torre 1 (à esquerda) e da torre 2 (à direita).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.2.3. Medição das dotações de rega

As dotações de rega foram medidas, em cada um dos regimes hídricos, com a instalação de oito pluviómetros em cada regime hídrico, localizados de acordo com a Figura 16.

Os pluviómetros foram construídos de forma estanque, para prevenir a evaporação da água captada. O contacto do interior do recipiente coletor com o exterior foi assegurado através de uma fina agulha de seringa, de modo a garantir, que a pressão no interior do recipiente se mantivesse igual à pressão atmosférica, para permitir a livre entrada da água proveniente dos pluviómetros. Os volumes de água recolhidos pelos pluviómetros foram medidos semanalmente, e distribuídos proporcionalmente pelo número de regas efetuadas na respetiva semana. Os resultados, com as respetivas dotações de ambos os regimes hídricos, estão apresentados no anexo III-A.



Figura 21 - Pluviómetros alinhados, na foto da esquerda, e à direita o respetivo recipiente coletor com uma agulha de seringa inserida na parte superior, de modo a garantir a pressão atmosférica no interior e, em simultâneo prevenir eventuais perdas por evaporação.

3.2.2.4. Fertilização

A fertilização também foi da responsabilidade do gestor do Centro Experimental. No primeiro ano de ensaio a adubação azotada de fundo foi efetuada

3. MATERIAL E MÉTODOS

numa única aplicação, sob a forma de ureia, no dia em que foi feita a sacha e a abertura dos covachos (cf. Quadro 22), quando o milho estava na fase de 5 ou 6 folhas. Nos dois anos seguintes a adubação de cobertura foi efetuada com uma solução azotada, injetada na água de rega (fertilregga). Este facto levou a que o regime hídrico 1 tenha recebido menos azoto, devido à menor dotação deste regime, pelo que, foi necessário completar a adubação de cobertura no regime hídrico 1. O complemento usado foi efetuado com ureia, aplicada juntamente com a distribuição de sais no regime hídrico 1, de forma a uniformizar o nível de fertilização azotada, em ambos os regimes hídricos.

3.2.3. Qualidade da água de rega utilizada no ensaio e aplicação de sais

A água de rega utilizada no ensaio teve origem na albufeira do Caia. Nunes (2003) analisou a água do perímetro de rega do Caia, durante duas campanhas de rega (1999-2000), com amostras retiradas, mensalmente da albufeira e dos canais. Os resultados médios observados durante os dois anos, estão apresentados no quadro 15 do capítulo 2, de onde se destaca a reduzida variação dos parâmetros apresentados. Desse modo, para a apreciação da qualidade da água no presente estudo foi considerado suficiente uma amostra por ano, recolhida junto ao sistema de bombagem, representativa da campanha de rega. Comparando os valores de 1999-2000 (quadro 15 do capítulo 2), com os apresentados no Quadro 23, constata-se que estes últimos valores foram claramente mais elevados nos três anos do ensaio, em particular no parâmetro da CE. No ano de 2010, os valores regressaram para valores similares aos verificados em 1999-2000.

Quadro 23 – Composição média da água de rega utilizada no ensaio, antes da adição de sais.

Parâmetro	Unidade	2004	2005	2006	2010
pH	Esc. Sorensen	7,7	7,4	7,4	7,6
Condutividade	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	328	336	335	216
Cálcio	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	1,00	0,85	1,08	0,90
Magnésio	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	0,66	0,74	0,85	0,57
Sódio	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$	0,78	1,09	1,17	0,65
SAR*		0,86	1,2	1,2	0,76
Ca/Mg**		1,5	1,2	1,3	1,6
Dureza	mg/L	83	80	97	73

* Razão de adsorção de sódio; ** com iões expressos em $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.3.1. Análises da água de rega e métodos utilizados

Logo que a água entrava no laboratório, procedia-se de imediato às determinações do pH e da condutividade elétrica (CE). Posteriormente a amostra era colocada a uma temperatura de $\pm 2^\circ\text{C}$, até à realização das restantes determinações.

O pH foi medido por potenciometria, utilizando um potenciómetro METROHM 692 pH/Ion Meter, segundo o método referido no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1995), secções 4-65 a 4-69.

A condutividade elétrica foi medida num condutivímetro Crison GPL 32, segundo o método referido no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1995), secções 2-43 a 2-45.

O sódio foi determinado por espectrofotometria de absorção atómica, com atomização por chama, num aparelho Perkin Elmer Analyst A300. O doseamento foi feito diretamente na água sem adição de qualquer reagente. Este método vem referenciado no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1995), de forma genérica nas secções 3-9 a 3-17, e para o caso do sódio nas secções 3-96.

Os elementos cálcio e magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atómica, com atomização por chama, num aparelho Perkin Elmer Analyst A300. Dado o doseamento destes elementos poder sofrer várias interferências, adicionou-se 10% de uma solução de cloreto de lantânio. Este método vem referenciado no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1995), de forma genérica nas secções 3-9 a 3-17, e para o caso do cálcio e do magnésio nas secções 3-56 e 3-75, respetivamente.

A razão de adsorção do sódio (SAR) foi calculada pela Fórmula 5, apresentada no capítulo 2.

A dureza total foi calculada de acordo com a fórmula: Dureza total = $2,497 [\text{Ca}^{2+} (\text{mg L}^{-1})] + 4,118 [\text{Mg}^{2+} (\text{mg L}^{-1})]$ e vem expressa em mmol de $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$. Método referenciado no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1995), na secção 2-36.

3.2.3.2. Metodologia de simulação das qualidades da água de rega previstas no delineamento experimental

Os níveis de salinidade previstos para a água de rega foram: Sal. 1, com uma CE de $700 \mu\text{S cm}^{-1}$ e Sal. 2, com uma CE de $2000 \mu\text{S cm}^{-1}$, ambos com uma razão de

3. MATERIAL E MÉTODOS

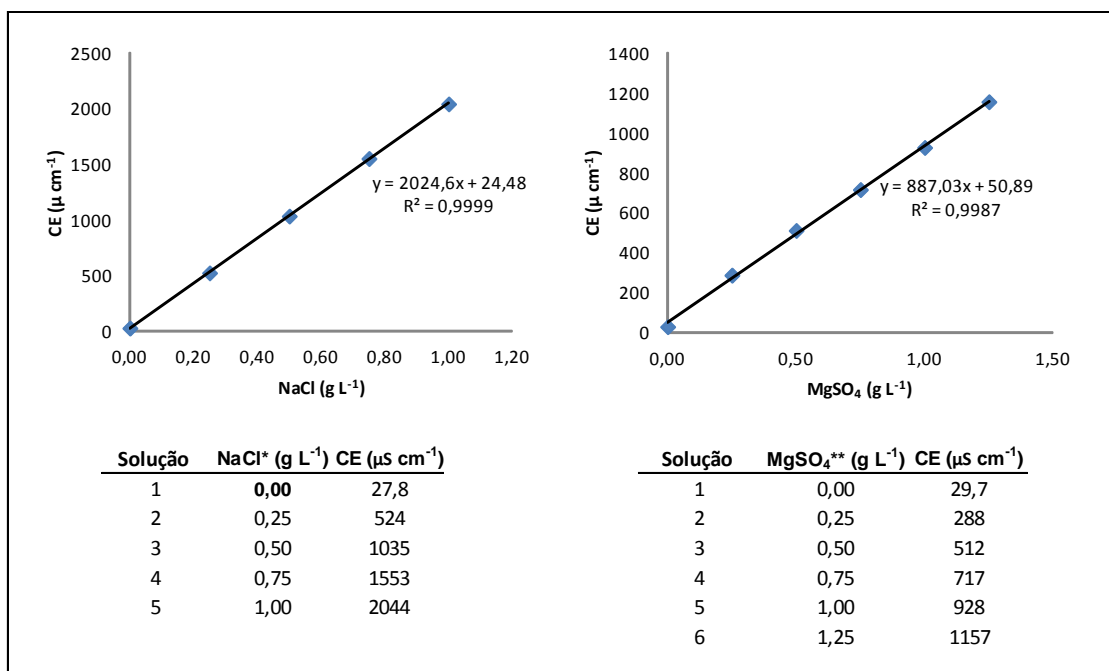
adsorção de sódio (SAR) igual a 3. Para obter as CE pretendidas e em simultâneo manter um SAR de 3, foi necessário utilizar uma mistura de sais com diferentes relações Na e Ca + Mg. Para conseguir simular estas duas qualidades de água de rega, optou-se pela mistura de dois sais com elevada solubilidade, cloreto de sódio e sulfato de magnésio, de modo a permitir a sua aplicação direta no solo ou dissolvidos em água. O sulfato de magnésio foi aplicado sob a forma de fertilizante agrícola (Agrorega MG com 9,7% de Mg), e o cloreto de sódio sob a forma de sal marinho comercial.

Foram determinados os teores dos iões Na, Ca e Mg do sal marinho, por doseamento dos mesmos em solução. Para o efeito foram dissolvidos 10 g de sal marinho num litro de água destilada, e a seguir colocada no agitador durante 10 minutos. A determinação dos iões foram efetuadas com o mesmo procedimento das análises da água de rega, no ponto anterior, efetuando as necessárias diluições. O resultado final do teor em iões no sal foi: 370 mg g⁻¹ de Na, 1,75 mg g⁻¹ de Mg e 1,21 mg g⁻¹ de Ca.

Para determinar as quantidades de sais a adicionar à água de rega foi também necessário estudar a indução do cloreto de sódio e do sulfato de magnésio na CE da água. O estudo foi feito de modo análogo ao método utilizado por Machado (2002), na avaliação da CE induzida por fertilizantes, a aplicar na fertirrega da cultura do tomate de indústria. Os resultados estão apresentados na Figura 22. Ao contrário de Machado (2002), que efetuou o estudo diretamente na própria água de rega, no estudo aqui apresentado, optou-se por utilizar água destilada, de modo a facilitar a adaptação à variação da qualidade de água ao longo do tempo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Figura 22 – Evolução da condutividade elétrica (CE) induzida à água destilada, por quantidades crescentes de sal marinho (*) e de sulfato de magnésio (**)



Para efetuar os cálculos necessários à determinação da quantidade de sais a adicionar à água de rega (ou diretamente ao solo), para simular as duas CE previstas, ambas com um SAR de 3, recorreu-se à folha de cálculo Excel. Para o efeito introduziram-se as fórmulas apresentadas na Figura 22, com a CE a variar em função do teor do respetivo sal. Também foram adicionados os valores referentes aos teores em iões de Na, de Ca e de Mg, relativos à composição do sal marinho e o teor em Mg do sulfato de magnésio. Além do teor dos iões contidos nos sais, também foram introduzidos os valores da CE da água de rega e dos respetivos teores em iões (Quadro 23).

Posteriormente, numa nova célula, introduziu-se uma fórmula com o somatório da CE, induzida por cada um dos sais e pela água de rega, utilizando apenas os coeficientes de regressão apresentados na Figura 22, de modo a excluir a CE residual da água destilada. No caso dos iões procedeu-se de forma análoga à CE, criando uma célula com o somatório de cada um dos iões (Na, Ca e Mg). Numa outra célula foi introduzida a fórmula 5, apresentada no capítulo 2, de forma a calcular o valor do SAR. Com esta disposição, procedeu-se a alterações sucessivas das quantidades dos dois sais, obtendo-se sucessivamente um valor para a CE e outro para o SAR, até chegar aos valores pretendidos. Este processo iterativo é, e foi, rapidamente resolvido com a função de otimização linear do Excel “solucionador”.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.3.3. Modo de aplicação dos sais

Pela impossibilidade de diferenciar a aplicação das duas qualidades da água de rega com a rampa rotativa, de acordo com a disposição dos tratamentos apresentados na Figura 16, optou-se por distribuir os sais à superfície do solo, como se se tratasse de um fertilizante de cobertura, sólido.

Os sais foram distribuídos, manualmente, à superfície do solo com uma frequência semanal, sempre que as regas foram regulares. Devido à maior sensibilidade da cultura do milho à salinidade na fase inicial, de modo a evitar os riscos de afetar a emergência da cultura, e o seu crescimento inicial, o início da aplicação de sais foi atrasado, até se estar próximo da fase de três folhas. No entanto, as dotações de rega aplicadas durante este período foram contabilizadas, para efeitos do total de sal a utilizar, sendo posteriormente incrementada a quantidade de sais aplicados ao solo, de acordo com as respetivas dotações. No Quadro 24, estão apresentadas as datas em que os sais foram aplicados, e as respetivas quantidades.



Figura 23 - Fotografias efetuadas a 28 de junho de 2004. Destaque para as fitas de rega gota-a-gota com saídas de 20 em 20 cm, para distribuição de sais, com duas fitas por entrelinha. À esquerda o talhão de sementeira direta e à direita o talhão do sistema convencional, ambos da repetição 2.

Numa tentativa de evitar compactar semanalmente o solo com a distribuição manual dos sais, instalou-se um sistema de rega gota-a-gota, com o único objetivo de aplicar uma solução concentrada de sais. Para o efeito o sistema foi concebido com uma elevada densidade de gotejadores, de modo a garantir uma boa distribuição da solução, sendo composto por duas fiadas de fita de rega por entrelinha (Figura 23),

3. MATERIAL E MÉTODOS

com um gotejador de 20 em 20 cm. Com este sistema os sais foram distribuídos com uma dotação de rega extra de 3 mm por aplicação (máximo de 3 mm extra por semana, que foram contabilizados no balanço hídrico). A primeira aplicação de sais com este sistema só ocorreu em 29 de julho de 2004. Posteriormente o método teve de ser abandonado devido ao surgimento de várias fugas, causadas essencialmente por roedores, tendo sido efetuadas apenas quatro aplicações, com esta técnica, e apenas no primeiro ano de ensaio, nas datas assinaladas a negrito no Quadro 24.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Quadro 24 - Datas e quantidades de distribuição de sulfato de magnésio e de sal marinho nos diferentes tratamentos de salinidade e de regime hídrico, na campanha de 2005, 2006 e 2007.

Data	Sulfato de magnésio (g m ²)				Sal marinho (g m ²)			
	RH 2	RH 2	RH 1	RH 1	RH 2	RH 2	RH 1	RH 1
	Sal. 2	Sal. 1	Sal. 2	Sal. 1	Sal. 2	Sal. 1	Sal. 2	Sal. 1
14-06-2004	13,1	0,7	9,1	0,5	9,3	4,2	6,5	3,0
28-06-2004	13,1	0,7	9,1	0,5	9,3	4,2	6,5	3,0
01-07-2004	55,5	5,1	37,5	3,4	18,3	7,8	12,3	5,3
08-07-2004	57,6	5,3	34,7	3,2	19,0	8,1	11,4	4,9
15-07-2004	29,8	2,7	22,8	2,1	9,8	4,2	7,5	3,2
22-07-2004	26,7	2,4	25,3	2,3	8,8	3,8	8,3	3,6
29-07-2004	62,1	5,7	51,6	4,7	20,4	8,8	17,0	7,3
05-08-2004	55,7	5,1	51,8	4,7	18,3	7,9	17,0	7,3
12-08-2004	94,9	8,7	82,9	7,6	31,2	13,4	27,3	11,7
24-08-2004	87,2	8,0	68,2	6,2	28,7	12,3	22,4	9,6
01-09-2004	78,7	7,2	63,4	5,8	25,9	11,1	20,8	9,0
Sub-total	574,3	51,4	456,5	41,0	198,9	86,0	157,2	67,9
25-05-2005	50,1	3,6	33,9	3,1	16,4	7,4	11,1	4,8
01-06-2005	31,5	2,3	26,0	2,4	10,3	4,7	8,5	3,7
07-06-2005	47,5	3,4	38,1	2,8	15,6	7,0	12,5	5,6
13-06-2005	22,7	1,6	16,6	1,2	7,4	3,4	5,4	2,4
21-06-2005	49,7	3,6	35,7	2,6	16,3	7,3	11,7	5,3
29-06-2005	49,4	3,6	28,6	2,1	16,2	7,3	9,4	4,2
05-07-2005	29,9	2,2	19,0	1,4	9,8	4,4	6,2	2,8
14-07-2005	63,4	4,6	52,1	3,8	20,8	9,4	17,1	7,7
20-07-2005	36,5	2,6	25,7	1,9	12,0	5,4	8,4	3,8
29-07-2005	82,0	5,9	55,4	4,0	26,9	12,1	18,2	8,2
04-08-2005	36,1	2,6	26,0	1,9	11,8	5,3	8,5	3,8
11-08-2005	71,7	5,2	58,1	4,2	23,5	10,6	19,0	8,6
18-08-2005	19,5	1,4	15,0	1,1	6,4	2,9	4,9	2,2
Sub-total	590,1	42,8	430,2	32,3	193,4	87,2	141,0	63,2
05-07-2006	57,0	4,1	57,0	5,2	18,7	8,4	18,7	8,1
11-07-2006	54,2	3,9	40,9	3,7	17,7	8,0	13,4	5,8
19-07-2006	48,6	3,5	34,8	3,2	15,9	7,2	11,4	4,9
25-07-2006	46,0	3,3	34,9	3,2	15,1	6,8	11,4	4,9
01-08-2006	81,7	5,9	56,4	5,2	26,8	12,1	18,5	8,0
08-08-2006	70,0	5,1	58,2	5,3	22,9	10,3	19,1	8,2
16-08-2006	79,7	5,8	63,7	5,8	26,1	11,8	20,9	9,0
22-08-2006	41,5	3,0	25,0	2,3	13,6	6,1	8,2	3,5
29-08-2006	20,4	1,5	13,6	1,2	6,7	3,0	4,5	1,9
04-09-2006	76,7	5,6	57,6	5,3	25,1	11,3	18,9	8,1
11-09-2006	66,7	4,8	45,0	4,1	21,9	9,9	14,8	6,4
Sub-total	642,4	46,6	487,1	44,5	210,5	95,0	159,6	68,8
Total 3 anos	1806,8	140,8	1373,8	117,8	602,8	268,2	457,8	199,9

Sal. 1, Sal. 2, RH 1 e RH 2 representam respectivamente o nível de salinidade da água e o nível do regime hídrico.

Nota: Nas datas realçadas a negrito a aplicação foi efetuada com um sistema de rega localizada concebido especificamente para o efeito.

No final de cada campanha de rega foi recalculada a CE e o SAR, com base no total de sais aplicados (Quadro 24), na quantidade total de água de rega utilizada (Anexo III – B), e no respetivo teor de sais (Quadro 23). Os resultados globais da qualidade da água de rega aplicada em cada ano estão apresentados no Quadro 25.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os valores de SAR são similares aos inicialmente previstos e, a CE apresentou um valor 10% inferior ao inicialmente previsto, para o nível de salinidade 2 (1,8 no lugar de 2,0 dS m^{-1}). O resultado simulado da composição da água de rega nos iões Na, Mg e Ca relativo a cada um dos anos, e à sua média, estão apresentados no Anexo III – B.

Quadro 25 - Resultados globais médios da condutividade elétrica (CE) e da razão de adsorção de sódio da água de rega aplicada em cada uma das campanhas de rega.

Ano	RH 2	RH 2	RH 1	RH 1
	Sal. 2	Sal. 1	Sal. 2	Sal. 1
CE estimada da água de rega ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)				
2004	1751	671	1719	662
2005	1871	696	1831	687
2006	1734	663	1718	662
Média	1785	677	1756	671
SAR				
2004	2,74	2,73	2,70	2,68
2005	2,89	3,29	2,86	3,21
2006	2,98	3,28	2,99	3,11
Média	2,9	3,1	2,9	3,0

3.2.4. Parâmetros medidos e métodos utilizados ao nível do solo

Para a determinação de parâmetros relativos à CE do teor em iões do solo, medidos no extrato de solo 1:2, mas também de outros parâmetros do solo como a matéria orgânica, os iões de troca e a capacidade de troca catiónica do solo, foram recolhidas amostras de solo duas vezes por ano, antes da preparação do solo para a sementeira e após a colheita da cultura, durante 3 anos consecutivos, no âmbito do projeto POCTI nº 40761, da FCT. Após o final deste projeto foi possível manter o solo em pousio até 2008, o que possibilitou, com o apoio do projeto INTERREG III-REGGINOVA efetuar e analisar, mais duas amostragens completas de solo, que permitiram a observação da redução da salinidade do solo, após a cessação da rega e da instalação de culturas em 2006.

Foram retiradas amostras compósitas (mistura de quatro subamostras na primeira amostragem e cinco nas seguintes), em cada profundidade dos 24 talhões, de forma a permitir determinações individualizadas por talhão.

Devido à abertura de covachos o solo evidenciava uma armação em vala e comoro no tratamento SC. Na medida em que esta irregularidade pode influenciar

3. MATERIAL E MÉTODOS

localmente a distribuição de sais no solo, apesar de esta armação ser muito menos pronunciada do que nos sistemas de rega por sulcos, optou-se por não se retirar a amostra na linha de cultura nem na entrelinha, optando-se por tirá-la no “talude” do camalhão, a meia distância.

As amostras foram recolhidas às profundidades de 0 a 10 cm, de 10 a 20 cm e de 20 a 30 cm (horizonte A) e de 30 a 50 cm (horizonte B), tendo-se a partir da 6ª amostragem inclusiva, procedido à recolha de amostras a uma profundidade adicional (50 a 70 cm).

Algumas das amostragens efetuadas também serviram para a determinação das bases de troca, da capacidade de troca catiónica, da matéria orgânica, da textura e do teor de humidade do solo.

Quadro 26 - Designação das amostragens bianuais de solo e as respetivas datas de colheita

Amostragem	Descrição	Data
1ª amostragem	antes da 1ª campanha de rega	04-mai-04
2ª amostragem	após a 1ª campanha de rega	22-out-04
3ª amostragem	antes da 2ª campanha de rega	19-abr-05
4ª amostragem	após a 2ª campanha de rega	19-out-05
5ª amostragem	antes da 3ª campanha de rega	10-mai-06
6ª amostragem	após a 3ª campanha de rega	30-out-06
7ª amostragem	após 1º pousio de outono-inverno	08-mai-07
8ª amostragem	após 2º período de pousio	11-nov-08

Preparação das amostras

Quando as amostras de solo davam entrada no laboratório, eram secas em estufa ventilada a 40 °C e em seguida, crivadas com um crivo de inox com uma malha de 2mm. Nas amostragens em que foi determinada a humidade foi efetuada uma pesagem da mesma, antes e após a secagem a 40 °C.

3.2.4.1. Parâmetros medidos no extrato 1:2

A condutividade elétrica (CE) a temperatura constante, usualmente 25 °C, traduz o teor em sais solúveis no extrato do solo. Sendo a CE um método fácil de medir, e dada a elevada correlação desta com o teor de sais da solução do solo, faz com que este método seja largamente utilizado para quantificar a salinidade dos

3. MATERIAL E MÉTODOS

extratos do solo, mas também das águas de rega, como discutido no ponto 2.1.4 do capítulo 2, deste trabalho. Também foi referido que a utilização de relação fixa solo:água, comparativamente ao método *standard* do extrato de saturação do solo, é um método mais expedito, exige menos experiência da parte do técnico e o volume necessário de amostra de solo é muito inferior. Este último aspeto foi determinante na opção pelo extrato fixo 1:2, na medida em que a quantidade de amostra de solo extraída foi reduzida, de modo a minimizar a perturbação do solo com a colheita das amostras, para evitar alterações no padrão do movimento da água no solo, tendo-se recorrido a uma sonda de solo estreita, e a um número restrito de subamostras.

3.2.4.1.1. Condutividade elétrica (CE) do solo medida no extrato 1:2

As determinações da condutividade elétrica e dos iões do solo, realizadas no extrato do solo 1:2, foram efetuadas no Laboratório de Química da Escola Superior Agrária de Elvas (LQA da ESAE). A determinação da CE do extrato com proporções fixas é uma das análises de rotina do laboratório, e de outros laboratórios como o Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva. A determinação da CE foi baseada na metodologia seguida no LQA da ESAE. Para a determinação da CE do extrato 1:2 foram pesados 20 gramas de solo, e adicionados 40 ml de água destilada. Posteriormente, efetuou-se a agitação da amostra com vareta, ficando em contacto durante 2 horas e 30 minutos. No final desse tempo a amostra foi decantada para um tubo, no qual foi determinada a CE no extrato com um condutivímetro Crison GPL 32.

Após a medição da CE, o extrato aquoso passou através de um filtro Whatman #40, para posterior determinação dos iões Na, K, Ca e Mg, método que será descrito no ponto seguinte.

3.2.4.1.2. Teor de iões determinados no extrato 1:2

O filtrado, resultante da filtração com filtro Whatman #40, contém quantidades significativas de argila, que impedem ou perturbam a determinação dos iões com recurso ao espectrofotómetro. Sonmez *et al.* (2008) utilizou um filtro de menor porosidade, tendo necessitado de utilizar vácuo para extrair a amostra. O laboratório da ESAE não dispõe de meios para efetuar, com vácuo, mais do que uma filtração em simultâneo, e como o processo é demorado inviabilizou a utilização deste procedimento.

Devido a estes constrangimentos a determinação dos iões Na, K, Ca e Mg no extrato aquoso foram efetuados com a seguinte metodologia, na sequência do processo de medição da CE no extrato aquoso descrito no ponto anterior: o extrato

3. MATERIAL E MÉTODOS

aquoso passou através de um filtro Whatman #40, ficando o filtrado em repouso, a decantar, sendo o doseamento dos iões efetuado no dia seguinte, no sobrenadante, por espectrofotometria de absorção atómica, com atomização por chama, num aparelho Perkin Elmer Analyst A300. Foi previamente colocado um dispositivo que impede o tubo de aspiração, do espectrofotómetro, de chegar ao fundo do tubo de ensaio, para evitar que algum precipitado entupa o sistema. Para os iões sódio e potássio, o doseamento foi efetuado no extrato sem adição de qualquer reagente. Este método vem referenciado no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1995), de forma genérica nas secções 3-9 a 3-17, e para os referidos iões nas secções 3-96 e 3-82. Os elementos cálcio e magnésio foram determinados por espectrofotometria, com o mesmo procedimento descrito para a sua determinação em água no ponto 3.2.3.1.

Sempre que se completou cada conjunto de amostras procedeu-se à ocasional repetição das determinações, sempre que se detetavam valores com diferenças significativas entre profundidades consecutivas ou, para a mesma profundidade dentro do mesmo tratamento. Caso os resultados da nova determinação ficassem enquadrados com os valores esperados, o valor original era substituído pelo novo, e caso o resultado da repetição fosse similar ao inicial, mantinha-se o valor original.

Na determinação da 7ª amostragem, surgiram muitos valores desfasados e a sua repetição frequentemente não correspondia aos valores originais, em relação ao teor de iões, enquanto a CE mantinha valores coerentes entre a repetição das análises.

Fez-se uma pesquisa mais atenta à relação existente entre a CE e o total de catiões da solução (TC), que segundo Rowell (1996), quando o TC está expresso em $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$, existe uma forte regressão entre a CE e o TC, e quando a CE vem expressa em dS m^{-1} , apresenta uma relação da ordem de 10 (Equação 1 apresentada no capítulo 2 deste trabalho). Também Richards (1954), tinha demonstrado esta forte regressão, pelo que esta informação foi particularmente útil como modo de aferir, mais detalhadamente os resultados analíticos, quer da CE quer do teor em iões.

Com esta informação procedeu-se de imediato a uma regressão entre todos os valores de CE e do TC das amostras. Como resultado os coeficientes de regressão foram claramente inferiores, aos referidos na bibliografia, como é exemplo do evidenciado por Rowell (1996), e por Richards (1954). Essa baixa regressão deveu-se ao aparecimento de vários valores desajustados, com maior incidência na 7ª amostragem de solo, mas também na 5ª e na 6ª. Este facto deverá estar associado ao baixo teor salino do extrato destas amostras, que como demonstrado em Rengasamy (1984), provoca uma maior dispersão espontânea de argila, mesmo com baixos valores de SAR, mediante a aplicação de água destilada, pelo que neste trabalho a

3. MATERIAL E MÉTODOS

argila em suspensão deverá ter sido a razão da perturbação na determinação do teor em iões no espectrofotómetro, tendo mesmo chegado a causar entupimentos no equipamento.

Sendo assim, foi necessário alterar a metodologia da determinação do teor em iões anteriormente descrita. Optou-se por efetuar a centrifugação das amostras após a filtragem (4500 rpm durante 6 minutos). Alguns autores também utilizam a centrifugação da amostra para obter um extrato límpido, como Rengasamy (1984), e Visconti (2009). Este procedimento revelou-se expedito e eficaz e permitiu que as posteriores determinações (6ª, 7ª e 8ª amostragem), apresentassem uma elevada correlação entre a CE e o TC, sem necessidade de se terem de efetuar repetições, apesar da sua reduzida salinidade, como será apresentado no ponto 4.4.1 do capítulo 4.

Deste modo e pela impossibilidade de repetir a totalidade das amostras, utilizando o método da centrifugação, quer por limitação de recursos laboratoriais, quer pela insuficiente quantidade de algumas amostras, em particular na amostragem de 2004, optou-se apenas por repetir integralmente as amostras em que se verificaram maiores dificuldades, na determinação pelo método sem centrifugação, a 6ª e a 7ª amostragem, a que se juntou a 8ª amostragem, determinada pelo mesmo método.

Quanto às amostras relativas às amostragens 1 a 6, que apresentaram elevado desfasamento entre a CE e o TC, foram repetidas, mas pelo método inicialmente descrito, sem centrifugação.

Apesar de, segundo Rhoades (1996), o método do extrato fixo solo:água apresentar dados mais consistentes, entre repetições, que o método da pasta saturada, os resultados laboratoriais nunca são iguais para as diferentes determinações da mesma amostra, pelo que para além da repetição da determinação das amostras “erráticas”, repetiram-se conjuntos de 12 a 21 amostras, dentro de cada uma das amostragens de solo, criteriosamente selecionadas, em que os valores (excluindo as amostras erráticas) se situavam mais próximos da reta de regressão, efetuada entre a CE o TC. As 12 a 15 amostras selecionadas apresentavam uma boa distribuição em termos de CE/iões, que se estendeu dos valores mais baixos aos mais altos, dentro de cada um dos conjuntos de amostras a repetir.

Após a determinação destes conjuntos de amostras e verificada a elevada correlação da CE com a TC, foi efetuada uma regressão entre os pares de valores repetidos e os originais, para cada um dos elementos (CE, TC, Ca, Mg, Na e K). As respetivas equações de regressão linear estão apresentadas no Quadro 27, sendo quase todas significativas ao nível de 1%.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Como já mencionado, as amostras relativas à 6ª amostragem foram também integralmente repetidas, pelo método da centrifugação, juntamente com a 7ª e a 8ª amostragem. Deste modo, para a 6ª amostragem também foram feitas regressões entre as amostras repetidas sem centrifugação, e as obtidas com centrifugação, obtendo-se neste caso um coeficiente de correlação mais elevado, do que o obtido entre as amostras repetidas como as originalmente determinadas, sem centrifugação. Deste modo, relativamente à 6ª amostragem as equações apresentadas no Quadro 27, referem-se às regressões obtidas entre as 21 amostras, repetidas sem centrifugação, e as determinações da 6ª amostragem efetuadas pelo método da centrifugação.

Em síntese, existem dois conjuntos de resultados, um correspondendo ao método de determinação dos iões sem centrifugação (amostragem 1 a 6), relativo aos 3 anos de ensaio, e outro conjunto relativo à fase de pousio, após a cessação da rega, efetuada com centrifugação (amostragem 6 a 8). A 6ª amostragem foi apresentada com as duas metodologias, de modo a permitir a comparação de resultados, incluindo a análise de variância com a interação anual (Anexo I-A e I-B), entre os dados obtidos com a mesma metodologia, tanto para período de ensaio (amostragem 1 a 6), como para o posterior período de pousio (amostragem 6 a 8).

Com base nos resultados do teor em iões no extrato 1:2 determinou-se ainda:

Soma de iões (S.I.) = soma das concentrações de Ca, Mg, K e Na de troca, expressa em $\text{mol}_c \text{ kg}^{-1}$.

A razão de adsorção do sódio (SAR) calculada pela Fórmula 5, é apresentada no capítulo 2.

A razão de catiões para a estabilidade estrutural do solo (CROSS) que foi calculado pela Fórmula 8, é apresentada no capítulo 2.

A relação cálcio magnésio (Ca/Mg) foi determinada com as concentrações dos iões expressos em $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Quadro 27 – Equações de reajustamento dos dados das primeiras seis amostragens de solo, com os respectivos coeficientes de determinação, de correlação, o número de observações e o respetivo nível de significância (Sig.), relativas à condutividade elétrica do solo (CE), ao somatório dos iões e ao somatório dos respetivos iões. As CE estão expressas em ($\mu\text{S cm}^{-1}$), os iões estão expressos em mg L^{-1} e o somatório de iões em $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$. “x” representa o valor da amostra não retificado.

Amostragem	CE	Somatório dos 4 iões	Ca	Mg	Na	K
1	$\times 0,9233-12,648$	$\times 0,5096+0,419$	$\times 0,4104+2,686$	$\times 0,6133+1,898$	$\times 0,852-0,483$	$\times 0,7335+2,383$
r ²	0,987	0,926	0,915	0,529	0,880	0,863
R	0,993	0,962	0,956	0,728	0,938	0,929
N	12	12	12	12	12	12
Sig.	1%	1%	1%	5%	1%	1%
2	$\times 0,774+12,939$	$\times 0,4826+0,522$	$\times 0,3301+4,626$	$\times 0,6359+1,461$	$\times 0,7732+0,583$	$\times 0,7488+1,473$
r ²	0,943	0,822	0,909	0,540	0,968	0,481
r	0,971	0,907	0,953	0,735	0,984	0,693
n	13	13	13	13	13	13
Sig.	1%	1%	1%	1%	1%	5%
3	$\times 1,0853+3,971$	$\times 0,6471+0,248$	$\times 0,8835+0,815$	$\times 0,7693+1,149$	$\times 0,5076+2,361$	$\times 0,6093+3,197$
r ²	0,960	0,891	0,929	0,676	0,830	0,508
r	0,980	0,944	0,964	0,822	0,911	0,713
n	12	11	11	12	12	12
Sig.	1%	1%	1%	1%	1%	5%
4	$\times 0,9737+8,174$	$\times 0,4836+0,726$	$\times 0,4702+9,220$	$\times 0,5844+1,983$	$\times 0,4449+2,268$	$\times 0,6571+2,47$
r ²	0,969	0,887	0,593	0,935	0,928	0,590
r	0,985	0,942	0,770	0,967	0,963	0,768
n	13	13	13	13	13	13
Sig.	1%	1%	1%	1%	1%	1%
5	$\times 0,837+15,323$	$\times 0,4894+0,580$	$\times 0,5817+4,199$	$\times 1,155+1,285$	$\times 0,4387+1,938$	$\times 1,1192+3,344$
r ²	0,922	0,493	0,318	0,247	0,840	0,418
r	0,960	0,702	0,564	0,497	0,917	0,647
n	15	15	15	15	15	15
Sig.	1%	1%	5%	10%	1%	5%
6*	$\times 1,1026+3,009$	$\times 0,9554+0,418$	$\times 1,0688+3,700$	$\times 0,9325+2,009$	$\times 0,7191+3,360$	$\times 0,8738+2,554$
r ²	0,939	0,896	0,915	0,787	0,804	0,392
r	0,969	0,946	0,956	0,887	0,897	0,626
n	21	21	21	21	21	21
Sig.	1%	1%	1%	1%	1%	1%

* No caso da 6ª amostragem “x” representa o valor da mesma amostra “não retificada” mas determinada pelo método com centrifugação por apresentar valores de correlação mais elevados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.4.2. Bases de troca e capacidade de troca catiónica

Bases de troca e a capacidade de troca catiónica foram determinadas às profundidades (0 aos 10 cm, dos 20 aos 30 cm e dos 30 aos 50 cm), nas amostras colhidas no último ano do ensaio, após a colheita do milho (6ª amostragem em 2006). Para a caracterização da situação inicial foram efetuadas determinações em 15 das amostras obtidas na 1ª amostragem de solo às profundidades acima referidas, antes da introdução dos tratamentos no ensaio em 2004.

As bases de troca (Ca, Mg, K e Na) foram extraídas pelo método do Acetato de Amónio a pH 7, descrito por Sumner & Miller (1996).

O doseamento das bases de troca foi feito por espectrofotometria de absorção atómica, num aparelho Perkin Elmer Analyst A300. No caso do Ca e Mg de troca, antes do doseamento, foi adicionado cloreto de lantânio (na proporção de 10%), por forma a evitar interferências causadoras de erros.

Com base nestes resultados determinou-se ainda:

Soma das Bases de Troca (SBT) = soma das concentrações de Ca, Mg, K e Na de troca, expressa em $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

Capacidade de Troca Catiónica (CTC) = soma dos valores de SBT e acidez titulável, expressa em $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

Grau de Saturação em Bases (GSB) = relação percentual entre a SBT e a CTC ($\text{GSB} = \text{SBT}/\text{CTC} \times 100$).

3.2.4.3. Matéria orgânica do solo

O teor em matéria orgânica (MO) foi determinado nas amostras recolhidas antes de cada uma das campanhas de rega, correspondendo à 1ª, 3ª, 5ª e 7ª amostragem de solo para as quatro profundidades, até aos 50 cm. Os resultados serão apresentados em (%),

Esta determinação foi efetuada no Laboratório de Física do Solo da Universidade de Évora, a partir da determinação do carbono orgânico total (CO), pelo método de Walkley-Black, pela relação $\text{MO} = 1,724 \times \text{CO}$ de acordo com o método Nelson & Sommers (1986).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.4.4. Humidade do solo

3.2.4.4.1. Pelas amostras de solo

Numa tentativa de ajudar a compreender o impacto das culturas de cobertura de outono-inverno no teor de água no solo, foi determinado o teor de humidade do solo a partir das mesmas amostras, relativa à 3ª, à 4ª e à 5ª amostragem de solo, que tinham sido recolhidas especificamente para as determinações químicas, e já referidas no ponto 3.2.4. Para o efeito, a única alteração ao procedimento normal das amostras foi acomodar melhor as amostras no campo, para atenuar as perdas de água por evaporação. No entanto, o cuidado extra de acomodação das amostras no campo seria claramente insuficiente, se o objetivo fosse determinar o valor exato de humidade do solo. Contudo, como se pretendia apenas avaliar se existiam diferenças significativas entre os tratamentos, a acomodação foi suficiente, tendo em conta que o referido parâmetro foi avaliado num número elevado de amostras (96 amostras).

Como já referido nos pontos 3.2.4, para determinar o teor de humidade gravítico das amostras, foi efetuada a sua pesagem, antes e após a secagem a 40 °C, até peso constante. Posteriormente foi feita a correção para o teor de humidade a 105 °C, por soma de 0,87% para as amostras dos 0 aos 30 cm, e de 1,36% para as amostras dos 30 a 50 cm (ambos os valores também expressos em peso). Depois multiplicou-se os valores, de cada amostra, pelas respetivas densidades aparentes médias, dos 0 aos 30 cm e dos 30 aos 50 cm, para obter o teor de humidade do solo expresso em volume. Os referidos valores de correção, 0,87% e 1,36%, foram obtidos em duas amostras compósitas, que foram obtidas a partir de 4 das amostras secas a 40 °C, e nas quais foi determinado o teor de humidade a 105 °C.

3.2.4.4.2. Pelas sondas capacitivas

Foi efetuada a monitorização da humidade do solo, durante as campanhas de rega, de modo a aferir a elaboração dos balanços hídricos do solo.

A monitorização do teor de humidade do solo foi efetuada por duas sondas capacitivas EnviroSCAN® e Diviner 2000®, ambas desenvolvidas pela empresa Sentek Pty. Ltd, com sede na Austrália. Na primeira sonda os sensores são fixos e instalados a diferentes profundidades, e permitem leituras frequentes, que são registadas automaticamente num *logger*. A segunda sonda exige a deslocação de um técnico, para cada leitura, e as medições registadas automaticamente de 10 em 10 cm de profundidade, em *logger*. Ambas as sondas utilizam o mesmo tipo de tubo de acesso, e o sensor capacitivo de ambas apresenta as mesmas características. Paltineanu &

3. MATERIAL E MÉTODOS

Starr (1997), apresentam uma descrição detalhada das características do sensor e da sua calibração.

Num estudo onde foi monitorizada a água do solo com as sondas capacitivas acima mencionadas, de modo a aferir o balanço hídrico do solo, realizado em várias zonas do Alentejo, que incluiu um solo argiluvado no perímetro de rega do Caia, com a cultura do milho, foi observado um bom ajuste entre a curva de previsão do teor de água do solo, efetuado pelo balanço hídrico e os valores de humidade registados pelos equipamentos acima referidos (COTR, 2009).

Para a instalação dos tubos de acesso às sondas, de acordo com procedimento recomendado pelo fabricante, foi aberto um furo com uma sonda, com um diâmetro um pouco superior ao tubo de acesso. Posteriormente introduziu-se, até cerca de 1/3 do furo, uma papa preparada com solo do horizonte B (mais argiloso), extraído durante o processo de abertura do mesmo. A seguir introduziu-se o tubo no buraco, expulsando o excesso da papa, que ao subir preenche o espaço entre o tubo e o solo. Os tubos foram instalados anualmente, em todos os oito talhões da repetição 2, após a emergência do milho.

Na campanha de 2004 a monitorização da humidade do solo foi efetuada com a sonda Diviner 2000®, tendo sido efetuadas duas determinações semanais, às profundidades de 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65 e 75 cm de profundidade. Nos anos de 2005 e de 2006 a monitorização foi efetuada com a sonda EnviroSCAN, e as leituras foram efetuadas de 30 em 30 minutos às profundidades de 5, 25, 45 e 75 cm.

Para a utilização das leituras das sondas na aferição do balanço hídrico (BH) diário, utilizou-se o valor médio de humidade volumétrico, registado às várias profundidades, de cada tubo. No caso da sonda Enviroscan®, para cada dia, foi feita a média diária de humidade registadas no *logger* da sonda, relativa às quatro profundidades e às 48 leituras diárias.

Deste modo, para cada sistema de mobilização do solo e de regime hídrico o valor médio resultou de dois tubos, um relativo ao talhão com o nível de salinidade 1, e outro relativo ao talhão com o nível de salinidade 2.

Os sensores das sondas capacitivas foram todos normalizados, como indicado pelo fabricante, com a respetiva leitura ao ar e na água, dentro de um tubo igual aos tubos de acesso que foram instalados no solo. No entanto não foi determinada uma curva de calibração específica para o solo do ensaio, tendo sido utilizado para obtenção dos valores de humidade do solo, expressos em volume, a equação de calibração genérica fornecida pelo fabricante, juntamente com os equipamentos e recomendada para todos os tipos de solo. Com base no valor médio de humidade volumétrica a cada profundidade registado pelas sondas, foi determinado o valor

3. MATERIAL E MÉTODOS

total de água relativo aos 70 cm de profundidade, expresso em mm. Os resultados das leituras das sondas estão apresentados respetivamente na Figura 27, na Figura 28 e na Figura 29.

3.2.4.5. Condutividade hidráulica saturada (K_s)

Foi ensaiada a determinação da condutividade hidráulica saturada com o permeâmetro de Guelph a 20 cm de profundidade, em cada um dos talhões da repetição 2 e da repetição 3 do ensaio. As medições foram efetuadas com água destilada, na medida em que esta água teria características mais próximas da água proveniente da precipitação natural. As determinações foram efetuadas após dois anos de aplicação dos tratamentos, em dezembro de 2005.

O cálculo da K_s com o permeâmetro de Guelph foi efetuado a partir de dois fluxos permanentes de água, um primeiro a uma altura de água de 5 cm e um segundo com uma altura de 10 cm, de acordo com o procedimento de cálculo descrito no manual do permeâmetro de Guelph, Soilmoisture (1991). Surgiram, durante o procedimento, muitos valores erráticos com valores de K_s negativos que poderão estar relacionados, em parte, com o facto de se ter utilizado água destilada nas determinações. Porém, também foram determinados valores extremamente elevados que indiciam escoamentos preferenciais no solo.

O principal objetivo da determinação da K_s era verificar se existiam diferenças de permeabilidade entre os diferentes tratamentos do solo e não um valor absoluto de K_s . No entanto, no intuito de encontrar diferenças entre os tratamentos, efetuou-se um cálculo com base nas mesmas taxas constantes de infiltração para a determinação da K_s , para as alturas de água de 5 e de 10 cm, mas considerando simplesmente a infiltrabilidade através da área de contacto da água com o solo, correspondente a um cilindro com 5 cm e outro com 10 cm de altura, dentro do furo da sonda, com 6 cm de diâmetro.

Deste modo, foi feita uma análise de variância dos três parâmetros de condutividade hidráulica saturada do solo (K_s) calculados de acordo com o manual do permeâmetro de Guelph (K_s -PG) e os correspondentes a um cilindro com 5 e outro com 10 cm de altura (K_s - 5 cm; K_s - 10 cm). Antes da análise de variância foram eliminados previamente os valores extremos e feita a sua recuperação através da função dos talhões perdidos do *software* MSTAT-C. Todos os valores estão apresentados no Anexo II-B, após o quadro de variância.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.5. Parâmetros medidos e métodos utilizados ao nível das culturas

No primeiro ano, para simular a ação da CC, espalharam-se 5,5 Mg ha⁻¹ de palha no talhão da SD (Figura 18). Nos anos seguintes, usou-se aveia como cultura de cobertura (CC). No entanto, a elevada densidade de sementeira deu origem a uma produção de biomassa também elevada e superior à quantidade de palha aplicada no 1º ano, ou seja, a aveia produziu mais de 5,5 Mg ha⁻¹, tanto que é visível na foto de satélite apresentada na Figura 17.

No ano de 2004, devido a uma avaria do sistema de rega, o milho não foi regado durante 13 dias consecutivos (8 a 21 de junho de 2004, cf. Anexo III-A), quando este cobria cerca de 10% do solo, o que afetou as plantas levando a que muitas morressem, devido ao seu fraco desenvolvimento radicular. Depois de 21 de junho a rega continuou a ser deficitária em ambos os regimes hídricos até ao início de Agosto. Assim, do milho produzido no primeiro ano, optou-se por colher apenas os 4 m lineares das duas linhas centrais (6 m²) com maior número de plantas, dentro de cada talhão. O talhão da SD do RH 2 sal. 2 perdeu quase todas as plantas e, neste caso, optou-se por fazer a recuperação estatística dos parâmetros da produção, através da função dos talhões perdidos do *software* MSTAT-C.

No ano seguinte (2005) e no ano de 2006, para avaliar a produção do milho, foram colhidos 9 metros lineares das duas linhas centrais (13,5 m²) de cada talhão, ficando cerca de 1 m de bordadura entre os subtalhões. Os parâmetros determinados foram o peso seco do grão (g m⁻²), a matéria seca total (g m⁻²) e o índice de colheita.

A colheita foi feita manualmente, tendo as espigas sido debulhadas numa ceifeira-debulhadora, própria para colher pequenos talhões, mas a trabalhar como se tratasse de uma debulhadora fixa. O grão foi posteriormente pesado, tendo sido colhida uma subamostra para determinação da humidade. A determinação da matéria seca total incluiu o peso seco da palha, do grão e do carolo. A determinação da matéria seca da palha foi efetuada pela pesagem de 10 plantas no primeiro ano de ensaio (2004), colhidas aleatoriamente, tendo-se utilizado uma subamostra de 3 plantas para a determinação de humidade. No segundo ano (2005) o procedimento foi igual ao do primeiro ano mas o número de plantas pesadas foi de 20 e a subamostra para a determinação da humidade foi de 6 plantas. No terceiro ano, foram pesadas a totalidade das plantas dentro da área de colheita, mantendo o número de 6 plantas na subamostra para a determinação da humidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.6. Balanço hídrico do solo (BH)

Em regadio, o BH do solo depende essencialmente de fatores climáticos e da retenção da água no solo, já anteriormente apresentados, mas também de fatores culturais e sobretudo das dotações de rega praticadas.

A condução da rega na cultura do milho relativa ao regime hídrico 2 (RH 2) foi da inteira responsabilidade do gestor da rega, do Centro Experimental do Alto Alentejo e foi direcionada (e igual) para a totalidade da área da parcela, onde o ensaio estava inserido, com a mesma cultura e sob o sistema convencional de preparação do solo. A rega da referida parcela foi efetuada por um *pivot* que abrangia uma área de 22 ha, sendo que, no terceiro ano de ensaio (2006) apenas foi regada metade da área da parcela, tendo permitido ao gestor da rega optar por maiores intervalos de tempo entre regas e com dotações mais elevadas, como se pode constatar no Anexo III-A.

As dotações respeitantes ao RH 1 corresponderam a uma redução global, relativamente ao RH 2, na ordem dos 20% no primeiro ano e de 25% nos dois anos seguintes, como pode ser confirmado pelas dotações totais apresentadas no Quadro 30 do (capítulo 4), ou no Anexo III-A. Esta redução foi obtida por redução do diâmetro dos bicos dos aspersores, instalados na primeira metade do segundo lanço do *pivot* e essa redução foi realizada no âmbito deste ensaio. Para evitar eventuais interferências na emergência da cultura, a diferenciação nos regimes hídricos só foi efetuada após a completa emergência da cultura, a 31 de maio, a 16 de maio e a 4 de julho respetivamente, nos anos de 2004, de 2005 e de 2006.

Os balanços hídricos (BH), segundo o modelo da FAO, tiveram como referência os coeficientes publicados em “FAO 56” (Allen *et al.*, 1998), que apresenta vários aperfeiçoamentos relativamente à publicação de referência “FAO 24” (Doorenbos & Pruitt, 1977), tais como o Kc da fase inicial depender essencialmente da frequência de rega e da ETo, e de se considerar outros fatores como a redução das perdas de água, por evaporação direta do solo devido à cobertura por resíduos. O valor utilizado, relativo ao coeficiente de gestão da rega (fração de esgotamento da água no solo a partir do qual a cultura entra em stresse reduzindo a transpiração), foi constante (0,55) tanto para os BH de primavera-verão como para os de outono-inverno. Foram no entanto introduzidos ajustes pontuais, em particular no Kc, para que o BH simulasse melhor o teor de humidade do solo, medido pelas sondas capacitivas, apesar de estas não terem sido especificamente calibradas para o solo do ensaio, como já foi referido no ponto 3.2.4.4.2 deste capítulo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Definição da duração das fases da cultura

De acordo com o esquema da Figura 24, os coeficientes culturais estão relacionados com a duração das fases da cultura. Deste modo foi essencial à elaboração dos BH, a determinação da duração das fases da cultura.

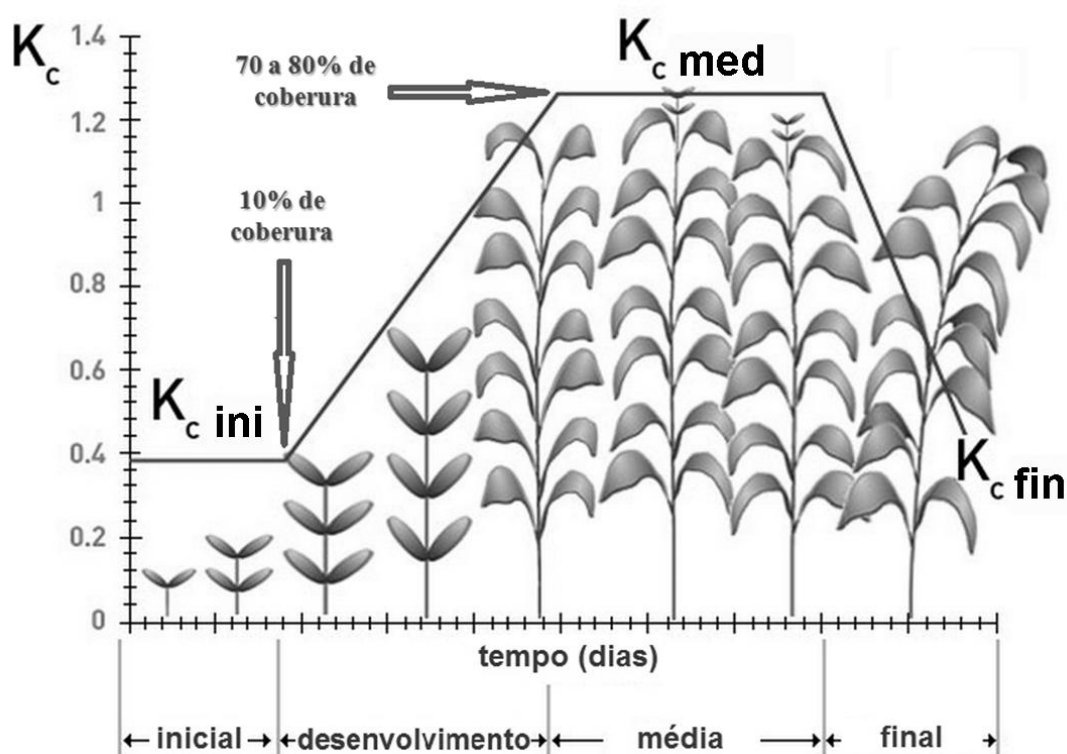


Figura 24 – Curva dos coeficientes culturais (K_c inicial, médio e final) e das respectivas fases da cultura (adaptado de Allen *et al.*, 1998).

Para determinar a fase cultural em que as culturas se encontram, é necessário encontrar, de acordo com Allen *et al.* (1998), o momento em que a área foliar da cultura, cobre 10% e 70% do total da superfície do solo, correspondendo respectivamente, ao fim da fase inicial e ao fim da fase de desenvolvimento da cultura.

Deste modo as datas finais de cada fase foram definidas por uma atenta observação no campo. As datas consideradas para as coberturas dos 10% e dos 70% do solo foram quando se observou, em média, dentro do mesmo tratamento de mobilização do solo e de regime hídrico, uma situação similar (por analogia) às fotografias apresentadas na Figura 25.

Considerou-se o final da fase média quando o grão atingiu o estágio de grão pastoso, como em COTR (2004). O dia definido para final do ciclo da cultura (final do

3. MATERIAL E MÉTODOS

BH) foi em 2004 a maturação fisiológica, e em 2005 e 2006 quando o grão estava quase seco (com 18 a 20% de humidade).

No caso da cultura de cobertura, com aveia, apenas foi necessário observar a data final das duas primeiras fases, na medida em que a cultura foi morta, com herbicida, alguns dias após o início da fase média, não chegando em nenhum dos anos a terminar essa fase. As durações das fases encontram-se no Quadro 28 e no Quadro 29.



Figura 25 – Fotografias tiradas a três metros altura numa fase em que a cultura cobre 10% da área (foto da esquerda) e 70% da área (foto da direita). Medição das respetivas áreas efetuadas por análise de imagem com o software SigmaScan Pro 5.0 (SigmaScan Pro, 1999). A metodologia utilizada está descrita em COTR (2004). Fotos cedidas por Boteta (2004).

Segundo Pereira (2004), para efeitos de elaboração do BH, pode-se desprezar as perdas de água por escoamento superficial, quando a área a regar é plana, ou pelo menos, não declivosa. O ensaio subjacente ao presente estudo apresenta um declive reduzido (1,6%), o que requereu alguns cuidados na execução do ensaio, para minimizar eventuais perdas de água por escoamento. Desse modo, o ensaio, ficou localizado sob o segundo lance do *pivot*, local em que a intensidade da rega é claramente inferior à dos últimos lances e, complementarmente foi prevenida a ocorrência de escoamentos com a abertura de covachos, no sistema convencional (SC) e com a utilização de uma quantidade significativa de resíduos, na sementeira direta (SD). Nas cabeceiras de ambos os regimes hídricos foram abertas valas para desviar a água, como se pode observar na imagem de satélite (Figura 17). Também foi aplicada transversalmente uma tela plástica em todos os talhões, até aos 30 a 35 cm de profundidade, de modo a intercepar todo o horizonte A, entre os diferentes níveis de qualidade da água de rega, o que permitiu evitar ou atenuar eventuais escoamentos subsuperficiais (Figura 26). Esta aplicação foi feita após a sementeira de 2005, nos dois sistemas de mobilização e regimes hídricos, e foi repetida em 2006

3. MATERIAL E MÉTODOS

apenas no sistema tradicional, devido ao seu rompimento com as operações de mobilização.



Figura 26 – Abertura de vala para colocação de tela, num talhão de SD, na zona de transição entre os dois níveis de salinidade (foto à esquerda), e colocação de tela plástica no topo dos talhões da repetição 2 e 3 do SC (foto à direita). Fotos feitas após a sementeira de 2005.

Deste modo os resultados dos BH foram obtidos partindo do pressuposto da não ocorrência de escoamento superficial. No entanto, é provável que nos períodos em que se verificaram dotações excessivas e/ou precipitações excessivas, tenha ocorrido alguma perda de água por escoamento superficial ou subsuperficial. Contudo, caso tenham ocorrido esses escoamentos, os mesmos não puderam ser quantificados. Por essa razão, ao resultado do superavit hídrico do BH optou-se por designar perdas potenciais de água por percolação.

Os valores das dotações de rega aplicados e utilizados no balanço hídrico, relativo às três campanhas de rega do milho, foram os recolhidos nos pluviómetros na linha central do ensaio (Figura 16), e os valores de precipitação ocorridos, durante as três campanhas de rega, foram os registados na estação meteorológica manual, do Centro Experimental da Comenda. Para o mesmo período os valores diários de ETo utilizados no balanço hídrico, foram os registados pela estação meteorológica do Caia, e pela estação meteorológica da Finca Las Sagrajas. A primeira é da responsabilidade do COTR e a segunda da Junta de Extremadura de Espanha. Ambas as estações estavam situadas, em sentidos opostos, a menos de 7 km do local de ensaio. Os valores de ETo utilizados no BH foram a média aritmética dos valores da estação meteorológica do Caia, e das Sagrajas. Os valores de ETo da estação meteorológica das Sagrajas, nos meses mais quentes, foram em geral mais baixos do que os do Caia, e permitiram uma melhor simulação dos teores de humidade do solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Uma alternativa ao recurso dos dados de ETo teria sido a redução dos coeficientes culturais.

Fora do período da campanha de rega do milho, todos os balanços hídricos foram baseados apenas nos valores da ETo, e de precipitação da estação meteorológica do Caia, em virtude dos dados da estação meteorológica de Sagrajas, terem deixado de estar acessíveis. De qualquer modo, durante os períodos mais quentes os valores de Kc utilizados foram baixos, e foram iguais para todos os tratamentos e durante o inverno as diferenças entre estações meteorológicas não foram sensíveis.

Os valores diários da ETo, da precipitação e das dotações referentes aos regimes hídricos 1 e 2, utilizados no balanço hídrico das três campanhas de rega, estão apresentados no anexo III – A.

Normalmente a aplicação do modelo de BH da FAO, desde a publicação de Doorenbos & Pruitt (1977), que está prevista a indicação de uma profundidade radicular da cultura, à data da sementeira, de 0,2 ou 0,3 metros, atingindo a profundidade máxima na fase média da cultura, quando o desenvolvimento vegetativo e a evapotranspiração da cultura são máximos. Pereira (2004) refere que, quando se realizam observações da água do solo sempre à mesma profundidade, pode ser vantajoso considerar a profundidade radicular constante e igual à profundidade máxima. No presente estudo considerou-se uma profundidade constante de 0,7 metros. Esta simplificação justificou-se, após uma observação cuidada, que permitiu constatar que não alterava significativamente os resultados do BH, pois a humidade abaixo da zona radicular, durante a fase de crescimento, mantém teores relativamente estáveis de água. Este procedimento facilitou efetivamente a comparação da evolução do teor total de água no solo, simulada pelo BH, com a leitura de humidade do solo, efetuada pelas sondas capacitivas à mesma profundidade. Esta simplificação também facilitou o prolongamento da simulação do balanço hídrico, ao longo do inverno, tanto para os anos em que foi instalada a cultura de cobertura, no tratamento de SD (2004/05 e 2005/06), como para a situação de pousio de outono-inverno, nos restantes anos e em ambos os sistemas de mobilização.

A “ferramenta informática” utilizada para executar os diversos balanços hídricos diários, ao longo de quatro anos e meio (de maio de 2004 a novembro de 2008) e cujos parâmetros estão apresentados no Quadro 28 e no Quadro 29, foi o programa ConduzRega, descrito em Mendes (2007). Este programa, baseado numa folha de cálculo em Excel, foi concebido de modo a possibilitar a obtenção exata dos mesmos resultados do *software* disponibilizado pela FAO, CropWat 4 Windows, descrito em Clarke et al. (2001), utilizando o mesmo algoritmo de cálculo. O CropWat

3. MATERIAL E MÉTODOS

4, só permite a introdução de dados mensais de ETo e de precipitação, sendo posteriormente ajustados ao dia segundo várias opções, enquanto que o ConduzRega, permite a introdução diária dos mesmos valores, tendo ainda a vantagem de dispor da flexibilidade e adaptabilidade inerente ao Excel, o que permite, por exemplo, a introdução dos valores de humidade do solo, obtidos pelas sondas capacitivas e confrontá-los diretamente com o efeito da alteração no teor de água, simulado mediante a alteração, em tempo real, dos coeficientes culturais como são exemplo os apresentados da Figura 27 à Figura 29.

Da Figura 27 à Figura 29, são apresentados os resultados dos balanços hídricos (BH) das campanhas da rega do milho dos anos de 2004, de 2005 e de 2006, relativos às duas modalidades de mobilização do solo e aos diferentes regimes hídricos. Estes gráficos serviram, essencialmente, para aferir os parâmetros do balanço hídrico do solo, em particular os valores dos coeficientes culturais, que foram ajustados de modo a que o total de água na zona radicular (expressos em mm), relativo aos 70 cm de profundidade, simulado com o modelo ConduzRega, seguissem um padrão similar aos valores obtidos com as sondas capacitivas, que efetuaram leituras à mesma profundidade. Como modo de compensar o facto das sondas capacitivas não estarem especificamente calibradas para o solo do local de ensaio, optou-se por alterar a respetiva escala (escala direita dos gráficos), de modo a que os valores máximos de humidade, obtidos com as sondas capacitivas, se aproximassem graficamente dos valores simulados com o ConduzRega (escala da esquerda), sem ultrapassar os valores da capacidade de campo (também apresentados na escala da esquerda).

Apesar das sondas não terem sido especificamente calibradas para o local de ensaio, e apenas se terem recolhido valores de humidade do solo referentes à repetição 2 (8 talhões), contribuíram para a aferição e ajustamento dos parâmetros, utilizados na elaboração dos balanços hídricos. Os parâmetros utilizados estão apresentados no Quadro 28 e no Quadro 29.

3. MATERIAL E MÉTODOS

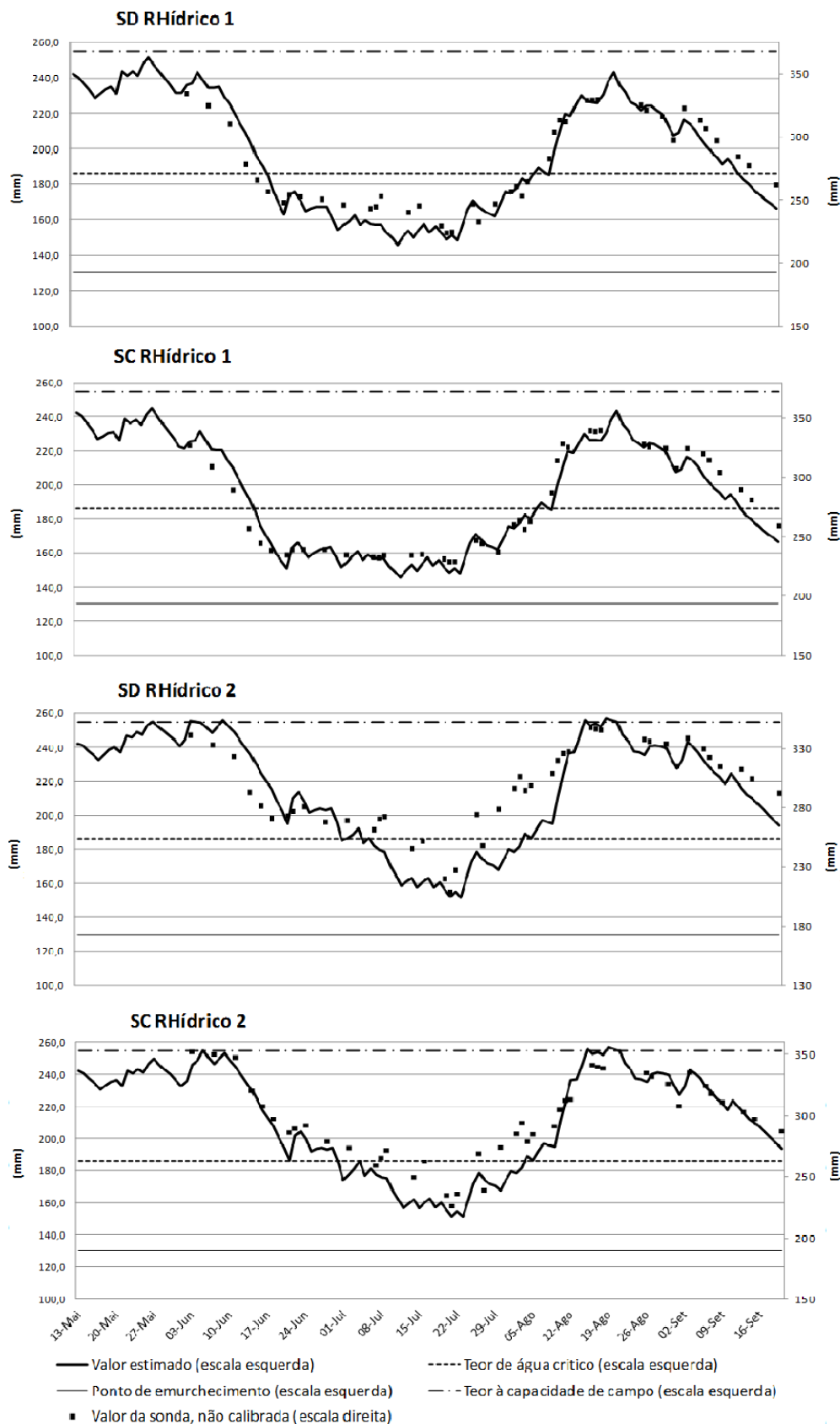


Figura 27 – Teor total de água na zona radicular, estimado com base no balanço hídrico diário do solo, durante a campanha de rega do milho de **2004** e o valor de humidade do solo medido com a sonda capacitiva *Diviner*, para os dois regimes hídricos e para as duas modalidades de mobilização do solo; sementeira direta (SD) e sistema convencional SC.

3. MATERIAL E MÉTODOS

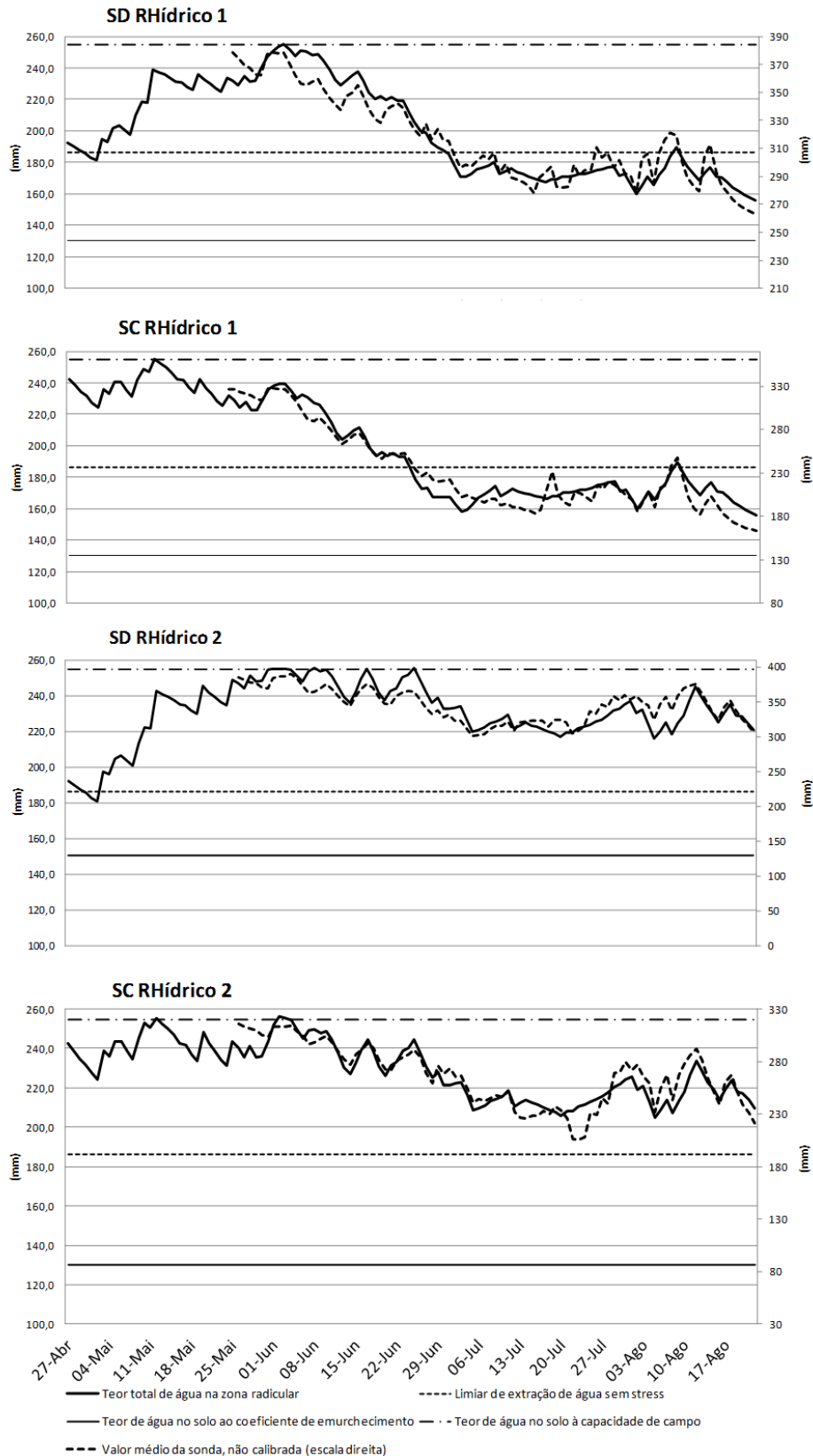


Figura 28 - Teor total de água na zona radicular, estimado com base no balanço hídrico diário do solo, durante a campanha de rega do milho de **2005** e o valor total estimado de humidade do solo com a sonda capacitiva *Enviroscan*, para os dois regimes hídricos e para as duas modalidades de mobilização do solo; sementeira direta (SD) e sistema convencional SC.

3. MATERIAL E MÉTODOS

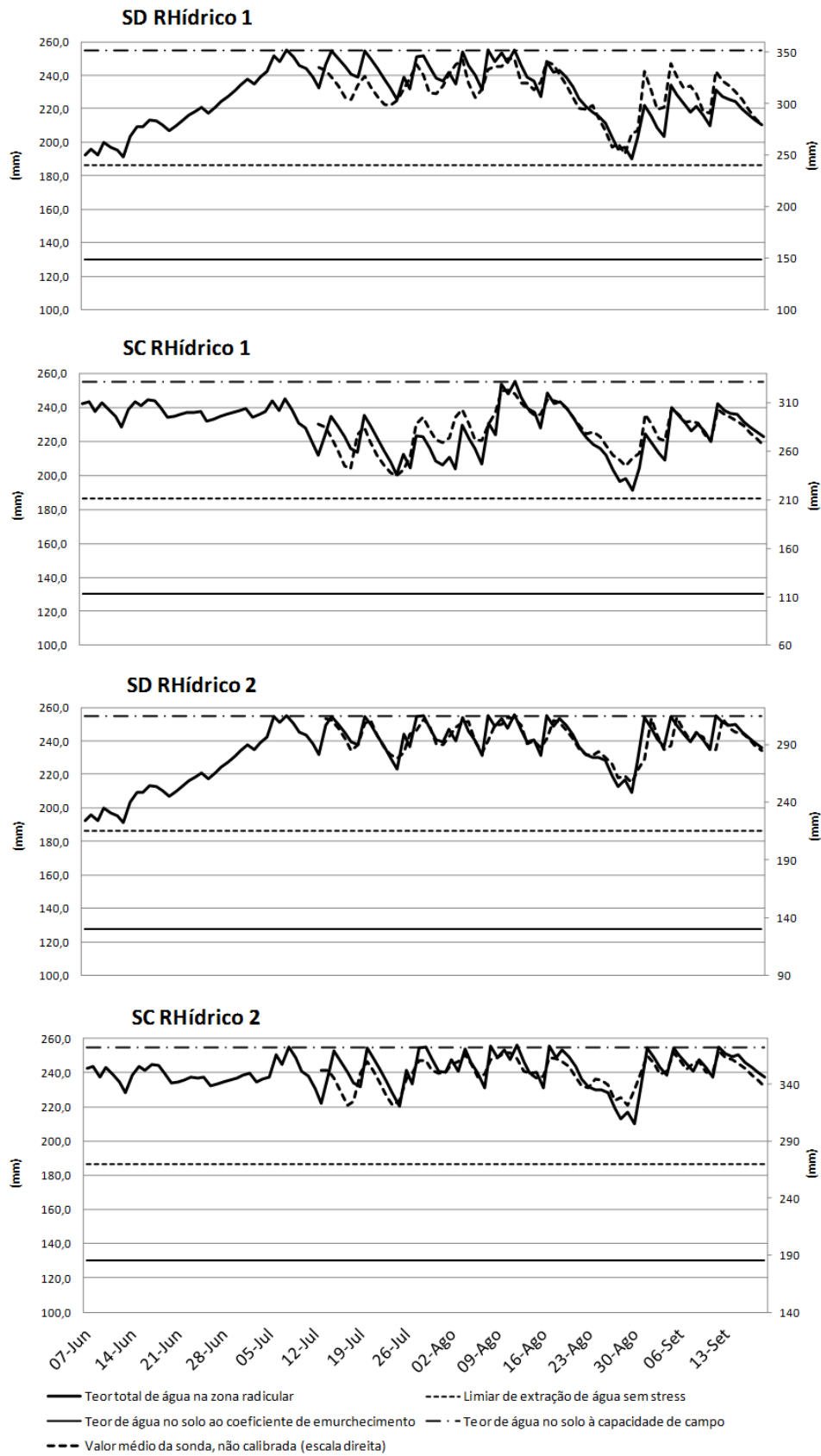


Figura 29 - Teor total de água na zona radicular, estimado com base no balanço hídrico diário do solo, durante a campanha de rega do milho de **2006** e o valor estimado de humidade do solo com a sonda capacitiva Enviroscan, para os dois regimes hídricos e para as duas modalidades de mobilização do solo; sementeira direta (SD) e sistema convencional SC.

3. MATERIAL E MÉTODOS

No Quadro 28 e no Quadro 29, estão apresentados os parâmetros de todos os balanços hídricos, que foram elaborados sequencialmente, para simular a evolução do teor de humidade do solo, e que permitiram estimar as perdas potenciais de água por percolação, ocorridas antes das amostragens de solo, efetuadas ao longo do período de quatro anos e meio (maio de 2004 a novembro de 2008). O primeiro quadro apresenta os parâmetros relativos ao RH 1 e o segundo os relativos ao RH 2, para ambos os sistemas de mobilização.

Para esclarecer a sequência dos BH, nos quadros abaixo apresentados, descreveu-se, a título de exemplo, a sequência dos dois primeiros BH, cujos parâmetros estão expostos no Quadro 28. O primeiro teve início no dia da sementeira do milho (13 de maio de 2004), e o final no dia 28 de Setembro, do mesmo ano. Ainda antes da segunda amostragem foi efetuado um BH intermédio (BH 2), para completar o período que medeia entre o final do balanço hídrico anterior, e a data em que foi efetuada a 2ª recolha de amostras. No curto período compreendido entre a 1ª colheita de amostras (4 de maio de 2004) e o dia da sementeira, não foi efetuado nenhum BH, por terem ocorrido as operações de mobilização do solo no SC ou, de controlo de infestantes ou de eliminação da aveia, com herbicida na SD, o que tornaria difícil de definir o coeficiente cultural (K_c), neste período. Estas situações pontuais, em que não foram elaborados os BH, ocorreram antes da 2ª, da 4ª e da 6ª amostragem de solo. Nesses períodos verificaram-se valores de precipitação respetivamente de 10,4 mm, 0 mm e 34,6 mm. Estes valores são claramente inferiores à E_{To} do respetivo período, em todos os tratamentos, pelo que essas precipitações não contribuíram diretamente para as perdas potenciais de água por percolação. De qualquer modo, estes valores foram ponderados na estimativa do valor inicial de humidade do solo, no BH seguinte.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Quadro 28 – Parâmetros dos balanços hídricos (BH) relativos ao regime hídrico 1 (RH 1) da sementeira direta (SD) e do sistema convencional (SC), elaborados sequencialmente para simular a evolução do teor de humidade do solo e estimar as perdas potenciais de água por percolação ocorridas, antes de cada amostragem de solo, ao longo de um período de quatro anos e meio. As datas das amostragens de solo estão no Quadro 26.

Amostragens de solo									
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª
SD RH 1									
BH 1	Data de sementeira / Data de início do BH		13-Mai-04	22-Out-04	27-Abr-05	19-Out-05	7-Jun-06	30-Out-06	8-Mai-07
	Data do final do BH		28-Set-04	19-Abr-05	27-Ago-05	10-Mai-06	20-Set-06	8-Mai-07	11-Nov-08
	Kc da fase inicial		0,7	0,3	0,5	0,3	0,55	0,3	0,3
	Kc da fase média		1,15	1,15	1,2	1,15	1,2	0,3	0,3
	Kc da fase final		0,4	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3	0,3
	Duração total das fases (dias)			179		203		190	553
	Duração da fase inicial (dias)		25	116	32	114	27		
	Duração da fase de desenvolvimento (dias)		24	45	22	59	30		
	Duração da fase média (dias)		56	18	44	30	31		
	Duração da fase final (dias)		33	0	24	0	17		
Défi ce inicial da água no solo (%)*		10%	42%	50%	72%	50%	2%	5%	
BH 2	Data de início do BH		28-Set-04		27-Ago-05		20-Set-06		
	Data final do BH		22-Out-04		19-Out-05		30-Out-06		
	Kc da fase inicial		0,3		0,3		0,3		
	Kc da fase média		0,3		0,3		0,3		
	Kc da fase final		0,3		0,3		0,3		
	Duração total (dias)		24		53		40		
	Défi ce inicial da água no solo (%)*		78%		72%		37%		
SC RH 1									
BH 1	Data de sementeira / Data de início do BH		13-Mai-04	22-Out-04	27-Abr-05	19-Out-05	7-Jun-06	30-Out-06	8-Mai-07
	Data do final do BH		28-Set-04	19-Abr-05	27-Ago-05	10-Mai-06	20-Set-06	8-Mai-07	11-Nov-08
	Kc da fase inicial		0,8	0,3	0,8	0,3	0,9	0,3	0,3
	Kc da fase média		1,15	0,3	1,2	0,3	1,2	0,3	0,3
	Kc da fase final		0,4	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3	0,3
	Duração total das fases (dias)			179		203		190	553
	Duração da fase inicial (dias)		25		31		22		
	Duração da fase de desenvolvimento (dias)		24		23		30		
	Duração da fase média (dias)		56		44		28		
	Duração da fase final (dias)		33		24		25		
Défi ce inicial da água no solo (%)*		10%	41%	10%	71%	10%	2%	5%	
BH 2	Data de início do BH		28-Set-04		27-Ago-05		20-Set-06		
	Data final do BH		22-Out-04		19-Out-05		30-Out-06		
	Kc da fase inicial		0,3		0,3		0,3		
	Kc da fase média		0,3		0,3		0,3		
	Kc da fase final		0,3		0,3		0,3		
	Duração total (dias)		24		53		40		
	Défi ce inicial da água no solo (%)*		78%		80%		29%		

Parâmetros comuns a todos os balanços hídricos

Fração facilmente utilizável	0,55
Profundidade radical (m)	0,7
Água disponível total (mm/m)**	178
total de água disponível à profundidade radical (mm)	124,6

* Défi ce em percentagem da água disponível para as plantas, em relação à capacidade de campo (0% corresponde a 125 mm); ** valores obtidos no laboratório e apresentados no Quadro 21.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Quadro 29 - Parâmetros dos balanços hídricos (BH) relativos ao regime hídrico 2 (RH 2) da sementeira direta (SD) e do sistema convencional (SC), elaborados sequencialmente para simular a evolução do teor de humidade do solo e estimar as perdas potenciais de água por percolação ocorridas, antes de cada amostragem de solo, ao longo de um período de quatro anos e meio. As datas das amostragens de solo estão no Quadro 26.

		Amostragens de solo							
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª
SD RH 2									
BH 1	Data de sementeira / Data de início do BH	13-Mai-04	22-Out-04	27-Abr-05	19-Out-05	7-Jun-06	30-Out-06	8-Mai-07	
	Data do final do BH	28-Set-04	19-Abr-05	23-Ago-05	10-Mai-06	20-Set-06	8-Mai-07	11-Nov-08	
	Kc da fase inicial	0,5	0,3	0,5	0,3	0,55	0,3	0,3	
	Kc da fase média	1,15	1,15	1,2	1,15	1,2	0,3	0,3	
	Kc da fase final	0,4	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3	0,3	
	Duração total das fases (dias)		179		203		190	553	
	Duração da fase inicial (dias)	25	116	35	114	27			
	Duração da fase de desenvolvimento (dias)	24	45	19	59	25			
	Duração da fase média (dias)	56	18	44	30	34			
	Duração da fase final (dias)	33	0	20	0	19			
Déficit inicial da água no solo (%)*		10%	42%	50%	57%	50%	2%	5%	
BH 2	Data de início do BH	28-Set-04		23-Ago-05		20-Set-06			
	Data final do BH	22-Out-04		19-Out-05		30-Out-06			
	Kc da fase inicial	0,3		0,3		0,3			
	Kc da fase média	0,3		0,3		0,3			
	Kc da fase final	0,3		0,3		0,3			
	Duração total (dias)	24		57		40			
	Déficit inicial da água no solo (%)*		61%	30%		18%			
SC RH 2									
BH 1	Data de sementeira / Data de início do BH	13-Mai-04	22-Out-04	27-Abr-05	19-Out-05	7-Jun-06	30-Out-06	8-Mai-07	
	Data do final do BH	28-Set-04	19-Abr-05	23-Ago-05	10-Mai-06	20-Set-06	8-Mai-07	11-Nov-08	
	Kc da fase inicial	0,6	0,3	0,8	0,3	0,9	0,3	0,3	
	Kc da fase média	1,15	0,3	1,2	0,3	1,2	0,3	0,3	
	Kc da fase final	0,4	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3	0,3	
	Duração total das fases (dias)		179		203		190	553	
	Duração da fase inicial (dias)	25		31		22			
	Duração da fase de desenvolvimento (dias)	24		23		33			
	Duração da fase média (dias)	56		44		25			
	Duração da fase final (dias)	33		20		25			
Déficit inicial da água no solo (%)*		10%	30%	10%	60%	10%	2%	5%	
BH 2	Data de início do BH	28-Set-04		23-Ago-05		20-Set-06			
	Data final do BH	22-Out-04		19-Out-05		30-Out-06			
	Kc da fase inicial	0,3		0,3		0,3			
	Kc da fase média	0,3		0,3		0,3			
	Kc da fase final	0,3		0,3		0,3			
	Duração total (dias)	24		57		40			
	Déficit inicial da água no solo (%)*		61%	38%		15%			
Parâmetros comuns a todos os balanços hídricos									
Fração facilmente utilizável	0,55								
Profundidade radical (m)	0,7								
Água disponível total (mm/m)**	178								
total de água disponível à profundidade radical (mm)	124,6								

* Déficit em percentagem da água disponível para as plantas, em relação à capacidade de campo (0% corresponde a 125 mm); ** valores obtidos no laboratório e apresentados no Quadro 21.

3.2.7. Tratamento estatístico

A análise estatística dos parâmetros relacionados com o solo e com a produção de milho baseou-se na análise de variância. A análise de variância do ensaio foi feita de acordo com o delineamento experimental, tendo-se utilizado o *software* MSTAT-C, criado pelo *Department of Crop and Soil Sciences of Michigan State University*.

A separação de médias foi efetuada sempre que o teste F revelou uma probabilidade do erro justificar a diferença para uma probabilidade menor ou igual a 5% e a 10%, através do método de comparação múltipla das médias, pela diferença mínima significativa (LSD).

Os quadros completos com a análise de variância e a separação de médias estão apresentados nos Anexos I e II.

Para a obtenção das equações de regressão e das tabelas de correlação foi utilizado o *software* Excel 2007.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O ensaio realizado incluiu dois sistemas de culturas, sistema convencional (SC) e sementeira direta com cultura de cobertura (SD), dois níveis de qualidade da água e dois regimes hídricos, na cultura do milho e decorreu ao longo de três campanhas de rega, de 2004 a 2006.

A avaliação dos efeitos dos tratamentos na evolução da halomorfização do solo, foi levada a cabo durante os três anos de ensaio no extrato do solo 1:2, em amostras recolhidas na primavera, antes da instalação da cultura do milho, e em outubro, após a colheita do milho.

Após o ensaio, foram ainda retiradas e analisadas amostras de solo no ano de 2007 e de 2008, que permitiram observar a redução da halomorfização do solo, após a cessação do regadio, em condições de pousio, possibilitado pelas chuvas de outono, inverno.

Tal como foi abordado na revisão bibliográfica (capítulo 2) deste trabalho, o nível de halomorfização do solo é condicionado essencialmente pela: quantidade de sais, aplicados com a água de rega, pela dotação de rega, pela precipitação e pelo *superavit* hídrico. Deste modo, antes da apresentação e discussão do efeito dos diferentes tratamentos no teor em sais contidos nas amostras de solo, iremos apresentar os resultados do balanço hídrico, numa base diária, desde o início do ensaio (maio de 2004) até ao dia da recolha da última amostragem de solo (11 de novembro de 2008).

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Balanço hídrico do solo e as perdas potenciais de água por percolação

A simulação do teor de humidade do solo, para cada sistema de culturas e regime hídrico, foi efetuado pelo balanço hídrico do solo. Os resultados estão apresentados no Quadro 30 e nos quatro gráficos da Figura 30, onde são evidenciadas as diferenças no teor total de água entre os referidos tratamentos, até à sexta amostragem de solo (30/outubro/2006). A partir desta data não se verificaram diferenças nos teores de humidade do solo entre os sistemas de culturas e os regimes hídricos, por terem cessado os tratamentos e, outros fatores como a quantidade de resíduos sobre o solo, serem similares.

Como já mencionado no capítulo 3, a condução da rega na cultura do milho, relativamente ao RH 2, foi da inteira responsabilidade do gestor da rega do Centro Experimental e foi direcionada para a totalidade da parcela abrangida pelo *pivot*. As dotações relativas ao RH 1 corresponderam a uma redução global, relativamente ao RH 2, na ordem dos 20% no primeiro ano e de 25% nos seguintes, como pode ser constatado no Quadro 30. Esta redução foi da nossa responsabilidade.

Uma observação mais pormenorizada dos resultados da condução das três campanhas de rega (Figura 30 e Quadro 30) evidencia, no ano de 2004, a ocorrência de um acentuado *stress* hídrico nas fases iniciais da cultura, realçados nos gráficos com círculos, o que causou uma redução relativa da evapotranspiração de 22% e 25%, no RH1 e de 10% e de 11% no RH 2 (Quadro 30). Esta ocorrência deveu-se a problemas técnicos no sistema de bombagem. Em contraste, no terceiro ano verificaram-se dotações de rega excessivas, que causaram elevadas perdas de água por percolação no RH 2. No segundo ano a condução da rega decorreu regularmente, com reduzidas perdas de água por percolação no RH 2 e nulas no RH 1. Os dois círculos a tracejado, na Figura 30, destacam o diferente comportamento dos dois regimes hídricos, com o RH 1 a assinalar algum *stress* hídrico, que se traduz numa redução da evapotranspiração cultural relativa de 14% para o sistema de SD, e de 16% para o SC (Quadro 30).

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

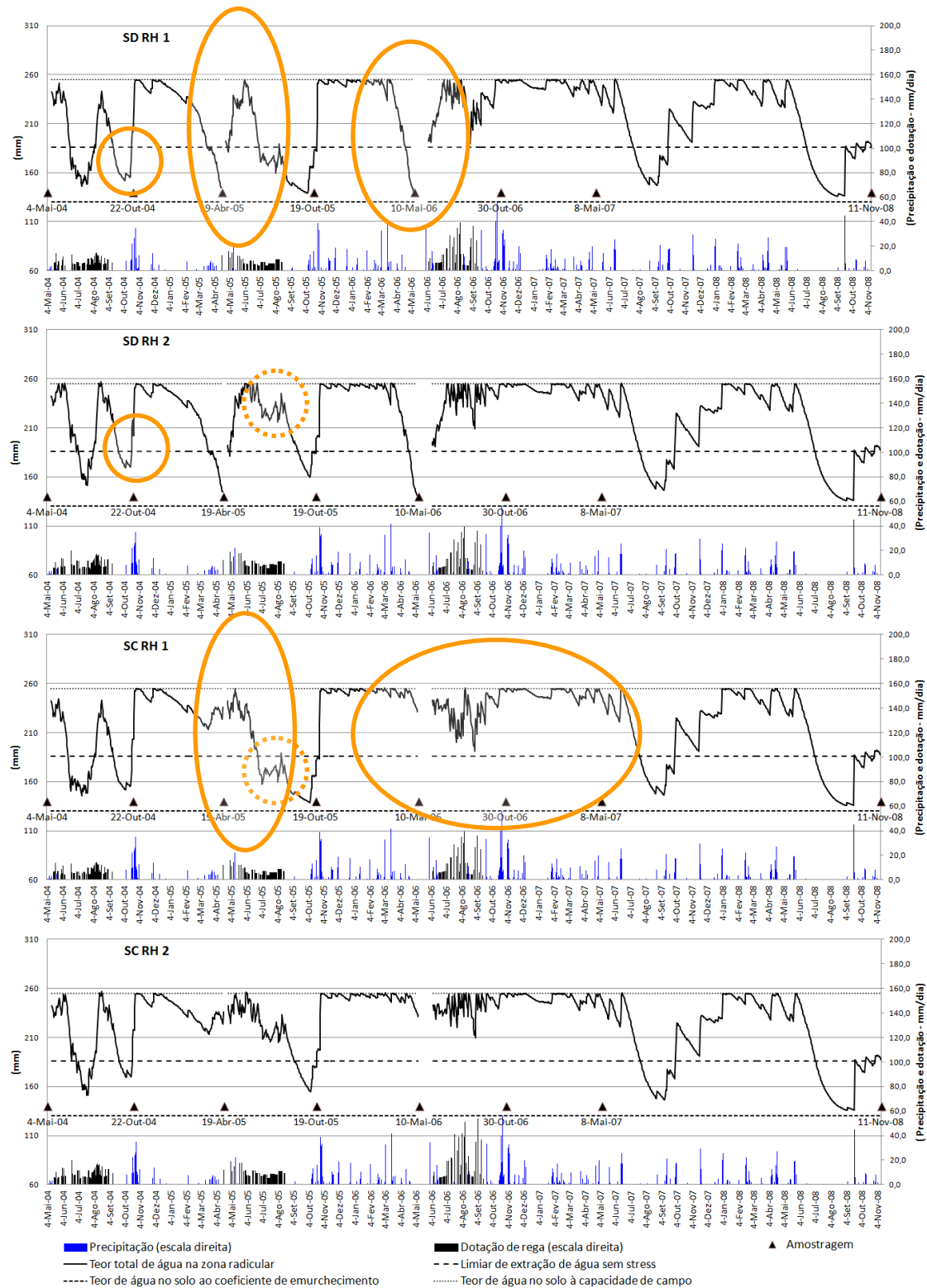


Figura 30 – Dotação, precipitação e evolução do teor total de água na zona radicular, ao longo de todo o período de observação, estimado com base em balanços hídricos sequenciais, calculados diariamente, de acordo com o modelo da FAO para o sistema de mobilização convencional (SC) e de sementeira direta com cultura de cobertura (SD) e para os regimes hídricos 1 e 2 (RH 1 e RH 2 respetivamente). Estão registadas as datas exatas em que foram efetuadas cada uma das oito amostragens de solo.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No decorrer das três campanhas de rega, as diferenças no teor de humidade do solo, entre os dois sistemas de culturas foram ténues (com a SD a revelar pontualmente valores ligeiramente mais elevados) enquanto as diferenças entre regimes hídricos foram evidentes e já acima abordadas. Pelo contrário, no final do inverno e início da primavera de 2005 e de 2006 não se verificaram diferenças de humidade do solo, entre os dois regimes hídricos mas, as diferenças foram acentuadas entre os dois sistemas de culturas, na medida em que a SD com cultura de cobertura (CC) promoveu a secagem do solo, para além do limiar de extração de água sem *stress* hídrico, aproximando este do teor de humidade correspondente ao coeficiente de emurchecimento do solo.

Esta maior secagem do solo foi causada pela maior extração de água pela CC (aveia), como se pode constatar no Quadro 30, com uma evapotranspiração real (ETCr) superior na CC em 79 mm e 117 mm (respetivamente em 2005 e 2006) para ambos os regimes hídricos, comparativamente ao pousio de outono-inverno do SC. Estas diferenças também se podem observar na Figura 30, salientados pelas elipses. As diferenças no consumo de água (ETCr) verificadas entre o pousio de outono-inverno e a CC foram claramente atenuadas, devido ao *stress* hídrico que se verificou na aveia pelo baixo teor de água no solo. Pelo que as diferenças do consumo de água, entre os dois sistemas de culturas, poderiam ter sido mais acentuadas, se a precipitação de outono-inverno tivesse sido mais bem distribuída ou mais concentrada na fase final do período. No entanto, a importância da secagem do solo é um aspeto relevante na melhoria da estrutura do solo (Arnon, 1972; Barzegar *et al.*, 1995; Oster & Jayawardane, 1998), a que se deve dar particular atenção nos solos com má drenagem interna.

No período entre outubro de 2005 e julho de 2007, o sistema convencional apresentou sempre teores de humidade do solo elevados, nunca descendo abaixo do limiar de extração de água sem *stress* hídrico, mesmo no RH 1. Este caso mostra uma tendência para que, no sistema convencional da monocultura do milho, o solo se mantenha continuamente húmido, como teria acontecido desde o início do ensaio até ao seu final, em julho de 2007, caso não tivessem ocorrido problemas com o equipamento de rega em 2004 e, se em 2005 o ciclo do milho tivesse terminado mais tarde. Nestas circunstâncias, a CC surge como uma ferramenta de gestão agronómica que permite impor ciclos de secagem no solo, como demonstrado em abril de 2005 e em abril de 2006, evidenciado por elipses na Figura 30.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 30 – Valores de perdas potenciais de água no solo por percolação, estimados com base no balanço hídrico do solo, efetuados antes de cada uma das amostragens de solo. O balanço hídrico 2 (BH 2) é um balanço hídrico complementar, efetuado entre o final do BH 1 da campanha de rega do milho (realçado a cinzento), e a data efetiva de recolha das amostras de solo.

Valores acumulados (mm)		Amostragens de solo / data							
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª
		mai-04	out-04	abr-05	out-05	mai-06	out-06	mai-07	nov-08
SD RH 1									
BH 1	Dotação total aplicada		520	12*	446	-	546	-	46*
	Precipitação total		6	204	26	410	46	377	597
	ETCr		610	192	509	237	530	97	521
	ETC		787	226	590	283	530	97	661
	Redução relativa de ETC-(1-ETCr/ETC) x 100		22%	15%	14%	16%	0%	0%	21%
	Perdas por rega excessiva		0		0		46	0	0
	Perdas por precipitação excessiva		0	72	0	200	0	278	180
	Perdas potenciais de água por percolação		0	72	0	200	46	278	180
BH 2	Precipitação total		80		34		205		
	Perdas potenciais de água por percolação		0		0		129		
Total de perdas pot. de água por percolação		-	0	72	0	200	175	278	180
SC RH 1									
BH 1	Dotação total aplicada		520	12*	446	-	546	-	46*
	Precipitação total		6	204	26	410	46	377	597
	ETCr		610	113	546	120	611	97	521
	ETC		808	113	653	120	611	97	661
	Redução relativa de ETC-(1-ETCr/ETC) x 100		25%	0%	16%	0%	0%	0%	21%
	Perdas por rega excessiva		0		0		0	0	0
	Perdas por precipitação excessiva		0	73	12	228	0	278	180
	Perdas potenciais de água por percolação		0	73	12	228	0	278	180
BH 2	Precipitação total		80		34		205		
	Perdas potenciais de água por percolação		0		0		139		
Total de perdas pot. de água por percolação		-	0	73	12	228	139	278	180
SD RH 2									
BH 1	Dotação total aplicada		641	13*	596	-	712	-	46*
	Precipitação total		6	204	26	410	46	377	597
	ETCr		669	193	566	237	537	97	521
	ETC		744	226	566	283	537	97	661
	Redução relativa de ETC-(1-ETCr/ETC) x 100		10%	15%	0%	16%	0%	0%	21%
	Perdas por rega excessiva		43		32		172	0	0
	Perdas por precipitação excessiva		0	72	0	218	6	278	180
	Perdas potenciais de água por percolação		43	72	32	218	178	278	180
BH 2	Precipitação total		80		34		205		
	Perdas potenciais de água por percolação		0		0		153		
Total de perdas pot. de água por percolação		-	43	72	32	218	331	278	180
SC RH 2									
BH 1	Dotação total aplicada		641	13*	596	-	712	-	46*
	Precipitação total		6	204	26	410	46	377	597
	ETCr		680	113	634	120	608	97	521
	ETC		765	113	634	120	608	97	661
	Redução relativa de ETC - (1-ETCr/ETC) x 100		11%	0%	0%	0%	0%	0%	21%
	Perdas por rega excessiva		31		7		148	0	0
	Perdas por precipitação excessiva		0	87	16	241	6	278	180
	Perdas potenciais de água por percolação		31	87	23	241	154	278	180
BH 2	Precipitação total		80		34		205		
	Perdas potenciais de água por percolação		0		0		157		
Total de perdas pot. de água por percolação		-	31	87	23	241	311	278	180

* Rega esporádica fora da campanha de rega, não complementada com adição de sais.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os volumes de água potencialmente perdidos por percolação profunda estão apresentados no Quadro 30, onde se destaca o facto dos balanços hídricos efetuados antes da 3ª (5 de abril) e da 5ª amostragem (6 de maio) do solo apresentarem reduzidas diferenças, de perdas potenciais de água por percolação entre os dois sistemas de culturas, SD e SC, com 1 mm e 15 mm respetivamente, em relação ao RH 1 e RH 2 no outono-inverno de 2004-2005, e de 28 mm e 23 mm no outono-inverno seguinte, antes da 5ª amostragem de solo. Estas reduzidas diferenças evidenciam que, a CC nos dois anos em que foi instalada, apesar de ter apresentado consumos de água claramente mais elevados, não contribuiu de forma direta e acentuada para a redução das perdas de água por percolação, durante o período de outono-inverno, como inicialmente foi esperado e referido pela bibliografia como uma limitação à utilização de CC nas regiões mais secas (Sullivan, 2003; Balkcom *et al.*, 2007; Gabriel *et al.*, 2012a e 2012b).

Pelos dados apresentados, nos dois anos em que foi instalada a CC, o maior volume de água extraído do solo por esta, em comparação ao pousio de outono-inverno (no SC), não se traduziu numa sensível redução dos volumes de água percolados no sistema de SD com CC. Em grande medida, este facto é explicado pela distribuição da precipitação no outono-inverno. Como se pode observar no Quadro 17 do capítulo 3, durante os três anos de ensaio, o mês com precipitação mais elevada foi o mês de outubro, fazendo com que a quase totalidade do *superavit* hídrico tenha ocorrido em outubro, no ano de 2004/2005, e em outubro e em março no outono-inverno de 2005/2006, em ambos os casos, ainda antes de a aveia atingir um desenvolvimento significativo. Assim, a reduzida diferença de *superavit* hídrico entre os dois sistemas é claramente explicada, em particular antes da 3ª amostragem, pelo facto da cultura de cobertura, durante o outono e o início do inverno, apresentar uma evapotranspiração similar à verificada no pousio de outono-inverno, sendo ambas reduzidas.

Caso a precipitação, com valores idênticos aos apresentados, ocorresse de modo mais repartido ao longo do outono-inverno, ou concentrada mais tarde (março/abril), os volumes de água para potencial percolação profunda deveriam ser inferiores em ambos os sistemas de culturas, quer devido ao maior consumo de água por evapotranspiração da CC quer pelas maiores perdas de água por evaporação no pousio de outono-inverno. Nesta situação, as diferenças que ocorreriam entre os dois sistemas tenderiam a acentuar-se, porque a CC apresentaria um consumo de água acrescido, devido ao menor nível de *stress* hídrico numa fase em que a aveia estaria mais desenvolvida. Este maior consumo traduzir-se-ia numa menor quantidade de água disponível para percolação na SD com CC, um pouco à semelhança do que aconteceu antes da 5ª amostragem, pese embora nesse caso a precipitação ter sido

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

elevada e ter causado volumes significativos de perdas de água por percolação, em ambos os sistemas de culturas. Assim, antes da 5ª amostragem verificaram-se diferenças um pouco maiores de perdas de água por percolação, entre os sistemas de culturas, devido à maior extração da CC, em comparação com a praticamente inexistente diferença entre os dois sistemas, antes da 3ª amostragem de solo.

Uma questão relevante será perceber se, o menor teor de humidade à data da sementeira do milho (observável nos gráficos da Figura 30, no Quadro 30 e confirmado no Quadro 31) no tratamento de SD com CC, poderá contribuir para reduzir as perdas de água por percolação, durante a cultura do milho.

Vamos responder à questão acima colocada com base em dois cenários:

- No cenário 1, a condução da rega é efetuada no âmbito de uma gestão de rega cuidada, em que as dotações são efetuadas de acordo com as necessidades hídricas das culturas. No nosso entender, na área de influência de Alqueva as perdas de água de rega por percolação profunda deverão ser minimizadas, como já foi abordado no capítulo 2, devido ao elevado custo do fator água e de modo a reduzir os riscos de encharcamento, nos solos com má drenagem interna. Neste caso a lixiviação dos sais adicionados com a água de rega, deverá ocorrer apenas com as chuvas de inverno e, nos casos que sejam necessárias dotações de rega adicionais, estas deverão preferencialmente ser induzidas durante as estações frias (Ayers & Westcot, 1985). Gabriel *et al.* (2012a), numa região com precipitação inferior a 400 mm, no interior de Espanha, conduziu um ensaio durante 3 campanhas de rega, com dotações efetuadas de acordo com as necessidades hídricas das culturas. Neste cenário a resposta à questão formulada seria não, pois as dotações seriam efetuadas de acordo com o consumo da cultura, tendo em conta a reserva de água no solo, pelo que não alteraria a fração de lixiviação na cultura seguinte. Porém, a dotação total de rega da cultura do milho, dentro do mesmo sistema de culturas seria mais elevada do que no caso do solo apresentar um teor de água mais alto, à data da sementeira do milho. Contudo, comparativamente ao SC, o menor consumo de água na SD obtido com a cobertura do solo, através dos resíduos da CC, poderá compensar o menor teor de humidade verificado à data da sementeira do milho.

- No cenário 2, no âmbito real do ensaio, as dotações foram necessariamente iguais em ambos os sistemas de culturas, pelo que a resposta à questão terá de ser formulada com base nos resultados dos balanços hídricos. Deste modo, para responder a esta questão será necessário observar relativamente aos dois regimes hídricos, o volume das perdas potenciais de água por percolação (Quadro 30) antes da 4ª e da 6ª amostragem (final do ciclo do milho em 2005 e 2006). Enquanto na 4ª amostragem o SC apresentou perdas potenciais de água por percolação, um pouco

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

superiores no RH 1 (0 mm na SD e 12 mm no SC) foi a SD com CC a apresentar os valores de perdas potenciais de água por percolação, ligeiramente mais elevados na 6ª amostragem. Perante estes dados, com pequenas diferenças entre tratamentos será de concluir que a redução do consumo de água da cultura do milho, proporcionada pelos resíduos da CC, compensou o facto da própria CC ter deixado o solo com um teor de humidade inferior, no momento da sementeira do milho.

Numa tentativa de ajudar a compreender o impacto da CC no teor de água no solo à data da sementeira, foi determinado o teor de humidade nas mesmas amostras que foram recolhidas para as determinações químicas. Os valores estão apresentados no Quadro 31, onde constam os valores médios relativos ao teor de humidade do solo, determinados gravimetricamente e expressos em percentagem de volume. Nesse quadro estão apresentados os fatores (regime hídrico, mobilização, salinidade e profundidade), e a interação do sistema de mobilização com a profundidade. A análise de variância completa está apresentada no Anexo II-A.

O teor de humidade gravimétrico das amostras não deve ser entendido como valor absoluto, por poder ter ocorrido alguma perda de humidade antes da primeira pesagem. No entanto, a proteção contra a perda de humidade (como os resultados o demonstram), foi claramente suficiente para encontrar diferenças significativas entre os tratamentos.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 31 – Valores percentuais de humidade do solo (expressos em volume) relativos aos fatores regime hídrico, mobilização, salinidade da água e profundidade, e da interação sistemas de mobilização x profundidade (Mob. x Prof.). Estas determinações foram realizadas nas amostras relativas à 3^a, 4^a e 5^a amostragem de solo.

Tratamentos	19-Abr-05	19-Out-05	10-mai-06
RH 1	18,9	17,8	16,7
RH 2	19,9	18,6	16
Mob. 1	17,2 b	17,6 B	15,3 b
Mob. 2	21,6 a	18,8 A	17,6 a
Sal. 1	18,8 b	17,9	16
Sal. 2	20,1 a	18,4	16,8
Prof. 1	15,9 d	19,7 a	12,1 c
Prof. 2	18,4 c	16,1 b	15,9 b
Prof. 3	19,5 b	16,0 b	19,3 a
Prof. 4	23,8 a	20,9 a	18,4 a
Mob. 1	Prof. 1	13,7 E	17,6 b
	Prof. 2	16,5 D	15,8 b
	Prof. 3	17,7 C	16,0 b
	Prof. 4	21,0 B	20,8 a
Mob. 2	Prof. 1	18,1 C	21,8 a
	Prof. 2	20,4 B	16,4 b
	Prof. 3	21,3 B	15,9 b
	Prof. 4	26,7 A	20,9 a

Dentro de cada grupo e na mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$ e letras maiúsculas diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$; Mob. 1 – sementeira direta com cultura de cobertura; Mob. 2 – sistema convencional; Prof. 1 a 4 corresponde respetivamente a 0-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm.

Da análise do Quadro 31 verifica-se que nas duas primaveras em que foi instalada a CC, os tratamentos com CC (SD) apresentaram um teor de humidade do solo significativamente inferior, ao verificado no pousio de outono-inverno (SC). Este resultado confirma a interpretação dos resultados do balanço hídrico, em que as diferenças do teor simulado de humidade do solo entre os dois tratamentos são explicadas pelo maior consumo de água da CC.

Relativamente ao fator salinidade, a análise apresenta diferenças na humidade do solo, com o nível de salinidade 2 a registar um teor de humidade significativamente mais elevado, no primeiro ano de ensaio. Como será discutido no ponto 4.2, estas diferenças não serão explicadas pela redução da extração de água no solo devido ao teor mais elevado de sais no solo. Esta diferença na humidade do solo, a ter ocorrido apenas na primavera de 2005, poderá indiciar a ocorrência de algum escoamento subsuperficial dos subtalhões com o nível de salinidade 1 para os subtalhões com o nível de salinidade 2, situados a uma cota inferior. Esta hipótese sai

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

reforçada pelo facto de após as sementeiras do milho, em 2005 e em 2006, ter sido colocada uma tela vertical que interceptava todo o horizonte A, nos dois sistemas de culturas, e que foi colocada exatamente com o objetivo de prevenir eventuais escoamentos subsuperficiais, na medida em que pela observação do quadro 2, os valores apresentados em maio de 2006 não revelaram diferenças significativas.

Da análise do referido quadro será ainda de destacar o facto do teor de humidade aumentar significativamente em profundidade, nas duas recolhas de amostras efetuadas após o período de outono-inverno. Nestes dois momentos a interação da mobilização com a profundidade não foi significativa (ao nível de significância de 5%), mas será no entanto de realçar que a elevada extração de água pela CC (SD) se verificou em todas as profundidades, confirmando assim que a CC foi igualmente eficaz a extrair água no horizonte B. Relativamente à amostragem efetuada após a cultura do milho (outubro de 2005), a interação da mobilização com a profundidade, mostrou diferenças significativas, mas apenas em relação aos primeiros 10 cm, com um teor de humidade inferior na SD, provavelmente devido a uma maior densidade radicular deste sistema de mobilização, nesta profundidade.

Os balanços hídricos do solo, complementados pela determinação dos teores de humidade do solo, permitiram comprovar que a cultura de cobertura contribuiu efetivamente para a secagem do horizonte B, e deste modo para a melhoria da estrutura do solo em profundidade, comparativamente ao SC, sem reduzir de forma substancialmente a água disponível para a lavagem do solo, possibilitada pelas chuvas de outono-inverno.

A cultura de cobertura é deste modo um meio com elevado potencial, para induzir períodos de secagem no solo em profundidade e, deste modo contribuir para melhorar a estrutura do solo e, com isso, a drenagem interna do mesmo. Em muitos anos este desígnio poderá ser cumprido, sem afetar expressivamente o volume de água disponível para a lixiviação de sais no outono-inverno, e a maior extração de água pela CC será em grande medida compensada pela redução da evapotranspiração da cultura do milho, em particular nas fases iniciais, devido à cobertura do solo com resíduos disponibilizados pela própria CC.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.2. Parâmetros medidos no extrato de solo (1:2) durante os três anos do ensaio (2004 a 2006)

Neste ponto será apresentada a totalidade dos resultados relativos aos fatores primários: ano, regime hídrico (RH), mobilização, salinidade da água de rega (Sal.), profundidade (Prof.) e no caso da interação de fatores, apenas serão apresentadas, em geral, as interações que mostram diferenças significativas. Os quadros completos com a análise de variância e a separação de médias estão apresentados no Anexo I-A, de onde foram retirados os dados apresentados do Quadro 32 ao Quadro 90.

4.2.1. Condutividade elétrica do extrato do solo (1:2), antes da sementeira do milho

A condutividade elétrica (CE) traduz o teor em sais solúveis no extrato do solo, comprovado pela forte correlação existente entre a CE e a soma dos principais íons presentes no extrato (Ca, Mg, Na e K), expressos em meq L⁻¹ ou em mmol_c L⁻¹, como demonstrado no ponto 4.4.1.

4.2.1.1. Efeito dos fatores primários em estudo na condutividade elétrica do extrato do solo (1:2), antes da sementeira do milho

Os valores de condutividade elétrica (CE) apresentados são relativos aos anos de 2004 a 2006, e correspondem à 1ª, à 3ª e à 5ª amostragem de solo, todas efetuadas na primavera, após o período de precipitação de outono-inverno e antes da preparação do solo para a sementeira do milho, na primavera.

Os dados apresentados no Quadro 32, relativos à influência do ano, na CE do extrato do solo antes da sementeira do milho e após as chuvas de inverno, mostram que o ano teve influência no teor de sais do solo, com valores de CE significativamente mais baixos no ano de 2006, relativamente aos dois anos anteriores. Esta resposta diferenciada no terceiro ano, deverá ser explicada pelas perdas potenciais de água por percolação, ocorridas no outono-inverno anterior à 5ª amostragem de solo (≥ 200 mm) serem claramente superiores às verificadas no ano anterior (≤ 87 mm), como apresentado no Quadro 30.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 32 – Efeito do ano na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), antes da sementeira do milho.

CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)		
Ano 1 - 2004	Ano 2 - 2005	Ano 3 - 2006
193,6 a	175,7 a	91,2 b

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Estes resultados evidenciam acima de tudo que a precipitação de outono-inverno foi suficiente, em todos os anos, para a lixiviação dos sais adicionados com a água de rega, e evitou a sua acumulação, o que permitiu ao solo apresentar teores de sais claramente inferiores a $400 \mu\text{S cm}^{-1}$, antes da sementeira do milho, o que permite classificar o solo como não salino, de acordo com o Quadro 4 do capítulo 2.

Entre os fatores primários (Quadro 33), a salinidade da água de rega foi o único fator a evidenciar efeito significativo. Este efeito já era expectável, na medida em que está claramente de acordo com a bibliografia consultada, em que a utilização de água de rega com teores salinos mais elevados, eleva o teor da salinidade do solo, comparativamente à utilização de água de rega menos salina.

Quadro 33 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), antes da sementeira do milho.

CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)					
Mobilização		Salinidade		Regime hídrico	
Mob. 1 - SD	Mob. 2 (SC)	Sal. 1	Sal. 2	RH 1	RH 2
155,1	151,9	125,8 b	181,2 a	158,3	148,7

Dentro de cada grupo, letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

O sistema de mobilização do solo e o regime hídrico não mostraram efeito na CE (Quadro 33), relativamente às amostragens efetuadas antes da cultura do milho. Uma possível explicação para estes dois fatores não terem revelado diferenças significativas, será o facto dos respetivos valores terem resultado de uma média de três anos, e os tratamentos só terem sido efetivamente aplicados após a primeira colheita de amostras, em 2004. No entanto, o resultado da interação ano x sistema de mobilização e ano x regime hídrico, apresentados no Quadro 35, também não revelaram diferenças significativas em relação à mobilização do solo. Porém estes resultados serão novamente apreciados em conjunto com os resultados obtidos nas amostragens de solo, efetuadas após a colheita do milho no ponto 4.2.2.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A profundidade do solo influenciou claramente a condutividade elétrica do solo (Quadro 34), com a profundidade de 30 a 50 cm a registrar valores significativamente mais elevados, antes da sementeira do milho. É de sublinhar que não ocorreram diferenças significativas na interação ano x profundidade (cf. Anexo I–A), sendo apresentados valores mais elevados, na profundidade dos 30 a 50 cm, em todos os anos, incluindo o ano de 2004, antes de terem sido aplicados os tratamentos. Este facto mostra que a tendência do aumento da salinidade em profundidade já estava presente e a utilização de água de rega com teores mais elevados de sais deu continuidade a esta tendência, mas sem a acentuar significativamente.

Quadro 34 – Efeito da profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), antes da sementeira do milho.

Profundidade (cm)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
0 - 10	155,7 b
10 - 20	124,9 b
20 - 30	132,9 b
30 - 50	200,5 a

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

A tendência para a apresentação de teores de sais mais elevados em profundidade, quando não se verifica a interferência de um nível freático próximo da superfície com teores salinos elevados, é um processo normal em culturas regadas e está de acordo com o modelo estacionário apresentado por Ayers & Westcot (1985), que prevê a manutenção de um teor relativamente inferior de sais na parte superior do perfil, em relação à média do perfil, quando são aplicadas frações de lixiviação durante a rega. Nos casos em que a lixiviação é efetuada pela precipitação de outono-inverno, também é de esperar um maior teor de sais em profundidade, em resultado da redução significativa dos valores de CE das camadas superiores do solo, como também foi observado por Gabriel *et al.* (2012b).

4.2.1.2. Efeito das interações dos fatores em estudo na condutividade elétrica do extrato do solo (1:2), antes da sementeira do milho

A análise do efeito das interações dos fatores em estudo, excluindo a profundidade (Quadro 35), mostra que no ano de 2004, antes da instalação do ensaio, nenhum dos fatores primários apresentaram diferenças significativas, o que é

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

revelador da boa uniformidade do campo de ensaio, em relação à salinidade do solo pelo que, as posteriores diferenças devem-se aos tratamentos efetuados.

Antes da sementeira do milho (após a precipitação de outono-inverno) das interações do ano com os fatores primários, apresentadas no Quadro 35, apenas a interação do ano com a salinidade da água, revelou efeitos significativos na CE. No entanto, dentro de cada ano o efeito da salinidade da água apenas revelou diferenças significativas em 2005. O caso de em 2004 não se terem verificado diferenças significativas entre os dois níveis de salinidade da água de rega, é explicado pelo facto das amostras nesse ano terem sido recolhidas antes da aplicação da água de rega, com distintos teores salinos. A resposta diferenciada em 2005 esbateu-se em 2006, provavelmente devido à elevada precipitação ocorrida no outono-inverno de 2005-2006, que causou globalmente uma redução significativa do teor de sais no solo, como já discutido em relação ao Quadro 32. Essa redução terá sido mais intensa no nível de salinidade mais elevado, apesar do teor de sais relativo ao nível de salinidade 2 continuar a apresentar valores notoriamente mais elevados, relativamente ao nível 1, não sendo no entanto essa diferença estatisticamente significativa.

Quadro 35 – Efeito das interações ano x sistema de mobilização, ano x salinidade e ano x regime hídrico na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), antes da sementeira do milho.

	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)		
	2004	2005	2006
Mob. 1 (SD)	182,4	179,7	103,3
Mob. 2 (SC)	204,8	171,8	79,1
Sal. 1	185,6 b	119,8 c	72,0 d
Sal. 2	201,6 ab	231,6 a	110,4 cd
RH 1	208,4	180,8	85,7
RH 2	178,9	170,7	96,7

Dentro de cada grupo, letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

No conjunto dos três anos de amostras de solo recolhidas antes da sementeira do milho, o fator salinidade da água de rega revelou efeito significativo, na interação com o sistema de mobilização do solo (Quadro 36) e com a profundidade (Quadro 37), mas apenas ao nível de probabilidade de erro de 10%.

O Quadro 36 mostra que a SD apresenta diferenças mais acentuadas de CE, que o SC, entre os dois níveis de salinidade da água. Estas maiores diferenças não estão devidamente suportadas estatisticamente, no entanto podem estar relacionadas com a cultura de cobertura (CC), que antecedeu as amostragens de 2005 e de 2006, ter

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

reduzido ligeiramente a lixiviação, por ter extraído maior quantidade de água no fim do ciclo da aveia, como já abordado no ponto 4.1, em relação ao Quadro 30. No entanto também não foram registadas diferenças significativas na interação ano x mobilização x profundidade, como se pode conferir no Anexo I–A.

Quadro 36 – Efeito da interação mobilização x salinidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), antes da sementeira do milho.

	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	
	SD	SC
Sal. 1	115,9 B	135,7 B
Sal. 2	194,4 A	168,0 A

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$

A salinidade da água de rega foi o único parâmetro que em interação com a profundidade do solo, revelou efeitos na CE, mas apenas ao nível da significância de 10% (Quadro 37). Esta interação confirma a tendência já evidenciada do efeito da profundidade na CE, apresentada no Quadro 34, indiciando que o acréscimo da salinidade do solo foi mais acentuado, em profundidade, com o aumento da salinidade da água de rega.

Quadro 37 – Efeito da interação salinidade x profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), antes da sementeira do milho.

Profundidade (cm)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	
	Sal. 1	Sal. 2
0 - 10	140,1 B-D	171,3 B
10 - 20	106,1 D	143,7 BC
20 - 30	109,6 CD	156,2 B
30 - 50	147,5 B	253,6 A

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.2.2. Condutividade elétrica do extrato do solo (1:2), após a colheita do milho

Neste ponto os valores de CE apresentados são também relativos aos anos de 2004 a 2006, e correspondem à 2ª, à 4ª e à 6ª amostragem de solo, todas efetuadas no mês de outubro, após o período de rega de primavera-verão e após a colheita do milho. Os respectivos quadros completos com a análise de variância e a separação de médias estão apresentados no Anexo I-A2.

Complementarmente são também apresentados quadros com as diferenças de CE, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho, para cada ano. O cálculo das diferenças foi efetuado de duas formas, antes de efetuadas as análises de variância. Na primeira forma, os valores foram calculados por diferença simples, e numa segunda forma por diferença percentual, tomando como base (100%) os valores anteriores à colheita. Nos Anexos I-A3 e I-A4 estão apresentados os quadros completos, com as respetivas análises de variância. Na comparação de ambos os quadros de variância sobressaem as diferenças, ao nível do coeficiente de variação, com valores de duas a dez vezes mais elevados, quando as diferenças foram obtidas por diferença simples, comparativamente às diferenças percentuais. Entre os dois métodos de cálculo ocorrem algumas divergências, ao nível do critério de significância (de 5% e de 10%) pelo que, neste trabalho apesar de ambos os quadros de variância constarem em anexo, optou-se por discutir apenas os resultados das diferenças percentuais (Anexo I-A4). Essa decisão foi tomada devido à análise de variância mostrar maior consistência, com valores do coeficiente de variação mais baixos, em todos os parâmetros.

4.2.2.1. Efeito dos fatores primários em estudo na condutividade elétrica do extrato do solo (1:2), após a colheita do milho.

Após a colheita do milho, como pode ser observado no Quadro 38, o fator ano voltou a influenciar a CE do extrato do solo, tendo o ano de 2005 apresentado um valor significativamente mais elevado que nos outros dois anos. O acréscimo significativo do valor de CE de 2005, em relação a 2004, é claramente influenciado pela água de rega com teores de sais superiores, em ambos os níveis de salinidade da água, em relação à água de rega utilizada antes da instalação do ensaio. Este facto denuncia um efeito cumulativo de salinidade no solo, eventualmente possibilitado pela baixa precipitação do outono-inverno, que antecedeu a campanha de rega de 2005.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 38 – Efeito do ano na condutividade elétrica do extrato do solo 1:2 (CE), após a colheita do milho.

CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)		
Ano 1 - 2004	Ano 2 - 2005	Ano 3 - 2006
305,2 b	488,3 a	159,0 b

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

No ano de 2006 o teor de sais registou uma redução acentuada e significativa, em relação ao ano anterior. Esta redução de salinidade do solo explica-se essencialmente pela ocorrência de elevada precipitação (205 mm), entre o final do ciclo do milho (20 de setembro), e a data em que foi possível recolher as amostras de solo, (30 de outubro). O facto da rega no ano de 2006 ter ocorrido sem *stress* hídrico, e até com dotações excessivas no RH 2, deve também ter contribuído diretamente para um maior arrastamento dos sais em profundidade e, indiretamente para um teor mais elevado de humidade no solo, no final do ciclo da cultura, que o registado nos dois anos anteriores, como se pode observar nos gráficos da Figura 30. O teor mais elevado de humidade no solo permitiu que a maior parte da precipitação, ocorrida antes da recolha das amostras, tenha contribuído para as perdas potenciais de água por percolação (Quadro 30) e conseqüente lixiviação dos sais, para profundidades superiores aos 50 cm observados.

Quadro 39 – Efeito do ano na variação percentual da condutividade elétrica do extrato do solo, entre as amostras recolhidas, após a colheita e antes da sementeira do milho.

Variação percentual da CE		
Ano 1 - 2004	Ano 2 - 2005	Ano 3 - 2006
232,7 b	281,9 a	182,4 c

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

O Quadro 39 mostra que o regadio promoveu o aumento da salinidade do solo durante as três campanhas de rega, com o ano de 2005 a registar o maior incremento da salinidade no solo, que quase triplicou em relação ao verificado antes da sementeira do milho. No ano de 2006, apesar da significativa lixiviação ocorrida antes da recolha das amostras acima referida, o teor de sais quase duplicou. Este aumento de sais durante as campanhas de rega, evidencia a tendência para a acumulação de sais, ao longo do regadio de verão e, realça a importância da precipitação de outono-inverno no controlo da salinidade do solo em culturas regadas, com ênfase nos solos com má drenagem interna.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De entre os fatores apresentados no Quadro 40, apenas a salinidade da água de rega apresenta efeito significativo na salinidade do solo. Este fator também apresenta diferenças significativas na interação com o ano (Quadro 42), pelo que o seu efeito será discutido no âmbito desse quadro, juntamente com a mobilização e o regime hídrico.

Quadro 40 – Efeito da mobilização, da salinidade da água de rega e do regime hídrico na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.

CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)					
Mobilização		Salinidade		Regime hídrico	
Mob. 1 (SD)	Mob. 2 (SC)	Sal. 1	Sal. 2	RH 1	RH 2
311,9	323,1	199,5 b	435,5 a	323,5	311,5

Dentro de cada grupo, letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

O Quadro 41 evidencia uma tendência para a acumulação de sais à superfície do solo, após a campanha de rega, ao contrário do verificado antes da sementeira do milho (Quadro 34) e que resulta da ação da precipitação de outono-inverno no arrastamento dos sais em profundidade. No entanto, existe uma interação significativa ano x profundidade que será discutida no âmbito do Quadro 45.

Quadro 41 – Efeito da profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.

Profundidade (cm)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
0 - 10	510,0 a
10 - 20	286,5 b
20 - 30	222,7 c
30 - 50	250,9 c

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4.2.2.2. Efeito das interações dos fatores em estudo na condutividade elétrica do extrato do solo (1:2), após a colheita do milho

Das interações do ano com os fatores primários (Quadro 42), apenas a interação do ano com a salinidade da água de rega revelou efeitos significativos na CE do solo após a colheita do milho, à semelhança do que se tinha verificado antes da sementeira do milho. No entanto, a água de rega com o teor de sais mais elevado (Sal. 2) (2 dS m^{-1}), incrementou significativamente o teor de sais no solo,

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

comparativamente à água de rega com o nível inferior de sais (Sal. 1) ($0,7 \text{ dS m}^{-1}$), nos três anos de aplicação dos tratamentos. A diferença de CE, entre os dois níveis do fator salinidade, acentua-se de 2004 para 2005, mostrando uma tendência cumulativa e, atenua-se em 2006, pela precipitação que ocorreu entre o fim do ciclo do milho e a recolha das amostras de solo, embora mantenha a diferença estatisticamente significativa. O Quadro 43 mostra um aumento percentual significativo do teor de sais no nível de salinidade 2, e no regime hídrico 2 em 2004 e 2005. No entanto, em 2006 o efeito das referidas precipitações anularam as diferenças do aumento da salinidade, entre as duas qualidades da água de rega comparativamente com o ano anterior, apesar do teor em sais no nível de salinidade 2, continuar a ser significativamente superior nesse ano, como apresentado no Quadro 42.

No Quadro 47 e no Quadro 48, estão apresentados os resultados da interação dos fatores salinidade da água com a profundidade (no primeiro quadro), e estas interações com o fator ano (no segundo quadro). No primeiro quadro, está em evidência o facto do nível de salinidade de água mais elevado (Sal. 2), em relação ao mais baixo (Sal. 1), ter incrementado significativamente a salinidade no solo em todas as profundidades, apesar deste aumento ter sido mais evidente nas camadas superficiais. Na interação do ano com a profundidade (segundo quadro), continua a evidenciar-se diferenças de salinidade no solo, entre os dois níveis de salinidade da água, mas apenas nos anos de 2004 e de 2005. Nestes dois anos é de destacar o elevado teor em sais no nível Sal. 2, nesse nível está patente uma redução mais intensa dos níveis de salinidade do solo com a profundidade, comparativamente ao Sal. 1. Outro facto a destacar, no ano de 2005, é a elevada concentração de sais à superfície do solo, nas duas qualidades da água de rega, em relação à segunda profundidade e seguintes. Esta diferença também é evidenciada pelo aumento percentual do teor de sais, relativamente à amostragem retirada antes da sementeira do milho em 2005 (Quadro 49), onde o incremento à superfície foi multiplicado por 6,8 no Sal. 2 e 4,4 no Sal. 1. O teor de sais mais concentrado à superfície no ano de 2005, comparativamente aos outros dois anos, explica-se essencialmente pela reduzida precipitação, que ocorreu entre o final do ciclo do milho e a data de recolha das amostras (cf. Quadro 30).

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 42 – Efeito das interações ano x sistema de mobilização, ano x salinidade e ano x regime hídrico na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.

	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)		
	2004	2005	2006
Mob. 1 (SD)	315,0	465,8	155,0
Mob. 2 (SC)	295,4	510,8	163,1
Sal. 1	189,9 d	283,8 c	124,9 e
Sal. 2	283,8 b	692,9 a	193,1 d
RH 1	326,4	491,9	152,3
RH 2	284,0	484,8	165,8

Dentro de cada grupo, letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 43 – Efeito das interações ano x sistema de mobilização, ano x salinidade e ano x regime hídrico na variação percentual da condutividade elétrica do extrato do solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho.

	Variação percentual da CE		
	2004	2005	2006
Mob. 1 (SD)	237,7	260,4	157,0
Mob. 2 (SC)	227,7	303,3	207,8
Sal. 1	157,7 c	236,5 b	180,2 c
Sal. 2	307,6 a	327,2 a	184,6 bc
RH 1	237,8	281,9	182,3
RH 2	227,6	281,8	182,5

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Apesar da interação ano x mobilização não revelar efeito estatisticamente significativo, antes e após a colheita do milho (respetivamente Quadro 35 e Quadro 42), merece-nos alguma atenção, em particular nos anos de 2005 e de 2006, em que os tratamentos foram plenamente aplicados e a CC foi previamente instalada. Nestes dois anos, o sistema de SD com CC apresentou valores inferiores de salinidade do solo relativamente ao SC, após a colheita do milho (Quadro 42), e superiores, antes da sementeira do milho (após a cultura de cobertura de aveia) (Quadro 35). Pese embora o facto das diferenças não serem estatisticamente significativas, será de admitir aqui um prenúncio de que a redução da água perdida por percolação no outono-inverno, devido à extração maior de água pela CC, reduziu a lixiviação de sais. Porém, deverá ter contribuído para a tendência de uma menor acumulação de sais, durante a campanha de rega, possibilitada quer pelas menores perdas de água por evaporação, quer pela melhoria da estrutura do solo, que a CC providenciou. Esta redução de perdas de água por evaporação na SD, devido à cobertura do solo na cultura do milho com os resíduos da CC, não se traduziu em aumentos expressivos da quantidade de água perdida por percolação, como já foi discutido no ponto 4.1,

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

tendo no entanto essa economia de água compensado a redução do maior consumo de água da CC. Os indícios da melhoria da estrutura do solo são também evidenciados, pela observação dos menores incrementos de salinidade durante as campanhas de rega, da SD comparativamente ao SC, apresentados ao longo do tempo (2005 e 2006) no Quadro 43.

Vale ainda a pena observar o efeito da interação ano x mobilização x profundidade na condutividade elétrica do solo (Quadro 44), em que nos anos de 2005 e de 2006, a menor acumulação de sais na SD tende a ocorrer nos 10 a 20 cm mais superficiais do solo. Esta tendência da menor salinidade à superfície dever-se-á em grande medida ao efeito dos resíduos na melhoria da infiltrabilidade do solo, e na redução da evaporação à superfície como constatado por Yang *et al.* (2006), Bezborodov *et al.* (2010), Pang *et al.* (2010) e Zhao *et al.* (2014).

Quadro 44 - Efeito da interação ano x mobilização x profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.

		CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)		
Profundidade (cm)		2004	2005	2006
Mob. 1 (SD) x	0 - 10	445	937	125
	10 - 20	348	327	140
	20 - 30	248	258	153
	30 - 50	219	341	202
Mob. 2 (SC) x	0 - 10	381	1027	144
	10 - 20	345	425	135
	20 - 30	242	264	170
	30 - 50	214	327	203

O efeito da precipitação no arrastamento dos sais é particularmente evidenciado, na interação ano x profundidade (Quadro 45), na medida em que no terceiro ano a precipitação ocorrida no mês de outubro, antes da amostragem de solo, foi suficiente para reduzir o teor de sais, pelo menos até aos 50 cm de profundidade, mas de modo mais intenso e significativo à superfície, obtendo um efeito similar ao verificado nas amostragens retiradas após o período de precipitação de outono-inverno.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 45 – Efeito da interação ano x profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.

Profundidade (cm)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)		
	2004	2005	2006
0 - 10	413,0 b	982,1 a	134,8 f
10 - 20	346,4 c	375,7 bc	137,5 f
20 - 30	245,2 d	261,3 d	161,5 ef
30 - 50	216,2 de	334,2 c	202,4 de

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

A solução universal para o controlo do excesso de sais, em solos regados, assenta na utilização de uma adequada fração de lixiviação (Richards *et al.*, 1954; Ayers & Westcot, 1985; Abrol *et al.*, 1988; Rhoades *et al.*, 1992; Chhabra, 1996; Sumner & Naidu, 1998 e Goyal *et al.*, 2003), pelo que seria espectável que a maior dotação aplicada no RH 2, apesar de estar associado a uma maior aplicação de sais no solo, permitisse uma redução da salinidade do solo. No entanto, como se pode observar no Quadro 42 e no Quadro 43, a CE entre os dois regimes hídricos manteve-se inalterada, mesmo na campanha de rega de 2006, em que as dotações foram excessivas e causaram elevadas perdas de água por percolação no RH 2, como apresentado no Quadro 30. Constatou-se assim que o RH não originou diferenças significativas na CE do solo, no conjunto dos três anos, nem na sua interação com o ano. Estes resultados evidenciam que, apesar do aumento das dotações de rega possibilitarem maiores perdas de água por percolação, e por inerência de sais, a quantidade extra de sais lixiviados, apenas compensou a maior quantidade de sais aplicados. Este facto parece estar em contradição com a generalidade da bibliografia, que assenta no pressuposto de que os sais serão removidos, essencialmente pela fração de lixiviação, imposta unicamente pela própria água de rega, em grande medida traduzida no modelo estacionário de controlo da salinidade do solo, baseado na fração de lixiviação, apresentado por Ayres & Westcot (1985). No entanto, o modelo apresentado por Ayres & Westcot (1985), assenta no pressuposto de que os solos possuem texturas que variam do franco-arenoso ao franco-argiloso, com boa drenagem interna. Este facto indicia claramente que, em solos com má drenagem interna, o aumento da dotação de rega, nos meses de elevada evapotranspiração, não é eficaz a lixiviar os sais, como referido por Ayres & Westcot (1985) para esses casos específicos.

O Quadro 46 apresenta os resultados da interação do regime hídrico com a profundidade do solo e mostra indícios (com significância apenas ao nível dos 10%) do efeito da interação do RH com a profundidade do solo na CE. Os resultados indiciam valores de CE mais elevados no RH 1, nos 10 cm superficiais de solo, e na

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

profundidade dos 30 aos 50 cm. Estas diferenças são muito ténues e não é claro que se tenham verificado apenas pela redução da dotação de rega. Como anteriormente constatado, o RH também não originou diferenças significativas na CE no conjunto dos três anos, nem na sua interação com o ano. Estes resultados evidenciam que apesar do aumento das dotações de rega possibilitarem maiores perdas de água por percolação e, por inerência de saís, a quantidade extra de saís lixiviados apenas compensou a maior quantidade de saís aplicados, como anteriormente discutido.

Quadro 46 – Efeito da interação regime hídrico x profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.

Profundidade (cm)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	
	RH 1	RH 2
0 - 10	541,2 A	478,7 B
10 - 20	280,2 CD	292,8 C
20 - 30	212,1 F	233,2 EF
30 - 50	260,4 C-E	241,4 D-F

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$

Quadro 47 – Efeito da interação salinidade x profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.

Profundidade (cm)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	
	Sal. 1	Sal. 2
0 - 10	313,9 c	706,0 a
10 - 20	173,4 d	399,6 b
20 - 30	137,5 d	307,8 c
30 - 50	173,4 d	328,5 c

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 48 – Efeito da interação ano x salinidade x profundidade na condutividade elétrica do extrato do solo (CE), após a colheita do milho.

Profundidade (cm)		CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)		
		2004	2005	2006
Sal. 1 x	0 - 10	254,1 fg	566,5 b	121,1 i
	10 - 20	217,7 f-h	192,3 g-i	110,2 i
	20 - 30	144,6 hi	152,0 hi	115,9 i
	30 - 50	143,3 hi	224,4 f-h	152,5 hi
Sal. 2 x	0 - 10	571,9 b	1397,4 a	148,5 hi
	10 - 20	475,1 c	559,0 b	164,8 hi
	20 - 30	345,8 e	370,6 de	207,1 f-h
	30 - 50	289,2 ef	444,0 cd	252,2 fg

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 49 – Efeito da interação ano x salinidade x profundidade na variação percentual da condutividade elétrica do extrato do solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho

Profundidade (cm)		Variação percentual da CE		
		2004	2005	2006
Sal. 1 x	0 - 10	172,1 fg	435,8 b	161,1 fg
	10 - 20	194,3 f	194,1 f	170,3 fg
	20 - 30	151,5 fg	148,5 fg	181,5 f
	30 - 50	113,0 g	167,6 fg	207,9 f
Sal. 2 x	0 - 10	362,7 cd	681,3 a	173,3 fg
	10 - 20	380,6 bc	301,7 de	185,6 f
	20 - 30	290,5 e	170,1 fg	206,5 f
	30 - 50	196,7 f	155,7 fg	173,1 fg

Letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4.2.3. Efeito dos fatores primários em estudo no teor dos cátions sódio, cálcio, magnésio e potássio e nos rácios SAR, CROSS e Ca/Mg do extrato do solo (1:2), antes da sementeira do milho e após a sua colheita

A variabilidade do parâmetro relativo à soma de cátions (TC) no extrato do solo (1:2), em relação aos fatores primários e às suas interações, apresenta uma variação similar à verificada no parâmetro condutividade elétrica (CE), apresentada no ponto

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.2.1. Este facto pode ser verificado no Anexo I-A1 até ao I-A4, onde se pode observar que os grupos de fatores e de interações onde se verificaram diferenças significativas na TC, são os mesmos onde se verificaram as diferenças de CE. Este facto é explicado pela forte correlação existente entre estes dois parâmetros, podendo-se considerar que o estudo da sua variação já foi discutido no ponto 4.2.1. No entanto o TC é apresentado neste ponto como auxiliar na discussão da variação individual dos catiões, e dos respetivos rácios.

4.2.3.1. Efeito do fator ano no teor de catiões e nos respetivos rácios

No conjunto dos três anos de amostras de solo recolhidas antes da sementeira do milho, o K foi o único ião que não foi influenciado pelo fator ano (Quadro 50). O teor de Ca e de Mg apresentou uma redução significativa de 2004 para 2005, que foi compensada por um incremento significativo do teor de Na, o que permite explicar a manutenção do TC, com valores similares a 2004. O mesmo quadro mostra uma redução significativa do TC de 2005 para 2006, tal como se tinha verificado no valor da CE (Quadro 32), o qual se deveu ao aumento da precipitação no outono-inverno, anterior à colheita das amostras de solo de 2006.

Quadro 50 – Efeito do ano no teor de catiões ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, antes da sementeira do milho

		TC	Ca	Mg	Na	K
2004	(Ano 1)	1,757 a	0,810 a	0,342 a	0,450 b	0,156
2005	(Ano 2)	1,659 a	0,465 b	0,241 b	0,808 a	0,145
2006	(Ano 3)	1,209 b	0,335 b	0,245 b	0,470 b	0,158

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 51 – Efeito do ano no teor de catiões ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho

		TC	Ca	Mg	Na	K
2004	(Ano 1)	2,450 b	0,840 b	0,358 b	1,115 b	0,135 b
2005	(Ano 2)	3,820 a	1,206 a	0,720 a	1,741 a	0,153 a
2006	(Ano 3)	1,580 c	0,480 c	0,297 c	0,678 c	0,121 c

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

A análise dos dados relativos ao teor de iões, após a colheita do milho, mostra que o fator ano influenciou de igual modo todos os catiões (Quadro 51), com o valor mais elevado a registar-se em 2005. A redução generalizada do teor em iões em 2006

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

explica-se novamente pela elevada precipitação que ocorreu, entre o fim do ciclo do milho e a recolha das amostras.

O Quadro 52 mostra a variação percentual do teor em iões que se verificou, dentro de cada ano, entre o início e o final da campanha de rega. Com exceção do K, todos os restantes iões apresentaram um aumento do seu teor, durante as três campanhas de rega. Nesse quadro pode-se observar que no ano de 2005, o Ca e o Mg foram os iões que evidenciaram o maior aumento, na campanha de rega.

Comparando os resultados obtidos antes do início do ensaio e da aplicação dos tratamentos (ano de 2004 no Quadro 50), com os obtidos no final do ensaio (ano de 2006 no Quadro 51), verifica-se uma redução notória do Ca e do Mg, e um aumento notório do Na de 0,450 para 0,678 mmol_c L⁻¹.

Quadro 52 – Efeito do ano na variação percentual do teor de catiões e na sua soma (TC), no extrato de solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho

		TC	Ca	Mg	Na	K
2004	(Ano 1)	165,0 b	145,3 b	114,0 b	287,4 a	87,2 b
2005	(Ano 2)	229,2 a	304,3 a	284,7 a	207,9 b	106,9 a
2006	(Ano 3)	131,6 c	144,4 b	123,3 b	148,5 c	77,9 b

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

O fator ano teve efeito nos três rácios apresentados (Quadro 53 e Quadro 54), sendo de destacar que o maior aumento percentual dos rácios SAR e CROSS se verificaram logo no primeiro ano de instalação do ensaio, com diferenças significativas relativamente aos restantes anos (Quadro 55). No entanto, os valores mais elevados de SAR e de CROSS só se verificaram no segundo ano (Quadro 54). Quanto ao rácio Ca/Mg mostra uma descida regular dos valores ao longo dos três anos (Quadro 53 e Quadro 54), e não apresenta variações percentuais significativas (Quadro 55).

Quadro 53 – Efeito do ano no rácio entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg
2004	(Ano 1)	0,602 c	0,782 c	2,145 a
2005	(Ano 2)	1,385 a	1,658 a	1,852 a
2006	(Ano 3)	0,869 b	1,136 b	1,384 b

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 54 – Efeito do ano no rácio entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg
2004	(Ano 1)	1,405 b	1,608 b	2,379 a
2005	(Ano 2)	1,687 a	1,921 a	2,156 b
2006	(Ano 3)	1,089 c	1,308 c	1,601 c

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 55 – Efeito do ano na variação percentual do rácio entre catiões, no extrato do solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg
2004	(Ano 1)	250,1 a	214,2 a	124,0
2005	(Ano 2)	119,6 b	113,5 b	121,9
2006	(Ano 3)	128,7 b	117,1 b	117,4

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Apesar dos aumentos do SAR e CROSS no ano de 2005 elevarem o risco de problemas em relação à estabilidade estrutural do solo e, conseqüentemente, à condutividade hidráulica, os valores baixaram em 2006, consequência das chuvas de 2005/2006, apesar dos valores de 2006 serem mais desfavoráveis do que antes da sementeira em 2004. Mais uma vez há a indicação de que a não manutenção de uma boa estabilidade da estrutura durante o outono-inverno pode ser crítica para evitar a acumulação de sais em Solos Mediterrânicos regados com água de fraca qualidade.

4.2.3.2. Efeito dos fatores mobilização do solo, da salinidade da água e do regime hídrico no teor de catiões e nos respetivos rácios

Os fatores mobilização do solo (Mob.) e regime hídrico (RH) não tiveram efeito, ao nível de significância de 5%, no teor em Catiões na solução do solo nem na sua variação percentual, quer antes da sementeira do milho quer após a sua colheita (Quadro 56, Quadro 57 e Quadro 58). Este facto revela a reduzida influência destes fatores, tanto na alteração do teor individual dos iões, como nos respetivos rácios, com a exceção da influência do RH no rácio Ca/Mg (Quadro 60). O valor significativamente mais elevado do rácio Ca/Mg no RH 1, comparativamente ao RH 2, poderá ter sido influenciado pela maior quantidade de sais adicionados ao solo, em proporção à maior quantidade de água de rega aplicada no RH 2 (20% a 25%) e, por nessa mistura de sais aplicados, o teor em Mg ter sido claramente superior ao teor do Ca em resultado da adição de sulfato de magnésio, para elevar o valor do SAR da água de rega. No entanto, a quantidade de sal só por si não é suficiente para explicar esta tendência, na medida em que a interação RH x Salinidade (Quadro 78) no RH 1, o nível Sal. 2 em relação ao Sal.1 apresentou um aumento significativo do rácio Ca/Mg,

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

pelo que outros fatores deverão ter influenciado este parâmetro como por exemplo a ocorrência de uma maior lixiviação deste íon, que é mais móvel no solo do que Ca.

O fator salinidade (Sal.) influenciou significativamente o teor em cátions e os respectivos rúcios, tanto antes da sementeira do milho como após a sua colheita (Quadro 60 e Quadro 61), fazendo aumentar o seu valor, de acordo com a maior quantidade de sais aplicados, com a exceção do K, que só revelou diferenças significativas após a colheita do milho e do rácio Ca/Mg que só mostrou diferenças significativas (ao nível de 10%), após a sua colheita. A reduzida influência da salinidade da água neste rácio está relacionada com o incremento similar de Mg e de Ca, na solução do solo. Apesar da reduzida adição de Ca na água de rega, comparativamente ao Na e também ao Mg, o teor de Ca aumentou na solução do solo, induzido pelo aumento da concentração de Na e de Mg na solução do solo, pela água de rega, tender a substituir algum Ca de troca. , como se demonstrará no ponto 4.3.1.

O Quadro 58 e o Quadro 61 mostram um notório aumento percentual no teor em íões e nos respetivos rúcios, após a colheita do milho, em relação ao verificado antes da sementeira, para os três fatores apresentados, com a exceção do K. Este facto indicia que o aumento do teor em sais no solo, aqui traduzido pelo TC e já discutido no âmbito da CE do solo nos pontos 4.2.1 e 4.2.2, resulta da elevação em bloco do teor de todos os referidos cátions.

Quadro 56 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico no teor de cátions ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato de solo, antes da sementeira do milho

	TC	Ca	Mg	Na	K
Mob. 1 (SD)	1,558	0,540	0,280	0,587	0,151
Mob. 2 (SC)	1,525	0,533	0,272	0,565	0,155
Sal. 1	1,362 b	0,481 b	0,255 b	0,474 b	0,151
Sal. 2	1,721 a	0,592 a	0,297 a	0,678 a	0,155
RH 1	1,580	0,577	0,279	0,572	0,151
RH 2	1,503	0,496	0,273	0,579	0,155

Dentro do mesmo grupo e numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 57 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico no teor de cátions ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato de solo, após a colheita do milho

	TC	Ca	Mg	Na	K
Mob. 1 (SD)	2,59	0,837	0,447	1,167	0,136
Mob. 2 (SC)	2,64	0,846	0,4692	1.189	0,137
Sal. 1	1,88 b	0,601 b	0,296 b	0,853 b	0,128 b
Sal. 2	3,35 a	1,083 a	0,621 a	1,502 a	0,145 a
RH 1	2,64	0,864	0,451	1,187	0,141 A
RH 2	2,59	0,812	0,466	1,168	0,132 B

Dentro do mesmo grupo e numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$ para letras maiúsculas e $\leq 5\%$ para as letras minúsculas

Quadro 58 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico na variação percentual do teor de cátions e na sua soma (TC), no extrato de solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho

	TC	Ca	Mg	Na	K
Mob. 1 (SD)	170,8	188,4	166,0	212,0	91,4
Mob. 2 (SC)	179,8	207,6	182,0	217,1	89,8
Sal. 1	148,5	166,5	130,2	187,0	86,5
Sal. 2	202,1	229,5	217,8	242,2	94,7
RH 1	172,9	194,2	169,3	214,7	93,7
RH 2	177,7	201,8	178,7	214,4	87,6

Diferenças não significativas

Quadro 59 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico no rácio entre cátions, no extrato de solo, antes da sementeira do milho

	SAR	CROSS	Ca/Mg
Mob. 1 (SD)	0,958	1,195	1,808
Mob. 2 (SC)	0,946	1,190	1,779
Sal. 1	0,839 b	1,076 b	1,727 B
Sal. 2	1,065 a	1,308 a	1,860 A
RH 1	0,935	1,168	1,884
RH 2	0,970	1,216	1,703

Dentro do mesmo grupo e numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$ para letras maiúsculas e $\leq 5\%$ para as letras minúsculas

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 60 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico no rácio entre catiões, no extrato de solo, após a colheita

	SAR	CROSS	Ca/Mg
Mob. 1 (SD)	1,390	1,606	2,066
Mob. 2 (SC)	1,398	1,618	2,024
Sal. 1	1,235 b	1,445 b	2,016
Sal. 2	1,553 a	1,780 a	2,074
RH 1	1,389	1,607	2,119 a
RH 2	1,399	1,618	1,971 b

Dentro do mesmo grupo e numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 61 – Efeito da mobilização, da salinidade da água e do regime hídrico na variação percentual do rácio entre catiões, no extrato de solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho

	SAR	CROSS	Ca/Mg
Mob. 1 (SD)	165,5	147,5	122,4
Mob. 2 (SC)	166,8	149,1	119,7
Sal. 1	162,9	144,9	123,8
Sal. 2	169,4	151,6	118,4
RH 1	169,8	151,9	121,3
RH 2	162,5	144,6	120,9

Diferenças não significativas

4.2.3.3. Efeito do fator profundidade no teor de catiões e nos respetivos rácios

O efeito da profundidade sobre o teor de catiões no solo verificou-se em todos os quatro iões estudados e nos respetivos rácios, tanto antes da sementeira do milho, como após a sua colheita (Quadro 62 a Quadro 67).

Os iões Ca, Mg e Na apresentaram valores crescentes com a profundidade do solo, antes da sementeira, mostrando valores significativamente mais elevados à maior profundidade estudada (30 a 50 cm). Após a colheita verificou-se exatamente o oposto, com os valores significativamente mais elevados à superfície do solo. Esta última distribuição está inerente à aplicação dos sais e água de rega à superfície do solo, na medida em que, apesar dos sais se deslocarem predominantemente de cima para baixo, influenciados pelo movimento da água de rega, a própria água continua a fornecer novos sais. Adicionalmente ocorre uma concentração de sais no solo, devido à evaporação do solo e à extração de água pelas raízes, em resultado da forte evapotranspiração da cultura. Pelo contrário, durante o outono-inverno, sob baixa evapotranspiração e com *superavit* hídrico, as chuvas arrastam os sais em

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

profundidade sem os repor, devido à baixa salinidade da água da chuva reduzindo a concentração dos sais nas camadas mais superficiais.

Ao contrário do verificado com os restantes iões, o K apresenta valores relativamente estáveis, com valores significativamente mais elevados à superfície, tanto antes da sementeira do milho, como após a sua colheita. Marques (2009), num ensaio de sistemas de mobilização do solo em sequeiro em solos argiluvados (da família Pm segundo Cardoso, (1965), também encontrou valores significativamente mais elevados de potássio, nos 10 cm superficiais do solo, nas modalidades de sementeira direta e de escarificador, em oposição à lavoura, onde o K se distribuiu uniformemente nos 30 cm superficiais, por via do reviramento do solo. A acumulação do K à superfície do solo está muito relacionada com o ciclo de bases. Monteiro (2004) destaca, neste ciclo de bases a reposição à superfície do K em solo sob coberto de espécies arbóreas e arbustivas, devido à sua quantidade no circuito biomassa-solo ser muito elevada, em comparação com a existente no complexo de troca. Deste modo, além da adição dos fertilizantes com K à superfície do solo, junta-se o K proveniente da mineralização da palha do milho, mas também da palha de aveia, quando esta é utilizada como cultura de cobertura. O regadio não deverá exercer influência sobre o nível de K no solo, como constatado por Nunes (2003) em Luvisolos no perímetro de rega do Caia.

Quadro 62 – Efeito da profundidade no teor de catiões ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, antes da sementeira do milho

Profundidade (cm)	TC	Ca	Mg	Na	K
0 - 10	1,565 b	0,512 b	0,287 ab	0,574 b	0,192 a
10 - 20	1,353 c	0,411 b	0,250 c	0,537 b	0,154 b
20 - 30	1,407 bc	0,454 b	0,260 bc	0,549 b	0,144 b
30 - 50	1,841 a	0,769 a	0,307 a	0,644 a	0,122 c

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 63 – Efeito da profundidade no teor de catiões ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho

Profundidade (cm)	TC	Ca	Mg	Na	K
0 - 10	3,940 a	1,016 a	0,772 a	1,948 a	0,200 a
10 - 20	2,440 b	0,783 c	0,399 b	1,128 b	0,133 b
20 - 30	1,960 c	0,706 d	0,320 c	0,818 c	0,118 c
30 - 50	2,120 c	0,862 b	0,342 bc	0,817 c	0,095 d

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 64 – Efeito da profundidade na variação percentual do teor de cátions e na sua soma (TC), no extrato de solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho

Profundidade (cm)	TC	Ca	Mg	Na	K
0 - 10	244,8 a	253,3 a	276,6 a	336,1 a	108,6 a
10 - 20	179,7 b	209,7 b	166,3 b	223,1 b	89,1 b
20 - 30	145,3 c	176,3 c	129,9 c	160,6 c	83,6 bc
30 - 50	131,2 c	152,6 d	123,3 c	138,5 d	81,3 c

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quanto aos rúcios SAR e CROSS, em oposição ao verificado com os cátions, apresentaram sempre valores significativamente mais elevados à superfície do solo, quer antes da sementeira do milho, quer após a sua colheita, quer no seu aumento percentual ocorrido durante a época de rega (Quadro 65 a Quadro 67). A tendência destes rúcios tem de ser vista com particular atenção, na medida em que traduzem um aumento, à superfície do solo, da influência do Na relativamente ao Ca + Mg no SAR, e do Na + K relativamente ao Ca + Mg no CROSS.

Monteiro (2004) alerta para riscos de redução significativa da taxa de infiltração, em muitos dos solos argiluvados do Alentejo, pela baixa estabilidade estrutural da superfície do solo, quando regados com água de baixa salinidade, mesmo com valores baixos de SAR. No esquema apresentado neste trabalho na Figura 4 do capítulo 2, adaptado de Rengasamy *et al.* (1984), com valores de SAR (medidos no extrato de solo 1:5) abaixo de 3 e com reduzidos teores de TC, os solos são classificados como potencialmente dispersivos. Significa que, segundo o autor, estes são solos instáveis quando sofrem perturbação mecânica, por exemplo pelas mobilizações do solo ou pelo impacto das gotas de chuva. Assim, os resultados de TC e de SAR à superfície do solo (Quadro 62 e Quadro 65), antes da sementeira do milho, enquadram-se claramente nesta classificação.

O rácio Ca/Mg mostrou exatamente o oposto em relação ao SAR e ao CROSS, com um valor significativamente mais baixo à superfície do solo. Apesar de ainda não completamente esclarecido, existe consenso de que valores baixos deste indicador (inferiores à unidade), tendem a agravar a sodicidade do solo, induzindo a tendência para o solo apresentar valores mais elevados de percentagem de sódio de troca fragilizando a estrutura, para idênticos valores de SAR (Ayers & Westcot, 1985).

O aumento da SAR à superfície do solo, coadjuvada pela redução da relação Ca/Mg, impõe encontrar medidas minimizadoras para diminuir o risco da redução da taxa de infiltração da água no solo. Face ao acima abordado uma importante medida minimizadora deste problema, será reduzir a ação mecânica sobre o solo, reduzindo a mobilização do mesmo (utilizando em particular a SD), e manter o solo protegido da ação direta da chuva, mas também da água de rega por aspersão.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 65 – Efeito da profundidade no rácio entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho

Profundidade (cm)	SAR	CROSS	Ca/Mg
0 - 10	0,985 a	1,274 a	1,649 b
10 - 20	0,967 ab	1,225 b	1,598 b
20 - 30	0,940 bc	1,175 c	1,660 b
30 - 50	0,916 c	1,095 d	2,267 a

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 66 – Efeito da profundidade no rácio entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho

Profundidade (cm)	SAR	CROSS	Ca/Mg
0 - 10	1,986 a	2,313 a	1,600 d
10 - 20	1,418 b	1,638 b	1,943 c
20 - 30	1,131 c	1,315 c	2,151 b
30 - 50	1,040 d	1,185 d	2,486 a

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 67 – Efeito da profundidade na variação percentual do rácio entre catiões, no extrato do solo, entre as amostras recolhidas após a colheita e antes da sementeira do milho

Profundidade (cm)	SAR	CROSS	Ca/Mg
0 - 10	244,9 a	212,0 a	102,3 c
10 - 20	168,3 b	149,3 b	125,4 b
20 - 30	131,9 c	119,7 c	134,8 a
30 - 50	119,4 c	112,0 c	121,9 b

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.2.4. Efeito das interações dos fatores em estudo no teor dos cátions sódio, cálcio, magnésio e potássio e nos rúcios SAR, CROSS e Ca/Mg do extrato do solo (1:2), antes da sementeira do milho e após a sua colheita

4.2.4.1. Efeito da interação ano x mobilização no teor de cátions e nos respectivos rúcios

Com os dados recolhidos dos teores em cátions no extrato do solo (1:2), não se registou qualquer efeito da interação do ano com o sistema de mobilização do solo (Mob.), nem antes da sementeira do milho, nem após a sua colheita, como pode ser conferido nos Anexos I-A1 e I-A2.

A interação ano x mobilização, antes da sementeira do milho, influenciou os rúcios SAR e CROSS (Quadro 68), no entanto, as diferenças só se verificaram no terceiro ano com a SD a apresentar os valores mais elevados destes rúcios. Após a colheita do milho os valores inverteram a tendência inicial, apesar de não se registarem diferenças significativas (Quadro 68). Estes valores estão em consonância com o verificado e apresentado no Quadro 35, relativamente à salinidade do solo, em que, antes da sementeira do milho a CE do solo também era mais elevada na SD, em relação ao SC (SC), e inferior após a colheita do milho (Quadro 42). A similaridade deste comportamento entre a CE e a SAR e, entre a CE e o CROSS é em parte explicada pela correlação existente entre estes parâmetros, como se poderá constatar de acordo com o apresentado no ponto 4.4.2 deste capítulo. Uma explicação para as diferenças ocorridas antes da sementeira do milho e após a sua colheita, em relação aos rúcios, está relacionada com a extração da água pela cultura de cobertura e é similar à verificada em relação à salinidade do solo, já discutida no âmbito do Quadro 42.

Quadro 68 – Efeito da interação ano x mobilização nos rúcios entre cátions, no extrato do solo, antes da sementeira do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg
Ano 1 x	Mob. 1 (SD)	0,582 d	0,762 d	2,142
	Mob. 2 (SC)	0,623 d	0,801 d	2,147
Ano 2 x	Mob. 1 (SD)	1,364 a	1,626 a	1,856
	Mob. 2 (SC)	1,406 a	1,691 a	1,847
Ano 3 x	Mob. 1 (SD)	0,928 b	1,196 b	1,426
	Mob. 2 (SC)	0,809 c	1,077 c	1,342

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 69 – Efeito da interação ano x mobilização nos rúcios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg
Ano 1 x	Mob. 1 (SD)	1,426	1,629	2,408
	Mob. 2 (SC)	1,384	1,588	2,349
Ano 2 x	Mob. 1 (SD)	1,678	1,913	2,154
	Mob. 2 (SC)	1,696	1,929	2,158
Ano 3 x	Mob. 1 (SD)	1,064	1,277	1,637
	Mob. 2 (SC)	1,115	1,338	1,565

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4.2.4.2. Efeito da interação ano x salinidade no teor de catiões e nos respectivos rúcios

Com a exceção do catião K, todos os restantes catiões foram influenciados pela interação ano x salinidade da água de rega, antes da sementeira do milho e após a sua colheita (Quadro 70 e Quadro 71).

O efeito da interação ano x salinidade da água de rega no teor dos catiões é similar ao apresentado em relação ao parâmetro CE, no Quadro 35 e no Quadro 42 (do ponto 4.2.1). No primeiro ano, antes da sementeira do milho (Quadro 70), nenhum dos catiões foi influenciado pela interação ano x salinidade, o que demonstra aqui a uniformidade do campo de ensaio relativamente aos catiões apresentados, pois os tratamentos ainda não tinham sido aplicados. No segundo ano ocorreram diferenças significativas nos referidos catiões, entre os dois níveis de salinidade da água, com valores mais elevados no nível Sal. 2. No terceiro ano, apesar da amostragem ter sido antecedida de um outono-inverno com um *superavit* hídrico muito superior ao do ano anterior, o Na e o Mg continuaram a apresentar valores significativamente mais elevados no Sal.2, mas o teor em Ca e o TC já não revelaram diferenças significativas.

No segundo ano, antes da colheita do milho (Quadro 70), o Mg apresentou valores inferiores aos verificados no primeiro ano apesar da água de rega utilizada, em particular no Sal. 2, conter valores significativos deste catião. A redução do Mg relativamente ao primeiro ano estará relacionada com a redução do total dos quatro catiões (TC), que apresentou uma redução significativa do seu teor em ambas as salinidades da água. Esta redução de TC deveu-se essencialmente à redução significativa de Ca e de Mg. A redução de Ca na solução do solo, no momento da colheita da amostra, terá sido causada pela sua substituição parcial, no complexo de troca, pelo Catião Mg e Na, que ao ficar em solução deverá ter sido lixiviado, para uma profundidade superior aos 50 cm estudados, durante a rega e, em particular, no

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

período de outono-inverno. No caso particular do Mg, apesar de estar sujeito à lixiviação seria de esperar uma tendência de aumento à semelhança do Na. Todavia, deverá ter ocorrido um processo de lixiviação do Mg similar ao Ca, para além de parte, em particular no primeiro ano, ter ficado retido no complexo de troca.

Após a colheita, todos os catiões apresentaram valores significativamente mais elevados no Sal 2 em relação ao Sal. 1, no primeiro e no segundo ano de ensaio. No terceiro ano, apesar de todos os iões expressarem valores mais elevados no Sal. 2, apenas o Ca revelou diferenças estatisticamente significativas. O facto de se terem deixado de verificar diferenças significativas no terceiro ano deve-se à lixiviação de sais, causada pela elevada precipitação (205 mm) que ocorreu entre o final do ciclo do milho, e a data de recolha das amostras.

Quadro 70 – Efeito da interação ano x salinidade no teor de catiões ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, antes da sementeira do milho

		TC	Ca	Mg	Na	K
Ano 1 x	Sal. 1	1,709 b	0,793 A	0,341 a	0,419 cd	0,156
	Sal. 2	1,806 ab	0,826 A	0,343 a	0,480 c	0,157
Ano 2 x	Sal. 1	1,285 c	0,336 C	0,197 c	0,613 b	0,139
	Sal. 2	2,032 a	0,593 B	0,285 b	1,003 a	0,150
Ano 3 x	Sal. 1	1,091 c	0,315 C	0,228 c	0,390 d	0,159
	Sal. 2	1,326 c	0,356 C	0,263 b	0,550 b	0,157

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 71 – Efeito da interação ano x salinidade no teor de catiões ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho

		TC	Ca	Mg	Na	K
Ano 1 x	Sal. 1	1,720 d	0,551 d	0,254 d	0,793 d	0,126
	Sal. 2	3,170 b	1,129 b	0,462 b	1,436 b	0,144
Ano 2 x	Sal. 1	2,520 c	0,830 c	0,365 bc	1,183 c	0,142
	Sal. 2	5,120 a	1,581 a	1,074 a	2,300 a	0,165
Ano 3 x	Sal. 1	1,390 d	0,421 e	0,268 cd	0,585 d	0,116
	Sal. 2	1,760 d	0,538 d	0,327 cd	0,771 d	0,125

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

A interação ano x salinidade também evidenciou um efeito significativo nos rácios SAR e CROSS, mostrando diferenças significativas entre os dois níveis de qualidade da água de rega. No tratamento Sal. 2 o solo apresentou sempre valores significativamente mais elevados em relação a estes rácios, que se acentuaram com o tempo, antes da sementeira do milho (Quadro 72). Apesar de ambas as águas de rega apresentarem um SAR e um CROSS de 3 induziram, na solução do solo, valores

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

diferenciados destes rácios, com a água de pior qualidade a impor um SAR mais elevado na solução do solo. Este facto deverá estar relacionado com a maior concentração de sódio na água de rega, que com um teor salino mais elevado, tenderá a substituir mais rapidamente o Ca no complexo de troca, até ser encontrado um novo equilíbrio.

Após a colheita do milho (Quadro 73), o efeito da interação ano x salinidade teve influência nos três rácios apresentados, sendo que no SAR as diferenças são significativas apenas ao nível dos 10%. Os valores mais elevados de SAR e de CROSS surgem no segundo ano e os mais baixos no primeiro. Dentro de cada ano o nível Sal. 2 regista sempre os valores mais elevados. O rácio Ca/Mg evidencia uma redução ao longo do tempo, com os valores mais baixos no terceiro ano, já sem evidenciar diferenças significativas dentro do ano.

Quanto à variação dos valores dentro do mesmo ano (antes e após a cultura) (Quadro 74), destaca-se o facto das maiores variações do SAR e do CROSS, terem ocorrido logo no primeiro ano, com o nível de salinidade 2, a impor um aumento percentual dos rácios significativamente mais elevados. A razão do maior incremento destes rácios ter ocorrido logo no primeiro ano, deve-se ao maior contraste existente entre o SAR inicial da solução do solo e o SAR da água de rega, com um valor de 3. A parcela já estava em regadio há mais de 10 anos (cf. ponto 3.2.2.1 do capítulo 3), e a água de rega utilizada apresentava um baixo valor de SAR (Quadro 15 do capítulo 2).

Quadro 72 – Efeito da interação ano x salinidade nos rácios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg
Ano 1 x	Sal. 1	0,5659 f	0,7439 f	2,0972
	Sal. 2	0,6389 e	0,8196 e	2,1918
Ano 2 x	Sal. 1	1,2001 b	1,4715 b	1,6870
	Sal. 2	1,5704 a	1,8451 a	2,0163
Ano 3 x	Sal. 1	0,7516 d	1,0125 d	1,3975
	Sal. 2	0,9854 c	1,2599 c	1,3708

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 73 – Efeito da interação ano x salinidade nos rcios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg
Ano 1 x	Sal. 1	1,232 C	1,438 c	2,185 b
	Sal. 2	1,578 B	1,779 b	2,572 a
Ano 2 x	Sal. 1	1,469 B	1,680 b	2,295 b
	Sal. 2	1,905 A	2,162 a	2,017 c
Ano 3 x	Sal. 1	1,004 D	1,218 d	1,569 d
	Sal. 2	1,175 C	1,398 c	1,632 d

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$ para letras maiúsculas e $\leq 5\%$ para as letras minúsculas

Quadro 74 – Efeito da interação ano x salinidade na variação percentual dos rcios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita e antes da sementeira do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg
Ano 1 x	Sal. 1	234,9 b	202,5 b	117,2 bc
	Sal. 2	265,3 a	225,8 a	130,8 ab
Ano 2 x	Sal. 1	118,9 c	111,2 c	139,2 a
	Sal. 2	120,2 c	115,8 c	104,6 c
Ano 3 x	Sal. 1	134,9 c	121,1 c	115,0 bc
	Sal. 2	122,5 c	113,1 c	119,7 bc

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4.2.4.3. Efeito da interação mobilização x salinidade no teor de catiões e nos respetivos rcios

O Quadro 75 apresenta a interação mobilização x salinidade no teor de catiões antes da sementeira do milho e revela diferenças significativas em todos os catiões, com a exceção do potássio.

O teor de catiões é sempre mais elevado no Sal. 2, comparativamente ao Sal. 1, mas as diferenças do teor dos catiões, entre os dois níveis de salinidade da água, foram sempre mais acentuadas na SD, do que no SC. Este efeito deverá estar associado  maior extração de água pela aveia, que para além de ter reduzido a quantidade de água no solo disponível para a lixiviação de sais, durante o outono-inverno, poderá ter promovido alguma ascensão de sais, por capilaridade, no final do seu ciclo. Esta hipótese sai reforçada na medida em que, após a colheita do milho (Quadro 76) a interação mobilização x salinidade da água de rega deixou de se verificar, ou seja, deixou de haver diferenças entre os dois sistemas de mobilização do solo para o mesmo nível de salinidade da gua.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quanto aos rcios SAR e CROSS (Quadro 77) estes apresentaram a mesma tendência do o Na, antes da sementeira do milho (Quadro 75). A interação mobilização x salinidade no teor de catiões, após a colheita do milho, não revelou diferenças significativas como se pode comprovar no Anexo I-A2.

Quadro 75 – Efeito da interação mobilização x salinidade no teor de catiões ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, antes da sementeira do milho

		TC	Ca	Mg	Na	K
Mob. 1 (SD) x	Sal. 1	1,298 c	0,447 C	0,247 c	0,455 c	0,150
	Sal. 2	1,817 a	0,632 A	0,313 a	0,719 a	0,153
Mob. 2 (SC) x	Sal. 1	1,426 bc	0,516 BC	0,263 bc	0,493 c	0,153
	Sal. 2	1,625 ab	0,551 AB	0,281 b	0,637 b	0,156

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$ para letras maiúsculas e $\leq 5\%$ para as letras minúsculas

Quadro 76 – Efeito da interação mobilização x salinidade no teor de catiões ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho

		TC	Ca	Mg	Na	K
Mob. 1 (SD) x	Sal. 1	1,840	0,583	0,288	0,841	0,123 c
	Sal. 2	3,340	1,092	0,606	1,493	0,149 a
Mob. 2 (SC) x	Sal. 1	1,920	0,619	0,303	0,865	0,133 b
	Sal. 2	3,360	1,073	0,635	1,512	0,140 b

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 77 – Efeito da interação mobilização x salinidade nos rcios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg
Mob. 1 x	Sal. 1	0.821 c	1.057 b	1.711
	Sal. 2	1.094 a	1.333 a	1.906
Mob. 2 x	Sal. 1	0.857 c	1.095 b	1.743
	Sal. 2	1.035 b	1.284 a	1.814

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4.2.4.4. Efeito da interação regime hídrico x salinidade no teor de catiões e nos respetivos rcios

A interação regime hídrico x salinidade não revelou nenhum efeito em relação ao teor de ões, antes da sementeira do milho, nem após a colheita do mesmo (cf. Anexo I-A2). No entanto, apresentou diferenças significativas em relação aos rcios SAR e CROSS, antes da sementeira do milho (Quadro 78). As diferenças entre os níveis de salinidade da água são mais acentuadas no RH 2 e, o valor dos respetivos rcios no Sal. 2 é significativamente mais elevado no RH 2, do que no RH 1. Esta

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

diferença poderá ser explicada pela maior quantidade de sais, em particular do Na, veiculados com o maior volume de água de rega, aplicada no RH 2 (20% a 25%). No entanto estes rácios, após a colheita não evidenciam diferenças significativas (Quadro 79), pelo que essa maior quantidade de sais (em particular do Na que é mais móvel) poderão ter ficado acumulados a maior profundidade (abaixo dos 50 cm), durante a campanha de rega, acabando por ocorrer alguma ascensão por capilaridade, nos períodos mais secos, no final do inverno ou no início da primavera. Quanto às diferenças significativas apresentadas pelo rácio Ca/Mg estas já foram discutidas, na página 189 no âmbito do Quadro 60.

Quadro 78 – Efeito da interação regime hídrico x salinidade nos rácios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg
RH 1 x	Sal. 1	0,849 c	1,089 c	1,735 b
	Sal. 2	1,020 b	1,248 b	2,033 a
RH 2 x	Sal. 1	0,829 c	1,063 c	1,720 b
	Sal. 2	1,110 a	1,369 a	1,686 b

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 79 – Efeito da interação regime hídrico x salinidade nos rácios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg
RH 1 x	Sal. 1	1,239	1,453	2,039 b
	Sal. 2	1,538	1,760	2,199 a
RH 2 x	Sal. 1	1,230	1,437	1,993 b
	Sal. 2	1,567	1,800	1,949 b

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4.2.4.5. Efeito da interação dos fatores em estudo com a profundidade no teor de catiões e nos respetivos rácios

Verificou-se um efeito significativo da interação ano x profundidade no teor dos catiões Ca e Na, após a precipitação de inverno, antes da sementeira do milho (Quadro 80).

No primeiro ano, antes da introdução da água de rega com teores de sais e de SAR mais elevados, relativamente ao histórico do campo de ensaio, os catiões Ca e Na apresentaram os teores mais elevados à maior profundidade estudada (30 a 50 cm). No segundo ano, o teor de Na estava distribuído com relativa uniformidade ao longo do perfil, apresentando valores significativamente mais altos do que os

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

verificados no primeiro ano e com um valor mais elevado à superfície do solo. Pelo contrário, o Ca apresentava valores significativamente inferiores aos verificados no ano anterior e com teores significativamente mais elevados à maior profundidade. Pelo exposto constata-se que a distribuição do Ca foi claramente influenciada pela água de rega, enriquecida em Na e em Mg. No terceiro ano, em resultado de um outono-inverno com precipitação muito superior à do ano anterior, respetivamente 410 mm e 204 mm (Quadro 30), os valores de Ca mantiveram-se idênticos aos do segundo ano, enquanto que o Na apresentou valores significativamente inferiores aos do ano anterior e similares aos do primeiro ano, com os valores significativamente mais elevados dos 30 aos 50 cm de profundidade.

Após a colheita do milho (Quadro 81), a interação ano x profundidade teve efeito em todos os catiões estudados, com uma tendência para apresentar valores mais elevados à superfície do solo, no primeiro e no segundo ano do ensaio. No terceiro ano, com a exceção do K, que continuou a apresentar um valor significativamente mais elevado à superfície, os restantes iões apresentaram valores mais baixos do que no ano anterior, mas sem evidenciarem diferenças significativas em profundidade. Esta redução no teor dos catiões no terceiro ano de ensaio deveu-se à precipitação (205 mm) ocorrida entre o final do ciclo do milho e a data de colheita das amostras (Quadro 30).

Quadro 80 – Efeito da interação ano x profundidade no teor de catiões ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, antes da sementeira do milho

	Prof. (cm)	TC	Ca	Mg	Na	K
Ano 1 x	0 - 10	1,808	0,861 b	0,360	0,389 e	0,197
	10 - 20	1,435	0,584 cd	0,297	0,401 e	0,154
	20 - 30	1,490	0,618 cd	0,311	0,414 e	0,147
	30 - 50	2,296	1,175 a	0,398	0,596 c	0,127
Ano 2 x	0 - 10	1,688	0,364 e	0,247	0,890 a	0,186
	10 - 20	1,480	0,346 e	0,214	0,770 b	0,150
	20 - 30	1,568	0,432 de	0,230	0,771 b	0,135
	30 - 50	1,898	0,717 bc	0,273	0,800 b	0,108
Ano 3 x	0 - 10	1,198	0,310 e	0,254	0,443 e	0,191
	10 - 20	1,144	0,304 e	0,240	0,441 e	0,158
	20 - 30	1,163	0,312 e	0,237	0,462 de	0,152
	30 - 50	1,329	0,414 de	0,249	0,534 cd	0,131

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 81 – Efeito da interação ano x profundidade no teor de cátions ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho

	Prof. (cm)	TC	Ca	Mg	Na	K
Ano 1 x	0 - 10	3,280 b	0,859 d-f	0,461 bc	1,758 b	0,203 b
	10 - 20	2,780 c	0,944 cd	0,384 cd	1,304 c	0,144 c
	20 - 30	1,950 e	0,765 fg	0,303 d	0,766 e	0,118 ef
	30 - 50	1,780 ef	0,793 ef	0,284 d	0,629 e	0,076 h
Ano 2 x	0 - 10	7,060 a	1,801 a	1,545 a	3,471 a	0,247 a
	10 - 20	3,100 bc	1,003 c	0,527 b	1,429 c	0,138 cd
	20 - 30	2,370 d	0,889 c-e	0,373 cd	0,981 d	0,124 de
	30 - 50	2,750 cd	1,130 b	0,433 bc	1,084 d	0,105 fg
Ano 3 x	0 - 10	1,460 f	0,389 h	0,310 d	0,616 e	0,150 c
	10 - 20	1,460 f	0,402 h	0,286 d	0,650 e	0,119 ef
	20 - 30	1,570 ef	0,466 h	0,284 d	0,708 e	0,111 e-g
	30 - 50	1,810 ef	0,662 g	0,309 d	0,737 e	0,104 g

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Os rúcios estudados foram influenciados significativamente pela interação ano x profundidade, antes da sementeira do milho (Quadro 82) e após a sua colheita (Quadro 83). No primeiro e no terceiro ano e antes da sementeira do milho, os valores de SAR e de CROSS não apresentaram variações relevantes em profundidade. Porém, no segundo ano, os valores cresceram de forma nítida, de baixo para cima, com os valores significativamente mais elevados à superfície do solo. Esta alteração no segundo ano, relativamente aos outros dois anos, deveu-se à reduzida precipitação de outono-inverno (204 mm). Após a colheita do milho, nos dois primeiros anos, os valores de SAR e de CROSS aumentaram de forma acentuada, de baixo para cima, com os valores significativamente mais elevados à superfície do solo.

Quanto aos rúcios Ca/Mg, quer antes da sementeira do milho, quer após a sua colheita, os valores mais elevados deste rácio verificaram-se sempre à maior profundidade estudada (30 a 50 cm).

As tendências de distribuição destes rúcios foram claramente influenciadas pelo movimento descendente dos sais, desde a superfície do solo, pela ação da água de rega, mas principalmente pela água da chuva. A apresentação destes rúcios será discutida, mais detalhadamente, no âmbito da interação da salinidade da água de rega com a profundidade do solo.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 82 – Efeito da interação ano x profundidade nos rácios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho

	Profundidade (cm)	SAR	CROSS	Ca/Mg
Ano 1 x	0 - 10	0,512 i	0,709 g	2,219 b
	10 - 20	0,607 h	0,799 f	1,908 c
	20 - 30	0,617 gh	0,804 f	1,830 cd
	30 - 50	0,673 g	0,814 f	2,628 a
Ano 2 x	0 - 10	1,610 a	1,970 a	1,487 ef
	10 - 20	1,451 b	1,758 b	1,605 de
	20 - 30	1,326 c	1,578 c	1,821 cd
	30 - 50	1,154 d	1,326 d	2,494 a
Ano 3 x	0 - 10	0,833 f	1,142 e	1,247 f
	10 - 20	0,844 f	1,116 e	1,282 f
	20 - 30	0,877 ef	1,142 e	1,329 f
	30 - 50	0,920 e	1,144 e	1,678 c-e

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 83 – Efeito da interação ano x profundidade nos rácios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho

	Profundidade (cm)	SAR	CROSS	Ca/Mg
Ano 1 x	0 - 10	2,160 b	2,483 b	1,921 d
	10 - 20	1,572 c	1,782 c	2,392 b
	20 - 30	1,036 e	1,202 e	2,451 b
	30 - 50	0,852 f	0,966 f	2,751 a
Ano 2 x	0 - 10	2,757 a	3,149 a	1,613 e
	10 - 20	1,577 c	1,798 c	2,024 cd
	20 - 30	1,205 d	1,380 d	2,378 b
	30 - 50	1,209 d	1,358 de	2,608 a
Ano 3 x	0 - 10	1,042 e	1,306 de	1,266 f
	10 - 20	1,104 de	1,333 de	1,412 f
	20 - 30	1,151 de	1,362 de	1,625 e
	30 - 50	1,061 de	1,230 de	2,100 c

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

O Quadro 84 e o Quadro 85 apresentam os resultados da interação salinidade da água de rega com a profundidade do solo, no teor de catiões. Antes da sementeira do milho (Quadro 84), as diferenças na distribuição em profundidade não se apresentaram bem definidas, e será apenas de destacar o teor significativamente mais elevado do Ca, na profundidade dos 30 a 50 cm. Pelo contrário, após a colheita do milho (Quadro 85), todos os catiões apresentaram valores significativamente mais elevados, à superfície de solo, no nível de salinidade 2. Dentro do nível Sal. 1, apenas o Na e o K continuaram a manter o valor significativamente mais elevado, à superfície do solo. O facto da interação salinidade x profundidade englobar os resultados

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

médios dos três anos de ensaio, dá uma percepção pouco clara da distribuição dos sais no perfil do solo, quer antes da sementeira do milho, quer após a sua colheita. Por este motivo será recomendável analisar a interação do ano com a salinidade x profundidade.

Após a colheita do milho verificou-se também uma interação significativa ano x salinidade x profundidade, que está apresentada no Quadro 88, não se tendo verificado no entanto uma interação significativa com a profundidade, antes da sementeira do milho, o que denota uma certa uniformidade de distribuição dos diversos catiões, ao longo do perfil do solo, após a precipitação de inverno (Anexo I-A2).

Antes de centrar a atenção no Quadro 88, na sequência da discussão da interação ano x profundidade (Quadro 80 e Quadro 81), será de esclarecer que em condições normais, os resultados relativos ao terceiro ano de ensaio seriam os mais próximos, em termos de distribuição dos sais no solo, do que seria a sua distribuição numa situação de equilíbrio de longo prazo. No entanto, como já foi exposto por diversas vezes ao longo do ponto 4.2 deste capítulo, os resultados obtidos no terceiro ano do ensaio não correspondem a um ano normal, devido à elevada precipitação (205 mm) que ocorreu entre o final do ciclo do milho e a colheita das amostras. O primeiro ano também não é um ano típico, pelo elevado contraste existente entre a qualidade da água de rega utilizada antes do ensaio, e as duas qualidades de água aplicadas, tanto em termos de CE, como em relação ao SAR da água. Deste modo, os resultados verificados no segundo ano de ensaio, já incluem algum efeito cumulativo, logo são os que melhor traduzem a distribuição dos sais no perfil do solo, em resposta às qualidades da água de rega aplicadas. Também foi no segundo ano que a condução da rega foi mais corretamente conduzida, de acordo com as necessidades hídricas da cultura (Quadro 30), pelo que face ao exposto vamos dar maior ênfase aos resultados conseguidos no Ano 2.

Deste modo pode-se constatar que, de acordo com os dados relativos ao segundo ano de ensaio após a colheita do milho (Quadro 88), todos os catiões apresentaram valores significativamente mais elevados à superfície do solo, em ambas as qualidades da água, sendo que no nível de salinidade 2 em relação ao nível de salinidade 1, o teor de catiões é significativamente mais elevado em todas as profundidades, com exceção do K.

É ainda de salientar a maior diferença entre o teor dos Catiões à maior profundidade estudada e à superfície do solo, dentro do mesmo nível de salinidade da água, em que no Sal. 2 a diferença foi 2,4 vezes superiores no caso do Ca, 4,8 no Mg e 3,5 no Na. No nível de Sal. 1 foram menos acentuadas, com 1,4 vezes superiores no caso do Ca, 1,6 no Mg e 2,9 no Na. Nesta comparação, destaca-se o Mg por ter

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

passado do catião com a maior diferença, no nível de Sal. 2, para o catião com a menor diferença, no caso da qualidade da água Sal. 1. Esta divergência explica-se essencialmente pela relação Ca/Mg da água de rega, que no Sal. 1 apresentou uma relação de 0,71 e no Sal. 2 de 0,11 (Anexo III-B), o que é revelador da influência elevada proporção de Mg na água de pior qualidade.

Quadro 84 – Efeito da interação salinidade x profundidade no teor de catiões ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, antes da sementeira do milho

	Prof. (cm)	TC	Ca	Mg	Na	K
Sal. 1 x	0 - 10	1,436 C-E	0,491 bc	0,258	0,501 CD	0,186
	10 - 20	1,240 E	0,396 c	0,241	0,449 DE	0,154
	20 - 30	1,271 DE	0,434 bc	0,251	0,439 E	0,147
	30 - 50	1,500 B-D	0,605 b	0,269	0,508 C	0,119
Sal. 2 x	0 - 10	1,694 B	0,532 bc	0,316	0,648 B	0,198
	10 - 20	1,466 B-E	0,426 c	0,260	0,625 B	0,154
	20 - 30	1,543 BC	0,474 bc	0,268	0,659 B	0,142
	30 - 50	2,182 A	0,934 a	0,344	0,779 A	0,125

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$ para letras maiúsculas e $\leq 5\%$ para as letras minúsculas

Quadro 85 – Efeito da interação salinidade x profundidade no teor de catiões ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho

	Prof. (cm)	TC	Ca	Mg	Na	K
Sal. 1 x	0 - 10	2,650 c	0,698 d	0,358 cd	1,419 b	0,179 b
	10 - 20	1,740 d	0,549 ef	0,287 de	0,780 d	0,125 d
	20 - 30	1,460 d	0,510 f	0,257 e	0,583 e	0,112 e
	30 - 50	1,650 d	0,647 de	0,281 de	0,631 de	0,096 f
Sal. 2 x	0 - 10	5,220 a	1,335 a	1,187 a	2,477 a	0,220 a
	10 - 20	3,150 b	1,017 b	0,511 b	1,475 b	0,142 c
	20 - 30	2,460 c	0,903 c	0,383 c	1,054 c	0,123 de
	30 - 50	2,580 c	1,077 b	0,403 c	1,003 c	0,094 f

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 86 – Efeito da interação salinidade x profundidade nos rcios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho

	Prof. (cm)	SAR	CROSS	Ca/Mg
Sal. 1 x	0 - 10	0,916 c	1,197 b	1,714 c
	10 - 20	0,838 d	1,086 c	1,584 c
	20 - 30	0,791 e	1,024 d	1,577 c
	30 - 50	0,812 de	0,997 d	2,036 b
Sal. 2 x	0 - 10	1,055 ab	1,351 a	1,585 c
	10 - 20	1,096 a	1,363 a	1,613 c
	20 - 30	1,089 a	1,326 a	1,744 c
	30 - 50	1,019 b	1,192 b	2,497 a

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 87 – Efeito da interação salinidade x profundidade nos rcios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho

	Prof. (cm)	SAR	CROSS	Ca/Mg
Sal. 1 x	0 - 10	1,885 b	2,182 b	1,900 c
	10 - 20	1,190 e	1,401 de	1,906 c
	20 - 30	0,944 f	1,127 f	1,979 c
	30 - 50	0,920 f	1,070 f	2,280 b
Sal. 2 x	0 - 10	2,087 a	2,443 a	1,300 d
	10 - 20	1,645 c	1,874 c	1,979 c
	20 - 30	1,318 d	1,502 d	2,323 b
	30 - 50	1,161 e	1,299 e	2,693 a

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Os rcios SAR, CROSS e Ca/Mg foram influenciados significativamente pela interação salinidade x profundidade, quer antes da sementeira do milho (Quadro 86), quer após a sua colheita (Quadro 87). Após a colheita do milho, os valores de SAR e de CROSS foram significativamente mais elevados  superfície, tanto na qualidade de Sal. 1 como na Sal. 2 mas, para cada profundidade os valores mais elevados verificaram-se sempre na Sal. 2. Pelo contrário, o rácio Ca/Mg apresentou os valores mais baixos  superfície do solo e os mais elevados  maior profundidade. A distribuição dos rcios foi claramente influenciada pelo elevado SAR (3) da água de rega e pela baixa razão Ca/Mg da água de rega. Antes da sementeira do milho (Quadro 86), a distribuição dos rcios no perfil do solo apresentaram uma tendência similar  anteriormente descrita, mas de uma forma menos pronunciada, para o SAR e para o CROSS em que os valores se reduziram a sensivelmente metade, enquanto no rácio Ca/Mg a redução foi ligeira.

A interação ano x salinidade x profundidade nos rcios entre catiões revelou um efeito significativo, antes da sementeira do milho, nos rcios SAR e CROSS (Quadro 89) e após a colheita do milho (Quadro 90), apenas no rácio Ca/Mg. No

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

entanto, se nos centrarmos apenas no segundo ano (ano típico) do Quadro 89 e do Quadro 90, podemos constatar que a tendência da distribuição dos valores são similares aos discutidos para a média dos três anos, respectivamente no Quadro 86 e no Quadro 87, com os valores também mais elevados à superfície, da SAR e do CROSS e inferiores de Ca/Mg. No entanto, nos rácios SAR e CROSS, os valores do segundo ano dos quadros com interação anual (Quadro 89 e Quadro 90) são os mais elevados dos três anos de ensaio, e por esse motivo apresentam valores absolutos superiores nos respectivos quadros (Quadro 86 e Quadro 87) com as médias de três anos.

Após a colheita do milho, é de salientar que no segundo ano do Quadro 90, as diferenças dos valores de SAR e de CROSS entre, os dois níveis de salinidade da água, são muito reduzidas embora significativas, em comparação ao verificado para o teor total em Catiões (TC) (Quadro 88), em que o TC é na Sal. 2 aproximadamente o dobro do verificado na Sal. 1 em todas as profundidades. Esta menor diferença nos rácios SAR e CROSS, em comparação ao TC, devem-se claramente ao facto de ambas as qualidades da água apresentarem o mesmo valor de SAR (3) e distintos teores de sais ($0,7 \text{ dS m}^{-1}$ e 2 dS m^{-1}).

As implicações da distribuição dos sais no perfil do solo serão discutidas no ponto 4.2.5.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 88 – Efeito da interação ano x salinidade x profundidade no teor de cátions ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e na sua soma (TC), no extrato do solo, após a colheita do milho

	Prof. (cm)	TC	Ca	Mg	Na	K
Ano 1 x	0 - 10	2,300 fg	0,566 f-h	0,274 h	1,275 ef	0,180 c
	Sal. 1 x 10 - 20	1,910 g-k	0,602 fg	0,274 h	0,910 gh	0,130 e-g
	20 - 30	1,330 l	0,479 g-j	0,229 h	0,513 m	0,109 h-k
	30 - 50	1,360 l	0,559 f-i	0,241 h	0,473 m	0,084 lm
	0 - 10	4,270 b	1,152 cd	0,647 bc	2,242 bc	0,226 b
Sal. 2 x	10 - 20	3,640 c	1,286 bc	0,495 c-f	1,699 d	0,157 d
	20 - 30	2,580 ef	1,051 d	0,378 e-h	1,019 fg	0,126 f-h
	30 - 50	2,210 f-h	1,028 d	0,327 gh	0,786 g-l	0,068 m
	0 - 10	4,260 b	1,146 cd	0,521 c-e	2,383 b	0,211 b
Sal. 1 x	10 - 20	1,990 g-j	0,674 ef	0,327 gh	0,863 g-j	0,130 e-g
	20 - 30	1,730 h-l	0,664 ef	0,285 h	0,657 h-m	0,123 g-j
	30 - 50	2,090 f-i	0,836 e	0,328 gh	0,827 g-l	0,103 k
	0 - 10	9,870 a	2,456 a	2,569 a	4,558 a	0,283 a
Sal. 2 x	10 - 20	4,200 b	1,331 b	0,727 b	1,996 c	0,145 d-f
	20 - 30	3,010 de	1,113 cd	0,461 d-g	1,305 e	0,126 f-i
	30 - 50	3,410 cd	1,423 b	0,539 cd	1,341 e	0,107 i-k
	0 - 10	1,410 kl	0,382 j	0,277 h	0,600 j-m	0,147 de
Sal. 1 x	10 - 20	1,310 l	0,371 j	0,260 h	0,568 lm	0,113 g-k
	20 - 30	1,330 l	0,387 ij	0,258 h	0,577 k-m	0,105 jk
	30 - 50	1,510 j-l	0,545 f-j	0,275 h	0,593 k-m	0,100 kl
	0 - 10	1,520 j-l	0,395 h-j	0,344 f-h	0,631 i-m	0,152 d
Sal. 2 x	10 - 20	1,600 i-l	0,434 g-j	0,312 gh	0,731 h-m	0,124 g-j
	20 - 30	1,810 g-l	0,544 f-j	0,310 gh	0,839 g-k	0,117 g-k
	30 - 50	2,110 f-i	0,779 e	0,342 f-h	0,881 g-i	0,107 h-k

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 89 – Efeito da interação ano x salinidade x profundidade nos rcios entre catiões, no extrato do solo, antes da sementeira do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg	
Ano 1 x	Sal. 1 x	Prof. 1	0,486 n	0,6765 m	2,2268
		Prof. 2	0,5862 k-m	0,7802 j-l	1,8815
		Prof. 3	0,5716 lm	0,7621 k-m	1,8249
		Prof. 4	0,6197 kl	0,7568 k-m	2,4557
	Sal. 2 x	Prof. 1	0,5376 mn	0,7422 lm	2,1988
		Prof. 2	0,6285 kl	0,8184 j-l	1,9335
		Prof. 3	0,6632 jk	0,8468 jk	1,8343
		Prof. 4	0,7265 ij	0,8708 j	2,8005
Ano 2 x	Sal. 1 x	Prof. 1	1,4512 c	1,7932 c	1,5490
		Prof. 2	1,2053 d	1,4979 d	1,5647
		Prof. 3	1,0739 e	1,3315 ef	1,5753
		Prof. 4	1,0698 e	1,2634 f	2,0591
	Sal. 2 x	Prof. 1	1,7696 a	2,1477 a	1,4257
		Prof. 2	1,6970 a	2,0185 b	1,6444
		Prof. 3	1,5777 b	1,8253 c	2,0660
		Prof. 4	1,2372 d	1,3891 e	2,9288
Ano 3 x	Sal. 1 x	Prof. 1	0,8094 gh	1,1203 h	1,3655
		Prof. 2	0,7207 ij	0,9793 i	1,3048
		Prof. 3	0,7285 ij	0,9791 i	1,3262
		Prof. 4	0,7478 hi	0,9713 i	1,5937
	Sal. 2 x	Prof. 1	0,8569 g	1,1643 gh	1,1293
		Prof. 2	0,9664 f	1,2531 fg	1,2596
		Prof. 3	1,0253 ef	1,3051 ef	1,3313
		Prof. 4	1,0929 e	1,3173 ef	1,7629

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 90 – Efeito da interação ano x salinidade x profundidade nos rcios entre catiões, no extrato do solo, após a colheita do milho

		SAR	CROSS	Ca/Mg	
Ano 1 x	Sal. 1 x	Prof. 1	1,974	2,283	2,080 ij
		Prof. 2	1,339	1,549	2,191 g-i
		Prof. 3	0,863	1,036	2,112 h-j
		Prof. 4	0,753	0,882	2,356 e-g
Ano 2 x	Sal. 2 x	Prof. 1	2,345	2,682	1,761 k
		Prof. 2	1,805	2,014	2,593 b-d
		Prof. 3	1,209	1,368	2,789 b
		Prof. 4	0,951	1,051	3,145 a
Ano 3 x	Sal. 1 x	Prof. 1	2,635	2,958	2,242 f-i
		Prof. 2	1,220	1,421	2,090 ij
		Prof. 3	0,950	1,119	2,327 e-h
		Prof. 4	1,071	1,222	2,520 c-e
Ano 3 x	Sal. 2 x	Prof. 1	2,879	3,340	0,985 m
		Prof. 2	1,934	2,174	1,959 jk
		Prof. 3	1,461	1,641	2,428 d-f
		Prof. 4	1,347	1,493	2,697 bc
Ano 3 x	Sal. 1 x	Prof. 1	1,046	1,306	1,378 l
		Prof. 2	1,012	1,231	1,437 l
		Prof. 3	1,020	1,227	1,497 l
		Prof. 4	0,937	1,106	1,964 jk
Ano 3 x	Sal. 2 x	Prof. 1	1,038	1,307	1,154 m
		Prof. 2	1,196	1,435	1,387 l
		Prof. 3	1,282	1,497	1,752 k
		Prof. 4	1,184	1,354	2,237 f-i

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4.2.5. Discussão do impacto dos tratamentos na salinidade do solo, no teor dos catiões e nos rcios SAR, CROSS e Ca/Mg, durante o ensaio

Para a discussão deste ponto  necessário ter presente que a durao da aplicao dos tratamentos (mobilizao, salinidade da água de rega e regime hídrico), decorreram apenas num período de três anos, sendo que no tratamento de sementeira direta (SD) com cultura de cobertura (CC), a CC foi efetivamente instalada apenas durante dois anos, no outono-inverno de 2004/2005 e de 2005/2006.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.2.5.1. Efeito dos tratamentos na salinidade do solo durante os três anos de ensaio

A análise dos parâmetros primários ano, regime hídrico, mobilização, salinidade da água de rega e profundidade, mostrou que apenas o ano, a salinidade e a profundidade revelaram efeitos significativos na salinidade do solo, tanto antes da sementeira do milho, como após a sua colheita. Estes mesmos parâmetros também foram os únicos a apresentarem interação significativa, entre eles.

Os resultados relativos aos fatores primários, antes da sementeira do milho, estão apresentados do Quadro 32 ao Quadro 37, e após a cultura do milho do Quadro 38 ao Quadro 41. Os quadros com interações estatisticamente significativas estão apresentados entre o Quadro 35 e o Quadro 38, e entre o Quadro 42 e o Quadro 49, respetivamente para as amostras recolhidas antes da sementeira do milho e após a sua colheita.

O nível de salinidade da água de rega mais elevado (Sal. 2) (2 dS m^{-1}) em comparação com o mais baixo (Sal. 1) ($0,7 \text{ dS m}^{-1}$), incrementou significativamente o teor de sais no solo, antes da sementeira do milho e após a sua colheita (respetivamente Quadro 33 e Quadro 40). No entanto, antes da sementeira do milho, mesmo com a utilização da água de rega mais salina, os níveis de salinidade do solo situaram-se sempre abaixo do limiar de salinidade relativo ao extrato 1:2 (média $< 400 \mu\text{S cm}^{-1}$ ou $0,4 \text{ dS m}^{-1}$), a partir do qual podem causar reduções de produção na cultura do milho (Quadro 4 do capítulo 2). Estes resultados evidenciam que a precipitação de outono-inverno foi suficiente para a lixiviação dos sais adicionados com a água de rega e para evitar que o teor de sais no solo subisse, nos 50 cm estudados, de modo a interferir com o arranque da cultura do milho, mesmo no nível de salinidade mais elevado.

Porém, os resultados verificados após a colheita do milho, em cada um dos anos, mostram que em 2005 no nível qualidade da água Sal. 2 (Quadro 42 e Quadro 48), os teores médios de CE nos 50 cm superficiais do solo, já podem ter interferido na produtividade do milho, pese embora os valores se terem reduzido significativamente após a precipitação de inverno, mantendo-se o teor salino em níveis que não causaram problemas no arranque da cultura seguinte. No entanto, é de salientar que bastaram dois anos para surgirem valores de acumulação de sais no solo que já podem interferir, ainda que ligeiramente, com a produtividade do milho, no nível Sal. 2.

A corroborar com estes resultados de aumento da salinidade do solo induzida pela água de rega, vários trabalhos realizados no Alentejo, em solos com teores

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

elevados de argila, verificou-se a tendência para a acumulação de sais no solo, sempre que foi utilizada uma água de rega com uma CE superior a 1 dS m^{-1} , ao ponto de afetar a produtividade de culturas moderadamente sensíveis à salinidade do solo, como é o caso do milho (Martins *et al.*, 2001; Gonçalves *et al.*, 2009; N.L. Castanheira, 2010; Martins *et al.* 2005; Laranjeira *et al.*, 2005).

Deste modo os dados suportam a hipótese que a água de rega com uma CE de 2 dS m^{-1} poderá causar fortes restrições à cultura do milho, num curto período de tempo, como por exemplo na sequência de dois ou mais invernos com baixa precipitação. No caso do nível de Sal. 1, o número de invernos secos suscetível de causar fortes restrições à cultura será mais alargado. Neste nível de salinidade, e tendo em conta os resultados obtidos neste ensaio, será de pôr a hipótese de que a SD com CC, prolongadas no tempo, e uma adequada gestão da rega, possam efetivamente melhorar a estrutura do solo, ao ponto de possibilitar a prática continuada da monocultura do milho. No entanto, para testar esta hipótese será necessário efetuar estudos com maior duração e com determinações da salinidade e de sodicidade a uma maior profundidade, pelo menos até à base do horizonte B. Esta informação será importante para aferir se os sais são efetivamente removidos de todo o perfil do solo ou se tendem a ficar acumulados na base do mesmo, devido aos naturais problemas de drenagem interna, avaliando também se o solo fica sujeito a um progressivo aumento da salinidade em profundidade, ou mesmo se se irá agravar o problema da sodicidade em profundidade.

A drenagem e a consequente lixiviação são os principais mecanismos de remoção dos sais do solo (Kijne, 1998). De acordo com a Equação 12 (do capítulo 2), desenvolvida por Rhoades (1974) cit. por Ayers & Westcot (1985), para evitar a acumulação de sais durante a cultura do milho, sem afetar a produção, seria necessário uma fração de lixiviação de 9% para a qualidade da água Sal. 1 e de 30% para a Sal. 2. Porém, verificou-se que o RH 2 não contribuiu para a redução do teor de sais no solo, o que é um claro indicador de que a utilização de frações de lixiviação, durante a rega do milho, não são uma solução agronómica para o controlo da salinidade destes solos, com má drenagem interna, nem mesmo numa situação de recurso, para atenuar eventuais picos de elevada salinidade durante a rega de primavera-verão. Esta limitação resulta da má drenagem interna do solo e está de acordo com o previsto para os solos de textura pesada pela *Saskatchewan Water Corporation* (1987) cit. por Warrence (2002), em que a fração de lixiviação não deverá superar os 5% (Quadro 9 do capítulo 2).

Deste modo, devido às restrições da drenagem interna destes solos e, também, ao elevado custo da água de rega na área de influência de Alqueva, caso seja

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

necessário recorrer a regas complementares para lixiviação de sais nos Luvisolos, essas regas deverão ser efetuadas na estação fria, pela baixa evapotranspiração cultural possibilitar uma maior eficiência de lixiviação, tal como recomendado por Ayers & Westcot (1985).

A ineficácia da lixiviação dos sais, pela imposição de frações de lixiviação significativas nas culturas de primavera-verão, realça a importância da precipitação de outono-inverno no controlo da salinidade, sendo imperioso encontrar práticas agronómicas que melhorem a estrutura do solo a prazo, por forma a melhorar a drenagem interna do solo e a facilitar a lavagem do mesmo no inverno (pela chuva e pela rega) e, durante a rega de primavera-verão, para possibilitar alguma fração de lixiviação e atenuar problemas de encharcamento.

O presente estudo pretendeu avaliar o contributo da SD e das CC de outono-inverno na mitigação do halomorfismo do solo, em solos com má drenagem interna no Alentejo. Baseou-se no pressuposto de que a melhoria da estabilidade estrutural do solo e a redução da evaporação direta, possibilitada por este sistema cultural, poderia possibilitar uma menor acumulação de sais no solo, durante o Verão e fomentar uma maior lavagem durante o Inverno.

O pressuposto da maior lixiviação dos sais durante o inverno, nos dois anos em que foi instalada a CC (aveia) não se verificou, como se pode constatar no ano de 2005 e de 2006 (Quadro 35), em que se verificou uma tendência oposta, apesar das diferenças não significativas no sistema de SD com CC. Este facto explica-se pela maior extração de água pela CC, confirmada pelos valores significativamente inferiores de humidade do solo, medidos nas amostras de solo (Quadro 31), comparativamente ao pousio de outono-inverno do SC. Este risco de agravamento da salinidade do solo pela CC de outono-inverno está de acordo com a bibliografia que foi consultada, após a definição do protocolo de ensaio, como uma limitação à utilização de CC nas regiões mais secas (Sullivan, 2003; Balkcom *et al.*, 2007; Gabriel *et al.*, 2012a e 2012b). Esta redução da lixiviação contradiz o pressuposto do presente trabalho de que, a SD com CC permitiria uma maior lixiviação de sais no outono-inverno, no Alentejo.

4.2.5.2. Efeitos contraditórios da utilização da CC no controlo do halomorfismo do solo

O facto da CC reduzir tendencialmente a lixiviação de sais, não justifica por si só excluir esta cultura na medida em que, em invernos com precipitação superior à

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

média poderá verificar-se efetivamente uma maior lixiviação de sais, tal como foi verificado em Gabriel *et al.* (2012b). Por outro lado, na sequência das duas culturas (CC e milho) e após a colheita do milho, os valores de CE do solo da SD com CC são tendencialmente inferiores ao SC, exatamente nos mesmos dois anos em que as CC foram instaladas, 2005 e 2006 (Quadro 42 e Quadro 43), pese embora as diferenças não terem sido estatisticamente significativas. Este facto será o resultado de uma menor evaporação à superfície do solo, na cultura do milho, proporcionada pelos resíduos da CC e pela melhor infiltrabilidade da chuva e da rega, que os resíduos proporcionam, ao proteger a superfície do solo do impacto direto das gotas, e por uma possível pequena melhoria da condutividade hidráulica no horizonte A e/ou B, proporcionada pela CC anterior. O aumento do teor de matéria orgânica verificado à superfície do solo (cf. no ponto 4.3.2) também deverá ter contribuído para a melhoria da infiltrabilidade do solo. Deste modo, o pressuposto deste trabalho, de uma menor acumulação de sais no solo durante o Verão tende a confirmar-se.

Uma observação mais detalhada da interação ano x mobilização x profundidade na condutividade elétrica do solo (Quadro 44), mostra que a mencionada menor acumulação de sais na SD tende a ocorrer nos 20 cm mais superficiais do solo. Esta tendência da menor salinidade à superfície dever-se-á, em grande medida, ao efeito dos resíduos na melhoria da infiltrabilidade do solo e na redução da evaporação à superfície, como constatado também por Yang *et al.* (2006), Bezborodov *et al.* (2010), Pang *et al.* (2010) e Zhao *et al.* (2014).

Será de sublinhar, pelo verificado em 2005 e em 2006, que o efeito negativo da CC no aumento da salinidade do solo, devido à maior extração de água, mostra um efeito constante que ocorreu logo no primeiro outono-inverno em que a CC foi instalada, enquanto que as melhorias proporcionadas ao nível da estrutura do solo, pelo sistema SD/CC, se vierem a ser confirmadas, serão progressivas e facilitadoras da lixiviação de sais. Deste modo, será expectável que ao fim de alguns anos, a melhoria da drenagem interna do solo, proporcionada pela SD/CC, venha a compensar a inevitável maior extração de água pela cultura e, permita uma maior lixiviação de sais durante o outono-inverno, pelo menos nos anos de precipitação normal. Em estudos futuros será importante compensar a extração de água pela CC por regas adicionais durante o Outono/Inverno.

No período compreendido entre outubro de 2005 e julho de 2007 (como evidenciado pelas elipses de menor dimensão na Figura 30, o sistema convencional apresentou sempre teores de humidade do solo elevados, nunca descendo abaixo do limiar de extração de água sem *stress* hídrico, mesmo no RH 1. Este exemplo evidencia a tendência para que, no sistema convencional da monocultura do milho, o solo se mantenha continuamente húmido. É provável que a SD/CC tenha contribuído efetivamente para uma melhor estrutura do solo, pelo desenvolvimento radicular das

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

culturas e pela extração de água em profundidade, em particular da CC, que certamente promoveu algum fissuramento do solo, por ação da contração das argilas e do próprio crescimento radicular. Vários autores reconhecem a importância de promover a secagem do solo em profundidade, como modo de melhorar a estrutura do mesmo (Arnon, 1972; Barzegar et al., 1995; Oster & Jayawardane, 1998; Carvalho, 2001).

Poderá ter ocorrido uma melhoria da estrutura do solo, proporcionada pela SD com CC, que poderá explicar a tendência de uma maior lixiviação de sais, nos dois anos de pousio, de outono-inverno, que se seguiram após o ensaio, que serão discutidos no ponto 4.2.7.

Num futuro trabalho que envolva a SD e as CC no controlo da salinidade do solo deverá, num dos tratamentos, prever-se a rega de outono-inverno da CC, de modo a contrabalançar a maior extração de água desta e, desse modo, permitir aferir os efeitos da CC na estrutura do solo. De qualquer modo, devem ser criadas condições para que um estudo deste género possa prolongar-se no tempo, de modo a que os efeitos dos tratamentos, em particular a melhoria da estrutura do solo, se evidenciem.

4.2.5.3. Efeito dos tratamentos no teor dos catiões e nos rácios SAR, CROSS e Ca/Mg, durante o ensaio

No efeito dos fatores primários e das suas interações como o ano, o regime hídrico, a mobilização, a salinidade da água de rega e a profundidade, destacam-se os fatores ano, salinidade da água e profundidade no teor de catiões e nos seus rácios, por terem revelado diferenças significativas em quase todas as suas interações. O total de catiões traduz no essencial a salinidade do solo, apresentada sobre a forma de CE e já acima apresentada. O efeito individual dos catiões, em particular do sódio e das respetivas proporções SAR (Richards *et al.*, 1954) e CROSS (Marchuk & Rengasamy, 2010) estão fortemente relacionados com a estabilidade estrutural do solo e com a sua condutividade hidráulica. Deste modo, vamos centrar a discussão essencialmente nestes rácios.

O rácio CROSS, criado por Marchuk & Rengasamy (2010), está apresentado no ponto 2.1.8.3 do capítulo 2 e, segundo os autores, traduz melhor a sodicidade do solo do que o SAR, estando muito mais correlacionado com a dispersão espontânea da argila e com a estabilidade estrutural do solo. Este indicador da sodicidade do solo pondera o efeito flocculante e dispersivo dos diversos catiões e incorpora também o potássio como tendo efeito dispersivo (mas inferior ao Na). O SAR e o CROSS apresentam variações similares pelo facto dos valores de Mg e de Ca apresentarem

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

variações entre os anos, no mesmo sentido e os valores de K serem baixos e relativamente estáveis.

No efeito da interação da salinidade da água de rega com o ano e também com a profundidade (Quadro 72, 73, 89 e 90) verifica-se que os teores mais elevados de SAR e de CROSS, que resultam de uma proporção alta de Na, se encontraram na camada mais superficial do solo, tanto antes da sementeira do milho como após a sua colheita. No entanto, após a colheita do milho, o teor mais elevado do total de cátions (TC) também se encontrou à superfície do solo, com valores particularmente elevados no nível de salinidade 2 (Quadro 88). Este teor elevado de sais, contraria o maior efeito dispersivo, resultante da maior proporção de Na, reduzindo assim a fragilização da estrutura do solo à superfície, evitando por este motivo a consequente redução da infiltrabilidade da água no solo (Sumner, 1993; Rengasamy *et al.*, 1984; Monteiro (2004). Monteiro (2004), inclusivamente demonstrou experimentalmente em amostras perturbadas do horizonte Ap, de solos Argiluvados do Alentejo reduções muito acentuadas de condutividade hidráulica saturada quanto utilizou água com uma CE muito inferior a 1 dS m^{-1} .

Antes da sementeira do milho, ou seja, após as chuvas de inverno, os correspondentes valores de SAR foram mais baixos (Quadro 89), do que após a sementeira do milho, os correspondentes valores de sais reduziram-se de forma mais acentuada, para 1/3 ($\text{TC} = 1,4 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$) no nível de Sal. 1 e para 1/5 ($\text{TC} = 2,0 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$) no nível de Sal. 2 (Anexo I-A1). Assim, os baixos valores de TC na camada superficial do solo, enquadra-se claramente na classe 2a (Quadro 2 do capítulo 2, adaptado de Rengasamy *et al.* 1984) como solo potencialmente dispersivo e, no âmbito da Figura 6 do capítulo 2 (Rhoades 1977; Oster & Schroer 1979 *cits.* por Ayers & Westcot, 1985) enquadra-se na zona em que o solo apresenta reduções ligeiras a moderadas na taxa de infiltração da água, considerando o respetivo ajustamento destes valores aos diferentes modos de obtenção do extrato do solo (extrato 1:2 ao extrato 1:5 e à pasta saturada).

Esta redução potencial da infiltração resulta da coincidência de valores relativamente altos de SAR, com baixa concentração eletrolítica de sais, na solução do solo, que deixam os agregados menos estáveis e, portanto, mais vulneráveis ao impacto mecânico, quer das máquinas de mobilização do solo, quer do impacto da chuva e da rega. Esta maior fragilidade da estrutura superficial do solo verifica-se exatamente na altura em que se têm de efetuar as necessárias mobilizações para a preparação do solo e sementeira do milho, a que se seguem as regas necessárias para garantir a emergência da cultura. A melhor forma de minimizar este impacto mecânico, na estabilidade estrutural à superfície do solo, será a utilização da SD,

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

coadjuvada por uma CC, que fornecerá os necessários resíduos, para proteger o solo do impacto da água da chuva e da rega, na fase inicial da cultura do milho.

A cultura de cobertura assume assim mais um destaque importante na proteção da estrutura superficial do solo, na sua fase de maior fragilidade estrutural.

É consensual de que a SD, na generalidade dos casos, tende a melhorar a estabilidade estrutural à superfície do solo. Num dos estudos de sistemas de mobilização do solo em sequeiro, que decorreu também em solos argiluvados (da família Pm segundo Cardoso, 1965), efetuado por Marques (2009) e noutro estudo efetuado por Hernanz *et al.* (2002), também em sequeiro num solo similar (Luvisolo Vértico), os autores verificaram uma melhoria da estabilidade estrutural do solo, traduzida num aumento significativo do diâmetro médio dos agregados à superfície do solo. A melhoria da estrutura é essencial para melhorar a infiltrabilidade do solo, de modo duradouro e, a manutenção de resíduos à superfície assume aqui um papel de grande relevo, ao proteger o solo do impacto direto da água da chuva e da rega, em particular nos solos fragilizados à superfície, por níveis elevados de sodicidade.

Em Luvisolos com algum declive é, normalmente necessário recorrer à abertura de covachos no sistema convencional, para evitar perdas importantes de água, por escoamento superficial, como demonstrado em estudos efetuados por Nivedita (1997), Ramos *et al.* (2010) e por L.L. Silva *et al.* (2010). Num estudo efetuado num solo Mediterrânico na cultura do milho, onde foi comparado o sistema convencional com a SD, L.L. Silva *et al.* (2010) verificaram que os resíduos da própria cultura, deixados à superfície, reduziram o escoamento superficial para metade e o autor concluiu que os resíduos protegeram o solo do impacto das gotas, permitindo assim reduzir a desagregação, a compactação e a selagem da superfície do solo, por diminuir a velocidade do escoamento superficial e a erosão, devido ao aumento da rugosidade da superfície do solo, criada pelos resíduos.

O rácio Ca/Mg também foi estudado. Existe consenso quanto ao facto de que, quando a relação Ca/Mg da água de rega é inferior à unidade, agravam-se os problemas de instabilidade estrutural do solo (Ayers & Westcot, 1985; Rengasamy *et al.*, 1986, Curtin *et al.*, 1994b). Curtin *et al.* (1994b) mostraram experimentalmente que em solos de diferentes texturas, quando o teor de Mg é superior ao do Ca verifica-se uma maior acumulação de Na no complexo de troca, uma maior dispersão da argila e uma menor condutividade hidráulica. Referem também que a utilização de água de rega com teores elevados de Mg deverá promover o aumento, embora inferior a 10%, do teor do Na no complexo de troca, em comparação com a utilização de água de rega com baixo teor de Mg.

A relação Ca/Mg tende a apresentar uma evolução decrescente do seu valor com o tempo, tanto antes da sementeira do milho como após a sua colheita (Quadro

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

72 e Quadro 73), e a apresentar os valores mais baixos à superfície do solo, em particular de modo mais pronunciado antes da sementeira do milho (Quadro 86).

O rácio Ca/Mg tende a manter os valores mais baixos à superfície do solo, antes da sementeira do milho, quando a estrutura do solo está mais frágil, com valores mais elevados de SAR. No entanto, esta relação Ca/Mg na solução do solo manteve-se superior à unidade, apesar da baixa relação Ca/Mg na água de rega Sal. 2 (0,11) (Anexo III-B), pelo que não deverá ter agravado a sodicidade do solo.

Porém, o rácio Ca/Mg não deverá ser problemático para o futuro do empreendimento de Alqueva, pois a água da albufeira tenderá a apresentar, uma relação Ca/Mg claramente superior à unidade, tomando como referência os valores apresentados no Quadro 11 do capítulo 2. No entanto, os teores de Mg são claramente superiores aos teores de Ca, na água das albufeiras do Alentejo, com exceção do Caia (Quadro 10 do capítulo 2). Deste modo, as preocupações com os valores elevados de Mg da água de rega nos regadios do Alentejo, serão atenuadas com a introdução da água de Alqueva.

Apesar do elevado teor de Na e de Mg, não se observou uma tendência para a sua acumulação na profundidade estudada (50 cm), em particular após as chuvas de outono-inverno.

Pela observação dos diversos quadros, apresentados nos pontos 4.2.3 e 4.2.4, relativos ao total de catiões (TC) e ao teor individual dos mesmos é evidenciada uma grande variação no teor de catiões entre os valores verificados antes da sementeira do milho e após a sua colheita. Tomando como exemplo o Quadro 63 e o Quadro 62 verifica-se que após a colheita do milho a maior concentração de catiões ocorreu na camada superficial do solo e, após o efeito da chuva de outono-inverno o maior teor dos principais catiões Ca, Mg e Na passaram a encontrar-se à maior profundidade estudada, mas com valores inferiores, em todas as profundidades em relação aos valores anteriores. Se observarmos a interação ano x salinidade da água de rega x profundidade antes da sementeira do milho (Anexo I-A1) e após a sua colheita (Quadro 88) verifica-se que mesmo com a água de pior qualidade, com valores elevados de Na e Mg, não se verificou uma tendência para uma acumulação particular de nenhum destes catiões à maior profundidade estudada.

No entanto, com o facto de não ter sido possível avaliar todo o perfil do solo, pelo menos até à base do horizonte B (90 cm de acordo com a descrição do perfil do solo no Quadro 18 do capítulo 3) não temos garantias de que não tenha ocorrido acumulação de sais a maiores profundidades, apesar de nas amostras efetuadas após o ensaio (ponto 4.2.6) se ter estudado a profundidade dos 50 aos 70 cm (Quadro 97),

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

onde os valores de Na e de Mg, embora mais elevados, não mostraram diferenças acentuadas em relação à profundidade anterior, tendo sido o Ca a evidenciar um incremento mais acentuado na última profundidade estudada. O valor mais elevado de Ca poderá ter resultado da acumulação deste cátion por lixiviação das camadas superiores e/ou por contaminação de algumas subamostras, que ao serem colhidas podem ter incluído parte do horizonte B_{ck}, que contém elevados teores de carbonatos, na medida em que o horizonte B_{ck} está à profundidade dos 75 aos 90 cm, mas a sua profundidade poderá apresentar oscilações na área de ensaio. De qualquer modo, a esta maior profundidade (até aos 70 cm) os valores dos rácios de SAR e CROSS reduziram-se e os valores de Ca/Mg aumentaram, relativamente à camada superior, mostrando menores índices de sodicidade em profundidade. São relatadas várias manchas de solos argiluviosos do Alentejo com problemas de sodicidade nos horizontes inferiores do solo, com teores elevados de Na e/ou de Na + Mg, numa proporção superior a 50% (A.A. Silva, 1965; Monteiro, 2004; Madeira & Medina, 1982). Sumner (1993) e Keren (2005), com base em revisão bibliográfica, mencionam que a acumulação do Na causa problemas significativos de infiltração na camada superficial, enquanto que os problemas causados por elevadas proporções de Mg se manifestam ao nível da redução da condutividade hidráulica nos horizontes inferiores do solo. No entanto, no presente trabalho, só à superfície do solo e após a colheita do milho se verificaram valores particularmente elevados de Na + Mg à superfície do solo, com a utilização de água com a maior proporção de Mg (Sal. 2), como será discutido no ponto 4.3.1.

Um perigo, que por vezes é referido, de que o regadio de Alqueva poderia contribuir para a acumulação de Na e de Mg no horizonte A_p por ascensão capilar destes cátions do horizonte B, conferindo características sódicas à camada superficial, não se confirma com os dados apresentados neste trabalho, apesar da água utilizada ter uma proporção muito superior de Mg à que irá ser utilizada no futuro, pois tanto o Na como o Mg mostraram claramente um movimento descendente, mesmo no outono-inverno mais seco de 2004/2005. Monteiro (2004) também não previu problemas de Na nos horizontes superficiais por ascensão capilar a partir das camadas mais profundas.

Uma questão que se pode colocar é se, as manchas de solos argiluviosos localizadas mais frequentemente no sopé das encostas, com teores elevados de Na ou de Na + Mg nos horizontes inferiores, classificados por Monteiro (2004) como solos sódicos (mas não salinos), permitirão a sua exploração em regadio com uma água de 0,7 dS m⁻¹ e um SAR de 3.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Monteiro (2004) defende que, se a água de rega apresentar “um valor mínimo de salinidade”, para manter a permeabilidade dos referidos solos, mas não muito elevado para evitar a salinização do solo e apresentar um SAR relativamente baixo, será exequível a exploração destes solos em regadio, desde que a rega seja adequadamente conduzida e o *superávit* hídrico de inverno assegure, pelo menos parcialmente, a dessalinização do perfil.

Está fora do âmbito do presente trabalho avaliar o potencial da SD com CC na recuperação de solos halomórficos, mas apenas esclarecer se este sistema de culturas será suficiente para evitar a halomorfização de solos argiluvitados, sem que a salinidade venha a comprometer a produtividade das culturas semitolerantes, como o milho. Por outro lado, os dados apresentados neste trabalho não permitem responder diretamente à questão, quer pelo facto do ensaio não ter sido instalado num solo sódico, quer pela curta duração do ensaio e, também, pela reduzida profundidade a que as amostras foram recolhidas. No entanto, os dados permitiram concluir, que num prazo relativamente curto, a utilização de água com uma CE de 2 dS m^{-1} já afetaria a produtividade do milho.

A hipótese acima apresentada por Monteiro (2004) deixa uma janela de esperança, mas o autor prevê a utilização de uma fração de lixiviação adequada.

Tendo em conta que no Luvisolo cálcico, em que foi efetuado o presente estudo, o regime hídrico mais elevado (RH 2) não reduziu o teor em sais do solo evidenciando a ineficácia da fração de lixiviação neste estudo durante a época de elevada evapotranspiração, demonstra que a dependência da chuva de outono-inverno é superior ao defendido por Monteiro (2004). Sendo assim, o halomorfismo deverá agravar-se na sequência de alguns anos secos em solos argiluvitados sódicos.

Nesta situação, a tendência para a salinização do solo sódico deverá ser superior ao solo não sódico e se vier a acontecer, a sua dessalinização será muito mais complexa, recomendando desde logo Abrol, (1988) e Qadir *et al.*, (2000), o recurso a culturas tolerantes. No entanto, consideramos que é essencial evitar a necessidade ao recurso a culturas mais tolerantes à salinidade, pois a partir desse momento o agricultor depara-se com uma redução do leque de culturas ao seu dispor, podendo comprometer a viabilidade económica do próprio regadio, na medida em que o preço da água na área de influência de Alqueva será superior à de outras áreas de regadio nacionais (Núncio & Arranja, 2011).

Outro facto relacionado com a salinização do solo sódico, que se deverá manifestar também em profundidade, será a presença de sais limitar a capacidade de extração das culturas e em particular da CC, reduzindo assim a sua capacidade em efetuar a secagem do solo em profundidade, o que implica que os horizontes inferiores do solo, em regadio, se mantenham húmidos, tanto no outono-inverno

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

como na primavera-verão e, desse modo, agravar a fragilização da estrutura do solo. O agravamento da estrutura do solo em profundidade dificultará a drenagem interna do solo e por sua vez a lixiviação de sais, entrando-se deste modo num processo degradativo.

Esta situação conduz inevitavelmente ao agravamento, em duração e em intensidade dos problemas de encharcamento, com níveis freáticos suspensos típicos dos solos argiluvados. O efeito combinado do encharcamento com a salinidade é mais nefasto para a produtividade das culturas do que o efeito separado (McFarlane & Williamson, 2002; Kahlow & Azam, 2002; Mohamedin *et al.*, 2010).

A atuação da CC num solo sódico, pelo menos enquanto não salino, contribuirá claramente para prevenir a tendência de agravamento dos problemas de encharcamento deste solo, com a introdução do regadio, pois possibilita impor períodos de secagem em profundidade e, na primavera, permite antecipar a extração do excesso de água do solo. No entanto, será preciso um estudo detalhado sobre a forma mais correta de condução da CC, de forma a compatibilizar a secagem em profundidade com a fração de lixiviação da precipitação de Outono/Inverno, eventualmente complementada por rega em anos secos.

Desde que se verifique alguma condutividade hidráulica, a precipitação de outono-inverno reduz a salinidade e a sodicidade do solo, como foi demonstrado com os dados apresentados do presente trabalho nos pontos 4.2.3 e 4.2.4, mesmo no outono-inverno mais seco de 2004/2005. Vários trabalhos realizados no Alentejo, mostraram que a precipitação de outono-inverno reduziu sempre o teor de sais nas camadas mais superficiais do solo (Gonçalves *et al.*, 2009; Martins *et al.* 2005; Laranjeira *et al.*, 2005 N.L. Castanheira, 2010). Gabriel *et al.* (2012b), numa zona central de Espanha com uma precipitação média de 345 mm, num Calcissolo, registaram reduções de sais acima dos 60 cm superficiais do solo, exceto num outono-inverno muito seco. No vale do rio Ebro, em Gipsissolos, num estudo efetuado por Tedeschi *et al.* (2000) e outro por Herrero & Pérez-Coveta (2004), com valores de SAR na ordem dos 20 e com valores de CE muito elevados, registaram-se descidas acentuadas destes parâmetros, com a introdução de rega com água de boa qualidade. Neste caso, os problemas do halomorfismo deveram-se ao elevado teor em Na do material originário do solo, num zona extremamente árida, em que a precipitação de outono-inverno foi insuficiente para lixiviar os sais. Nos solos sódicos, não salinos, estudados por Monteiro (2004), o elevado teor de Na ou de Na + Mg também tem origem no material originário do solo.

Num estudo efetuado por Martins *et al.* (2001), em colunas de solo, retiradas de diversos horizontes, entre os quais o horizonte B de um Luvisso, foi simulado um ciclo completo de rega com uma dotação total de 500 mm, aplicada de forma

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

faseada, com água de diferentes qualidades, tendo a água de pior qualidade uma CE de $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ e um SAR de 6. Em todas as colunas o teor de sais e de SAR subiu, com exceção do horizonte B do Luvissole. Os autores explicaram a não subida do teor de sais no Luvissole, por este apresentar valores iniciais de sodicidade já de si elevados (2,6 para o SAR do extrato de saturação e 4,35 para a PST e ainda Na + Mg de troca de 53%) comparativamente aos outros solos.

Estes exemplos são ilustrativos da importância, para além da precipitação de outono-inverno, da qualidade da água da rega, na medida em que a utilização de água de boa qualidade em solos halomórficos, desde que tenham boa reserva de Ca ou que este seja adicionado, pode desagrar os problemas de halomorfismo dos solos.

No estudo integrado de impacte ambiental do empreendimento de Alqueva, Sequeira *et al.*, (1995) menciona que a utilização da maioria dos solos depende da qualidade da água de rega.

Assim, a viabilidade da utilização de muitos dos solos mais vulneráveis ao halomorfismo depende essencialmente da qualidade da água de rega. No entanto, no caso da água ter uma qualidade média, dependerá também, em muitos dos Luvissoles da melhoria da sua drenagem interna. Nos solos argiluvados, quando ocorre precipitação ou regas mais abundantes, tende a formar-se um nível freático suspenso sobre o horizonte B. No ensaio que serviu de base a este estudo foram detetados, por algumas vezes, níveis freáticos suspensos. Vários autores relatam a formação de níveis freáticos suspensos, em solos argiluvados no Alentejo (Alvim *et al.*, 1983; A.A. Silva, 1969; A.A. Silva *et al.*, 1965; Monteiro, 2004).

O nível freático elevado resulta do excesso de água presente no horizonte Ap, que impedida de se infiltrar na vertical pela baixa permeabilidade do horizonte B tende a drenar ao longo da encosta, sobre o horizonte B. Deste modo, tende a causar problemas mais graves de encharcamento nas zonas mais baixas, ao que poderá associar-se uma acumulação de sais. Na Figura 12 do capítulo 2 está apresentado um esquema ilustrativo do movimento da água no horizonte A e B em solos argiluvados, onde é realçada a importância de melhorar a permeabilidade do horizonte B. Martins *et al.* (2005) relatam um exemplo, de acumulação de sais num estudo realizado no perímetro de rega do Roxo (3 locais com Luvissoles Gleizados), devido a problemas de má drenagem interna. A água de rega apresentou valores de CE entre $1,1$ e $1,3 \text{ dSm}^{-1}$ e de SAR entre 2,2 e 3,1. Os autores observaram, no caso dos locais 1 e 3 (Luvissoles), que os valores de CE antes do início da rega, na primavera, se situaram na ordem dos 2 dSm^{-1} e, após a campanha de rega, em setembro, apresentaram valores mais elevados na ordem dos 3 dSm^{-1} . Nestes dois locais os valores de SAR mantiveram-se sempre na ordem de 4. Porém, num dos locais dos Luvissoles, o valor

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

de C_{Ee}, antes da rega e na camada mais superficial (0 a 20 cm), atingiu 10 dSm⁻¹ e, os valores de S_{ARe} ficaram na ordem de 8, nas diferentes profundidades do solo (0 a 60 cm). Após o período de rega, tanto os valores de C_{Ee} como os de S_{ARe} apresentaram alguma redução (C_E para a ordem de 6 dSm⁻¹ e S_{AR} de 7). Os autores explicam os elevados valores de halomorfismo neste local com o facto da chuva de inverno não ter sido suficiente para lixiviar os sais do solo, devido ao local apresentar um reduzido declive e má drenagem interna, o que proporcionou uma acumulação de sais, veiculados pela água de rega.

O efeito benéfico adicional das raízes da CC está relacionado quer com a prevenção da acumulação de Na em profundidade em solos argiluviosos normais quer com a recuperação de solo sódicos, proporcionado pela libertação de CO₂ pelas raízes no solo, que juntamente com a água forma ácido carbónico que, por sua vez, reage com o CaCO₃ existente no solo, libertando o Ca que tende a substituir o Na no complexo de troca (Abrol, 1988).

Apesar da CC ter mostrado uma tendência para aumentar o teor de sais no outono-inverno, são evidentes as suas vantagens na proteção da estrutura superficial do solo, na fase de maior fragilidade estrutural na época de sementeira da cultura do milho e o seu potencial para melhorar a estrutura do solo em profundidade, em particular pela sua capacidade de impor ciclos de secagem.

O sistema de SD com CC pareceu revelar sinais de poder constituir uma ferramenta auxiliar para o controlo da salinidade do solo. No entanto, o intervalo de tempo de três anos de aplicação dos tratamentos, e apenas de dois anos com CC, não foi suficiente para produzir efeitos significativos, no controlo da salinidade do solo, como inicialmente expectável. Além disso, não houve a separação dos eventuais aspetos benéficos da CC na estabilidade estrutural do solo dos seus efeitos negativos na fração de lixiviação durante o Outono/Inverno, que poderia ter sido acautelados com uma rega complementar da CC, no inverno.

Nesta fase não foi avaliada a salinidade e a sodicidade do solo a profundidades superiores a 50 cm, pelo que não é possível com os dados apresentados concluir se estaria a ocorrer acumulação de sais em profundidade. De qualquer modo a continuidade de práticas agronómicas que melhorem a estrutura do solo a prazo são fortemente recomendadas, sem dispensar a monitorização regular da salinidade e da sodicidade do solo, devendo-se estabelecer e seguir critérios como exemplo do proposto na Figura 13 do capítulo 2.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.2.6. Apresentação e discussão do efeito dos fatores em estudo e sua interação na condutividade elétrica, nos catiões e nos rúcios SAR e Ca/Mg, no extrato do solo (1:2), após o ensaio (2006 a 2008)

A aplicação dos tratamentos de mobilização do solo, de qualidade da água de rega e do regime hídrico, na cultura do milho, foram levados a cabo durante três campanhas de rega (de maio de 2004 a outubro de 2006) e os resultados relativos à salinidade e à sodicidade do solo, medidas no extrato do solo (1:2), já foram anteriormente apresentados e discutidos entre os pontos 4.2.1 e 4.2.5.

Após o final da aplicação dos referidos tratamentos foram efetuadas mais duas amostragens completas de solo, que permitiram acompanhar a redução da salinidade e da sodicidade do solo, durante os dois anos de pousio que se seguiram. Os quadros completos com a análise de variância e a separação de médias estão apresentados no Anexo I-B.

A análise do teor em catiões, e dos respetivos rúcios não pode ser diretamente comparada com os resultados obtidos durante o ensaio, na medida em que, o método de obtenção do extrato (1:2) após o ensaio foi distinto do anterior, como descrito no ponto 3.2.4.1.2 do capítulo 3. Após o ensaio as amostras foram previamente centrifugadas de modo a reduzir a quantidade de partículas em suspensão, antes de se proceder às leituras no espectrofotómetro. As primeiras determinações apresentadas foram efetuadas nas mesmas amostras de solo, em que tinham sido efetuadas as últimas determinações após a cultura do milho (6ª amostragem de solo), recolhidas em outubro de 2006. Na 6ª amostragem para além da diferença nas determinações já referidas, foi também efetuada a recolha de amostras a uma profundidade adicional (50 cm a 70 cm), assim como nas duas amostragens que se seguiram (7ª e 8ª amostragem). A inclusão desta nova profundidade, cujos teores de catiões foram determinados apenas recorrendo à centrifugação prévia das amostras, também dificulta a comparação direta das determinações efetuadas após o ensaio, com as efetuadas durante o ensaio. O método de determinação da condutividade elétrica (CE) do extrato (1:2), não foi alterado. No entanto a determinação destes parâmetros, até aos 50 cm, foi novamente efetuada na 6ª amostragem.

Para facilitar a exposição da evolução da salinidade e da sodicidade, optou-se por não apresentar parâmetros redundantes como a CE, o total de catiões (TC) e os rúcios SAR e CROSS, devido à similaridade dos resultados da separação de médias, como já se tinha evidenciado nos dados relativos ao período de ensaio. Os quadros completos com a análise de variância e a separação de médias estão apresentados no Anexo I-B e incluem os parâmetros TC e CROSS.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.2.6.1. Efeito do fator ano, profundidade e interação ano x profundidade

Os dados apresentados no Quadro 91 mostram que a condutividade elétrica do solo (CE), os principais catiões estudados, Ca, Mg e Na, e o rácio SAR reduziram os seus valores ao longo do tempo. Neste quadro é de salientar a redução acentuada e significativa da salinidade do solo, em que a CE reduziu-se para cerca de metade, depois de dois períodos de outono-inverno (de 160 para 81 $\mu\text{S cm}^{-1}$). Todos os catiões apresentados evidenciaram uma redução significativa dos seus teores, de 2006 para 2007, mas de 2007 para 2008 apenas o Na registou uma redução significativa, podendo ser indicativo de que os teores de Ca e de Mg tendem a estabilizar. O valor de SAR apresentou reduções significativas ao longo do tempo mas de menor magnitude do que o total da salinidade. Este facto mostra que a redução da salinidade do solo é mais rápida do que a da sodicidade, apresentada sob a forma de SAR. Keren (2005) refere que perante a diluição da água, ou da solução do solo, a SAR reduz-se na proporção da raiz quadrada do fator de diluição. Esta relação demonstra-se matematicamente e, neste caso sendo que a CE se reduziu para metade (Quadro 91) a estimativa para a redução da SAR será a raiz quadrada de 2, pelo que dividindo 1,569 pela raiz quadrada de 2 obtêm-se o valor de 1,11. Este resultado é um pouco superior ao verificado (1,00), sendo que este facto é explicado pelo Na ter apresentado uma redução mais acentuada do que o Ca e o Mg. O rácio Ca/Mg tende a manter-se estável, sem mostrar diferenças significativas, provavelmente pela variação de Ca e de Mg terem apresentado variações no mesmo sentido.

No Quadro 92 está apresentada a influência do fator profundidade na distribuição dos sais e dos seus rácios, no perfil do solo. Os valores significativamente mais elevados ocorrerem à maior profundidade estudada (50 a 70 cm), com a exceção do SAR, em que os valores mais elevados se encontram numa posição intermédia do perfil. Esta distribuição manteve-se ao longo do tempo, nos dois anos que se seguiram (Quadro 93), com os teores mais elevados sempre à maior profundidade (exceto o SAR), mas a reduzirem-se de modo significativo do ano 1 para o ano 2 e do ano 2 para o ano 3. Esta distribuição, com os valores mais elevados de sais em profundidade, é similar à verificada durante o período de ensaio, nas amostras colhidas após o período de inverno, antes da sementeira do milho.

Gonçalves *et al.* (2009), num ensaio realizado num Fluvissoilo de textura mediana no Alentejo, com a utilização de água de rega com teores moderados a elevados de sais, registou, durante quatros anos consecutivos, após as chuvas de inverno, um aumento do teor de sais em profundidade (até 1 m), com os valores mais elevados a registarem-se às maiores profundidades, com exceção de um outono-inverno mais seco, em que os valores mais elevados da CE se verificaram na camada

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

superficial. Gabriel *et al.* (2012b), num ensaio numa região de baixa precipitação e sob regadio há muitos anos, com água de rega com uma CE da ordem de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$, registaram valores de CE sempre mais elevados em profundidade, abaixo dos 60 cm, durante as quatro primaveras do período de ensaio. Os valores abaixo dessa profundidade mantiveram-se estáveis, com valores de CE do estrato de saturação na ordem dos 4 dS m^{-1} , tanto antes da sementeira do milho como após a sua colheita. Os resultados apresentados por Gabriel *et al.* (2012b) também apresentam os valores mais elevados em profundidade, acima dos 60 cm, após as chuvas de inverno, devido à lixiviação dos sais. No entanto, ao contrário do verificado no presente estudo e em Gonçalves *et al.* (2009), os valores de CE em profundidade não tenderam a oscilar por já terem atingido um certo equilíbrio com a qualidade da água de rega, mas com um valor de sais relativamente alto em que os teores de salinidade, mesmo acima dos 60 cm e após a precipitação de inverno, já interferem com a produtividade do milho.

Quadro 91 – Efeito do ano na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e nos rácios entre catiões, no extrato do solo, após o ensaio.

	CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
2006 (ano 1)	160,0 a	0,382 a	0,156 a	0,762 a	1,569 a	2,274
2007 (ano 2)	102,4 b	0,249 b	0,118 b	0,461 b	1,116 b	2,023
2008 (ano 3)	81,3 c	0,209 b	0,100 b	0,377 c	1,002 c	2,046

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 92 – Efeito da profundidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões ($\text{mmol}_C \text{L}^{-1}$) e nos rácios entre catiões, no extrato do solo, após o ensaio.

Profundidade (cm)	CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
0 - 10	104,1 c	0,212 c	0,151 b	0,465 c	1,116 b	1,456 d
10 - 20	83,7 d	0,161 d	0,104 cd	0,470 c	1,274 a	1,616 d
20 - 30	88,0 d	0,173 cd	0,095 d	0,487 c	1,298 a	1,818 c
30 - 50	116,8 b	0,269 b	0,110 c	0,564 b	1,302 a	2,340 b
50 - 70	180,5 a	0,585 a	0,165 a	0,681 a	1,156 b	3,341 a

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 93 – Efeito da interação ano x profundidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) e nos rácios entre catiões, após o ensaio

	Profundidade (cm)	CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
Ano 1 x	0 – 10	119,5 d	0,191 d-h	0,156 b	0,653 d	1,585 b	1,294 f
	10 – 20	122,0 d	0,204 d-g	0,131 cd	0,700 c	1,716 a	1,601 e
	20 – 30	143,8 c	0,263 d	0,128 d	0,781 b	1,775 a	2,047 d
	30 - 50	180,8 b	0,446 c	0,154 b	0,821 ab	1,527 b	2,837 c
	50 - 70	234,0 a	0,804 a	0,213 a	0,856 a	1,241 cd	3,592 a
Ano 2 x	0 - 10	99,5 e	0,215 d-f	0,152 b	0,390 f	0,926 i	1,488 ef
	10 - 20	68,3 fg	0,146 f-h	0,098 e	0,381 f	1,098 ef	1,552 ef
	20 - 30	64,0 fg	0,133 gh	0,085 ef	0,365 fg	1,106 ef	1,675 e
	30 - 50	98,0 e	0,195 d-h	0,097 e	0,495 e	1,292 c	2,057 d
	50 - 70	182,5 b	0,559 b	0,160 b	0,675 cd	1,161 de	3,346 ab
Ano 3 x	0 - 10	93,2 e	0,231 de	0,146 bc	0,351 f-h	0,837 j	1,585 e
	10 - 20	60,8 fg	0,135 gh	0,083 ef	0,330 gh	1,007 h	1,696 e
	20 - 30	56,2 g	0,122 h	0,072 f	0,316 h	1,014 gh	1,734 e
	30 - 50	71,5 f	0,166 e-h	0,080 f	0,376 fg	1,089 e-g	2,128 d
	50 - 70	124,9 d	0,391 c	0,121 d	0,513 e	1,065 f-h	3,085 bc

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4.2.6.2. Efeito do fator salinidade da água de rega, interação salinidade x profundidade e interação ano x salinidade x profundidade

O fator que teve maior impacto na salinidade e na sodicidade do solo, durante o ensaio, foi a qualidade da água de rega o que está claramente de acordo como a bibliografia da especialidade. A diferença nos parâmetros estudados manteve-se para além do período de aplicação dos tratamentos (Quadro 94). Assim, a diferenciação entre as duas qualidades da água de rega refletiram-se em todos os parâmetros, com o nível Sal. 2 a apresentar os valores significativamente mais elevados, com a exceção do rácio Ca/Mg que apresentou um valor significativamente inferior na Sal. 2, devido à elevada proporção de Mg nessa água. No entanto, a interação ano x salinidade da água (Quadro 95) mostrou que as diferenças entre as duas qualidades da água se atenuaram ao longo do tempo, tanto na CE como nos vários catiões, deixando de se verificar, com exceção do Mg, diferenças estatisticamente significativas ao fim de dois anos.

De modo a perceber as diferenças entre profundidades, pode-se observar no Quadro 96 a interação salinidade x profundidade. Neste quadro é notório o facto dos valores mais elevados ocorrerem à maior profundidade (50 a 70 cm) em ambas as qualidades da água de rega, com os teores mais elevados no nível de Sal. 2. A exceção a este caso é o SAR, em que os valores que tinham sido mais elevados à

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

superfície do solo durante o ensaio, encontram-se agora numa posição intermédia do perfil. No nível de Sal. 2, os valores dentro de cada profundidade, foram sempre mais elevados do que no nível Sal. 1, com a exceção do Na e do SAR, em que na camada superficial os seus valores não diferiram significativamente, devido à elevada lixiviação do Na da superfície do solo. O rácio Ca/Mg também é exceção, em que apenas são evidenciadas diferenças, com valores significativamente mais elevados à maior profundidade, devido ao elevado teor de Ca presente à maior profundidade.

O Quadro 97 permite observar a evolução no tempo, da distribuição dos sais em profundidade. No ano 1 e no ano 2 a distribuição dos parâmetros é similar à observada para a média dos 3 anos após o ensaio, no Quadro 96, pelo que vamos centrar a atenção no ano 3, em que se confirma a tendência para o efeito das duas qualidades da água se esbaterem no terceiro ano, com destaque para o Ca e para o Mg em que, dentro de cada profundidade, já não se encontram diferenças entre as duas qualidades da água de rega. No caso do Na ainda se encontram diferenças mas só a partir dos 30 cm de profundidade.

O maior destaque para o fator salinidade da água de rega, após o ensaio, é as diferenças terem-se praticamente anulado, em apenas duas épocas de pousio. Tendo a redução sido mais acentuada no tratamento Sal. 2. Gonçalves *et al.* (2009), num estudo já referido no subponto anterior, após os períodos de outono-inverno também obtiveram reduções mais acentuadas de salinidade no solo nos tratamentos em que utilizaram água de rega com teores salinos mais elevados. No entanto, esses autores não apresentaram resultados dos dois períodos de pousio sem rega.

Quadro 94 – Efeito da salinidade da água na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$), no extrato do solo e nos rácios entre catiões, após o ensaio.

	CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
Sal. 1	95,4 b	0,243 b	0,106 b	0,453 b	1,136 b	2,192 a
Sal. 2	138,8 a	0,317 a	0,144 a	0,614 a	1,322 a	2,036 b

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 95 – Efeito da interação ano x salinidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de cátions ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) e nos rcios entre cties, no extrato do solo, após o ensaio

		CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
Ano 1 x	Sal. 1	122,3 b	0,288 b	0,120 bc	0,610 b	1,448	2,277
	Sal. 2	197,7 a	0,476 a	0,193 a	0,914 a	1,689	2,272
Ano 2 x	Sal. 1	88,1 c	0,230 b-d	0,105 cd	0,398 d	1,018	2,094
	Sal. 2	116,8 b	0,269 bc	0,131 b	0,524 c	1,215	1,953
Ano 3 x	Sal. 1	75,7 c	0,213 cd	0,092 d	0,350 d	0,941	2,207
	Sal. 2	87,0 c	0,205 d	0,108 c	0,405 d	1,064	1,884

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 96 – Efeito da interação salinidade x profundidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de cties ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) e nos rcios entre cties, após o ensaio

		Prof. (cm)	CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
Sal. 1 x		0 - 10	98,5 cd	0,218 d	0,122 c	0,458 ef	1,141 de	1,767 d
		10 - 20	73,4 e	0,155 e	0,088 e	0,426 fg	1,223 c	1,821 d
		20 - 30	69,9 e	0,146 e	0,083 e	0,407 g	1,192 cd	1,805 d
		30 - 50	93,7 d	0,229 d	0,094 e	0,451 ef	1,137 de	2,382 c
		50 - 70	141,5 b	0,469 b	0,141 b	0,521 d	0,986 f	3,186 b
Sal. 2 x		0 - 10	109,6 c	0,206 de	0,180 a	0,471 e	1,091 e	1,144 f
		10 - 20	93,9 d	0,168 de	0,119 c	0,515 d	1,325 b	1,411 e
		20 - 30	106,4 c	0,199 de	0,107 d	0,568 c	1,404 a	1,832 d
		30 - 50	139,8 b	0,309 c	0,126 c	0,676 b	1,468 a	2,299 c
		50 - 70	219,4 a	0,700 a	0,188 a	0,841 a	1,325 b	3,496 a

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 97 – Efeito da interação ano x salinidade x profundidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de cátions ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) e nos rúcios entre cátions, após o ensaio

	Prof. (cm)	CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg	
Ano 1 x	0 - 10	107,1 g-i	0,185 g-i	0,120 hi	0,631 de	1,635 bc	1,544	
	10 - 20	97,2 g-j	0,174 g-i	0,105 h-j	0,587 e	1,587 cd	1,725	
	Sal. 1 x	20 - 30	102,4 g-i	0,189 g-i	0,100 i-k	0,599 e	1,597 b-d	1,913
	30 - 50	135,6 de	0,337 ef	0,118 hi	0,621 de	1,350 f	2,810	
	50 - 70	169,3 c	0,552 bc	0,156 d-f	0,614 de	1,072 i-k	3,392	
	Sal. 2 x	0 - 10	131,9 d-f	0,197 g-i	0,191 b	0,675 d	1,536 cd	1,045
		10 - 20	146,7 d	0,233 f-h	0,157 d-f	0,814 c	1,845 a	1,477
		20 - 30	185,1 c	0,337 ef	0,155 ef	0,963 b	1,952 a	2,181
		30 - 50	226,0 b	0,556 bc	0,190 b	1,021 b	1,703 b	2,863
		50 - 70	298,7 a	1,055 a	0,270 a	1,097 a	1,410 ef	3,792
Ano 2 x	0 - 10	96,3 g-j	0,231 f-h	0,124 gh	0,392 g-i	0,945 l-n	1,873	
	10 - 20	65,1 k-n	0,150 g-i	0,089 j-m	0,370 h-j	1,079 h-k	1,748	
	Sal. 1 x	20 - 30	56,9 mn	0,129 hi	0,082 k-m	0,332 i-k	1,026 j-l	1,713
	30 - 50	80,0 jk	0,180 g-i	0,090 j-m	0,391 g-i	1,068 jk	2,058	
	50 - 70	142,2 d	0,459 cd	0,142 fg	0,507 f	0,973 k-m	3,077	
	Sal. 2 x	0 - 10	102,7 g-i	0,199 g-i	0,180 bc	0,388 g-i	0,906 m-o	1,103
		10 - 20	71,5 k-m	0,142 g-i	0,106 h-j	0,392 g-i	1,118 g-j	1,355
		20 - 30	71,1 k-m	0,136 g-i	0,089 j-m	0,397 g-i	1,185 g-i	1,636
		30 - 50	115,9 e-g	0,209 g-i	0,104 h-j	0,599 e	1,515 de	2,056
		50 - 70	222,7 b	0,658 b	0,177 b-d	0,844 c	1,348 f	3,616
Ano 3 x	0 - 10	92,2 ij	0,238 fg	0,123 gh	0,351 h-k	0,844 no	1,886	
	10 - 20	58,1 l-n	0,140 g-i	0,071 m	0,321 jk	1,003 k-m	1,991	
	Sal. 1 x	20 - 30	49,4 n	0,118 i	0,068 m	0,290 k	0,954 l-n	1,790
	30 - 50	65,6 k-n	0,170 g-i	0,074 lm	0,342 i-k	0,992 k-m	2,278	
	50 - 70	113,0 f-h	0,397 de	0,124 gh	0,443 fg	0,913 m-o	3,091	
	Sal. 2 x	0 - 10	94,1 h-j	0,223 g-i	0,168 c-e	0,351 h-k	0,830 o	1,284
		10 - 20	63,6 k-n	0,130 g-i	0,094 j-l	0,338 i-k	1,011 j-m	1,401
		20 - 30	63,1 k-n	0,126 hi	0,076 lm	0,343 i-k	1,074 h-k	1,677
		30 - 50	77,4 j-l	0,162 g-i	0,085 j-m	0,409 gh	1,186 gh	1,977
		50 - 70	136,8 d	0,386 de	0,119 hi	0,582 e	1,218 g	3,080

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$ para letras maiúsculas e $\leq 5\%$ para as letras minúsculas.

4.2.6.3. Efeito do fator regime hídrico e a interação regime hídrico x profundidade

No decorrer do ensaio, após a precipitação de outono-inverno (antes da sementeira do milho), o fator regime hídrico (RH) e as interações RH x profundidade e Ano x RH x profundidade não apresentaram qualquer efeito significativo ao nível de 5%, no teor de cátions nem nos seus rúcios, como se pode constatar no Anexo I-A1.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Deste modo, também não seriam de esperar efeitos significativos do fator RH e da interação RH x profundidade, após o final do ensaio. Porém, tal como apresentado no Quadro 98 e no Quadro 99 evidenciaram-se diferenças significativas em todos os parâmetros. A explicação para esta alteração reside essencialmente na inclusão da profundidade adicional (50 a 70 cm). Esta profundidade influenciou significativamente, e de modo particular o teor de Ca que aparece com o valor mais elevado no RH 1 (Quadro 98), sendo que essa diferença, pelo menos no teor deste catião, não deverá ter resultado da aplicação diferenciada da dotação de rega. A explicação mais plausível deverá estar relacionada com a influência do horizonte BCk, no valor do Ca em solução, por conter elevados teores de carbonatos. Apesar do horizonte BCk estar à profundidade dos 75 aos 90 cm no perfil aberto no centro do ensaio (Quadro 18 do capítulo 3), a sua profundidade poderá apresentar oscilações na área de ensaio e essa oscilação poderá ter maior influência no RH 1 na medida em que este tratamento está afastado vários metros do RH 2 e está todo situado na parte mais elevada do ensaio (cf. Figura 16 e Figura 17 do capítulo 3).

Os valores significativamente mais elevados dos rácios SAR, no RH 2, e de Ca/Mg, no RH 1 (Quadro 98), são claramente influenciados pelo elevado teor de Ca à maior profundidade estudada (Quadro 99). O Na, ao contrário dos outros catiões, apresenta sempre um teor significativamente mais elevado no RH 2, dentro de cada profundidade, exceto à maior profundidade. Este facto, pode efetivamente indicar que o teor mais elevado de Na resultou da maior proporção de Na, comparativamente ao Ca, nas duas qualidades da água de rega. Este facto indicia, mais uma vez, a ineficácia da lixiviação de sais na época de maior evapotranspiração, em particular do ião Na com o recurso a dotações excedentárias, em solos com má drenagem interna. Sendo deste modo mais relevante melhorar a má drenagem interna do solo, pois constitui o fator mais restritivo à utilização destes solos em regadio, mesmo utilizando águas de rega com teores moderados de sais.

Quadro 98 – Efeito do regime hídrico na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de catiões ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$), no extrato do solo e nos rácios entre catiões, após o ensaio.

	CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
RH 1	117.4	0,317 a	0,126	0,515 B	1,154 b	2,271 a
RH 2	111.8	0,243 b	0,123	0,552 A	1,304 a	1,957 b

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$ para letras maiúsculas e $\leq 5\%$ para as letras minúsculas.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 99 –Efeito da interação regime hídrico x profundidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de cátions ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) e nos rcios entre cties, após o ensaio

	Prof. (cm)	CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
RH 1 x	0 - 10	100,8 de	0,218 c-e	0,148 b	0,424 h	1,024	1,486 f
	10 - 20	79,2 f	0,159 e	0,102 cd	0,443 gh	1,216	1,586 ef
	20 - 30	85,1 f	0,174 e	0,092 d	0,462 fg	1,234	1,870 d
	30 - 50	115,4 c	0,278 c	0,110 c	0,540 d	1,235	2,394 c
	50 - 70	206,6 a	0,757 a	0,178 a	0,706 a	1,063	4,021 a
RH 2 x	0 - 10	107,4 cd	0,206 de	0,154 b	0,505 de	1,208	1,425 f
	10 - 20	88,2 f	0,164 e	0,105 c	0,498 ef	1,332	1,646 d-f
	20 - 30	90,9 ef	0,171 e	0,098 cd	0,512 de	1,362	1,767 de
	30 - 50	118,1 c	0,259 cd	0,110 c	0,588 c	1,370	2,287 c
	50 - 70	154,3 b	0,413 b	0,151 b	0,656 b	1,248	2,661 b

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4.2.6.4. Efeito do fator mobilização do solo, a interação mobilização x salinidade e a interação mobilização x ano x profundidade

O principal objetivo do presente estudo consiste em esclarecer se o sistema de culturas sementeira direta (SD) com cultura de cobertura (CC) permite evitar a halomorfização de solos argiluvitados regados com água de rega com teores moderados de sais, sem que a salinidade venha a comprometer a produtividade das culturas semitolerantes como o milho, ou pelo menos, reduzir a tendência de halomorfização do solo comparativamente ao sistema convencional (SC). Pelos resultados obtidos durante os três anos de ensaio, como já discutido, estes não foram suficientes para produzir efeitos significativos, no controlo da salinidade do solo. No entanto o sistema de SD com CC pareceu revelar sinais de poder constituir uma ferramenta auxiliar, para o controlo da salinidade do solo, apesar da CC ter dado sinais contraditórios durante o outono-inverno.

Uma primeira hipótese a colocar, quanto à celeridade da redução do teor de sais entre os dois sistemas de mobilização do solo, SD e SC, seria de que a esperada melhoria ao nível da estrutura do solo em SD, cessasse após o ensaio e não se verificasse uma evolução diferenciada da salinidade do solo, entre os distintos sistemas de mobilização.

No entanto, verificou-se um efeito do fator mobilização do solo (Quadro 100) nos parâmetros Na e SAR, com o sistema de SD com CC a apresentar um teor significativamente inferior ao SC, no que respeita ao valor de Na e de SAR, pese embora, em relação ao teor de Na, a diferença seja apenas significativa ao nível de uma probabilidade de erro de 10%.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A CE do solo mostra também uma redução do seu valor na SD com CC, embora essa redução só seja estatisticamente significativa ao nível de 13%, como se pode confirmar no Anexo I-B. Esta diferença, juntamente com os valores significativamente inferiores de Na e de SAR, permitem efetivamente sustentar a hipótese da existência de um potencial efeito do sistema de SD com CC na redução de sais, durante o pousio de outono-inverno que, durante os anos de ensaio, a CC ocultou, devido à maior extração de água, comparativamente ao pousio do SC.

Quadro 100 – Efeito da mobilização na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de cationes ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$), no extrato do solo e nos rácios entre cationes, após o ensaio.

	CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
Mob. 1 (SD)	109,9	0,283	0,123	0,512 B	1,174 b	2,163
Mob. 2 (SC)	119,3	0,276	0,127	0,555 A	1,284 a	2,065

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$ para letras maiúsculas e $\leq 5\%$ para as letras minúsculas.

Quanto à interação mobilização x salinidade (Quadro 101), não se verificou efeito significativo no teor de sais do solo nem nos rácios SAR e Ca/Mg durante a fase de redução de sais, após o ensaio. Durante a execução do ensaio, ocorreu exatamente o oposto, com uma interação significativa mobilização x salinidade, em que a CC durante o outono-inverno acentuou a diferença entre os dois níveis de salinidade da água de rega (Quadro 75 e Quadro 77).

Este caso ajuda a atestar que a qualidade da água de rega é o fator mais determinante nos riscos de halomorfização do solo, na área de influência de Alqueva, em solos com má drenagem interna, como sugerido por Sequeira (1995) no estudo integrado de impacto ambiental do empreendimento. Este facto faz levantar a hipótese de que, mesmo com uma gestão agronómica que melhore efetivamente a drenagem interna do solo, não deverá evidenciar-se, uma interação significativa mobilização x salinidade da água de rega, por essa maior permeabilidade possibilitar uma maior lixiviação de sais, nos diferentes níveis de salinidade da água de rega. Deste modo uma pior qualidade de água de rega causará sempre um elevado teor de sais no solo.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 101 – Efeito da interação mobilização x salinidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de cátions ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) e nos rúcios entre cátions, após o ensaio.

		CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
Mob. 1 (SD) x	Sal. 1	89,9	0,242	0,104	0,429	1,073	2,245
	Sal. 2	129,9	0,325	0,141	0,596	1,275	2,082
Mob. 2 (SC) x	Sal. 1	100,8	0,245	0,107	0,476	1,199	2,140
	Sal. 2	137,8	0,308	0,147	0,633	1,367	1,991

Diferenças não significativas

Voltando ao efeito do sistema de culturas sobre a estrutura do solo, partindo do pressuposto de que o sistema de culturas SD com CC, utilizado durante os três anos de ensaio, permitiu efetivamente melhorar a estrutura do solo e por inerência a lixiviação de sais no mesmo, foi estudado o efeito do sistema de culturas, após o ensaio. Partiu-se do pressuposto de que os talhões que tiveram como tratamento de mobilização do solo a SD com CC, apresentavam uma melhor estrutura relativamente ao sistema convencional e que essa diferença se tendia a manter durante a fase de redução de sais, possibilitando uma melhor drenagem interna.

Deste modo, será de esperar que cumulativamente, chuvada após chuvada, as diferenças no teor de sais se tenderão a acentuar, assim, ao fim de dois anos de pousio de outono-inverno será de esperar que o solo com melhor estrutura tenderá a apresentar um teor de sais inferior, mesmo tendo partido, no ano 1 (início do pousio de dois anos em 2006), com teores idênticos de sais.

No entanto, a interação ano x mobilização não apresentou efeitos estatisticamente significativos em nenhum dos parâmetros estudados (Quadro 102). Porém, uma observação mais atenta, do quadro abaixo, revela que relativamente à CE, os valores são similares no primeiro ano, com a SD a apresentar valores de CE ligeiramente inferiores ao SC, sendo que essas diferenças tendem a acentuar-se com o tempo.

Quadro 102 – Efeito da interação ano x mobilização na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de cátions ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) e nos rúcios entre cátions, no extrato do solo, após o ensaio

		CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
Ano 1 x	Mob. 1 (SD)	158,7	0,408	0,153	0,754	1,531	2,394
	Mob. 2 (SC)	161,3	0,355	0,159	0,770	1,606	2,154
Ano 2 x	Mob. 1 (SD)	95,7	0,236	0,117	0,431	1,055	2,004
	Mob. 2 (SC)	109,2	0,262	0,119	0,491	1,178	2,043
Ano 3 x	Mob. 1 (SD)	75,3	0,206	0,097	0,352	0,936	2,092
	Mob. 2 (SC)	87,4	0,212	0,103	0,402	1,069	1,999

Diferenças não significativas

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De modo a evidenciar a evolução da redução da CE do solo ao longo do tempo, apresentam-se dois gráficos (Figura 31) com valores médios da interação ano x mobilização x condutividade da água de rega. No nível de salinidade 1, a redução da salinidade foi menos acentuada que no nível de salinidade 2, como revelado pela reduzida diferença no coeficiente de regressão, dos dois sistemas de mobilização do solo. Dentro do nível de salinidade 2 verifica-se uma tendência de redução da CE mais acentuada na SD, pese embora a diferença entre os coeficientes de regressão não ter sido estatisticamente significativa, provavelmente devido ao reduzido número de observações.

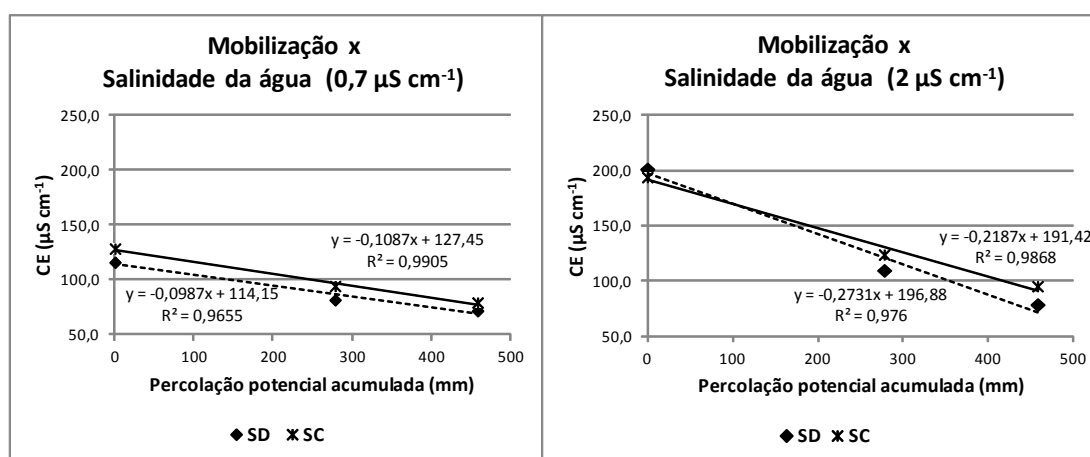


Figura 31 – Equações de regressão entre a CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$) do solo e a respetiva percolação potencial acumulada (mm) verificada entre as três amostragens de solo que foram recolhidas após o ensaio. Os valores médios de CE referem-se à interação ano x mobilização x condutividade, estão apresentados no Anexo I-B, e os valores de percolação, no Quadro 30. (Os coeficientes de regressão não apresentam diferenças significativas entre sistemas de mobilização).

Esta tendência para uma redução mais acentuada da CE, no nível de Sal. 2, no sistema de SD com CC, comparativamente ao sistema convencional será mais um indicador de que este sistema de culturas produziu alguma melhoria na estrutura do solo, que possibilita uma redução mais célere da salinidade do solo. Porém será necessário mais tempo de aplicação dos tratamentos para que as diferenças se acentuem e se assumam estatisticamente significativas. Estes resultados também mostram evidências de que, mesmo perante um inverno com elevada precipitação (2005/2006), as prováveis melhorias conseguidas com a SD com CC apresentem maior capacidade de resistir ao efeito do excesso de água no inverno, contrariando a tendência destes invernos para o abatimento da estrutura do solo, como referido por Teixeira (1969) em que o excesso de água no solo durante o outono-inverno afeta a sua estrutura no próprio ano e no ano seguinte, com reflexos na produção do trigo.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A interação do ano x sistema de mobilização x profundidade (Quadro 103) revelou efeitos significativos no teor dos três cátions Ca, Mg e Na, ainda que no caso do Na as diferenças se revelem significativas apenas ao nível dos 10%. A CE não mostrou uma tendência clara na distribuição dos sais no perfil do solo. Os valores significativamente mais elevados dos três cátions ocorreram sempre à maior profundidade (50 a 70 cm), em todos os anos e em ambas as modalidades de mobilização do solo. No primeiro ano e à maior profundidade, os valores significativamente mais elevados dos cátions Ca e Na ocorreram na SD. No segundo ano verificou-se uma inversão, com o SC a apresentar os valores significativamente mais elevados, dos três cátions, à maior profundidade estudada. Esta inversão na tendência de concentração dos sais à maior profundidade, entre sistemas de mobilização, é reveladora da maior celeridade da SD em lixiviar os sais, em particular o Na, para fora do perfil do solo. No terceiro ano, já com valores baixos de sais no solo, as diferenças esbateram-se e já não foram significativas entre os sistemas de mobilização.

Ainda em relação ao primeiro ano, também é de destacar o valor inferior de Na à superfície do solo na SD, comparativamente ao SC. O Na é um cátion com uma importância particular, na medida em que, para além da sua relevância ao nível da sodicidade do solo, neste caso, perante valores relativamente baixos no perfil do solo, o Na comparativamente ao Ca e ao Mg é também mais móvel no solo, funcionando deste modo como indicador do movimento da água no interior do perfil do solo. Também foi o único cátion a evidenciar diferenças significativas em relação à influência do fator primário mobilização do solo (Quadro 100). No primeiro ano, ou seja no final da aplicação dos tratamentos, a maior acumulação de Na na SD comparativamente ao SC deve ter resultado de uma maior lixiviação das camadas superiores de 0 a 10 cm e de 20 a 30 cm, que revelaram valores significativamente inferiores. Isto parece indicar, que também durante os três anos de ensaio, a permeabilidade do solo e a consequente lixiviação do Na para camadas profundas do solo foram superiores na SD com CC. Nos anos seguintes esta tendência manteve-se, o que parece indicar que os efeitos benéficos na permeabilidade do solo persistiram no tempo.

Deste modo, ao contrário do verificado com o fator salinidade, que mostrou sempre diferenças significativas desde a aplicação dos tratamentos durante o ensaio, com a cessação dos tratamentos essas diferenças do fator salinidade esbateram-se enquanto as prováveis diferenças induzidas pelo fator mobilização, ao nível da permeabilidade do solo permitiram evidenciar os efeitos da SD com CC e a mostrar uma tendência para a permanência desse efeito, pelo menos durante os dois anos de pousio que se seguiram.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 103 – Efeito da interação ano x sistema de mobilização x profundidade na condutividade elétrica do solo (CE) ($\mu\text{S cm}^{-1}$), no teor de cátions ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$) e nos rcios entre cties, após o ensaio.

	Prof. (cm)	CE	Ca	Mg	Na	SAR	Ca/Mg
Ano 1 x	0 - 10	110,9 g-i	0,185 d-g	0,150 c-e	0,609 G	1,486	1,295
	10 - 20	123,9 fg	0,221 d-g	0,139 d-g	0,720 DE	1,682	1,600
	Mob. 1 (SD) x 20 - 30	136,3 ef	0,260 de	0,120 f-h	0,751 CD	1,734	2,112
	30 - 50	180,1 c	0,476 c	0,148 c-e	0,806 BC	1,486	3,058
	50 - 70	242,3 a	0,898 a	0,210 a	0,884 A	1,263	3,906
	0 - 10	128,1 fg	0,197 d-g	0,161 bc	0,696 DE	1,685	1,293
	10 - 20	120,0 f-h	0,186 d-g	0,123 f-h	0,681 EF	1,750	1,602
	Mob. 2 (SC) x 20 - 30	151,2 de	0,266 d	0,135 e-g	0,811 B	1,809	1,982
	30 - 50	181,5 c	0,416 c	0,160 cd	0,836 AB	1,567	2,616
	50 - 70	225,7 ab	0,710 b	0,216 a	0,827 B	1,218	3,277
Ano 2 x	0 - 10	99,1 ij	0,235 d-f	0,162 bc	0,345 MN	1,034	1,515
	10 - 20	64,6 l-o	0,148 fg	0,102 h-j	0,358 L-N	1,193	1,519
	Mob. 1 (SD) x 20 - 30	62,8 l-o	0,137 fg	0,089 j-m	0,353 L-N	1,218	1,644
	30 - 50	92,9 i-k	0,189 d-g	0,095 j-l	0,471 IJ	1,395	2,009
	50 - 70	159,2 d	0,472 c	0,136 e-g	0,629 FG	1,262	3,338
	0 - 10	99,9 h-j	0,195 d-g	0,142 c-f	0,436 JK	1,326	1,460
	10 - 20	72,0 l-n	0,143 fg	0,094 j-l	0,404 KL	1,363	1,585
	Mob. 2 (SC) x 20 - 30	65,2 l-o	0,128 fg	0,081 j-m	0,376 LM	1,329	1,705
	30 - 50	103,0 h-j	0,200 d-g	0,098 i-k	0,519 HI	1,487	2,112
	50 - 70	205,8 b	0,645 b	0,183 b	0,722 DE	1,244	3,355
Ano 3 x	0 - 10	83,1 j-l	0,200 d-g	0,137 e-g	0,317 N-P	1,011	1,530
	10 - 20	52,3 no	0,134 fg	0,080 k-m	0,288 P	1,045	1,781
	Mob. 1 (SD) x 20 - 30	51,3 o	0,121 g	0,069 m	0,289 OP	1,075	1,771
	30 - 50	70,1 l-o	0,174 d-g	0,081 j-m	0,368 L-N	1,170	2,198
	50 - 70	119,9 f-h	0,401 c	0,119 g-i	0,498 HI	1,126	3,183
	0 - 10	103,3 h-j	0,261 de	0,154 c-e	0,385 K-M	0,897	1,640
	10 - 20	69,4 l-o	0,136 fg	0,086 j-m	0,372 L-N	1,126	1,611
	Mob. 2 (SC) x 20 - 30	61,2 m-o	0,124 g	0,075 lm	0,344 M-O	1,091	1,697
	30 - 50	73,0 k-m	0,157 e-g	0,078 k-m	0,383 K-M	1,135	2,057
	50 - 70	129,9 fg	0,381 c	0,123 f-h	0,528 H	1,097	2,988

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$ para letras maiúsculas e $\leq 5\%$ para as letras minúsculas.

4.3. Outros parâmetros determinados no solo

4.3.1. Apresentação e discussão do efeito dos fatores em estudo nas bases de troca e na capacidade de troca catiônica

No Quadro 104 estão apresentados os valores de referência relativos às determinações do complexo de troca, obtidos antes da introdução dos tratamentos no ensaio em 2004, medidos em algumas das amostras da 1ª amostragem de solo. As amostras utilizadas nesta determinação correspondem à profundidade dos 0 aos 10 cm, dos 20 aos 30 cm e dos 30 aos 50 cm. Após a colheita do milho, no último ano do ensaio (6ª amostragem em 2006), foram efetuadas determinações do complexo de troca às mesmas profundidades (0 aos 10 cm, dos 20 aos 30 cm e dos 30 aos 50 cm), tendo-se neste caso efetuado a análise de variância para os quatro fatores estudados: ano, regime hídrico (RH), mobilização, salinidade da água de rega (Sal.) e profundidade (Prof.) (Quadro 105). No Quadro 106 está apresentada a interação salinidade x profundidade. Os resultados completos da análise de variância e da separação de médias estão apresentados no Anexo I-C.

Para auxiliar a análise das variações induzidas pelos tratamentos no complexo de troca entre as amostras recolhidas antes do ensaio (2004) e as recolhidas após o ensaio (2006) são apresentadas, por cada parâmetro, a média das três profundidades estudadas em 2004 (Quadro 104) e também em 2006 no Quadro 105 e no Quadro 106, sendo que neste último caso é apresentada a média por cada nível de salinidade da água de rega.

Pela observação dos valores médios apresentados no Quadro 105, comparativamente a 2004 (Quadro 104), verifica-se uma redução do teor de Ca e de K e uma ligeira redução na soma de bases de troca (S. Bases) e no grau de saturação em bases (GSB). Em oposição, os valores de Na e de PST duplicaram o seu valor. Nunes (2003), também em Luvisolos no perímetro de rega do Caia, encontrou uma clara tendência de redução do teor de Ca e de Mg e um aumento do Na, nos solos em que foi introduzido o regadio. Apesar de no presente estudo o solo (Luvisolo cálcico) já estar em regadio, quando foi introduzida a água de rega com teores moderados e altos de sais (respetivamente Sal. 1 e Sal. 2), a rega com estes dois tipos de água induziu uma alteração na composição das bases de troca do solo, no mesmo sentido da verificada com a passagem da agricultura de sequeiro para a de regadio, devido à água de rega apresentar valores mais elevados do que a anteriormente utilizada no solo em questão. No nível Sal. 1 (Quadro 106) verificou-se uma redução ligeira no teor de Mg, tendo-se no entanto verificado um acentuado incremento deste catião

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

no tratamento Sal. 2, em particular nos primeiros 10 cm de solo. O incremento acentuado deste catião resultou claramente do elevado teor de Mg na qualidade da água de rega Sal. 2.

De acordo com os dados apresentados no Quadro 105 constata-se que, ao fim de três anos de aplicação dos tratamentos (outubro de 2006), os fatores mobilização do solo (Mob.) e regime hídrico (RH) não tiveram efeito ao nível do complexo de troca. O fator salinidade (Sal.) teve efeito significativo no teor dos catiões de troca, com exceção do K. O tratamento com água de rega com o teor mais elevado de sais induziu um aumento significativo no teor de Na e de Mg de troca e uma redução significativa no teor de Ca. A variação no teor destes catiões de troca explica o valor significativamente mais elevado da PST e inferior do rácio Ca/Mg de troca, no nível de Sal. 2. O fator profundidade influenciou significativamente todos os parâmetros relativos ao complexo de troca, com estes a evidenciarem valores crescentes com o aumento da profundidade do solo, encontrando-se os valores significativamente mais elevados à maior profundidade estudada (30 a 50 cm), com a exceção do K e da PST. Os valores mais elevados de CTC, à profundidade dos 30 aos 50 cm, foram claramente influenciados pelo teor de argila do horizonte B do Luvissole, na medida em que a CTC está essencialmente relacionada com o teor de argila (de Varennes, 2003). Cardoso (1965), Nunes (2003) e Monteiro (2004) também encontraram na quase totalidade dos pédones de solos argiluviosos que estudaram no Alentejo, valores mais elevados de CTC, de S. Bases e de GSB no horizonte B comparativamente ao horizonte A. Martins *et al.* (2001), para um Luvissole Vértico, também encontraram o mesmo padrão de distribuição destes parâmetros.

A utilização da água de rega Sal. 2, em relação à Sal. 1 durante os três anos de ensaio, induziu sempre um aumento significativo no teor dos catiões Ca, Mg e Na na solução do solo, tanto antes da sementeira do milho como após a sua colheita (Quadro 56 e Quadro 57). Ao nível do complexo de troca a água de rega Sal. 2 também incrementou os teores de Mg e de Na mas o Ca, pelo contrário, reduziu o seu valor (Quadro 105). Este facto mostra claramente que a maior concentração de Mg e de Na afastaram o Ca do complexo de troca que acabou por se perder, pelo menos das camadas superiores do solo. Caso a relação Ca/Mg da água de rega tivesse sido mais equilibrada provavelmente ter-se-ia também perdido Mg de troca e, nesse caso, as perdas de Ca de troca teriam sido inferiores.

O efeito da interação salinidade x profundidade no complexo de troca (Quadro 106) fez-se sentir nos catiões Mg e Na e na S. Bases, no GSB e na PST. O teor de Ca não foi influenciado por esta interação, apesar da salinidade da água ter causado uma redução significativa deste catião, tanto mais acentuada quanto o aumento da salinidade da água de rega (Quadro 105), devido à sua distribuição em profundidade ter sido proporcional nas duas qualidades da água de rega. O efeito da interação

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

salinidade x profundidade no Mg de troca fez-se sentir por um acentuado aumento do seu teor na camada superficial no tratamento com Sal. 2, devido à elevada proporção de Mg nesta água de rega.

O elevado valor de Mg na água de rega Sal. 2 induziu claramente a redução do teor de Ca, tornando-se deste modo o catião dominante na superfície do solo, causando uma redução acentuada do rácio Ca/Mg. O elevado teor de Mg também deve ser o responsável pelo Na, apresentar valores significativamente mais baixos na camada superficial do que nas camadas inferiores no tratamento com Sal. 2, pelo que, deste modo o elevado teor de Mg da água de rega contribuiu para reduzir a PST. No presente estudo, o Mg foi adicionado para possibilitar a obtenção de uma água de rega com um SAR de 3, assumindo assim que o Mg apresenta um efeito similar ao do Ca. No entanto, a redução do teor de Na de troca no solo em resultado do baixo rácio Ca/Mg está aparentemente em desacordo com alguns autores, como Ayers & Westcot (1985) e Curtin *et al.* (1994b) que mencionam que proporções de Mg superiores às do Ca na água de rega tendem a aumentar o teor do Na no complexo de troca, embora esse aumento seja inferior a 10%. Todavia, os dados não permitem mostrar se o Mg e o Ca apresentam o mesmo efeito floculante ou se o baixo rácio Ca/Mg da água de rega tende a incrementar até 5 ou 10% a PST, comparativamente a um rácio mais alto. O valor de PST é igual a 3,0% nos 10 cm superficiais de ambos os regimes hídricos, sendo que para corroborar essa tendência teria de ter sido utilizada água de rega com valores idênticos de SAR e de condutividade elétrica e com diferentes rácios Ca/Mg, como no estudo apresentado por Curtin *et al.* (1994b).

No entanto, vários estudos mostram que o poder floculante do Mg tende a ser inferior ao do Ca, tendo Marchuk & Rengasamy (2010) e Rengasamy & Marchuk (2011) apresentado um novo rácio, CROSS, apresentado na Equação 8 do capítulo 2, onde está patente o menor poder floculante do Mg, tendo posteriormente sido validado em diferentes solos (Marchuk & Rengasamy, 2012; Marchuk *et al.*, 2013).

Porém, quando o teor de Mg assume elevadas proporções no complexo de troca o solo é classificado como sódico, de acordo com a classificação de solos da *Soil Taxonomy* e pela WRB-FAO-ISRIC-ISSS (1998) quando os valores de Na + Mg são superiores a 50% no complexo de troca. O valor de Na + Mg atinge o valor de 34%, nos 10 cm superficiais do Sal. 2 (Quadro 106), sendo que no nível de Sal. 1 esse valor é de 19% e é igual ao verificado em 2004 na mesma profundidade (Quadro 104). O elevado incremento deste rácio é indicativo de que elevadas proporções de Mg podem efetivamente sodizar o solo. No entanto, não é plausível que a água de Alqueva venha a apresentar um rácio inferior a 1, pelo que os problemas de sodicidade por magnésio, a existirem, estarão claramente relacionados com o Mg presente no material originário do solo, com maior incidência no horizonte B dos solos argiluvitados, como demonstrado por Monteiro (2004). Martins *et al.* (2001)

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

mostraram que a aplicação de água de rega com um SAR de 6 e uma proporção Ca/Mg de 1/2 não agravou a sodicidade de um solo que apresentava originalmente uma relação de Na + Mg de 53%.

Ambas as qualidades da água de rega utilizadas no presente estudo tinham um SAR de 3. Ao fim das três épocas de rega a PST passou de 1,5% (Quadro 104) para os 3% (Quadro 105), tendo no entanto o valor de Sal. 1 ficado pelos 2,8% e o de Sal. 2 pelos 3,2. À superfície, ambas as qualidades da água de rega induziram um valor de PST de 3,0% (Quadro 106), tendo o valor mais elevado de PST ocorrido à profundidade dos 20 a 30 cm, com um valor significativamente mais elevado (3,7%). Este último valor poderá estar relacionado com a tendência para a formação de níveis freáticos elevados nesta camada, situada imediatamente acima do horizonte B do solo. Estes valores de PST da ordem dos 3%, induzidos pela água com um SAR de 3, estão claramente de acordo com os valores de Richards *et al.* (1954), que constituem uma referência e estão apresentados na Figura 2 do capítulo 2 deste trabalho.

Quadro 104 – Valores médios por profundidade de bases de troca (Ca, Mg, Na, e K $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$), capacidade de troca catiónica (CTC $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$), soma de bases de troca (S. Bases $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$), grau de saturação em bases (GSB), percentagem de sódio de troca (PST) e rácio Ca/Mg de troca determinadas em amostras recolhidas antes da instalação do ensaio (1ª amostragem), em 2004.

Profundidade (cm)	Ca	Mg	Na	K	CTC	S. Bases	GSB (%)	PST (%)	Ca/Mg
0 – 10 ⁽¹⁾	9,2	3,96	0,29	0,56	21,9	14,0	64,3	1,30	2,34
20 – 30 ⁽²⁾	10,2	3,86	0,36	0,40	23,0	14,8	64,5	1,56	2,65
30 - 50 ⁽³⁾	17,6	5,67	0,47	0,37	31,1	24,1	77,7	1,50	3,26
Média	12,4	4,50	0,37	0,44	25,3	17,7	68,8	1,46	2,75

Valores médios de: (1) 4 amostras; (2) 5 amostras; (3) 6 amostras

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 105 – Efeito dos fatores em estudo nas bases de troca (Ca, Mg, Na, e K $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$), capacidade de troca catiónica (CTC $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$), soma de bases de troca (S. Bases $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$), grau de saturação em bases (GSB), percentagem de sódio de troca (PST) e rácio Ca/Mg de troca determinadas em amostras recolhidas após a colheita do milho, no último ano do ensaio (6ª amostragem), em 2006.

	Ca	Mg	Na	K	CTC	S. Bases	GSB	PST	Ca/Mg
Mob. 1 (SD)	11,0	4,72	0,76	0,36	26,0	16,9	65,0	3,0	2,64
Mob. 2 (SC)	10,5	4,88	0,77	0,36	25,4	16,5	64,5	3,0	2,33
Sal. 1	11,5 a	4,12 b	0,71 b	0,37	25,8	16,7	63,8	2,8 b	2,90 a
Sal. 2	10,1 b	5,48 a	0,82 a	0,36	25,5	16,7	65,7	3,2 a	2,07 b
RH 1	11,3	4,74	0,76	0,38	25,9	17,2	65,7	3,0	2,62
RH 2	10,3	4,86	0,76	0,34	25,4	16,2	63,8	3,0	2,35
0 - 10 cm	7,7 c	5,52 a	0,69 b	0,51 a	23,5 b	14,4 b	61,7 b	3,0 ab	1,69 b
20 - 30 cm	9,8 b	3,79 b	0,78 a	0,29 b	24,2 b	14,6 b	60,5 b	3,2 a	2,71 a
30 - 50 cm	14,9 a	5,10 a	0,81 a	0,29 b	29,3 a	21,1 a	72,1 a	2,8 b	3,06 a
Média	10,8	4,8	0,76	0,36	25,7	16,7	64,8	3,0	2,5

Dentro do mesmo grupo e numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

Quadro 106 - Efeito da interação salinidade x profundidade nas bases de troca (Ca, Mg, Na, e K $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$), capacidade de troca catiónica (CTC $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$), soma de bases de troca (S. Bases $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$), grau de saturação em bases (GSB) e rácio Ca/Mg de troca determinadas em amostras recolhidas após a colheita do milho, no último ano do ensaio (6ª amostragem), em 2006.

	Ca	Mg	Na	K	CTC	S. Bases	GSB	PST	Ca/Mg
0 - 10 cm	8,4	3,86 c	0,70 b	0,53	23,6	13,5 c	57,5 d	3,0 b	2,32
Sal. 1 x 20 - 30 cm	10,1	3,57 c	0,69 b	0,27	24,5	14,6 bc	59,6 d	2,8 bc	2,95
30 - 50 cm	15,9	4,93 b	0,74 b	0,29	29,4	21,8 a	74,3 a	2,5 c	3,44
Média	11,5	4,12	0,71	0,37	25,8	16,7	63,8	2,8	2,90
0 - 10 cm	7,0	7,19 a	0,69 b	0,48	23,5	15,4 b	65,8 bc	3,0 b	1,07
Sal. 2 x 20 - 30 cm	9,4	4,00 c	0,87 a	0,30	23,9	14,6 bc	61,4 cd	3,7 a	2,47
30 - 50 cm	13,8	5,26 b	0,89 a	0,29	29,2	20,3 a	69,9 ab	3,1 b	2,67
Média	10,1	5,48	0,82	0,36	25,5	16,8	65,7	3,3	2,07

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4.3.2. Apresentação e discussão do efeito dos fatores em estudo na matéria orgânica do solo

A matéria orgânica (MO) foi determinada nas amostras de solo recolhidas antes de cada uma das campanhas de rega e no ano seguinte ao fim do ensaio (2004 a 2007 respetivamente a 1ª, 3ª, 5ª e 7ª amostragens de solo). Os resultados da análise de variância e as respetivas médias estão apresentados no Anexo I-D. O quadro de variância em anexo mostra que as significâncias dos fatores em estudo: regime hídrico, mobilização, salinidade da água de rega e profundidade, mostram claramente que o fator profundidade é o fator que apresenta o efeito mais significativo, do primeiro ao último ano, incluindo a diferença entre o teor de matéria orgânica entre o início e o final do ensaio. Quanto às interações entre os fatores, a mobilização x profundidade foi a mais consistente com um valor significativo a evidenciar-se logo no segundo ano de aplicação dos tratamentos e com a sua significância a acentuar-se ao longo do tempo.

No Quadro 107 está apresentada a influência dos fatores mobilização e profundidade e a interação mobilização x profundidade no teor de MO do solo. A SD apresenta sempre valores mais elevados para a totalidade do perfil do solo que o sistema convencional, no entanto, apenas em 2005 e em 2007 as diferenças diferiram significativamente ao nível dos 5%. O fator profundidade evidencia uma estratificação da MO com valores significativamente mais elevados na camada superficial e a registarem valores crescentes com o tempo. O efeito da interação mobilização x profundidade fez-se sentir logo após o primeiro ano de aplicação dos tratamentos, com a SD a apresentar valores significativamente mais elevados à superfície do solo, comparativamente ao sistema convencional.

Marques (2009), também em solos argiluvitados mas em sequeiro, encontrou efeitos significativos na interação mobilização x profundidade, com tendência para a estratificação da MO nos sistemas de mobilização sem reviramento de leiva como a SD, escarificador e chisel, sendo que essa interação só foi significativa em apenas 2 dos seis campos de ensaio que estudou. O autor atribuiu este facto à curta duração do ensaio (4 anos) e ao facto da palha não ser mantida no solo. Nunes (2003), no perímetro de rega do Caia, registou uma redução do teor de MO nos 20 cm superficiais dos solos que entraram em regadio, comparativamente ao sequeiro. Zibilske & Bradford (2007), num ensaio de longa duração (13 anos) em regadio num solo limo-argilo-arenoso num clima quente (nos EUA na zona sul do Estado do Texas), referem um aumento ténue mas consistente e detetável do teor de C orgânico na SD comparativamente ao sistema convencional, nos 5 cm superficiais do solo.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Bronick & Lal (2005) baseados em revisão bibliográfica, referem a importância da MO para a agregação do solo e Dalal & Bridge (1996) destacam a importância desta na estabilização da estrutura dos *Alfisol*s. O facto do aumento significativo do teor de MO do solo na SD se verificar à superfície do solo é favorável à melhoria da estrutura do solo nesta zona e contribui deste modo para a maior infiltrabilidade do solo. É de destacar o facto do aumento significativo de MO, em apenas 3 anos de ensaio, mostram que a SD com CC pode contrariar a tendência de redução da MO em regadio na região de Alqueva e, inclusivamente, aumentar o seu teor na camada mais superficial do solo.

Quadro 107 – Efeito dos fatores mobilização e profundidade e da interação mobilização x profundidade no teor de matéria orgânica do solo (%) (MO) antes da sementeira do milho em 2004, 2005, 2006 e no ano seguinte (2007) e na diferença no teor de MO no final do ensaio e antes da sua instalação (2007–2004).

Profundidade (cm)		2004	2005	2006	2007	2007-2004
Mob. 1 (SD)		1,12 A	1,14 a	1,12	1,31 a	0,189
Mob. 2 (SC)		1,07 B	1,08 b	1,07	1,17 b	0,108
	0 - 10	1,32 a	1,48 a	1,46 a	1,88 a	0,565 a
	10 - 20	1,27 a	1,22 b	1,13 b	1,27 b	0,006 c
	20 - 30	1,10 b	1,04 c	1,03 c	1,03 c	-0,076 d
	30 - 50	0,70 c	0,70 d	0,77 d	0,80 d	0,100 b
	0 - 10	1,36	1,49 a	1,52 a	2,02 a	0,663 a
Mob. 1 (SD) x	10 - 20	1,29	1,24 b	1,17 c	1,28 c	-0,008 de
	20 - 30	1,12	1,12 c	1,05 de	1,07 d	-0,044 de
	30 - 50	0,73	0,71 e	0,75 f	0,88 e	0,147 c
	0 - 10	1,27	1,47 a	1,40 b	1,74 b	0,466 b
Mob. 2 (SC) x	10 - 20	1,24	1,21 b	1,10 d	1,26 c	0,021 d
	20 - 30	1,09	0,96 d	1,02 e	0,98 d	-0,108 e
	30 - 50	0,66	0,70 e	0,78 f	0,72 f	0,052 cd

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$ para letras maiúsculas e $\leq 5\%$ para as letras minúsculas

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.3.3. Apresentação e discussão do efeito dos fatores em estudo na condutividade hidráulica saturada

Os resultados da análise de variância das determinações da K_s , a 20 cm de profundidade, efetuadas após dois anos de aplicação dos tratamentos, estão apresentados no Quadro 108. Apesar de se ter verificado uma variabilidade muito elevada de condutividade hidráulica saturada (K_s -G), com a análise de variância a revelar um coeficiente de variação (330%) (cf. Anexo II-B), este parâmetro revelou diferenças significativas de condutividade hidráulica saturada (K_s) ao nível dos fatores mobilização e regime hídrico, com os valores mais elevados na Mob. 1 (SD) e no RH 1. Porém, as diferenças entre os dois tipos de mobilização foram mais consistentes do que no RH, na medida em que tanto na condutividade hidráulica saturada medida a 5 cm como a 10 cm ($K_s - 5$ cm e $K_s - 10$ cm) a SD, ao contrário do verificado no RH, continuou a revelar valores mais elevados, pese embora não estatisticamente significativos.

O cálculo da condutividade hidráulica saturada do solo com o permeâmetro de Guelph (K_s -PG) foi efetuado de acordo com o manual do equipamento (Soilmoisture, 1991) a partir de dois fluxos permanentes de água, um primeiro sob a altura de água de 5 cm e um segundo com uma altura de 10 cm. O escoamento preferencial por fendas ou canais de raízes pode explicar o aparecimento de valores negativos de K_s . A passagem da medição com uma altura de água de 5 cm para uma altura de 10 cm causa uma agitação dentro do furo, colocando algumas partículas finas em suspensão que podem acabar por colmatar alguma da macro-porosidade do solo, fazendo com que alguns valores de infiltração a 10 cm sejam idênticos ou mesmo inferiores aos de 5 cm, apesar da maior superfície de infiltração. Este facto pode-se observar no Anexo II-B, em que das 16 determinações efetuadas encontraram-se 8 valores de K_s negativos, sendo que 6 desses valores ocorreram no SC e 2 na SD. Este facto pode efetivamente estar relacionado com a utilização de água destilada e com a provavelmente maior dispersabilidade do solo no SC. Segundo Rengasamy *et al.* (1984), mesmo solos com um SAR inferior a 3 apresentam tendência para dispersar quando sofrem perturbação mecânica, como o impacto das gotas de chuva. Neste caso é plausível de que a utilização de água destilada e a sua agitação dentro do furo tenham contribuído para a redução da permeabilidade do solo. Castanheira (1998) utilizando o permeâmetro de Guelph num solo argiluvado do Alentejo, também encontrou valores de K_s negativos. Porém, como utilizou água com um SAR similar à PST do solo, atribuiu esse facto essencialmente à heterogeneidade do solo, devido ao escoamento preferencial, por canais abertos por raízes da cultura do trigo.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As diferenças na estrutura do solo, ao fim de 2 anos de realização dos tratamentos, que ocorreram antes da determinação da K_s terão sido muito ténues, pelo que a abertura dos necessários furos no solo, inerentes ao método causam uma perturbação que dissimula as diferenças de K_s que possam existir, agravado pelo facto do método do permeâmetro de Guelph ser particularmente afetado por escoamentos preferenciais. Deste modo, seria importante fazer um número maior de determinações por talhão, mas tal não foi possível devido ao elevado tempo requerido até ao estabelecimento de um fluxo permanente em cada uma das profundidades, normalmente superior a uma hora. Outra possibilidade teria sido a utilização de um método menos perturbador do solo como o permeâmetro de disco. Porém, no permeâmetro de disco e segundo Castanheira (1998), a água é cedida ao solo com base num determinado potencial de sucção, evitando a passagem da água pelos poros mais largos e pelas fendas. No entanto, os escoamentos preferenciais são essenciais na melhoria da drenagem interna de solos com uma estrutura massiva, em particular no horizonte B dos solos em estudo, pelo que este método, apesar de ter um reduzido impacto no solo, também não é adequado para avaliar as diferenças de condutividade hidráulica entre os sistemas de mobilização avaliados no presente estudo, em particular no horizonte B do solo.

Uma forma mais adequada para avaliar a melhoria da estrutura do solo em situações de excesso de água, quando se formam níveis freáticos suspensos como no solo em estudo, passa por avaliar a intensidade e a ocorrência de encharcamento pelo tempo em que o nível freático permanece elevado, como em Cox & McFarlane (1995), na sequência de rega ou de precipitação excessivas. No entanto, este tipo de determinações só será eficaz em talhões com áreas significativamente maiores do que os utilizados no presente estudo.

Um solo com maior condutividade hidráulica apresenta um maior movimento de solutos ao longo do seu perfil. Nivedita (1997) comparou o efeito de diferentes tratamentos do solo na infiltração e no movimento de solutos em profundidade, em solos argiluviosos (*Alfisols*) e optou pelo anião bromo como traçador. Aniões como o nitrato, o cloro e o bromo, movem-se mais rapidamente no solo do que o Na, tendo Nivedita (1997) optado pelo bromo por raramente aparecer no solo em quantidades significativas e deste modo não interferir na interpretação dos resultados. Assim, este anião aplicado em momentos oportunos, antes de algumas das amostragens de solo, poderia ter evidenciado diferenças significativas na quantidade de água infiltrada em profundidade, de modo mais conclusivo do que, por exemplo, seguir a distribuição do sódio, que foi aplicado semanalmente e apresenta uma deslocação no solo inferior à da água.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Independentemente das dificuldades que o método de determinação da condutividade hidráulica saturada (K_s) levantou, a SD tendeu a apresentar valores mais elevados, o que está de acordo com o que se passou durante o ensaio, com uma maior tendência para existir uma maior lixiviação de sais na SD comparativamente ao SC, durante a cultura do milho no ano de 2005 (cf. Quadro 42).

Quadro 108 – Efeito da mobilização, da salinidade da água de rega e do regime hídrico, na condutividade hidráulica saturada do solo (K_s) calculada de acordo com o manual do equipamento (K_s -PG); calculada tendo como referência as áreas molhadas da superfície de um cilindro com 5 e com 10 cm de altura (K_s - 5 cm; K_s - 10 cm). Determinações efetuadas a 20 cm de profundidade, após dois anos de aplicação dos tratamentos.

	K_s - PG (mm h ⁻¹)	K_s - 5 cm (mm h ⁻¹)	K_s - 10 cm (mm h ⁻¹)
Mob. 1 (SD)	0,970 a	5,49	9,44
Mob. 2 (SC)	-0,353 b	4,33	3,78
Sal. 1	0,224	5,72	6,51
Sal. 2	0,393	4,11	6,71
RH 1	0,640 a	2,89	3,87
RH 2	-0,023 b	6,94	9,35

Dentro do mesmo grupo e numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

4.4. Relação entre parâmetros químicos do solo

4.4.1. Relação entre a CE e a soma de catiões no extrato de solo 1:2

Como descrito no capítulo 3 (Material e métodos) foram utilizadas duas metodologias distintas na preparação do extrato do solo 1:2 para a determinação do teor em catiões no espectrofotómetro, sendo numa efetuado apenas uma filtragem simples do extrato e, na outra, o extrato foi centrifugado após a filtragem. As equações de regressão linear livres e forçadas a passar na origem, entre a CE (dS m^{-1}) do extrato do solo 1:2 e o total de catiões (TC) ($\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}$ em $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$), são apresentadas na Figura 32 para as amostras de solo colhidas até ao final do ensaio (da 1ª à 6ª amostragem inclusiva), sem aplicação do método da centrífuga, e na Figura 33 para as amostras da 6ª à 8ª amostragem de solo, em que o extrato 1:2 foi centrifugado. Para efeitos de comparação e tomando como referência as regressões que passam na origem (Figura 33), em que os teores de iões foram determinados após centrifugação, o coeficiente da regressão entre a CE e o total de catiões é mais elevado (8,39) do que no método sem centrifugação (Figura 32) (7,62) sendo mais próximo do valor (10) apresentado por Rowell (1996) e expresso na equação 1 (capítulo 2). O coeficiente de determinação também foi mais elevado no método com centrífuga, quando se comparam as retas forçadas a passar na origem. No caso da regressão livre ambas as metodologias apresentam um elevado coeficiente de determinação (0,97) entre a CE e o TC, o que demonstra a validade de ambos os métodos sendo, no entanto, o método sem centrífuga a revelar um maior desvio em relação à equação forçada a passar na origem. Este facto deverá estar relacionado com a maior interferência das partículas em suspensão na leitura do espectrofotómetro.

De qualquer modo, como exposto no capítulo 3, a filtragem efetuada com o filtro Whatman #40, permite a filtragem da solução sem necessidade de efetuar a sucção das amostras, causa frequentes problemas de entupimento no espectrofotómetro e frequentes leituras irregulares, em particular quando a solução apresenta baixo teor salino, como no caso das amostras obtidas após a cessação da rega. Deste modo, o método da centrífuga, também utilizado por outros autores como Rengasamy *et al.* (1984) e Visconti (2009) é um método expedito que apresenta bons resultados, e é de baixo custo.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

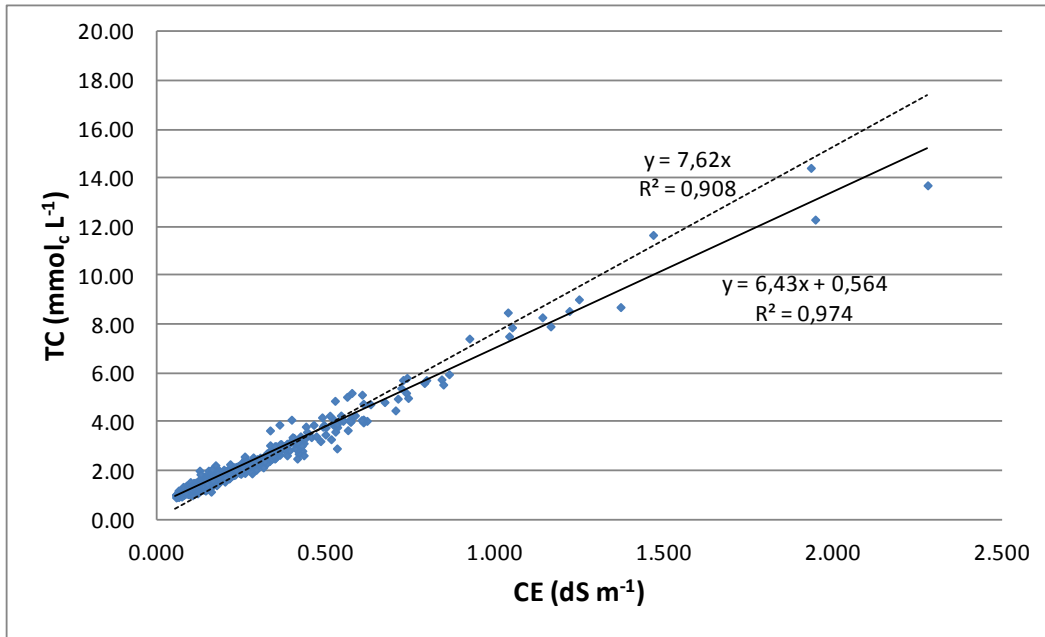


Figura 32 - Relação entre a condutividade elétrica (CE) e o total de catiões (TC) do extrato do solo 1:2 das amostragens 1 a 6 efetuadas em 576 amostras e relativo a 4 profundidades, utilizando apenas a filtragem do extrato.

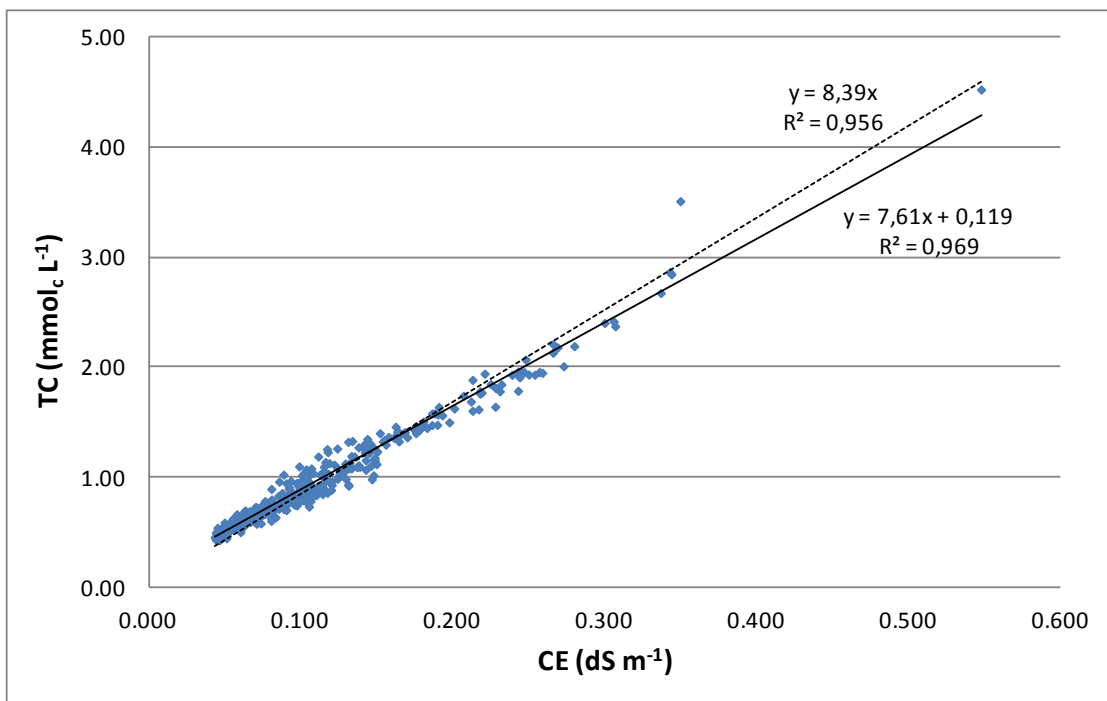


Figura 33 - Relação entre a condutividade elétrica (CE) e o total de catiões (TC) do extrato do solo 1:2 das amostragens 6, 7 e 8 efetuadas em 358 amostras e relativo a 5 profundidades, utilizando a centrifugação do extrato após a filtragem.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.4.2. Correlação entre parâmetros da solução do solo e bases de troca

Os valores de correlação entre os parâmetros da solução do solo e do complexo de troca são apresentados no Quadro 109, para os catiões e no Quadro 110, para os rácios.

A condutividade elétrica (CE) (Quadro 109) apresenta correlação significativa e positiva com os principais catiões da solução do solo com a exceção do K. Considerando o complexo de troca, destaca-se a forte correlação (0,91) entre o Ca de troca e a soma de bases (S. bases) o que se explica pelo facto do Ca ser o catião dominante do complexo de troca. Outro facto ainda a salientar no Quadro 109 é a forte e significativa correlação existente entre os catiões da solução do solo e os respetivos catiões de troca. A composição da água de rega exerce uma forte influência na solução do solo e, por sua vez, a solução do solo influencia a composição do complexo de troca, apesar do novo equilíbrio ser retardado, devido ao total de catiões de troca ser 50 a 500 vezes superior ao teor de catiões em solução (Oster, 1994).

No Quadro 110 é evidenciada e confirmada a forte correlação ($r = 0,98$) da CE com o total de catiões (TC) da solução do solo. Os rácios SAR e CROSS também estão fortemente correlacionados entre si e ambos apresentam o mesmo coeficiente de correlação com a PST ($r = 0,65$). A correlação entre estes dois parâmetros está de acordo com Richards *et al.* (1954), que encontraram uma regressão entre o SAR (mas determinado no extrato de saturação do solo) e a PST (em 59 amostras), pese embora mais elevado ($r = 0,92$). Rengasamy *et al.* (1984), utilizando o extrato 1:5 (em 138 amostras) também encontraram uma correlação similar ($r = 0,91$) e defendem inclusivamente a determinação do SAR como alternativa à determinação mais laboriosa da PST. Estes últimos autores também recorreram ao método da centrifugação, antes da determinação dos teores dos catiões por espectrofotometria. O valor mais elevado de correlação obtido por Rengasamy *et al.* (1984) no extrato 1:5 comparativamente ao valor mais baixo encontrado no presente trabalho apesar de ter usado um extrato mais concentrado (1:2), poderá, em parte, estar relacionado com o facto de no trabalho mencionado, as amostras terem sido agitadas durante o período de contacto, de uma hora, enquanto que no presente trabalho a amostra apenas foi agitada inicialmente com vareta, ficando posteriormente em repouso durante o tempo de contacto de 2 horas e 30 minutos.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 109 – Matriz de correlação entre a condutividade elétrica (CE) e os principais cátions da solução do solo 1:2, expressos em $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ e os principais cátions do complexo de troca e a respetiva soma (S. Bases) (assinalados com *) expressos em $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. Os valores são relativos a 72 amostras de solo recolhidas após a colheita do milho (6ª amostragem 2006) e as determinações da solução do solo foram efetuadas pelo método da centrifugação.

	CE	Ca	Mg	Na	K	S. Bases*	Ca	Mg	Na
Ca	0.88	-							
Mg	0.73	1	-						
Na	0.90	0.66	1	-					
K	-0.16	-0.36	0.26	0	-				
S. Bases*	0.37	0.62	0.23	0.09	-0.52	-			
Ca*	0.33	0.63	-0.03	0.08	-0.69	0.91	-		
Mg*	0.15	0.11	0.60	0.01	0.21	0.42	0.01	-	
Na*	0.40	0.18	0.19	0.53	-0.09	0.09	0.08	-0.08	-
K*	-0.32	-0.42	0.08	-0.26	0.81	-0.36	-0.53	0.21	0.03

Valores de correlação sombreados são significativos a uma probabilidade ao nível de 0,01 (n = 72)

Quadro 110 – Matriz de correlação entre a condutividade elétrica (CE), o total de cátions (TC) e os rácios SAR, CROSS e Ca/Mg da solução do solo 1:2, expressos em $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$, e os valores relativos ao complexo de troca (*carateres em negrito e itálico*) da soma de bases (S. Bases), da capacidade de troca catiónica (CTC), do grau de saturação em bases (GSB), da percentagem de sódio de troca (PST) e do rácio Ca/Mg de troca, com os parâmetros assinalado com * expressos em $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ e com ** expressos em %. Os valores são relativos a 72 amostras de solo recolhidas após a colheita do milho (6ª amostragem 2006) e as determinações da solução do solo foram efetuadas pelo método da centrifugação.

	CE	TC	SAR	CROSS	Ca/Mg	S. Bases*	CTC*	GSB**	PST**
TC	0.98	-							
SAR	0.33	0.41	-						
CROSS	0.22	0.31	0.98	-					
Ca/Mg	0.54	0.49	-0.17	-0.34	-				
S. Bases*	0.37	0.32	-0.43	-0.53	0.68	-			
CTC*	0.35	0.36	-0.21	-0.31	0.61	0.78	-		
GSB**	0.23	0.14	-0.44	-0.49	0.42	0.75	0.19	-	
PST**	0.20	0.20	0.65	0.65	-0.23	-0.36	-0.40	-0.14	-
Ca/Mg*	0.09	0.06	-0.14	-0.25	0.71	0.30	0.18	0.24	-0.05

Valores de correlação sombreados são significativos a uma probabilidade ao nível de 0,01 (n = 72)

4.5 Produção da cultura do milho

As produções obtidas neste estudo foram baixas, em grande medida porque o solo não era o mais apropriado para a cultura do milho, mas também por a condução da rega não ter sido a mais adequada e agravou-se devido a avarias nos equipamentos, o que denuncia uma deficiente manutenção dos mesmos. A condução da rega, com a exceção da diferenciação entre os dois regimes hídricos, não foi da nossa responsabilidade (como anteriormente referido no ponto 3.2.2.2 em Material e métodos). Outro fator que também se refletiu na produção da cultura esteve relacionado com o facto da necessidade de se ter de utilizar o mesmo semeador, em ambas as modalidades de mobilização do solo. Apesar de se ter feito uma afinação diferenciada entre os dois sistemas de mobilização, tal não foi suficiente para permitir garantir a uniformidade no enterramento da semente na SD, devido ao desfazamento entre o aro controlador da profundidade e o disco de enterramento da semente não ser o adequado a uma presença elevada de resíduos. Uma outra dificuldade adicional esteve relacionada com a regulação do semeador em áreas muito pequenas, como é o caso dos talhões de ensaio. Não existindo áreas em SD no *Pivot*, não foi possível ensaiar as regulações de trabalho do semeador antes do seu trabalho nos talhões do ensaio.

Os fatores mobilização do solo (Mob.) e regime hídrico (RH) não tiveram efeito ao nível da produção de grão (Grão), de matéria seca total (MST) e do índice de colheita (INC) no primeiro ano de ensaio (2004) (Quadro 111). Porém, neste mesmo ano, os parâmetros foram afetados significativamente pela qualidade da água de rega. Estes resultados foram claramente condicionados pelo elevado *stress* hídrico induzido à cultura, devido a uma avaria no sistema de rega, logo após a fase inicial da mesma (quando esta cobria cerca de 10% do solo), com 13 dias consecutivos sem rega (8 a 21 de junho de 2004, cf. Anexo III-A). Este *stress* causou a morte de muitas plantas, que certamente apresentavam um menor desenvolvimento radicular no referido período. Por este facto optou-se por colher apenas uma parte de cada talhão, como referido no ponto 3.2.5 do capítulo 3. Após o estabelecimento da rega a 21 de junho de 2004 esta continuou a ser deficitária em ambos os regimes hídricos até ao início de agosto, como se pode observar na Figura 27 do capítulo 3 e também na Figura 30 deste capítulo. O prolongamento do *stress* hídrico, que se fez sentir em ambos os regimes hídricos, explica o facto do fator salinidade apresentar um efeito significativo na redução da produção, neste primeiro ano de ensaio. Este facto explica também o efeito da interação do regime hídrico x salinidade na produção (Quadro 112), em que a produção de grão mais elevada se verificou na Sal. 1 do RH 2, por

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

neste caso a natural redução do potencial osmótico da solução do solo ter sido menos intensa, motivada pelo maior teor de humidade do solo.

No segundo ano (2005) as produções continuaram muito baixas mas a rega foi mais regular e já se fez sentir o efeito do RH na produção, com valores significativamente mais elevados nos três parâmetros apresentados (Quadro 111) e, neste caso, a SD apresentou uma produção de grão significativamente inferior ao SC, não se tendo feito sentir essa diferença ao nível da MST. A produção de grão na SD deverá ter sido afetada pela maior irregularidade na emergência de plantas, pois apesar de ter sido feita a ressementeira as novas plantas (cf. capítulo 3 – Material e Métodos), sendo estas mais pequenas ficaram sujeitas a maior competição e, assim, foram menos produtivas. Neste ano, e no ano seguinte (2006), o fator salinidade não se fez sentir.

No terceiro ano de ensaio (2006), as dotações de rega foram excessivas em ambos os regimes hídricos e, deste modo e ao contrário do verificado nos anos anteriores, o RH 2 reduziu a produção, pese embora a redução não ser estatisticamente significativa. Esta redução deveu-se essencialmente à ocorrência de problemas de encharcamento, que foram notórios e mais intensos no RH 2. Neste ano a SD voltou a apresentar uma produção de grão tendencialmente inferior ao SC motivado, mais uma vez pela necessidade de ressementeira, sendo no entanto, de destacar o facto de apresentar uma produção de MST superior ao SC (apesar de significativo apenas ao nível dos 10%). A significativa maior produção de MST na SD indicia de que o sistema de culturas de SD com CC foi menos afetado pelo excesso de água no solo durante a rega e é mais um indicador da provável melhoria da estrutura do solo, obtida ao fim dos três anos de ensaio.

Quadro 111 – Efeito da mobilização, da salinidade da água de rega e do regime hídrico na produção de grão de milho (Grão $g\ m^{-2}$), de matéria seca total (MST $g\ m^{-2}$) e no índice de colheita (INC).

	Grão 2004	MST 2004	INC 2004	Grão 2005	MST 2005	INC 2005	Grão 2006	MST 2006	INC 2006
Mob. 1 (SD)	664	1523	0,455	614 b	935	0,637 B	483	1313 A	0,366 b
Mob. 2 (SC)	703	1526	0,468	689 a	990	0,683 A	524	1034 B	0,504 a
Sal. 1	722 A	1659 a	0,439 A	648	957	0,659	525	1214	0,438
Sal. 2	645 B	1390 b	0,483 B	655	967	0,660	482	1134	0,432
RH 1	665	1577	0,427	415 b	675 b	0,612 b	554	1270	0,441
RH 2	703	1472	0,495	888 a	1249 a	0,707 a	453	1077	0,429

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 10\%$ para letras maiúsculas e $\leq 5\%$ para as letras minúsculas

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 112 – Efeito da interação regime hídrico x salinidade da água de rega na produção de grão a 0% de humidade (Grão g m^{-2}), na matéria seca total (MST g m^{-2}) e no índice de colheita (INC).

	Grão 2004	MST 2004	INC 2004	Grão 2005	MST 2005	INC 2005	Grão 2006	MST 2006	INC 2006
RH 1 x Sal. 1	652 b	1580 a	0.418	376	616 b	0,612	574	1305	0,445
RH 1 x Sal. 2	677 b	1574 a	0,435	453	735 b	0,612	533	1236	0,437
RH 2 x Sal. 1	792 a	1738 a	0,46	919	1299 a	0,707	476	1123	0,432
RH 2 x Sal. 2	613 b	1206 b	0,,531	857	1200 a	0,708	431	1031	0,427

Numa mesma coluna letras diferentes separam médias com uma probabilidade de erro $\leq 5\%$

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos parâmetros avaliados neste estudo, o fator de maior importância foi a salinidade da água de rega, o que comprova que a qualidade da água é determinante na sustentabilidade do regadio na área de influência de Alqueva.

A utilização de água de rega de pior qualidade (2 dS m^{-1}) elevou o teor de sais nos 50 cm superficiais do solo durante a cultura, ao ponto de já poderem ter interferido na produtividade do milho, pese embora os valores se terem reduzido significativamente após a precipitação de inverno, mantendo-se o teor salino em níveis que não causaram problemas no arranque da cultura seguinte.

A utilização de água de rega com teores moderados de sais (CE de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$) já mostram riscos de salinização na sequência de outono-invernos secos.

O sistema de SD com CC pareceu revelar sinais de poder constituir uma ferramenta auxiliar para o controlo da salinidade do solo, devido a efeitos favoráveis na evolução do teor de matéria orgânica do solo e na sua condutividade hidráulica saturada. No entanto, o intervalo de tempo de três anos de aplicação dos tratamentos, e apenas de dois anos com CC, não foi suficiente para produzir efeitos significativos, no controlo da salinidade do solo, como inicialmente expectável. Além disso, não houve a separação dos eventuais aspetos benéficos da CC na estabilidade estrutural do solo dos seus efeitos negativos na fração de lixiviação durante o Outono/Inverno, que poderiam ter sido acautelados com uma rega complementar da CC, no inverno.

A CC mostrou uma tendência para aumentar o teor de sais no outono-inverno, por redução da água disponível para lixiviação. Esta dificuldade poderá ser ultrapassada pela rega complementar de outono-inverno, o que nem representa um aumento do consumo de água, uma vez que a CC permitiu a sua economia no período de primavera-verão. No entanto são evidentes as suas vantagens na

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

proteção da estrutura superficial do solo, na fase de maior fragilidade estrutural na época de sementeira da cultura do milho e o seu potencial para melhorar a estrutura do solo em profundidade, em particular pela sua capacidade de impor ciclos de secagem no solo e evitar que estes solos, em regadio, permaneçam sempre com teores elevados de água em profundidade.

Poderá ter ocorrido uma melhoria da estrutura do solo, proporcionada pela SD com CC, que poderá explicar a tendência de uma maior lixiviação de sais, nos dois anos de pousio, de outono-inverno, que se seguiram após o ensaio.

O pressuposto deste trabalho, de uma menor acumulação de sais no solo durante o ciclo da cultura regada no sistema de SD com CC tende a confirmar-se.

O regime hídrico mais elevado não aumentou a lixiviação de sais revelando que a lixiviação dos sais, pela imposição de frações de lavagem nas culturas de primavera-verão é ineficaz e realça a importância da precipitação de outono-inverno no controlo da salinidade do solo. Assim parece ser imperioso encontrar práticas agronómicas que melhorem a estrutura do solo a prazo, por forma a melhorar a drenagem interna do solo e a facilitar a lavagem do mesmo no inverno (pela chuva e pela rega) e, durante a rega de primavera-verão atenuar problemas de encharcamento. A fração de lixiviação deve ser ponderada no período de outono/inverno, por ser mais económica e não sujeitar a cultura principal a encharcamentos temporários em solos com má drenagem interna. A melhoria da drenagem poderá ainda permitir alguma fração de lixiviação durante a cultura de primavera/verão, se necessário para aliviar algum stress salino na sua produtividade.

A utilização da água de rega com um SAR de 3 elevou a PST do solo para valores da ordem dos 3%. No entanto, o SAR da água do Alqueva deverá apresentar um valor de SAR inferior a 3, pelo que os riscos de sodicização dos solos com a introdução do regadio não devem ser problemáticos, com a exceção dos solos que já apresentam à partida elevada sodicidade.

Verificou-se um aumento significativo e consistente do teor de MO do solo na SD, em apenas três anos, que ao ter-se verificado à superfície do solo é favorável à melhoria da estrutura nessa zona e contribui deste modo para a maior infiltrabilidade do solo.

Após o ensaio e na sequência de dois pousios de outono-inverno:

- O maior destaque para o fator salinidade da água de rega, após o ensaio, é as diferenças terem-se praticamente anulado, em apenas duas épocas de pousio,

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

realçando mais uma vez a importância da precipitação de outono-inverno no controlo do halomorfismo do solo.

- Verificou-se um efeito do fator mobilização do solo nos parâmetros Na e SAR, com o sistema de SD com CC a apresentar um teor significativamente inferior ao SC, no que respeita ao valor de Na e de SAR.

- Verificou-se uma tendência para uma redução mais rápida da CE, no nível de Sal. 2, no sistema de SD com CC, comparativamente ao sistema convencional. Esta tendência será mais um indicador de que este sistema de culturas produziu alguma melhoria na estrutura do solo, que possibilitou uma redução mais célere da salinidade do solo e que essa melhoria se manteve durante os dois anos de pousio de outono-inverno, que se seguiram após a cessação de aplicação dos tratamentos.

É essencial um bom plano de monitorização do halomorfismo do solo e em qualquer circunstância consideramos que é essencial evitar o recurso a culturas mais tolerantes à salinidade, pois a partir desse momento o agricultor depara-se com uma redução do leque de culturas ao seu dispor, podendo comprometer a viabilidade económica do próprio regadio, agravado pelo facto do preço da água de rega na área de influência de Alqueva ser superior à de outras áreas de regadio nacionais.

Num futuro trabalho que envolva a SD e as CC no controlo da salinidade do solo deverá, num dos tratamentos, prever-se a rega de outono-inverno da CC, de modo a contrabalançar a maior extração de água desta e, desse modo, permitir aferir os efeitos da CC na estrutura do solo. De qualquer modo, devem ser criadas condições para que um estudo deste género possa prolongar-se no tempo, de modo a que os efeitos dos tratamentos, em particular a melhoria da estrutura do solo, se evidenciem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abiven, S., Menasseri, S., & Chenu, C. (2009). The effects of organic inputs over time on soil aggregate stability—A literature analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 41(1), 1-12.
- Abrol, I., Yadav, J. S. P., & Massoud, F. (1988). Salt-affected soils and their management. *FAO Irrigation and drainage*. 39, Roma.
- AEMET, I. (2011). Atlas Climático Ibérico—Temperatura do ar e Precipitação (1971-2000). *Agencia Estatal de Meteorologia, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino e Instituto de Meteorologia de Portugal* (eds). ISBN, 978-84.
- Alexandre, C., Silva, J. R. & Ferreira, A. G. 2001. Comparação de dois métodos de determinação da textura do solo: sedimentometria por raios X vs. método da pipeta. *Revista de Ciências Agrárias*, 24 (3-4): 73-81.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO. *FAO Irrigation and drainage*. 56. Roma.
- Allison, L.E.(1964). Salinity in relation to irrigation. *Adv. Agron.* 16: 139-180.
- Alvim, A. J. S. (1980). Qualidade da água e riscos de salinização do solo nos perímetros de Campilhas e do Roxo. *Congresso 80 da Ordem dos Engenheiros*, 23-29 Março. Coimbra.
- Alvim, A. J. S.; Martins, J.C.; Gonçalves, M. C. & Gomes, M. P. 1983. Campos de demonstração de subsolagem em solos Pm e Vx na região de Évora. *Pedologia*, 18 (2): 1-110.
- Amezketá, E. (1999). Soil aggregate stability: a review. *Journal of sustainable agriculture*, 14(2-3), 83-151.
- AQUASTAT (2014). Global Map of Irrigation Areas .

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUASTAT, (2013a). http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/IRQ/index.stm (acedido em 28 de agosto de 2013).
- AQUASTAT, (2013b). <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm> (acedido em 5 de setembro de 2013).
- Araújo, G. A., & Raposo, J. A. (1988). Limitações e potencialidades dos solos das áreas a regar com água do Alqueva. *Revista de Ciências Agrárias*, 11(4), 31-50.
- Arnon, I. (1972). *Crop Production in Dry Regions, Vol. I: Background and Principles*. Leonard Hill, London, 650.
- Ayers, R.S. & Westcot, D.W.(1985). *Water quality for agriculture*. FAO *Irrigation and drainage*. 29 rev, Roma.
- Baker, C. J., & Saxton, K. E. (2007). 1 The ‘What’and ‘Why’of No-tillage Farming. In: *No-tillage seeding in conservation agriculture*. FAO-Cabi, 1-10.
- Balkcom, K., Schomberg, H., Reeves, W., Clark, A., Baumhardt, L., Collins, H., ... & Mitchell, J. (2007). Managing cover crops. In conservation tillage systems. *Managing cover crops profitably. 3rd ed. Sustainable Agriculture Network*. Handbook Series Book 9. Beltsville, United Book Press, 44-61.
- Barros, J. & Calado, J. (2014). A Cultura do Milho. *Texto de apoio para as Unidades Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários, Tecnologia do Solo e das Culturas, Noções Básicas de Agricultura e Fundamentos de Agricultura Geral*. Universidade de Évora. <http://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/10804?locale=pt> (acedido em 14 de janeiro de 2015)
- Barzegar, A. R., Nelson, P. N., Oades, J. M., & Rengasamy, P. (1997). Organic matter, sodicity, and clay type: Influence on soil aggregation. *Soil Science Society of America Journal*, 61(4), 1131-1137.
- Barzegar, A. R., Rengasamy, P., & Oades, J. M. (1995). Effects of clay type and rate of wetting on the mellowing of compacted soils. *Geoderma*, 68(1), 39-49.
- Ben-Gal, A., Ityel, E., Dudley, L., Cohen, S., Yermiyahu, U., Presnov, E., Zigmund, L. & Shani, U. (2008). Effect of irrigation water salinity on transpiration and on leaching requirements: A case study for bell peppers. *Agricultural water management*, 95(5), 587-597.
- Bezborodov, G. A., Shadmanov, D. K., Mirhashimov, R. T., Yuldashev, T., Qureshi, A. S., Noble, A. D., & Qadir, M. (2010). Mulching and water quality effects on soil salinity and sodicity dynamics and cotton productivity in Central Asia. *Agriculture, ecosystems & environment*, 138(1), 95-102.
- Bodner, G., Scholl, P., & Kaul, H. P. (2013). Field quantification of wetting–drying cycles to predict temporal changes of soil pore size distribution. *Soil and Tillage Research*, 133, 1-9.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boteta (2004). Informação não publicada. COTR.
- Bronick, C. J., & Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124(1), 3-22.
- Burt, C. M., Clemmens, A. J., Strelkoff, T. S., Solomon, K. H., Bliesner, R. D., Hardy, L. A., ... & Eisenhauer, D. E. (1997). Irrigation performance measures: efficiency and uniformity. *Journal of irrigation and drainage engineering*, 123(6), 423-442.
- Caballero, R., Bustos, A., & Roman, R. (2001). Soil salinity under traditional and improved irrigation schedules in central Spain. *Soil Science Society of America Journal*, 65(4), 1210-1218.
- Cardoso, C. (1965). *Os solos de Portugal: sua classificação, caracterização e génese. A sul do Tejo*. Direção Geral dos Serviços Agrícolas. Lisboa.
- Carvalho, M. & Basch, G. (1995). Long term effects of two soil tillage treatments on a Vertisol in Alentejo region of Portugal. *EC- Workshop II - Experience with the Applicability of No-Tillage Crop Production in the West-European Countries*. Silsoe, Wissenschaftlicher Fachverlag, 17-23.
- Carvalho, M. & Lourenço, E. (2014). Conservation Agriculture – A Portuguese Case Study. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 200(5), 317-324.
- Carvalho, M. (1987). *Fatores limitantes e técnicas culturais da produção de trigo no Alentejo*. Tese de Doutoramento. Universidade de Évora, Évora.
- Carvalho, M. (2001). Manual de divulgação de sementeira direta e técnicas de mobilização mínima. *Direcção Geral de Desenvolvimento Rural (DGDRural)*. Lisboa.
- Castanheira, N. L. (2010). *Previsão da salinização e sodicização em solos regados com águas salinas com uso de indicadores de qualidade do solo*. Tese de mestrado em Engenharia do solo e da água, Universidade de Évora.
- Castanheira, P. J. (1998). *Determinação da condutividade hidráulica saturada na ausência da toalha freática*. Tese de mestrado. Universidade de Évora, Évora.
- Castanheira, P. J., & Serralheiro, R. P. (2010). Impact of mole drains on salinity of a vertisol under irrigation. *Biosystems engineering*, 105(1), 25-33.
- Chenu, C., Le Bissonnais, Y., & Arrouays, D. (2000). Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. *Soil Science Society of America Journal*, 64(4), 1479-1486.
- Chhabra, R. (1996). *Soil salinity and water quality*. Brookfield, USA: Balkema.
- Chinita, A. (2009). O perímetro de rega do Caia. In *Ata da 4ª reunião técnica do REGGINOVA da rede inter-regional de inovação tecnológica em regadio*. J. P. Mendes (Ed), ESAE, Elvas. pp. 3-6.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clark, A. (Ed.). (2007). *Managing cover crops profitably*. Series Book 9 3rd Edition, Sustainable Agriculture Network, Handbook Series Book 9. Beltsville, United Book Press. <http://www.sare.org/Learning-Center/Books/Managing-Cover-Crops-Profitably-3rd-Edition> (acedido em 2 de Setembro de 2013).
- Clarke C. J., George R. J., Bell R. W., & Hatton T. J. (2002). Dryland salinity in southwestern Australia: its origins, remedies, and future research directions. *Australian Journal of Soil Research* 40: 93–113.
- Clarke, D., Smith, M., & El-Askari, K. (2001). CropWat for Windows: user guide. IHE.
- Corwin, D. L., & Lesch, S. M. (2005). Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computers and electronics in agriculture*, 46(1), 11-43.
- Corwin, D. L., Rhoades, J. D., & Simunek, J. (2007). Leaching requirement for soil salinity control: Steady-state versus transient models. *Agricultural Water Management*, 90(3), 165-180.
- COTR (2008). *Relatório final do Projeto: Rede de controlo da qualidade da água de rega*. http://www.cotr.pt/documentos/Relatorio_Recoquar2%20pdf.pdf (acedido em 23 de agosto de 2010).
- COTR (2010). *Relatório final do projeto: Sistema Agrometeorológico para a Gestão da Rega no Alentejo*. Programa Agro-Medida 8.1 Projeto N.º 5. http://www.cotr.pt/cotr/sagranet/sagranet_entrada.asp (acedido em outubro de 2007).
- COTR (2011). Caracterização da situação de referência dos solos dos blocos de rega do Pisão, Alvito- Pisão e Monte Novo – Relatório técnico. *EDIA*.
- Cox, J. W., & McFarlane, D. J. (1995). The causes of waterlogging in shallow soils and their drainage in southwestern Australia. *Journal of Hydrology*, 167(1), 175-194.
- Crescimanno, G., & De Santis, A. (2004). Bypass flow, salinization and sodication in a cracking clay soil. *Geoderma*, 121(3), 307-321.
- Curtin, D., Steppuhn, H., & Selles, F. (1994a). Clay dispersion in relation to sodicity, electrolyte concentration, and mechanical effects. *Soil Science Society of America Journal*, 58(3), 955-962.
- Curtin, D., Steppuhn, H., & Selles, F. (1994b). Effects of magnesium on cation selectivity and structural stability of sodic soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58(3), 730-737.
- Curtin, D., Steppuhn, H., Selles, F., & Mermut, A. R. (1995). Sodicty in irrigated soils in Saskatchewan: chemistry and structural stability. *Canadian Journal of Soil Science*, 75(2), 177-185.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dalal, R.C., Bridge, B.J. (1996). Aggregation and organic matter storage in sub-humid and semi-arid soils. In: Carter, M.R., Stewart, B.A. (Eds.), *Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 263-307.
- de Varennes, A. (2003). *Produtividade dos Solos e Ambiente*. Escolar Editora, Lisboa, 490 pp.
- Derpsch, R., & Friedrich, T. (2009). Development and current status of no-till adoption in the world. In *Proceedings on CD, 18th Triennial Conference of the International Soil Tillage Research Organisation (ISTRO)*.
- Dexter, A. R. (1988). Advances in characterization of soil structure. *Soil and Tillage Research*, 11(3), 199-238.
- Dexter, A. R. (1991). Amelioration of soil by natural processes. *Soil and Tillage Research*, 20(1), 87-100.
- Dias, C. (2014). Área de milho quase triplicou na zona do Alqueva em apenas três anos. *Público Online*. 11/05/2014. <http://www.publico.pt/economia/noticia/area-de-milho-quase-triplicou-na-zona-do-alqueva-em-apenas-tres-anos-1635423> (acedido em 31 de agosto de 2013).
- Doorenbos, J., & Pruitt, W. O. (1977). Crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper 24. Land and Water Development Division, FAO. Rome.
- EDIA (2014). O que é o Alqueva - Território. <http://www.edia.pt/pt/o-que-e-o-alqueva/fins-multiplos/104> (acedido em dezembro de 2013).
- Eynard, A., R. Lal and K. Wiebe (2005). Crop response in salt-affected soils. *Journal of sustainable agriculture*, 27(1): 5-50
- Ezlit, Y. D., Smith, R. J., & Raine, S. R. (2010). *A review of salinity and sodicity in irrigation*. CRC for Irrigation Futures. Toowoomba.
- FAO (2012). CropWat 8.0. http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html, (acedido em Agosto 2012).
- FAO. (2014a). CA Adoption Worldwide. <http://www.fao.org/ag/ca/6c.html> (acedido em 15/set/2014).
- FAO. (2014b). What is Conservation Agriculture?. <http://www.fao.org/ag/ca/1a.html> (acedido em 15/set/2014).
- FAO-ISRIC-ISSS (1998). World reference base for soil resources. *World soil resources reports*, 84. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/w8594e/w8594e00.htm> (acedido em 16 de Agosto de 2014).
- Fitzpatrick, R. W., Thomas, M., Davies, P. J., & Williams, B. G. (2003). *Dry saline land: an investigation using ground-based geophysics, soil survey and spatial methods near Jamestown, South Australia*. CSIRO Land and Water.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Flowers, T. J., M. A. Hajibagherp and A. R. Yeo (1991). Ion accumulation in the cell walls of rice plants growing under saline conditions: evidence for the Oertli hypothesis. *Plant, Cell & Environment*, 14(3): 319-325.
- Freixial, R., & Barros, J. (2012). Forragens. *Texto de apoio para as Unidade Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários, Noções Básicas de Agricultura e Tecnologia do Solo e das Culturas*. Universidade de Évora. <http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/5106/1/Sebenta%20forragens.pdf> (acedido em 26 de Setembro de 2014).
- Freixial, R., & Carvalho, M. (2013). As fases de transição e consolidação da agricultura de conservação e da sementeira direta (AC/SD) em culturas anuais nas condições mediterrâneas. *Vida Rural. Dossier técnico*. <http://www.rdpc.uevora.pt/bitstream/10174/9272/1/Vida%20Ruural%202013l.pdf> (acedido em 20 de agosto de 2013).
- Frenkel, H., Goertzen, J. O., & Rhoades, J. D. (1978). Effects of clay type and content, exchangeable sodium percentage, and electrolyte concentration on clay dispersion and soil hydraulic conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, 42(1), 32-39.
- Friedrich, T., Derpsch, R., & Kassam, A. (2012). Overview of the global spread of conservation agriculture. *Field Actions Science Reports. The journal of field actions*, (Special Issue 6).
- Gabriel, J. L., Almendros, P., Hontoria, C., & Quemada, M. (2012b). The role of cover crops in irrigated systems: Soil salinity and salt leaching. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 158, 200-207.
- Gabriel, J. L., Muñoz-Carpena, R., & Quemada, M. (2012a). The role of cover crops in irrigated systems: Water balance, nitrate leaching and soil mineral nitrogen accumulation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 155, 50-61.
- Gonçalves, M. C., Martins, J. C., Ramos, T. B., Neves, M. J., Pires, F. P., & Fernandes, M. L. (2009). Influência da qualidade da água de rega num Fluvisso solo do Alentejo. *Revista de Ciências Agrárias*, 32(1), 79-92.
- Goss, M. J., Brito, I., Carvalho, M., Kadir, Kadir, S. & de Varennes, A. (2011). Below-ground interactions for sustainable cropping systems. *Aspects of Applied Biology*, 113, 01-08.
- Goyal, S. S., Sharma, S. K., & Rains, D. W. (2003). *Crop production in saline environments: global and integrative perspectives* (p. 427). Food Products Press.
- Gu, B., & Doner, H. E. (1993). Dispersion and Aggregation of Soils as Influenced by Organic and Inorganic Polymers. *Soil Science Society of America Journal*, 57(3), 709-716.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hamdy, A. (2002). A review paper on: Soil salinity, crop salt response and crop salt tolerance mechanisms. In: *Non-Conventional Water Use*. Cairo. 11-158.
- Hernanz, J. L., López, R., Navarrete, L., & Sánchez-Girón, V. (2002). Long-term effects of tillage systems and rotations on soil structural stability and organic carbon stratification in semiarid central Spain. *Soil and Tillage Research*, 66(2), 129-141.
- Herrero, J., & Pérez-Coveta, O. (2004). Soil salinity changes over 24 years in a Mediterranean irrigated district. *Geoderma*, 125(3), 287-308.
- Hillel, D. (1998). *Environmental soil physics: fundamentals, applications, and environmental considerations*. Academic press.
- Hoorman, J. J., Islam, R., Sundermeier, A., & Reeder, R. (2009). Using cover crops to convert to no-till. *Crops Soils*, 42, 9-13.
- <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/index.stm> (acedido em 28 de setembro de 2013).
- INE (2001). Recenseamento Geral da Agricultura 1999. *Instituto Nacional de Estatística, IP*. Lisboa-Portugal.
- INE (2011). Recenseamento Agrícola 2009 – Análise dos principais resultados. *Instituto Nacional de Estatística, IP*. Lisboa-Portugal.
- INIA (2000). *Manual de fertilização das culturas*. (Ed.) INIA – Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Lisboa
- Isidoro, D., & Grattan, S. R. (2011). Predicting soil salinity in response to different irrigation practices, soil types and rainfall scenarios. *Irrigation science*, 29(3), 197-211.
- Jacobsen, T., & Adams, R. M. (1958). Salt and silt in ancient Mesopotamian agriculture. *Science*, 128(3334): 1251-1258.
- Jakobsen, B. F. & Dexter, A. R. (1988). Influence of biopores on root growth, water uptake and grain yield of wheat (*Triticum aestivum*) based on predictions from a computer model. *Biology and fertility of soils*, 6(4), 315-321.
- Ji, S., & Unger, P. W. (2001). Soil water accumulation under different precipitation, potential evaporation, and straw mulch conditions. *Soil Science Society of America Journal*, 65(2), 442-448.
- Jones, A., Montanarella, L., & Jones, R. (2005). *Soil atlas of Europe*. European Commission.
- Jones, A., Panagos, P., Barcelo, S., Boutaoui, F., Bosco, C., Dewitte, O., & Yigini, Y. (2012). The state of soil in Europe. JRC Reference Reports.–Luxembourg.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Jones, A.; Montanarella, L.; Micheli, E.; Spaargaren, O. and Jones, R.J.A., (2010). Major soil types of Europe. *European Commission Joint Research Centre*. Published by the European Union Publications Office, Luxembourg.
- Kahlow, M. A., & Azam, M. (2002). Individual and combined effect of waterlogging and salinity on crop yields in the Indus basin. *Irrigation and drainage*, 51(4): 329-338.
- Kassam, A., Friedrich, T., Derpsch, R., Lahmar, R., Mrabet, R., Basch, G., ... & Serraj, R. (2012). Conservation agriculture in the dry Mediterranean climate. *Field Crops Research*, 132, 7-17.
- Kay, B. D. (1990). Rates of change of soil structure under different cropping systems. In *Advances in Soil Science* 12 (pp. 1-52). Springer New York.
- Keren, R. (2005). Salt-affected soils, reclamation. In *Encyclopedia of Soils in the Environment*. Vol. 3, (Ed) D Hillel.
- Keren, R., & Singer, M. J. (1988). Effect of low electrolyte concentration on hydraulic conductivity of sodium/calcium-montmorillonite-sand system. *Soil Science Society of America Journal*, 52(2), 368-373.
- Kijne, J. W. (1998). *How to manage salinity in irrigated lands: a selective review with particular reference to irrigation in developing countries*. SWIM Paper No.2, International Irrigation Management Institute: Colombo.
- Kijne, J. W. (2003). Water productivity under saline conditions. *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement*. JW Kijne, R. Barker, and D. Molden (Eds.). CABI Publishing, Wallingford, UK: 89-102.
- Knowler, D., & Bradshaw, B. (2007). Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food policy*, 32(1), 25-48.
- Krasilnikov, P. V., Marti, J. J., Arnold, R. W., & Shoba, S. (2009). *A handbook of soil terminology, correlation and classification*. Earthscan.
- Laranjeira, I. (2006). *Controlo do risco de salinização de um solo de Barro (Vertissolo) melhorando a drenagem interna com subsolagem e drenos toupeira*. Tese de Mestrado. Universidade de Évora, Évora.
- Laranjeira, I., Serralheiro, R., Quartin, P., Toureiro, C., & Shahidian, S. (2005). Drenagem de um solo de Barro por subsolagem e drenos toupeira - Estudo das condições de lixiviação e dos riscos de salinização dos solos de Barro do Alqueva. In *Atas do I Congresso Nacional de Rega e Drenagem*, Beja.
- Leal, G. (2011). Drenagem. In I. Oliveira (ed), *Técnicas de regadio. Teoria e prática*. Edição de autor, Beja, pp. 1675-1725.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Leeds-Harrison, P.B., 1995. Movement of water and solutes to surface and ground waters. In: Walker, A., Allen, R., Bailey, S.W., Blair, A.M., Brown, C.D., Günther, P., Leake, C.R., Nicholls, P.H. (Eds.), *Proceedings of a Symposium Held at The University of Warwick*. Coventry, 3-5/05/95. BCPC, Monograph N^o, vol. 62, pp. 3–12.
- Letey, J., Hoffman, G. J., Hopmans, J. W., Grattan, S. R., Suarez, D., Corwin, D. L., Oster, J.D., Wu, L., & Amrhein, C. (2011). Evaluation of soil salinity leaching requirement guidelines. *Agricultural water management*, 98(4), 502-506.
- Levy, G. J., Goldstein, D., & Mamedov, A. I. (2005). Saturated hydraulic conductivity of semiarid soils: Combined effects of salinity, sodicity, and rate of wetting. *Soil Science Society of America Journal*, 69(3), 653-662.
- Liu, Y. Z., Tang, B., Zheng, Y. L., Ma, K. J., Xu, S. Z., & Qiu, F. Z. (2010). Screening Methods for Waterlogging Tolerance at Maize (*Zea mays* L.) Seedling Stage. *Agricultural Sciences in China*, 9(3), 362-369.
- Lobo, G., Videira, N., Antunes, P., Santos, R., & Guimarães, Â. (2002). The Alqueva project: a review of the evaluation process. In *III Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión del Agua. Sevilla* (pp. 76-79).
- LUSA (2014). *Área cultivada e produção de milho grão em Portugal aumentaram em 2013*. 12 de Fevereiro de 2014.
<http://www.noticiasaminuto.com/economia/173126/area-cultivada-e-producao-de-milho-grao-em-portugal-aumentaram-em-2013> (acedido em 31/agosto/2013).
- Maas, E. V., & Hoffman, G. J. (1977). Crop Salt Tolerance-Current Assessment. *Journal of the irrigation and drainage division*, 103(2), 115-134.
- Machado, R. M. D. A. (2002). *Estudos sobre a influência da rega gota-a-gota subsuperficial na dinâmica de enraizamento, no rendimento físico e na qualidade da matéria-prima do tomate de indústria*. Tese de Doutorado. Universidade de Évora.
- Madeira, M.; Costa, D. M. & Santos, J. C. 1980. Nota acerca do estado de agregação de solos Argiluvitados Pouco Insaturados sujeitos a diferentes utilizações. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*, 34: 67-85.
- Madeira, M. & Medina, J. M. B. 1982. Contribuição para o conhecimento da influência da natureza do complexo de troca na permeabilidade de solos argiluvitados pouco insaturados. *Pedon*, 4, 3-26.
- Mapa, R. B., Green, R. E., & Santo, L. (1986). Temporal variability of soil hydraulic properties with wetting and drying subsequent to tillage. *Soil Science Society of America Journal*, 50(5), 1133-1138.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Marchuk, A. G., & Rengasamy, P. (2010, August). Cation ratio of soil structural stability (CROSS). In *Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, Brisbane, Australia* (pp. 1-6).
- Marchuk, A., & Rengasamy, P. (2012). Threshold electrolyte concentration and dispersive potential in relation to CROSS in dispersive soils. *Soil Research*, 50(6), 473-481.
- Marchuk, A., Rengasamy, P., & McNeill, A. (2013). Influence of organic matter, clay mineralogy, and pH on the effects of CROSS on soil structure is related to the zeta potential of the dispersed clay. *Soil Research*, 51(1) 34-40.
- Marques, F. (2009). *Avaliação técnica e económica de sistemas de mobilização do solo*. Tese de Doutoramento. Universidade de Évora, Évora.
- Martins, J. C., Gonçalves, M. C., Gonçalves, A. R., Rodrigues, C. P., Pires, F. P., & Oliveira, A. (2001). Qualidade da água de rega e riscos de salinização e de alcalização de solos do Alentejo. *Revista de Ciências Agrárias*, 24(3), 324-336.
- Martins, J. C., Vilar, M. T., Neves, M. J., Pires, F. P., Ramos, T. B., Prazeres, A. O., & Gonçalves, M. C. (2005). Monitorização da salinidade e sodicidade de solos regados por rampas rotativas nos perímetros do Roxo e de Odivelas. In *Atas do I Congresso Nacional de Rega e Drenagem*, Beja.
- Matos, L. S. (1998). *Estudo do efeito da subsolagem num solo Mediterrâneo regado por sulcos*. Tese de Mestrado. Universidade de Évora, Évora.
- McFarlane, D. J., & Williamson, D. R. (2002). An overview of water logging and salinity in southwestern Australia as related to the 'Ucarro' experimental catchment. *Agricultural Water Management*, 53(1): 5-29.
- Mendes, J. P. (1998). *Interação do sistema de mobilização do solo e do regime hídrico na produção de girassol*. Tese de mestrado. Universidade de Évora, Évora.
- Mendes, J. P.; Mondragão-Rodrigues, F. (2012). Modificações nas necessidades hídricas anuais da cultura do milho resultantes das alterações climáticas, nas condições da região de Elvas. IV Congresso Nacional de Rega e Drenagem. COTR. Coimbra, 20 e 21 de Setembro de 2012. Anexo digital do livro de resumos pg 46.
- Mendes, J.P. (2007). Utilização de um modelo expedito no apoio à condução da rega - ConduzRega. *CD Anexo ao Livro de Resumos do II Congresso Nacional de Rega e Drenagem*, pp. 96. Fundão.
- Meyer, W. S., Barrs, H. D., & Jayawardane, N. S. (1985). Waterlogging as a limitation to wheat yield in an irrigated clay soil. In *Wheat Growth and Modelling*(pp. 199-204). Springer US.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mohamedin, A. A. M., Awaad, M. S., & Ahmed, A. R. (2010). The Negative Role of Soil Salinity and Waterlogging on Crop Productivity in the North-eastern Region of the Nile Delta, Egypt. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(4), 378-385.
- Monteiro (2004). *Fatores determinantes do hidromorfismo em solos do sul de Portugal*. Tese de doutoramento. Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Monteiro, F.; Madeira, M.; Fonseca, M., & Sousa, E. (2002). Características físicas, químicas e mineralógicas e comportamento hidrológico de um *Solonetz* no Sul de Portugal. *Revista de Ciências Agrárias*, XXIV (3/4): 67-77.
- Nel, A. A. (2005). Crop rotation in the summer rainfall area of South Africa. *South African Journal of Plant and Soil*, 22(4), 274-278.
- Nelson, D. W. Sommers., LE, 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of Soil Analysis. Chemical Methods (Part 3) Soil Science*. Society of. America. Madison, WI, 961-1010.
- Nelson, P.N., and Oades, J.M. (1998). *Organic matter, sodicity and soil structure*. In: ME Sumner, R Naidu (Eds), *Sodic soils: distribution, properties, management and environmental consequences*. Oxford University Press, New York, USA, pp. 51-75.
- Nivedita, M. (1997). Influence Of Soil Surface Management On Profile Moisture Storage, Deep Percolation And Solute Movement Of An Alfisol. *Doctoral dissertation*, Andhra Pradesh Agricultural University, Hyderabad.
- NRCS (2006). Cover Crop. *Natural Resources Conservation Service Conservation Practice Standard*. EUA.
<http://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/MN/340mn.pdf> (acedido em 3/agosto/2014).
- Núncio, J. & Arranja C. (2011) - Gestão dos aproveitamentos hidroagrícolas de Alqueva. Jornadas Técnicas APRH.
http://sir.dgadr.pt/conteudos/jornadas_aph/apresentacoes/s7/11.pdf (acedido em 9 setembro 2010).
- Nunes, J. M. (2003). *Los suelos del Perimetro Regable del Caia: Tipos, fertilidad e impacto del riego en sus propiedades quimicas*. Tese de Doutoramento. Facultad de Ciencias, Universidad da Extremadura, Espanha.
- Nunes, J. M., Muñoz, A., Coelho, J. P., Dias, S., Garcia, A., & López-Piñeiro, A. (2006). Using a GIS for sustainable use and management of an irrigation area in the Spanish-Portuguese Border threatened by desertification. In *Desertification in the Mediterranean Region. A Security Issue* (pp. 451-473). Springer Netherlands.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nunes, J. M., López-Piñeiro, A., Albarrán, A., Muñoz, A., & Coelho, J. (2007). Changes in selected soil properties caused by 30 years of continuous irrigation under Mediterranean conditions. *Geoderma*, 139(3), 321-328.
- Nunes, J.M.; Viegas, A.; Loures, L.; Brás, P.; Mendes J.P.; Piñeiro A.; ... & Abreu, I. (2013). Contribuição para o aumento da rentabilidade e da sustentabilidade ambiental dos regadios a sul do Tejo – Apresentação do projeto. In *Revista Vida Rural*, 1792, Caderno Especial.
- Nunes, J.M.; Viegas, A.; Loures, L.; Piñeiro A.; Vieira, R. (2013). Influência do regadio nos teores de matéria orgânica dos solos. In *Revista Vida Rural*, 1792, Caderno Especial.
- Nunes, M., Gonçalves, J. M., Santos, J., & Pereira, L.S. (2012). Contribuição da ascensão capilar para a gestão da rega a nível da parcela no baixo Mondego. In *Atas do IV Congresso Nacional de Rega e Drenagem*, Coimbra.
- Oades, J. M. (1984). Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. *Plant and soil*, 76(1-3), 319-337.
- Oades, J. M. (1993). The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. *Geoderma*, 56(1), 377-400.
- Oliveira, I. (2011). Salinidade e qualidade da água de rega. *Técnicas de regadio. Teoria e prática*. I. Oliveira (ed), Edição do autor, Beja, pp. 1521-1599.
- Oliveira, I., & Varela, M. (2005). A qualidade da água dos pequenos regadios individuais do Alentejo. In *Atas do I Congresso Nacional de Rega e Drenagem*, Beja.
- Oliveira, I., Fabião, M. S., Teixeira, J. L., Carreira, D., & Silva, M. (2005). SIGIRA parte I– Inventário dos Pequenos Regadios Individuais do Alentejo–PRIA. In *Atas do I Congresso Nacional de Rega e Drenagem*, Beja.
- Oster, J. D. (1994). Irrigation with poor quality water. *Agricultural Water Management*, 25(3), 271-297.
- Oster, J. D., & Jayawardane, N. S. (1998). Agricultural management of sodic soils. In: ME Sumner, R Naidu (Eds), *Sodic soils: distribution, properties, management and environmental consequences*. Oxford University Press, New York, USA, pp. 126-147.
- Padhi, J., & Misra, R. K. (2011). Sensitivity of EM38 in determining soil water distribution in an irrigated wheat field. *Soil and Tillage Research*, 117, 93-102.
- Paltineanu, I. C., & Starr, J. L. (1997). Real-time soil water dynamics using multisensor capacitance probes: laboratory calibration. *Soil Science Society of America Journal*, 61(6), 1576-1585.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pang, H. C., Li, Y. Y., Yang, J. S., & Liang, Y. S. (2010). Effect of brackish water irrigation and straw mulching on soil salinity and crop yields under monsoonal climatic conditions. *Agricultural Water Management*, 97(12), 1971-1977.
- Pannell, D.J., & Ewing, M.A. (2006). Managing secondary dryland salinity: Options and challenges. *Agricultural Water Management*. 80(1): 41-56.
- Paz, J. D., Visconti, F., Zapata, R., & Sánchez, J. (2004). Integration of two simple models in a geographical information system to evaluate salinization risk in irrigated land of the Valencian Community, Spain. *Soil use and management*, 20(3), 333-342.
- Peneda, A. (2009). *Otimização da fileira do olival na Herdade de Alcobaça*. Tese de Mestrado. Escola Superior Agrária de Elvas, Elvas.
- Pereira, L. S. (2004). *Necessidades hídricas das culturas e métodos de rega*. Publicações Europa-América, Mem Martins
- Pereira, L. S., Oweis, T., & Zairi, A. (2002). Irrigation management under water scarcity. *Agricultural water management*, 57(3), 175-206.
- Pereira, L. S., Sousa, E. C., & Pereira, L. A. (1987). Irrigation and drainage for improvement of wet and saline soils: Reference to Portuguese conditions. In H. Barth & L. Hermite (Eds), *Scientific Basis for Soil Protection in the European Community* (pp. 313-341). Springer Netherlands.
- Pérez-Sirvent, C., Martínez-Sánchez, M. J., Vidal, J., & Sánchez, A. (2003). The role of low-quality irrigation water in the desertification of semi-arid zones in Murcia, SE Spain. *Geoderma*, 113(1), 109-125.
- PGBHRH7 (2012). *Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas integradas na Região Hidrográfica do Guadiana (RH7) – Relatório técnico específico para envio à Comissão Europeia*. http://www.apambiente.pt/_zdata/planos/PGRH7/RT_Especifico_CE%5CRTE_RH7_T1A_VF.pdf (acedido em 20 agosto 2013).
- Phillips, R. E., & Phillips, S. H. (1984). *No-tillage agriculture. Principles and practices*. Van Nostrand Reinhold Company, New Yourk, 1984.
- Pinheiro, A. C., & Saraiva, J. P. (2002). Avaliação da sustentabilidade do regadio no Alentejo face à diretiva quadro da água: uma simulação com programação multi-objectivo. In *Congresso Ibérico de Sevilla, Fundación Nueva Cultura del Agua*.
- Pizarro, F. (1996). *Riegos localizados de alta frecuencia*. Ed Mundi Prensa, Madrid.
- Porta J., Lopez-Acevedo, M., & Roquero, C. (1994). Estrutura del suelo y propiedades relacionadas. In *Edafologia para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. pp. 245-274.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Prendergast, J. B. (1995). Soil water bypass and solute transport under irrigated pasture. *Soil Science Society of America Journal*, 59(6), 1531-1539.
- Qadir, M., Ghafoor, A., & Murtaza, G. (2000). Amelioration strategies for saline soils: a review. *Land Degradation & Development*, 11(6), 501-521.
- Qadir, M., Noble, A. D., Oster, J. D., Schubert, S., & Ghafoor, A. (2005). Driving forces for sodium removal during phytoremediation of calcareous sodic and saline-sodic soils: a review. *Soil Use and Management*, 21(2), 173-180.
- Qadir, M., Oster, J. D., Schubert, S., Noble, A. D., & Sahrawat, K. L. (2007). Phytoremediation of Sodic and Saline-Sodic Soils. *Advances in Agronomy*, 96, 197-247.
- Ramos, T. B., Martins, J. C., Pires, F. P., Luz, P. B., Castanheira, N. L., Reis, J. L., & Santos, F. L. (2010). Impacto de técnicas de mobilização na conservação do solo e na produtividade de milho regado por rampa rotativa num Fluvissole. *Revista de Ciências Agrárias*, 33(1), 247-256.
- Ramos, T. B., Martins, J. C., Pires, F. P., Luz, P. B., Fernandes, M. L., Nunes, F., Mendes, J. & Carvalho, N. S. (2005). Rega por rampa rotativa: impacte no solo e prevenção de riscos ambientais. In *Atas do I Congresso Nacional de Rega e Drenagem*, Beja.
- Raposo, R. (1996). *A Rega. Dos primitivos regadios às modernas técnicas de rega*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Razmjoo, K., Heydarizadeh, P., & M. R. Sabzalian (2008). Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomile*. *Int. J. Agric. Biol* 10(4): 451-454.
- Reeves, D. W. (1997). The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil and Tillage Research*, 43(1), 131-167.
- Reis, R. M. M., & Gonçalves, M. Z. (1987). Clima de Portugal, Fascículo XXXIV. *Caracterização climática da região agrícola do Alentejo*. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa.
- Reis-Cunha, F. (1975). Fatores elementares dos regadios alentejanos. O clima. *Curso de reciclagem de regadio*. INIA – Oeiras, 3, 5-20.
- Rengasamy, P. (2006). World salinization with emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany*. 57(5): 1017-1023.
- Rengasamy, P. (2010). Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Functional Plant Biology*, 37(7), 613-620.
- Rengasamy, P. (2012). Salt-affected Soils: Sustainable Agriculture. *Encyclopedia of Environmental Management*. SE Jorgensen(Ed). Volume 4. CRC Press

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rengasamy, P., & Marchuk, A. (2011). Cation ratio of soil structural stability (CROSS). *Soil Research*, 49(3), 280-285.
- Rengasamy, P., & Olsson, K. (1991). Sodicity and soil structure. *Soil Research*. 29(6): 935-952.
- Rengasamy, P., & Sumner, M. E. (1998). Processes Involved in Sodic Behavior. In: ME Sumner, R Naidu (Eds), *Sodic soils: distribution, properties, management and environmental consequences*. Oxford University Press, New York, USA, pp. 3-17.
- Rengasamy, P., Greene, R. S. B., Ford, G. W., & Mehanni, A. H. (1984). Identification of dispersive behaviour and the management of red-brown earths. *Soil Research*, 22(4), 413-431.
- Rhoades, J. D. (1996). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In *Methods of Soil Analysis Part 3—Chemical Methods*. In: Sparks, D.L. (ed.), *Analysis Soil Science Society of America Book Series*. (5ª ed): 417–436.
- Rhoades, J. D., Chanduvi, F., & Lesch, S. M. (1999). Soil salinity assessment: Methods and interpretation of electrical conductivity measurements. *FAO Irrigation and drainage*. 57, Roma
- Rhoades, J. D., Kandiah, A., & Mashali, A. M. (1992). The use of saline waters for crop production. *FAO Irrigation and drainage*. 48, Roma
- Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. USDA Handbook 60. Riverside. California.
- Rowell D.L. (1996) *Soil Science: Methods and Applications*. 3ª ed. Addison Wesley. Longman Limited. England.
- Rycroft, D. W., & Amer, M. H. (1995). Prospects for the drainage of clay soils. *FAO Irrigation and drainage*. 51, Roma.
- Sagrajas (2006). Red de Asesoramiento al Regante.
<http://www.juntaex.es/consejerias/aym/riegos/datos/Sagrajas.htm> (accedido em 3 de novembro de 2006).
- Salama, R. B., Otto, C. J., & Fitzpatrick, R. W. (1999). Contributions of groundwater conditions to soil and water salinization. *Hydrogeology Journal*. 7(1), 46-64.
- Santos, F. L. (2003). *Transferência de água e de solutos no solo*: 2ª edição, Universidade de Évora.
- Santos-Júnior, A. G. (1987). *Movimento da água no solo*. 2ª ed. Universidade de Évora.
- Sarrantonio, M. (2007). Selecting the best cover crops for your farm. In conservation tillage systems. *Managing cover crops profitably*. 3rd ed. *Sustainable Agriculture Network*. Handbook Series Book 9. *Beltsville*, United Book Press, 12-15.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Schofield, R., Thomas, D. S. G., & Kirkby, M. J. (2001). Causal processes of soil salinization in Tunisia, Spain and Hungary. *Land Degradation & Development*, 12(2), 163-181.
- SEIA (1995). Estudo integrado de impacte ambiental do empreendimento de Alqueva. *SEIA S.A.*
- Sequeira, E. M. (2000). Alqueva face às questões ambientais, à nova PAC (2000) e à diretiva quadro da água. *Revista de Ciências Agrárias*, 23(3), 160-185.
- Sequeira, E. M., Gomes, M. P., Silva, A. S., Silva, J. V., Martins J. C., Gonçalves, M. C., et al. (1995). Solos. *In Estudo integrado de impacte ambiental do empreendimento do Alqueva*. SEIA, Sociedade de engenharia e inovação ambiental, S. A. Vol. VIIA: 1-116.
- Serralheiro, R. P. (2005) – *A Sustentabilidade do Regadio e a Conservação do Solo e da Água*. 7º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Estrangeira. Universidade de Évora. www.aprh.pt/7_silusba/ARTIGOS/PALESTRA.PDF (acedido em 23 de agosto de 2004).
- Serralheiro, R. P. (1997). *Perspectiva da agricultura de regadio em Portugal*. Universidade de Évora, série Ciências Agrárias, nº5.
- Serralheiro, R. P. (2003) - O Futuro do Regadio e a Proteção do Ambiente. *Lição inaugural do ano lectivo 2003/2004 da Universidade de Évora*. URL:<http://www.unizar.es/fnca/docu/docu26.doc> (acedido em 2/março/2007).
- Serrano, J. M., Peça, J. O., Silva, J. R., & Shahidian, S. (2010). Medição e mapeamento da condutividade eléctrica aparente do solo em pastagens. *Revista de Ciências Agrárias*, 33(2), 5-14.
- Siebert, S., Burke, J., Faures, J. M., Frenken, K., Hoogeveen, J., Döll, P., & Portmann, F. T. (2010). Groundwater use for irrigation—a global inventory. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 7(3), 3977-4021.
- SigmaScan Pro 5.0 (1999). User's Guide. SPSS Science. Chicago.
- Silva, A. A. (1969). Solos compactados e estudo laboratorial da drenagem em Pm. *Pedologia*, 4 (2): 167-199.
- Silva, A. A.; Garcia, J. S. & Rodrigues, J. L. (1965). Alguns aspectos da drenagem dos campos de Évora. Seu estudo experimental no Posto Experimental de Évora. *Agronomia Lusitana*, 27 (2): 155-171.
- Silva, I. C. (1998). *Controlo de toalhas freáticas suspensas em solos argiluvitados: Ensaios preliminares*. Tese de mestrado. Universidade de Évora, Évora.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Silva, L. L. (2001) O efeito das características de aplicação da água sobre a infiltração num solo Mediterrâneo regado por rampa rotativa. *Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Agrícola*. Universidade de Évora.
- Silva, L. L., da Silva, J. M., Pisco, A. M. V., & Torres, C. J. (2010). In *International Conference on Agricultural Engineering-AgEng 2010: towards environmental technologies*, Clermont-Ferrand, France, 6-8 September 2010.
- Smika, D. E., & Unger, P. W. (1986). Effect of surface residues on soil water storage. In *Advances in soil science* (pp. 111-138). Springer New York.
- Soil Survey Staff. (2010). *Keys to Soil Taxonomy*. 11^o Edição - USDA.
- Soilmoisture (1991). *Operating instructions model 2800 Guelph Permeameter*. Soil Moisture Equipment Corp.
- Sonmez, S., Buyuktas, D., Okturen, F., & Citak, S. (2008). Assessment of different soil to water ratios (1: 1, 1: 2.5, 1: 5) in soil salinity studies. *Geoderma*, 144(1), 361-369.
- Sousa, E. C., Madeira, M., & F. G. Monteiro. (1998). A Base de Referência para os solos do mundo e a classificação dos solos de Portugal. *Revista de Ciências Agrárias*, 27(1), 13-23.
- Strudley, M. W., Green, T. R., & Ascough II, J. C. (2008). Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: State of the science. *Soil and Tillage Research*, 99(1), 4-48.
- Sullivan, P. (2003). Overview of Cover Crops and Green Manures: Fundamentals of Sustainable Agriculture. *National Sustainable Agriculture Information Service*, USA.
- Sumner, M. E. (1993). Sodic soils-New perspectives. *Soil Research*, 31(6), 683-750.
- Sumner, M. E., & Naidu, R. (1998). Sodic soils: distribution, properties, management and environmental consequences. Oxford University Press.
- Sumner, M. E., Miller, W. P., Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., ... & Johnston, C. T. (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficients. *Methods of soil analysis. Part 3-chemical methods.*, 1201-1229.
- Sumner, M. E., Rengasamy, P., & Naidu, R. (1998). Sodic soils: a reappraisal. In ME Sumner, R Naidu (Eds), *Sodic soils: distribution, properties, management and environmental consequences*. Oxford University Press, New York, USA, pp. 3-17.
- Tanji, K. (1990) Nature and extent of agricultural salinity. In: K.K. Tanji (Ed.), *Agricultural salinity assessment and management*. ASCE Manuals and Reports on Engineering practice. N. 71, New Yourk. pp. 1-17

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Tanji, K. K., & Kielen, N. C. (2002). Agricultural Drainage Water Management in Arid and Semi-Arid Areas. *FAO Irrigation and Drainage*. 61, Roma.
- Teixeira, A. J. S. (1969). Nota preliminar sobre drenagem de terras agrícolas. O caso particular do Alentejo. *Pedologia*. 4 (1): 1-11.
- Teixeira, M., Dias Costa, J. P., Lopes, M. J., Barata, T., Coelho, I. S., Nobre, *et al.* (2005a). Plano de Intervenção para a zona de Alqueva. *Caracterização da zona de Alqueva. GPAa-Grupo do Projecto Alqueva Agrícola. Tomo 2*. http://sir.dgadr.pt/conteudos/gpaa/tomos/tomo_2.pdf acedido em 31/julho/2014 (acedido em 31/julho/2014).
- Teixeira, M., Dias Costa, J. P., Lopes, M. J., Barata, T., Coelho, I. S., Nobre, *et al.* (2005b). Plano de Intervenção para a zona de Alqueva. Identificação das potencialidades do regadio de Alqueva. *GPAa-Grupo do Projecto Alqueva Agrícola. Tomo 3*. http://sir.dgadr.pt/conteudos/gpaa/tomos/tomo_3.pdf (acedido em 31/julho/2014).
- Thomas, M., Fitzpatrick, R. W., & Heinson, G. S. (2009). An expert system to predict intricate saline-sodic subsoil patterns in upland South Australia. *Soil Research*, 47(6), 602-612.
- Tisdall, J. M. (1996). Formation of soil aggregates and accumulation of soil organic matter. In: Carter, M.R., Stewart, B.A. (Eds.), *Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 57-96.
- Tisdall, J. M. e Oades, J. M. (1982). Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33: 141-163.
- Tivet, F., de Moraes Sa, J. C., Lal, R., Briedis, C., Borszowskei, P. R., dos Santos, J. B., ... & Séguy, L. (2013). Aggregate C depletion by plowing and its restoration by diverse biomass-C inputs under no-till in sub-tropical and tropical regions of Brazil. *Soil and tillage research*, 126, 203-218.
- Tonitto, C., David, M. B., & Drinkwater, L. E. (2006). Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 112(1), 58-72.
- Tóth, G., Montanarella, L., & Rusco, E. (2008). Updated Map of Salt Affected Soils in the European Union. In: Tóth, G., Montanarella, L. and Rusco, E. (Eds.), *Threats to Soil Quality in Europe EUR23438-scientific and Technical Research series*. Official Publications of the European Communities Luxembourg. pp. 61-74
- Unger, P. W., & Vigil, M. F. (1998). Cover crop effects on soil water relationships. *Journal of Soil and Water Conservation*, 53(3), 200-207.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Unger, P. W., Stewart, B. A., Parr, J. F., & Singh, R. P. (1991). Crop residue management and tillage methods for conserving soil and water in semi-arid regions. *Soil and Tillage Research*, 20(2), 219-240.
- Van der Molen, W. H., Beltrán, J. M., & Ochs, W. J. (2007). Guidelines and Computer Programs for the Planning and Design of Land Drainage Systems. *FAO Irrigation and drainage*. 62, Roma.
- Visconti, F. (2009). Elaboración de un modelo predictivo de la acumulación de sales en suelos agrícolas de regadío bajo clima mediterráneo; aplicación a la Vega Baja del Segura y Bajo. *Dissertação de Doutoramento. Universidade de Valencia*.
- Warrence, N. J., Bauder, J. W., & Pearson, K. E. (2002). Basics of salinity and sodicity effects on soil physical properties. *Departement of Land Resources and Environmental Sciences, Montana State University-Bozeman, MT*.
- Weil, R., & Kremen, A. (2007). Thinking across and beyond disciplines to make cover crops pay. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(4), 551-557.
- Wong, V. N., Greene, R. S., Murphy, B. W., Dalal, R., Mann, S., & Farquhar, G. (2006). The effects of salinity and sodicity on soil organic carbon stocks and fluxes: An overview. *Regolith Consolidation and Dispersion of Ideas*, 7, 367-371.
- Yang, Y. M., Liu, X. J., Li, W. Q., & Li, C. Z. (2006). Effect of different mulch materials on winter wheat production in desalinized soil in Heilonggang region of North China. *Journal of Zhejiang University Science B*, 7(11), 858-867.
- Zhao, Y., Pang, H., Wang, J., Huo, L., & Li, Y. (2014). Effects of straw mulch and buried straw on soil moisture and salinity in relation to sunflower growth and yield. *Field Crops Research*, 161, 16-25.
- Zibilske, L. M., & Bradford, J. M. (2007). Soil aggregation, aggregate carbon and nitrogen, and moisture retention induced by conservation tillage. *Soil Science Society of America Journal*, 71(3), 793-802.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE		TC		Ca		Mg		Na		K		SAR		CROSS		Ca/Mg	
							5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
							193,6	a	1,76	a	0,8095	a	0,3417	a	0,4499	b	0,1562		0,6024	c	0,7817	c	2,1445	a
							175,7	a	1,66	a	0,4647	b	0,2410	b	0,8080	a	0,1446		1,3852	a	1,6583	a	1,8516	a
							91,2	b	1,21	b	0,3353	b	0,2452	b	0,4701	b	0,1580		0,8685	b	1,1362	b	1,3842	b
1			GL	6		QME=	13812	lsd	0,5330	lsd	0,1730	lsd	0,0122	lsd	0,0648	lsd	0,0025		0,0688	lsd	0,0674	lsd	0,6886	lsd
			N.O.	96		Prob =	0,0020	41,507	0,0043	0,258	0,0006	0,147	0,0012	0,039	0,0001	0,090	0,2071		0,0000	0,093	0,0000	0,092	0,0021	0,293
						1	125,2	b-d	1,44	B-E	0,5619	bc	0,3140		0,3985		0,1610		0,6197		0,8235		1,7510	BC
						1	162,5	bc	1,57	BC	0,7036	b	0,3114		0,4168		0,1376		0,5888		0,7609		2,0494	B
						1	293,2	a	2,27	A	1,1630	a	0,3998		0,5343		0,1701		0,5986		0,7608		2,6331	A
						2	190,4	b	1,75	B	0,4695	bc	0,2570		0,8590		0,1612		1,4323		1,7209		1,7958	BC
						2	162,0	bc	1,56	B-D	0,4293	c	0,2275		0,7681		0,1382		1,3751		1,6541		1,7907	BC
						2	174,8	b	1,67	B	0,4953	bc	0,2384		0,7968		0,1344		1,3483		1,6000		1,9684	B
						3	92,6	cd	1,21	DE	0,3186	c	0,2493		0,4863		0,1589		0,9072		1,1837		1,2899	D
						3	87,0	d	1,18	E	0,3310	c	0,2383		0,4571		0,1554		0,8487		1,1122		1,4080	CD
						3	93,9	cd	1,23	C-E	0,3564	c	0,2480		0,4667		0,1598		0,8496		1,1128		1,4545	CD
3			GL	6		QME=	13812	lsd	0,5330	lsd	0,1730	lsd	0,0122		0,0648		0,0025		0,0688		0,0674		0,6886	lsd
			N.O.	32		Prob =	0,0217	71,893	0,0534	0,355	0,0217	0,254	0,1514		0,3841		0,1860		ns		0,4756		0,0816	0,403
						1	158,3		1,58		0,5770		0,2792		0,5725		0,1512		0,9346		1,1684		1,8839	
						2	148,7		1,50		0,4961		0,2728		0,5794		0,1547		0,9695		1,2158		1,7029	
4			GL	6		QME=	13812		0,5330		0,1730		0,0122		0,0648		0,0025		0,0688		0,0674		0,6886	
			N.O.	144		Prob =	ns		ns		0,1498		ns		ns		ns		0,3013		0,1730		0,1137	
						1	208,4		1,87		0,9058		0,3549		0,4479		0,1585		0,5779		0,7513		2,3310	
						1	178,9		1,65		0,7132		0,3285		0,4518		0,1540		0,6269		0,8121		1,9580	
						2	180,8		1,70		0,4930		0,2420		0,8228		0,1430		1,3945		1,6644		1,9259	
						2	170,7		1,62		0,4364		0,2400		0,7932		0,1463		1,3759		1,6523		1,7774	
						3	85,7		1,17		0,3322		0,2406		0,4468		0,1521		0,8313		1,0896		1,3948	
						3	96,7		1,25		0,3385		0,2499		0,4933		0,1639		0,9057		1,1829		1,3735	
5			GL	6		QME=	13812		0,5330		0,1730		0,0122		0,0648		0,0025		0,0688		0,0674		0,6886	
			N.O.	48		Prob =	ns		ns		0,3097		ns		ns		ns		ns		0,4100		0,3902	
						1	155,1		1,56		0,5396		0,2798		0,5869		0,1514		0,9579		1,1946		1,8083	
						2	151,9		1,53		0,5334		0,2721		0,5650		0,1545		0,9462		1,1895		1,7785	
8			GL	12		QME=	23000		0,7390		0,3224		0,0085		0,0441		0,0012		0,0380		0,0422		0,8357	
			N.O.	144		Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns	
						1	182,4		1,70		0,7787		0,3361		0,4314		0,1587		0,5816	d	0,7623	d	2,1423	
						1	204,8		1,81		0,8404		0,3473		0,4683		0,1538		0,6232	d	0,8011	d	2,1468	
						2	179,7		1,68		0,4833		0,2487		0,8138		0,1386		1,3644	a	1,6260	a	1,8564	
						2	171,8		1,63		0,4462		0,2333		0,8022		0,1506		1,4060	a	1,6906	a	1,8469	
						3	103,3		1,28		0,3570		0,2546		0,5156		0,1569		0,9276	b	1,1956	b	1,4264	
						3	79,1		1,13		0,3137		0,2358		0,4245		0,1592		0,8094	c	1,0769	c	1,3419	
9			GL	12		QME=	23000		0,7390		0,3224		0,0085		0,0441		0,0012		0,0380	lsd	0,0422	lsd	0,8357	
			N.O.	48		Prob =	ns		ns		ns		ns		0,1453		0,2667		0,0215	0,087	0,0192	0,091	ns	
						1	162,4		1,61		0,5997		0,2793		0,5783		0,1503		0,9336		1,1640		1,9525	
						1	154,2		1,55		0,5543		0,2790		0,5667		0,1521		0,9355		1,1729		1,8153	
						2	147,9		1,51		0,4796		0,2803		0,5956		0,1525		0,9821		1,2253		1,6641	
						2	149,6		1,50		0,5125		0,2653		0,5633		0,1570		0,9569		1,2062		1,7417	
12			GL	12		QME=	23000		0,7390		0,3224		0,0085		0,0441		0,0012		0,0380		0,0422		0,8357	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE		TC		Ca		Mg		Na		K		SAR		CROSS		Ca/Mg	
			N.O.	72		Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns	
		1	1	1			217,2		1,92		0,9593		0,3490		0,4518		0,1645		0,5701		0,7422		2,5380	
		1	1	2			199,5		1,81		0,8523		0,3609		0,4440		0,1525		0,5857		0,7604		2,1240	
		1	2	1			147,6		1,49		0,5980		0,3233		0,4110		0,1529		0,5930		0,7824		1,7465	
		1	2	2			210,1		1,81		0,8284		0,3338		0,4927		0,1551		0,6607		0,8419		2,1695	
		2	1	1			174,5		1,67		0,4910		0,2430		0,7947		0,1372		1,3415		1,6024		1,8838	
		2	1	2			187,0		1,74		0,4950		0,2410		0,8508		0,1488		1,4475		1,7264		1,9680	
		2	2	1			184,8		1,70		0,4755		0,2544		0,8328		0,1401		1,3873		1,6497		1,8290	
		2	2	2			156,5		1,53		0,3973		0,2255		0,7535		0,1524		1,3645		1,6548		1,7258	
		3	1	1			95,4		1,23		0,3487		0,2461		0,4883		0,1493		0,8892		1,1472		1,4358	
		3	1	2			76,0		1,11		0,3156		0,2350		0,4054		0,1550		0,7733		1,0319		1,3538	
		3	2	1			111,3		1,34		0,3652		0,2632		0,5429		0,1645		0,9660		1,2440		1,4170	
		3	2	2			82,1		1,16		0,3118		0,2365		0,4437		0,1634		0,8455		1,1218		1,3300	
13			GL	12		QME=	23000		0,7390		0,3224		0,0085		0,0441		0,0012		0,0380		0,0422		0,8357	
			N.O.	24		Prob =	0,3868		0,3937		ns		ns		0,2198		ns		0,2962		ns		0,1599	
				1			125,8	b	1,36	b	0,4814	b	0,2549	b	0,4741	b	0,1513		0,8392	b	1,0760	b	1,7273	B
				2			181,2	a	0,2917	a	0,5917	a	0,2970	a	0,6778	a	0,1546		1,0649	a	1,3082	a	1,8596	A
16			GL	24		QME=	10387	lsd	0,3530	lsd	0,1323	lsd	0,0068	lsd	0,0268	lsd	0,0012		0,0199	lsd	0,0259	lsd	0,3444	lsd
			N.O.	144		Prob =	0,0001	24,789	0,0000	0,145	0,0167	0,088	0,0002	0,020	0,0000	0,040	ns		0,0000	0,034	0,0000	0,039	0,0676	0,118
		1		1			185,6	b	1,71	b	0,7931	A	0,3405	a	0,4195	cd	0,1557		0,5659	f	0,7439	f	2,0972	
		1		2			201,6	ab	1,81	ab	0,8259	A	0,3429	a	0,4803	c	0,1567		0,6389	e	0,8196	e	2,1918	
		2		1			119,8	c	1,29	c	0,3360	C	0,1966	c	0,6125	b	0,1395		1,2001	b	1,4715	b	1,6870	
		2		2			231,6	a	2,03	a	0,5935	B	0,2853	b	1,0034	a	0,1498		1,5704	a	1,8451	a	2,0163	
		3		1			72,0	d	1,09	c	0,3151	C	0,2276	c	0,3903	d	0,1588		0,7516	d	1,0125	d	1,3975	
		3		2			110,4	cd	1,33	c	0,3556	C	0,2628	b	0,5498	b	0,1573		0,9854	c	1,2599	c	1,3708	
17			GL	24		QME=	10387	lsd	0,3530	lsd	0,1323	lsd	0,0068	lsd	0,0268	lsd	0,0012		0,0199	lsd	0,0259	lsd	0,3444	lsd
			N.O.	48		Prob =	0,0088	42,936	0,0022	0,250	0,0715	0,127	0,0048	0,035	0,0000	0,069	ns		0,0000	0,059	0,0000	0,068	0,1238	
		1		1			131,6		1,40		0,5028		0,2602		0,4823		0,1528		0,8494	c	1,0891	c	1,7350	b
		1		2			185,0		1,76		0,6511		0,2981		0,6627		0,1496		1,0197	b	1,2478	b	2,0328	a
		2		1			120,1		1,33		0,4599		0,2496		0,4659		0,1499		0,8290	c	1,0629	c	1,7195	b
		2		2			177,4		1,68		0,5322		0,2959		0,6930		0,1596		1,1101	a	1,3686	a	1,6864	b
20			GL	24		QME=	10387		0,3530		0,1323		0,0068		0,0268		0,0012		0,0199	lsd	0,0259	lsd	0,3444	lsd
			N.O.	72		Prob =	ns		ns		ns		ns		0,2370		0,1313		0,0028	0,049	0,0007	0,055	0,0249	0,202
		1		1			203,0		1,83		0,8787		0,3571		0,4345		0,1623		0,5622		0,7423		2,2070	
		1		2			213,8		1,90		0,9329		0,3528		0,4613		0,1546		0,5936		0,7603		2,4551	
		1		2			168,3		1,59		0,7075		0,3239		0,4044		0,1492		0,5695		0,7455		1,9874	
		1		2			189,4		1,71		0,7190		0,3331		0,4992		0,1588		0,6843		0,8788		1,9285	
		2		1			124,4		1,31		0,3320		0,1955		0,6382		0,1430		1,2543		1,5365		1,6740	
		2		1			237,1		2,09		0,6540		0,2884		1,0073		0,1430		1,5348		1,7923		2,1777	
		2		2			115,3		1,26		0,3400		0,1977		0,5869		0,1360		1,1458		1,4065		1,7000	
		2		2			226,1		1,97		0,5329		0,2822		0,9995		0,1565		1,6060		1,8980		1,8548	
		3		1			67,4		1,05		0,2979		0,2279		0,3743		0,1531		0,7317		0,9884		1,3240	
		3		1			104,0		1,29		0,3665		0,2532		0,5194		0,1512		0,9308		1,1907		1,4656	
		3		2			76,6		1,13		0,3322		0,2273		0,4063		0,1644		0,7715		1,0366		1,4710	
		3		2			116,8		1,36		0,3447		0,2725		0,5802		0,1635		1,0400		1,3292		1,2760	
21			GL	24		QME=	10387		0,3530		0,1323		0,0068		0,0268		0,0012		0,0199		0,0259		0,3444	
			N.O.	24		Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		ns		0,3530		0,2672		ns	
		1		1			115,9	B	1,30	c	0,4469	C	0,2468	c	0,4547	c	0,1496		0,8214	c	1,0568	b	1,7111	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg								
			1	2			194,4	A	1,82	a	0,6323	A	0,3129	a	0,7191	a	0,1532	1,0944	a	1,3325	a	1,9056	
			2	1			135,7	B	1,43	bc	0,5158	BC	0,2631	bc	0,4935	c	0,1531	0,8570	c	1,0952	b	1,7434	
			2	2			168,0	A	1,62	ab	0,5510	AB	0,2812	b	0,6365	b	0,1560	1,0354	b	1,2839	a	1,8136	
24			GL	24		QME=	10387	lsd	0,3530	lsd	0,1323	lsd	0,0068	lsd	0,0268	lsd	0,0012	0,0199	lsd	0,0259	lsd	0,3444	
			N.O.	72		Prob =	0,0661	29,061	0,0313	0,204	0,0924	0,104	0,0208	0,028	0,0044	0,056	ns	0,0090	0,049	0,0311	0,055	ns	
			1	1	1		156,2		1,54		0,6863		0,3180		0,3767		0,1575		0,5347		0,7167		2,0315
			1	1	2		208,7		1,87		0,8711		0,3542		0,4861		0,1598		0,6285		0,8079		2,2530
			1	2	1		215,1		1,88		0,8999		0,3630		0,4622		0,1540		0,5970		0,7711		2,1630
			1	2	2		194,5		1,74		0,7808		0,3317		0,4744		0,1536		0,6494		0,8312		2,1305
			2	1	1		113,7		1,24		0,3287		0,1976		0,5794		0,1348		1,1484		1,4137		1,6407
			2	1	2		245,6		2,13		0,6378		0,2998		1,0482		0,1425		1,5805		1,8384		2,0720
			2	2	1		126,0		1,33		0,3433		0,1957		0,6457		0,1442		1,2518		1,5293		1,7334
			2	2	2		217,6		1,94		0,5491		0,2708		0,9586		0,1570		1,5603		1,8519		1,9605
			3	1	1		77,8		1,12		0,3258		0,2247		0,4082		0,1564		0,7811		1,0400		1,4611
			3	1	2		128,8		1,45		0,3881		0,2846		0,6230		0,1574		1,0742		1,3512		1,3917
			3	2	1		66,2		1,07		0,3043		0,2305		0,3725		0,1611		0,7221		0,9850		1,3339
			3	2	2		91,9		1,20		0,3231		0,2410		0,4766		0,1573		0,8966		1,1687		1,3499
25			GL	24		QME=	10387		0,3530		0,1323		0,0068		0,0268		0,0012		0,0199		0,0259		0,3444
			N.O.	24		Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns
			1	1	1		127,0		1,36		0,4946		0,2535		0,4605		0,1553	A-C	0,8204		1,0591		1,7655
			1	1	2		197,7		1,85		0,7047		0,3052		0,6960		0,1453	BC	1,0468		1,2688		2,1396
			1	2	1		136,2		1,43		0,5111		0,2669		0,5041		0,1503	A-C	0,8783		1,1190		1,7046
			1	2	2		172,2		1,67		0,5975		0,2911		0,6293		0,1539	A-C	0,9927		1,2268		1,9260
			2	1	1		104,8		1,23		0,3992		0,2400		0,4489		0,1438	C	0,8223		1,0544		1,6567
			2	1	2		191,0		1,78		0,5600		0,3206		0,7422		0,1611	A	1,1419		1,3962		1,6716
			2	2	1		135,3		1,42		0,5206		0,2593		0,4828		0,1559	A-C	0,8356		1,0713		1,7823
			2	2	2		163,8		1,58		0,5044		0,2713		0,6438		0,1581	AB	1,0782		1,3411		1,7012
28			GL	24		QME=	10387		0,3530		0,1323		0,0068		0,0268		0,0012	lsd	0,0199		0,0259		0,3444
			N.O.	36		Prob =	ns		ns		ns		0,3006		ns		0,0952	0,014	ns		ns		ns
			1	1	1	1	206,4		1,85		0,8902		0,3467		0,4367		0,1802	a	0,5572		0,7432		2,3914
			1	1	1	2	228,1		2,00		1,0284		0,3513		0,4669		0,1488	b-e	0,5830		0,7413		2,6847
			1	1	2	1	199,6		1,81		0,8672		0,3675		0,4323		0,1444	b-e	0,5672		0,7414		2,0226
			1	1	2	2	199,4		1,81		0,8373		0,3542		0,4557		0,1605	a-e	0,6042		0,7794		2,2255
			1	2	1	1	106,0		1,22		0,4823		0,2894		0,3167		0,1349	e	0,5122		0,6902		1,6715
			1	2	1	2	189,3		1,75		0,7138		0,3571		0,5052		0,1708	ab	0,6739		0,8746		1,8214
			1	2	2	1	230,6		1,95		0,9326		0,3584		0,4922		0,1635	a-e	0,6269		0,8007		2,3033
			1	2	2	2	189,5		1,67		0,7243		0,3091		0,4932		0,1467	b-e	0,6946		0,8830		2,0356
			2	1	1	1	104,2		1,17		0,2950		0,1884		0,5566		0,1351	e	1,1448		1,4186		1,5592
			2	1	1	2	244,8		2,16		0,6870		0,2975		1,0328		0,1393	c-e	1,5382		1,7862		2,2083
			2	1	2	1	144,6		1,44		0,3689		0,2027		0,7198		0,1509	a-e	1,3638		1,6543		1,7889
			2	1	2	2	229,5		2,03		0,6211		0,2793		0,9818		0,1467	b-e	1,5313		1,7985		2,1472
			2	2	1	1	123,2		1,31		0,3624		0,2067		0,6022		0,1345	e	1,1519		1,4088		1,7222
			2	2	1	2	246,5		2,10		0,5887		0,3021		1,0635		0,1457	b-e	1,6227		1,8906		1,9357
			2	2	2	1	107,4		1,22		0,3176		0,1887		0,5716		0,1374	de	1,1397		1,4043		1,6778
			2	2	2	2	205,6		1,84		0,4771		0,2623		0,9355		0,1674	a-c	1,5893		1,9053		1,7738
			3	1	1	1	70,5		1,06		0,2987		0,2254		0,3883		0,1507	a-e	0,7593		1,0156		1,3458
			3	1	1	2	120,3		1,40		0,3988		0,2667		0,5883		0,1479	b-e	1,0191		1,2789		1,5258
			3	1	2	1	64,4		1,04		0,2971		0,2304		0,3603		0,1555	a-e	0,7041		0,9613		1,3023
			3	1	2	2	87,7		1,18		0,3342		0,2397		0,4505		0,1545	a-e	0,8425		1,1025		1,4054
			3	2	1	1	85,2		1,17		0,3529		0,2239		0,4280		0,1621	a-e	0,8028		1,0644		1,5764
			3	2	1	2	137,3		1,50		0,3775		0,3025		0,6578		0,1668	a-d	1,1293		1,4235		1,2576

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg									
	3	2	2	1			68,0	1,09	0,3116	0,2307	0,3847	0,1668	a-d	0,7402	1,0088	1,3656								
	3	2	2	2			96,2	1,22	0,3120	0,2424	0,5027	0,1601	a-e	0,9507	1,2348	1,2943								
29			GL	24		QME=	10387	0,3530	0,1323	0,0068	0,0268	0,0012	lsd	0,0199	0,0259	0,3444								
			N.O.	12		Prob =	ns	ns	ns	ns	0,3026	0,0134	0,030	0,1774	0,1313	ns								
					1		155,7	b	1,56	b	0,5117	b	0,2871	ab	0,5742	b	0,1916	a	0,9851	a	1,2740	a	1,6492	b
					2		124,9	b	1,35	c	0,4114	b	0,2504	c	0,5372	b	0,1540	b	0,9673	ab	1,2246	b	1,5981	b
					3		132,9	b	1,41	bc	0,4539	b	0,2595	bc	0,5490	b	0,1445	b	0,9400	bc	1,1750	c	1,6597	b
					4		200,5	a	1,84	a	0,7691	a	0,3068	a	0,6435	a	0,1218	c	0,9157	c	1,0948	d	2,2668	a
32			GL	144		QME=	9166	lsd	0,3490	lsd	0,1407	lsd	0,0073	lsd	0,0200	lsd	0,0009	lsd	0,0098	lsd	0,0129	lsd	0,2017	lsd
			N.O.	72		Prob =	0,0000	31,539	0,0000	0,195	0,0000	0,124	0,0003	0,028	0,0000	0,047	0,0000	0,010	0,0002	0,033	0,0000	0,037	0,0000	0,148
	1				1		210,6		1,81		0,8613	b	0,3604		0,3891	e	0,1974		0,5118	i	0,7094	g	2,2128	b
	1				2		145,6		1,44		0,5836	cd	0,2972		0,4005	e	0,1538		0,6073	h	0,7993	f	1,9075	c
	1				3		148,6		1,49		0,6177	cd	0,3109		0,4142	e	0,1470		0,6174	gh	0,8044	f	1,8296	cd
	1				4		269,6		2,30		1,1755	a	0,3984		0,5957	c	0,1266		0,6731	g	0,8138	f	2,6281	a
	2				1		174,3		1,69		0,3636	e	0,2468		0,8905	a	0,1863		1,6104	a	1,9704	a	1,4874	ef
	2				2		148,7		1,48		0,3461	e	0,2137		0,7701	b	0,1498		1,4512	b	1,7582	b	1,6045	de
	2				3		165,3		1,57		0,4318	de	0,2303		0,7709	b	0,1347		1,3258	c	1,5784	c	1,8207	cd
	2				4		214,5		1,90		0,7173	bc	0,2730		0,8004	b	0,1077		1,1535	d	1,3263	d	2,4940	a
	3				1		82,3		1,20		0,3102	e	0,2541		0,4430	e	0,1910		0,8332	f	1,1423	e	1,2474	f
	3				2		80,3		1,14		0,3044	e	0,2403		0,4409	e	0,1582		0,8435	f	1,1162	e	1,2822	f
	3				3		84,8		1,16		0,3123	e	0,2373		0,4619	de	0,1516		0,8769	ef	1,1421	e	1,3288	f
	3				4		117,4		1,33		0,4144	de	0,2491		0,5345	cd	0,1313		0,9204	e	1,1443	e	1,6783	c-e
33			GL	144		QME=	9166	lsd	0,3490	lsd	0,1407	lsd	0,0073	lsd	0,0200	lsd	0,0009	lsd	0,0098	lsd	0,0129	lsd	0,2017	lsd
			N.O.	24		Prob =	0,2054	0,1070	0,0214	0,214	0,2082	0,0002	0,081	ns	0,0000	0,056	0,0000	0,065	0,0005	0,256				
	1				1		167,3		1,63		0,5676		0,2946		0,5755		0,1892		0,9822		1,2664		1,7295	C
	1				2		126,0		1,38		0,4337		0,2566		0,5396		0,1519		0,9527		1,2003		1,6481	CD
	1				3		129,7		1,38		0,4438		0,2566		0,5341		0,1452		0,9181		1,1522		1,6778	CD
	1				4		210,1		1,93		0,8629		0,3089		0,6408		0,1186		0,8851		1,0548		2,4803	A
	2				1		144,1		1,50		0,4558		0,2797		0,5728		0,1940		0,9880		1,2816		1,5689	CD
	2				2		123,8		1,32		0,3890		0,2442		0,5347		0,1560		0,9820		1,2488		1,5480	D
	2				3		136,1		1,43		0,4641		0,2625		0,5639		0,1438		0,9619		1,1977		1,6416	CD
	2				4		191,0		1,75		0,6753		0,3048		0,6462		0,1251		0,9462		1,1348		2,0532	B
36			GL	144		QME=	9166	lsd	0,3490	lsd	0,1407	lsd	0,0073	lsd	0,0200	lsd	0,0009	lsd	0,0098	lsd	0,0129	lsd	0,2017	lsd
			N.O.	36		Prob =	ns	ns	0,3860	ns	ns	ns	ns	ns	0,3892	ns	0,0523	0,175						
	1	1			1		257,0		2,08		1,0540		0,4014		0,4250		0,1985		0,5192	OP	0,7051	n	2,4532	
	1	1			2		149,5		1,50		0,6331		0,3088		0,3997		0,1595		0,5859	M-O	0,7756	k-n	2,0116	
	1	1			3		138,0		1,43		0,5906		0,3067		0,3815		0,1552		0,5695	N-P	0,7578	mn	1,8898	
	1	1			4		289,0		2,45		1,3455		0,4028		0,5854		0,1207		0,6369	LM	0,7668	l-n	2,9696	
	1	2			1		164,2		1,54		0,6685		0,3193		0,3532		0,1963		0,5043	P	0,7137	n	1,9724	
	1	2			2		141,7		1,37		0,5342		0,2855		0,4013		0,1482		0,6288	L-N	0,8230	k-m	1,8034	
	1	2			3		159,3		1,55		0,6448		0,3152		0,4468		0,1389		0,6653	KL	0,8510	kl	1,7694	
	1	2			4		250,2		2,14		1,0054		0,3940		0,6059		0,1325		0,7093	JK	0,8608	k	2,2866	
	2	1			1		171,2		1,68		0,3483		0,2404		0,9013		0,1895		1,6589	A	2,0332	a	1,4781	
	2	1			2		150,4		1,50		0,3652		0,2136		0,7827		0,1438		1,4388	C	1,7261	c	1,6910	
	2	1			3		170,7		1,57		0,4349		0,2303		0,7749		0,1327		1,3317	D	1,5856	d	1,8148	
	2	1			4		230,8		2,05		0,8237		0,2836		0,8322		0,1060		1,1487	E	1,3127	ef	2,7197	
	2	2			1		177,5		1,69		0,3790		0,2533		0,8797		0,1831		1,5618	B	1,9077	b	1,4967	
	2	2			2		147,1		1,46		0,3270		0,2138		0,7575		0,1559		1,4635	C	1,7903	c	1,5181	
	2	2			3		159,9		1,56		0,4288		0,2303		0,7669		0,1367		1,3199	D	1,5713	d	1,8265	
	2	2			4		198,2		1,75		0,6110		0,2625		0,7687		0,1093		1,1584	E	1,3398	e	2,2682	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg			
	3	1			1		73,9	1,12	0,3005	0,2418	0,4003	0,1796	0,7686	IJ	1,0610	j	1,2572	
	3	1			2		78,1	1,14	0,3028	0,2473	0,4363	0,1524	0,8334	HI	1,0993	ij	1,2418	
	3	1			3		80,4	1,13	0,3058	0,2327	0,4458	0,1476	0,8532	GH	1,1132	h-j	1,3287	
	3	1			4		110,4	1,29	0,4195	0,2404	0,5049	0,1290	0,8698	GH	1,0847	ij	1,7517	
	3	2			1		90,6	1,27	0,3200	0,2664	0,4857	0,2025	0,8978	GH	1,2236	fg	1,2376	
	3	2			2		82,5	1,15	0,3059	0,2333	0,4454	0,1640	0,8537	GH	1,1332	g-j	1,3226	
	3	2			3		89,1	1,19	0,3188	0,2420	0,4780	0,1557	0,9007	G	1,1709	g-i	1,3288	
	3	2			4		124,4	1,36	0,4093	0,2577	0,5640	0,1336	0,9709	F	1,2039	gh	1,6049	
37			GL	144		QME=	9166	0,3490	0,1407	0,0073	0,0200	0,0009	0,0098	lsd	0,0129	lsd	0,2017	
			N.O.	12		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,0916	0,067	0,0403	0,092	ns	
					1		151,7	1,54	0,4849	0,2882	0,5792	0,1881	0,9864		1,2709		1,6160	c
					1		131,4	1,39	0,4285	0,2593	0,5549	0,1508	0,9716		1,2211		1,6186	c
					1		128,6	1,38	0,4277	0,2612	0,5530	0,1426	0,9521		1,1892		1,5951	c
					1		208,9	1,91	0,8174	0,3106	0,6605	0,1241	0,9213		1,0974		2,4037	a
					2		159,7	1,59	0,5385	0,2860	0,5691	0,1951	0,9838		1,2771		1,6824	c
					2		118,4	1,31	0,3942	0,2415	0,5194	0,1571	0,9631		1,2281		1,5775	c
					2		137,2	1,43	0,4802	0,2578	0,5449	0,1463	0,9279		1,1607		1,7243	c
					2		192,1	1,77	0,7208	0,3031	0,6265	0,1196	0,9101		1,0922		2,1299	b
40			GL	144		QME=	9166	0,3490	0,1407	0,0073	0,0200	0,0009	0,0098		0,0129		0,2017	lsd
			N.O.	36		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		ns		0,0421	0,209
					1		185,5	1,68	0,7592	0,3473	0,3734	0,1996	a	0,5023		0,7065		2,1075
					1		145,2	1,43	0,5868	0,3010	0,3908	0,1543	c-e	0,5906		0,7807		1,9082
					1		121,4	1,33	0,5198	0,2992	0,3668	0,1415	c-f	0,5803		0,7646		1,7098
					1		277,7	2,38	1,2488	0,3969	0,5944	0,1393	d-f	0,6530		0,7974		2,8434
					1		235,6	1,94	0,9633	0,3734	0,4047	0,1952	a	0,5213		0,7122		2,3181
					1		146,1	1,44	0,5804	0,2933	0,4102	0,1534	c-e	0,6241		0,8178		1,9068
					1		175,9	1,65	0,7156	0,3226	0,4615	0,1526	c-e	0,6544		0,8443		1,9494
					1		261,6	2,21	1,1021	0,3999	0,5969	0,1138	gh	0,6932		0,8303		2,4127
					2		180,2	1,69	0,3757	0,2498	0,8947	0,1661	bc	1,5918		1,9228		1,5049
					2		157,9	1,55	0,3894	0,2257	0,7886	0,1438	c-f	1,4104		1,6939		1,7049
					2		169,6	1,61	0,4421	0,2438	0,7868	0,1358	e-g	1,3313		1,5903		1,7297
					2		211,0	1,89	0,7259	0,2755	0,7849	0,1088	h	1,1242		1,2970		2,4859
					2		168,5	1,69	0,3516	0,2439	0,8862	0,2065	a	1,6290		2,0180		1,4698
					2		139,5	1,41	0,3027	0,2017	0,7516	0,1558	c-e	1,4919		1,8225		1,5042
					2		161,0	1,53	0,4216	0,2168	0,7550	0,1336	e-g	1,3202		1,5665		1,9117
					2		218,0	1,90	0,7088	0,2706	0,8159	0,1065	h	1,1829		1,3555		2,5020
					3		89,5	1,26	0,3199	0,2675	0,4695	0,1986	a	0,8653		1,1834		1,2355
					3		91,1	1,20	0,3093	0,2513	0,4853	0,1543	c-e	0,9139		1,1886		1,2427
					3		94,8	1,22	0,3213	0,2406	0,5054	0,1505	c-e	0,9447		1,2127		1,3458
					3		138,0	1,46	0,4773	0,2592	0,6022	0,1241	f-h	0,9866		1,1978		1,8817
					3		75,1	1,14	0,3006	0,2408	0,4165	0,1835	ab	0,8011		1,1012		1,2593
					3		69,5	1,09	0,2994	0,2294	0,3965	0,1621	b-d	0,7732		1,0438		1,3217
					3		74,8	1,11	0,3033	0,2341	0,4183	0,1527	c-e	0,8091		1,0715		1,3117
					3		96,8	1,20	0,3515	0,2389	0,4667	0,1385	d-g	0,8542		1,0909		1,4749
41			GL	144		QME=	9166	0,3490	0,1407	0,0073	0,0200	0,0009	lsd	0,0098		0,0129		0,2017
			N.O.	12		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,0402	0,025	ns		0,2931		0,3590
					1		160,5	1,59	0,5406	0,2855	0,5821	0,1840	0,9870		1,2625		1,7586	
					1		135,1	1,43	0,4657	0,2664	0,5504	0,1518	0,9414		1,1833		1,6913	
					1		133,2	1,40	0,4554	0,2657	0,5371	0,1462	0,9208		1,1579		1,6434	
					1		220,8	2,00	0,9370	0,2998	0,6434	0,1193	0,8852		1,0521		2,7169	
					1		174,2	1,66	0,5946	0,3036	0,5689	0,1944	0,9775		1,2703		1,7004	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
		1	2		2		116,9	1,33	0,4017	0,2468	0,5287	0,1520	0,9641	1,2173	1,6049
		1	2		3		126,2	1,36	0,4322	0,2474	0,5310	0,1442	0,9154	1,1465	1,7122
		1	2		4		199,4	1,86	0,7888	0,3181	0,6382	0,1178	0,8851	1,0575	2,2437
		2	1		1		143,0	1,49	0,4293	0,2909	0,5763	0,1922	0,9859	1,2793	1,4733
		2	1		2		127,7	1,35	0,3913	0,2522	0,5594	0,1498	1,0019	1,2588	1,5459
		2	1		3		123,9	1,37	0,4001	0,2568	0,5689	0,1391	0,9834	1,2204	1,5468
		2	1		4		197,0	1,82	0,6977	0,3213	0,6776	0,1288	0,9573	1,1427	2,0904
		2	2		1		145,3	1,52	0,4824	0,2684	0,5693	0,1958	0,9901	1,2839	1,6644
		2	2		2		119,8	1,30	0,3867	0,2362	0,5101	0,1622	0,9621	1,2388	1,5501
		2	2		3		148,2	1,50	0,5282	0,2682	0,5589	0,1484	0,9404	1,1750	1,7363
		2	2		4		184,9	1,68	0,6528	0,2882	0,6148	0,1214	0,9351	1,1269	2,0161
44			GL 144		QME=	9166	0,3490	0,1407	0,0073	0,0200	0,0009	0,0098	0,0129	0,2017	
			N.O. 18		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		1	1		1		237,0	1,98	0,9593	0,3757	0,4378	0,2035	0,5417	0,7338	2,4793
		1	1		2		167,9	1,59	0,6955	0,3152	0,4093	0,1690	0,5828	0,7757	2,1507
		1	1		3		148,6	1,50	0,6388	0,3230	0,3815	0,1572	0,5530	0,7328	1,9613
		1	1		4		315,4	2,63	1,5435	0,3822	0,5785	0,1282	0,6028	0,7267	3,5608
		1	1		1		276,9	2,18	1,1487	0,4272	0,4122	0,1935	0,4968	0,6763	2,4270
		1	1		2		131,2	1,41	0,5707	0,3025	0,3900	0,1500	0,5890	0,7755	1,8725
		1	1		3		127,4	1,37	0,5423	0,2903	0,3815	0,1532	0,5860	0,7828	1,8183
		1	1		4		262,6	2,28	1,1475	0,4235	0,5923	0,1132	0,6710	0,8070	2,3783
		1	2		1		134,1	1,38	0,5590	0,3190	0,3090	0,1957	0,4630	0,6792	1,7357
		1	2		2		122,4	1,28	0,4782	0,2868	0,3723	0,1395	0,5983	0,7858	1,6658
		1	2		3		94,2	1,15	0,4008	0,2755	0,3522	0,1258	0,6077	0,7963	1,4583
		1	2		4		239,9	2,13	0,9542	0,4117	0,6103	0,1505	0,7032	0,8682	2,1260
		1	2		1		194,3	1,69	0,7780	0,3197	0,3973	0,1970	0,5457	0,7482	2,2092
		1	2		2		161,0	1,46	0,5902	0,2842	0,4303	0,1568	0,6592	0,8602	1,9410
		1	2		3		224,3	1,94	0,8888	0,3548	0,5415	0,1520	0,7228	0,9057	2,0805
		1	2		4		260,6	2,15	1,0567	0,3763	0,6015	0,1145	0,7153	0,8535	2,4472
		2	1		1		166,6	1,64	0,3587	0,2327	0,8843	0,1693	1,6143	1,9530	1,5548
		2	1		2		152,3	1,53	0,3940	0,2247	0,7743	0,1385	1,3622	1,6302	1,7268
		2	1		3		164,6	1,53	0,4152	0,2367	0,7518	0,1322	1,3075	1,5738	1,6368
		2	1		4		214,5	1,95	0,7962	0,2778	0,7683	0,1088	1,0822	1,2525	2,6165
		2	1		1		175,7	1,72	0,3378	0,2482	0,9182	0,2097	1,7035	2,1133	1,4013
		2	1		2		148,4	1,48	0,3363	0,2025	0,7910	0,1490	1,5155	1,8220	1,6552
		2	1		3		176,8	1,61	0,4547	0,2240	0,7980	0,1333	1,3558	1,5973	1,9928
		2	1		4		247,1	2,14	0,8512	0,2893	0,8960	0,1032	1,2152	1,3730	2,8228
		2	2		1		193,7	1,73	0,3927	0,2668	0,9052	0,1628	1,5692	1,8927	1,4550
		2	2		2		163,6	1,56	0,3848	0,2267	0,8028	0,1492	1,4587	1,7577	1,6830
		2	2		3		174,5	1,68	0,4690	0,2510	0,8218	0,1395	1,3552	1,6068	1,8225
		2	2		4		207,5	1,84	0,6557	0,2732	0,8015	0,1088	1,1662	1,3415	2,3553
		2	2		1		161,4	1,66	0,3653	0,2397	0,8542	0,2033	1,5545	1,9227	1,5383
		2	2		2		130,6	1,35	0,2692	0,2008	0,7122	0,1627	1,4683	1,8230	1,3532
		2	2		3		145,3	1,45	0,3885	0,2097	0,7120	0,1338	1,2847	1,5357	1,8305
		2	2		4		189,0	1,66	0,5663	0,2518	0,7358	0,1098	1,1507	1,3380	2,1812
		3	1		1		77,8	1,16	0,3037	0,2482	0,4242	0,1792	0,8050	1,1007	1,2417
		3	1		2		85,0	1,18	0,3077	0,2593	0,4675	0,1478	0,8792	1,1442	1,1963
		3	1		3		86,4	1,18	0,3122	0,2373	0,4780	0,1492	0,9020	1,1672	1,3320
		3	1		4		132,3	1,42	0,4713	0,2395	0,5835	0,1210	0,9707	1,1770	1,9733
		3	1		1		70,0	1,09	0,2973	0,2355	0,3765	0,1800	0,7322	1,0213	1,2728
		3	1		2		71,2	1,10	0,2980	0,2353	0,4052	0,1570	0,7877	1,0543	1,2872
		3	1		3		74,5	1,09	0,2995	0,2280	0,4135	0,1460	0,8043	1,0593	1,3253
		3	1		4		88,4	1,17	0,3677	0,2413	0,4263	0,1370	0,7690	0,9925	1,5300

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE		TC		Ca		Mg		Na		K		SAR		CROSS		Ca/Mg	
	3	2	1		1		101,1		1,36		0,3362		0,2868		0,5148		0,2180		0,9255		1,2662		1,2293	
	3	2	1		2		97,1		1,22		0,3110		0,2432		0,5030		0,1608		0,9487		1,2330		1,2890	
	3	2	1		3		103,1		1,26		0,3303		0,2438		0,5328		0,1518		0,9875		1,2582		1,3597	
	3	2	1		4		143,7		1,51		0,4833		0,2790		0,6208		0,1272		1,0025		1,2185		1,7900	
	3	2	2		1		80,2		1,19		0,3038		0,2460		0,4565		0,1870		0,8700		1,1810		1,2458	
	3	2	2		2		67,9		1,08		0,3008		0,2235		0,3878		0,1672		0,7587		1,0333		1,3562	
	3	2	2		3		75,1		1,13		0,3072		0,2402		0,4232		0,1595		0,8138		1,0837		1,2980	
	3	2	2		4		105,2		1,22		0,3353		0,2365		0,5072		0,1400		0,9393		1,1893		1,4198	
45			GL	144		QME=	9166		0,3490		0,1407		0,0073		0,0200		0,0009		0,0098		0,0129		0,2017	
			N.O.	6		Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		ns		0,3306		0,2843		ns	
					1	1	140,1	B-D	1,44	C-E	0,4910	bc	0,2582		0,5006	CD	0,1856		0,9155	c	1,1967	b	1,7138	c
					1	2	106,1	D	1,24	E	0,3964	c	0,2408		0,4492	DE	0,1540		0,8374	d	1,0858	c	1,5836	c
					1	3	109,6	CD	1,27	DE	0,4336	bc	0,2513		0,4389	E	0,1469		0,7913	e	1,0242	d	1,5755	b
					1	4	147,5	B	1,50	B-D	0,6045	b	0,2694		0,5077	C	0,1189		0,8124	de	0,9972	d	2,0361	b
					2	1	171,3	B	1,69	B	0,5324	bc	0,3160		0,6477	B	0,1976		1,0547	ab	1,3514	a	1,5846	c
					2	2	143,7	BC	1,47	B-E	0,4263	c	0,2600		0,6251	B	0,1539		1,0973	a	1,3633	a	1,6125	c
					2	3	156,2	B	1,54	BC	0,4743	bc	0,2677		0,6590	B	0,1420		1,0887	a	1,3257	a	1,7439	c
					2	4	253,6	A	2,18	A	0,9336	a	0,3443		0,7794	A	0,1248		1,0189	b	1,1924	b	2,4974	a
48			GL	144		QME=	9166	lsd	0,3490	lsd	0,1407	lsd	0,0073		0,0200	lsd	0,0009		0,0098	lsd	0,0129	lsd	0,2017	lsd
			N.O.	36		Prob =	0,0773	37,358	0,0709	0,231	0,0464	0,175	0,1064		0,0503	0,055	0,3858		0,0000	0,046	0,0003	0,053	0,0011	0,209
	1				1	1	210,8		1,77		0,8628		0,3539		0,3655		0,1898		0,4860	n	0,6765	m	2,2268	
	1				1	2	150,9		1,47		0,6061		0,3067		0,3954		0,1592		0,5862	k-m	0,7802	j-l	1,8815	
	1				1	3	157,9		1,58		0,6909		0,3289		0,4023		0,1578		0,5716	lm	0,7621	k-m	1,8249	
	1				1	4	222,9		2,02		1,0125		0,3724		0,5146		0,1163		0,6197	kl	0,7568	k-m	2,4557	
	1				2	1	210,4		1,84		0,8597		0,3668		0,4127		0,2050		0,5376	mn	0,7422	lm	2,1988	
	1				2	2	140,4		1,40		0,5612		0,2876		0,4056		0,1485		0,6285	kl	0,8184	j-l	1,9335	
	1				2	3	139,3		1,40		0,5445		0,2929		0,4260		0,1363		0,6632	jk	0,8468	jk	1,8343	
	1				2	4	316,3		2,58		1,3384		0,4244		0,6768		0,1369		0,7265	ij	0,8708	j	2,8005	
	2				1	1	132,7		1,38		0,2997		0,1922		0,7166		0,1702		1,4512	c	1,7932	c	1,5490	
	2				1	2	100,6		1,19		0,2824		0,1816		0,5807		0,1463		1,2053	d	1,4979	d	1,5647	
	2				1	3	105,9		1,19		0,3124		0,1985		0,5422		0,1344		1,0739	e	1,3315	ef	1,5753	
	2				1	4	140,2		1,38		0,4494		0,2142		0,6107		0,1071		1,0698	e	1,2634	f	2,0591	
	2				2	1	215,9		2,00		0,4276		0,3015		1,0643		0,2024		1,7696	a	2,1477	a	1,4257	
	2				2	2	196,8		1,77		0,4097		0,2458		0,9595		0,1534		1,6970	a	2,0185	b	1,6444	
	2				2	3	224,8		1,95		0,5513		0,2622		0,9996		0,1350		1,5777	b	1,8253	c	2,0660	
	2				2	4	288,8		2,41		0,9853		0,3318		0,9902		0,1082		1,2372	d	1,3891	e	2,9288	
	3				1	1	76,9		1,15		0,3106		0,2285		0,4198		0,1967		0,8094	gh	1,1203	h	1,3655	
	3				1	2	66,8		1,06		0,3007		0,2339		0,3714		0,1565		0,7207	ij	0,9793	i	1,3048	
	3				1	3	65,1		1,04		0,2974		0,2266		0,3722		0,1485		0,7285	ij	0,9791	i	1,3262	
	3				1	4	79,3		1,10		0,3516		0,2214		0,3978		0,1332		0,7478	hi	0,9713	i	1,5937	
	3				2	1	87,7		1,24		0,3099		0,2798		0,4662		0,1853		0,8569	g	1,1643	gh	1,1293	
	3				2	2	93,8		1,23		0,3081		0,2467		0,5103		0,1599		0,9664	f	1,2531	fg	1,2596	
	3				2	3	104,4		1,28		0,3272		0,2481		0,5515		0,1547		1,0253	ef	1,3051	ef	1,3313	
	3				2	4	155,5		1,55		0,4773		0,2767		0,6712		0,1293		1,0929	e	1,3173	ef	1,7629	
49			GL	144		QME=	9166		0,3490		0,1407		0,0073		0,0200		0,0009		0,0098	lsd	0,0129	lsd	0,2017	
			N.O.	12		Prob =	ns		ns		ns		ns		0,3964		0,1258		0,0000	0,080	0,0000	0,092	ns	
	1				1	1	151,7		1,49		0,5298		0,2668		0,5101	EF	0,1873		0,9337	d	1,2185	ef	1,7630	
	1				1	2	103,6		1,25		0,4009		0,2468		0,4499	FG	0,1551		0,8353	e-g	1,0843	g	1,5747	
	1				1	3	97,4		1,17		0,3751		0,2381		0,4157	G	0,1453		0,7813	g	1,0163	gh	1,5293	
	1				1	4	173,7		1,67		0,7055		0,2890		0,5536	DE	0,1234		0,8473	ef	1,0371	g	2,0731	
	1				2	1	183,0		1,76		0,6053		0,3223		0,6409	C	0,1911		1,0308	c	1,3143	b-d	1,6960	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg			
		1		2	3		148,4	1,51	0,4664	0,2663	0,6292	CD	0,1487	1,0702	a-c	1,3163	b-d	1,7215
		1		2	3		162,0	1,59	0,5124	0,2750	0,6524	BC	0,1450	1,0549	bc	1,2881	de	1,8263
		1		2	4		246,4	2,19	1,0203	0,3289	0,7281	B	0,1137	0,9229	d	1,0724	g	2,8875
		2		1	1		128,6	1,38	0,4522	0,2496	0,4912	E-G	0,1838	0,8974	de	1,1748	f	1,6645
		2		1	2		108,6	1,23	0,3918	0,2347	0,4484	FG	0,1528	0,8395	e-g	1,0873	g	1,5926
		2		1	3		121,8	1,37	0,4921	0,2646	0,4622	FG	0,1484	0,8014	fg	1,0321	g	1,6217
		2		1	4		121,2	1,33	0,5035	0,2497	0,4617	FG	0,1143	0,7776	g	0,9573	h	1,9992
		2		2	1		159,6	1,63	0,4594	0,3097	0,6545	BC	0,2041	1,0786	a-c	1,3884	ab	1,4733
		2		2	2		138,9	1,42	0,3862	0,2537	0,6211	CD	0,1592	1,1244	a	1,4104	a	1,5035
		2		2	3		150,3	1,50	0,4362	0,2604	0,6657	BC	0,1391	1,1225	a	1,3633	a-c	1,6615
		2		2	4		260,8	2,17	0,8470	0,3598	0,8307	A	0,1359	1,1148	ab	1,3124	cd	2,1073
52			GL	144		QME=	9166	0,3490	0,1407	0,0073	0,0200	lsd	0,0009	0,0098	lsd	0,0129	lsd	0,2017
			N.O.	18		Prob =	ns	ns	ns	0,2732	0,0751	0,078	0,2691	0,0033	0,065	0,0031	0,075	0,2244
		1	1		1		244,9	1,97	1,0002	0,3865	0,3870	L-O	0,1902	0,4917		0,6752		2,4127
		1	1		1	2	142,8	1,49	0,6230	0,3120	0,3897	L-O	0,1697	0,5698		0,7702		1,9312
		1	1		1	3	119,8	1,34	0,5388	0,3028	0,3367	O	0,1650	0,5233		0,7240		1,7263
		1	1		1	4	304,4	2,53	1,3528	0,4270	0,6247	E-H	0,1243	0,6638		0,8000		2,7578
		1	1		2	1	269,1	2,19	1,1078	0,4163	0,4630	I-O	0,2068	0,5468		0,7350		2,4937
		1	1		2	2	156,3	1,51	0,6432	0,3057	0,4097	K-O	0,1493	0,6020		0,7810		2,0920
		1	1		2	3	156,1	1,52	0,6423	0,3105	0,4263	J-O	0,1453	0,6157		0,7917		2,0533
		1	1		2	4	273,6	2,38	1,3382	0,3787	0,5462	F-J	0,1170	0,6100		0,7337		3,1813
		1	2		1	1	176,7	1,58	0,7255	0,3213	0,3440	O	0,1895	0,4803		0,6778		2,0408
		1	2		1	2	159,0	1,44	0,5892	0,3015	0,4012	K-O	0,1487	0,6025		0,7902		1,8318
		1	2		1	3	196,0	1,82	0,8430	0,3550	0,4680	I-O	0,1505	0,6198		0,8002		1,9235
		1	2		1	4	141,4	1,50	0,6722	0,3178	0,4045	K-O	0,1082	0,5755		0,7137		2,1535
		1	2		2	1	151,7	1,49	0,6115	0,3173	0,3623	O	0,2032	0,5283		0,7495		1,9040
		1	2		2	2	124,4	1,30	0,4792	0,2695	0,4015	K-O	0,1477	0,6550		0,8558		1,7750
		1	2		2	3	122,5	1,27	0,4467	0,2753	0,4257	J-O	0,1273	0,7107		0,9018		1,6153
		1	2		2	4	359,1	2,77	1,3387	0,4702	0,8073	C	0,1568	0,8430		1,0080		2,4197
		2	1		1	1	139,3	1,43	0,2915	0,1868	0,7622	CD	0,1865	1,5625		1,9368		1,5527
		2	1		1	2	104,4	1,20	0,2832	0,1792	0,5903	E-I	0,1493	1,2258		1,5245		1,5800
		2	1		1	3	110,5	1,19	0,3062	0,1995	0,5527	F-J	0,1290	1,0985		1,3555		1,5322
		2	1		1	4	143,4	1,42	0,4470	0,2167	0,6477	D-G	0,1072	1,1303		1,3290		2,0313
		2	1		2	1	203,0	1,93	0,4050	0,2940	1,0403	AB	0,1925	1,7553		2,1295		1,4035
		2	1		2	2	196,3	1,81	0,4472	0,2480	0,9750	AB	0,1382	1,6518		1,9277		1,8020
		2	1		2	3	231,0	1,96	0,5637	0,2612	0,9972	AB	0,1365	1,5648		1,8157		2,0975
		2	1		2	4	318,2	2,67	1,2003	0,3505	1,0167	AB	0,1048	1,1670		1,2965		3,4080
		2	2		1	1	126,2	1,33	0,3078	0,1975	0,6710	D-F	0,1538	1,3398		1,6495		1,5453
		2	2		1	2	96,7	1,18	0,2817	0,1840	0,5710	F-I	0,1432	1,1848		1,4713		1,5493
		2	2		1	3	101,3	1,19	0,3187	0,1975	0,5318	G-K	0,1398	1,0493		1,3075		1,6185
		2	2		1	4	137,0	1,34	0,4518	0,2118	0,5737	F-I	0,1070	1,0093		1,1978		2,0868
		2	2		2	1	228,8	2,06	0,4502	0,3090	1,0883	A	0,2123	1,7838		2,1658		1,4480
		2	2		2	2	197,4	1,73	0,3723	0,2435	0,9440	B	0,1687	1,7422		2,1093		1,4868
		2	2		2	3	218,5	1,94	0,5388	0,2632	1,0020	AB	0,1335	1,5905		1,8350		2,0345
		2	2		2	4	259,5	2,16	0,7702	0,3132	0,9637	AB	0,1117	1,3075		1,4817		2,4497
		3	1		1	1	70,9	1,09	0,2978	0,2270	0,3812	M-O	0,1853	0,7468		1,0435		1,3237
		3	1		1	2	63,6	1,06	0,2967	0,2493	0,3697	NO	0,1463	0,7102		0,9583		1,2130
		3	1		1	3	62,0	0,99	0,2803	0,2120	0,3578	O	0,1420	0,7220		0,9695		1,3293
		3	1		1	4	73,3	1,07	0,3167	0,2233	0,3885	L-O	0,1387	0,7478		0,9823		1,4302
		3	1		2	1	77,0	1,15	0,3032	0,2567	0,4195	J-O	0,1738	0,7903		1,0785		1,1908
		3	1		2	2	92,6	1,22	0,3090	0,2453	0,5030	H-N	0,1585	0,9567		1,2402		1,2705
		3	1		2	3	98,9	1,27	0,3313	0,2533	0,5337	G-K	0,1532	0,9843		1,2570		1,3280
		3	1		2	4	147,4	1,52	0,5223	0,2575	0,6213	E-H	0,1193	0,9918		1,1872		2,0732

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg	
	3	2		1	1		82,9	1,22	0,3233	0,2300	0,4585	l-O	0,2082	0,8720	1,1972	1,4073
	3	2		1	2		70,0	1,06	0,3047	0,2185	0,3732	NO	0,1667	0,7312	1,0003	1,3965
	3	2		1	3		68,3	1,10	0,3145	0,2412	0,3867	L-O	0,1550	0,7350	0,9887	1,3230
	3	2		1	4		85,2	1,14	0,3865	0,2195	0,4070	K-O	0,1278	0,7478	0,9603	1,7572
	3	2		2	1		98,4	1,33	0,3167	0,3028	0,5128	G-M	0,1968	0,9235	1,2500	1,0678
	3	2		2	2		95,0	1,24	0,3072	0,2482	0,5177	G-L	0,1613	0,9762	1,2660	1,2487
	3	2		2	3		110,0	1,29	0,3230	0,2428	0,5693	F-I	0,1563	1,0663	1,3532	1,3347
	3	2		2	4		163,7	1,59	0,4322	0,2960	0,7210	C-E	0,1393	1,1940	1,4475	1,4527
53			GL	144		QME=	9166	0,3490	0,1407	0,0073	0,0200	1sd	0,0009	0,0098	0,0129	0,2017
			N.O.	6		Prob =	0,1098	0,1335	0,1827	0,2966	0,0741	0,135	0,4163	ns	0,4103	ns
				1	1	1	126,7	1,35	0,4319	0,2483	0,4878		0,1852	0,9060	1,1905	1,6362
				1	1	2	105,6	1,24	0,3983	0,2464	0,4401		0,1522	0,8181	1,0621	1,5691
				1	1	3	96,9	1,18	0,3772	0,2381	0,4194		0,1426	0,7864	1,0183	1,5337
				1	1	4	134,4	1,42	0,5803	0,2542	0,4717		0,1184	0,7749	0,9563	2,1054
				1	2	1	176,7	1,73	0,5379	0,3281	0,6706		0,1910	1,0669	1,3513	1,5958
				1	2	2	157,2	1,55	0,4588	0,2722	0,6697		0,1494	1,1252	1,3801	1,6681
				1	2	3	160,2	1,59	0,4783	0,2843	0,6867		0,1427	1,1178	1,3601	1,6566
				1	2	4	283,4	2,40	1,0544	0,3669	0,8493		0,1298	1,0676	1,2385	2,7019
				2	1	1	153,5	1,52	0,5502	0,2681	0,5134		0,1860	0,9251	1,2028	1,7913
				2	1	2	106,5	1,24	0,3945	0,2351	0,4583		0,1558	0,8567	1,1095	1,5982
				2	1	3	122,4	1,36	0,4900	0,2646	0,4585		0,1512	0,7962	1,0302	1,6173
				2	1	4	160,6	1,58	0,6287	0,2846	0,5437		0,1193	0,8499	1,0381	1,9669
				2	2	1	165,9	1,66	0,5268	0,3040	0,6248		0,2042	1,0425	1,3514	1,5735
				2	2	2	130,2	1,38	0,3939	0,2479	0,5806		0,1584	1,0694	1,3466	1,5569
				2	2	3	152,1	1,49	0,4703	0,2511	0,6314		0,1414	1,0596	1,2913	1,8312
				2	2	4	223,7	1,96	0,8129	0,3217	0,7094		0,1199	0,9702	1,1463	2,2929
56			GL	144		QME=	9166	0,3490	0,1407	0,0073	0,0200		0,0009	0,0098	0,0129	0,2017
			N.O.	18		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns		ns	0,2339	0,2065	ns
	1			1	1	1	171,8	1,58	0,7002	0,3310	0,3547		0,1933	0,4895	0,6932	2,0285
	1			1	1	2	146,4	1,46	0,6115	0,3155	0,3713		0,1615	0,5445	0,7360	1,8690
	1			1	1	3	124,6	1,34	0,5368	0,3023	0,3480		0,1523	0,5442	0,7335	1,7187
	1			1	1	4	181,8	1,77	0,8965	0,3233	0,4327		0,1230	0,5605	0,7042	2,5097
	1			1	2	1	199,3	1,78	0,8182	0,3637	0,3922		0,2058	0,5152	0,7198	2,1865
	1			1	2	2	144,0	1,41	0,5622	0,2865	0,4103		0,1470	0,6367	0,8255	1,9475
	1			1	2	3	118,1	1,32	0,5028	0,2962	0,3857		0,1307	0,6165	0,7957	1,7010
	1			1	2	4	373,5	2,98	1,6012	0,4705	0,7562		0,1557	0,7455	0,8907	3,1772
	1			2	1	1	249,7	1,97	1,0255	0,3768	0,3763		0,1863	0,4825	0,6598	2,4250
	1			2	1	2	155,4	1,47	0,6007	0,2980	0,4195		0,1568	0,6278	0,8243	1,8940
	1			2	1	3	191,2	1,82	0,8450	0,3555	0,4567		0,1632	0,5990	0,7907	1,9312
	1			2	1	4	264,0	2,26	1,1285	0,4215	0,5965		0,1095	0,6788	0,8095	2,4017
	1			2	2	1	221,5	1,91	0,9012	0,3700	0,4332		0,2042	0,5600	0,7647	2,2112
	1			2	2	2	136,8	1,40	0,5602	0,2887	0,4008		0,1500	0,6203	0,8113	1,9195
	1			2	2	3	160,5	1,49	0,5862	0,2897	0,4663		0,1420	0,7098	0,8978	1,9677
	1			2	2	4	259,2	2,17	1,0757	0,3783	0,5973		0,1182	0,7075	0,8510	2,4238
	2			1	1	1	125,2	1,29	0,2808	0,1885	0,6727		0,1552	1,3897	1,7155	1,4825
	2			1	1	2	97,3	1,17	0,2855	0,1825	0,5585		0,1433	1,1560	1,4385	1,5828
	2			1	1	3	99,4	1,18	0,3023	0,2052	0,5343		0,1342	1,0628	1,3250	1,4688
	2			1	1	4	132,8	1,32	0,4462	0,2142	0,5520		0,1065	0,9850	1,1757	2,0285
	2			1	2	1	235,1	2,08	0,4705	0,3110	1,1168		0,1770	1,7938	2,1302	1,5273
	2			1	2	2	218,5	1,92	0,4933	0,2688	1,0187		0,1443	1,6648	1,9493	1,8270
	2			1	2	3	239,7	2,04	0,5818	0,2825	1,0393		0,1375	1,5998	1,8557	1,9905
	2			1	2	4	289,2	2,47	1,0057	0,3368	1,0178		0,1112	1,2633	1,4183	2,9433

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
	2		2	1	1		140,3	1,46	0,3185	0,1958	0,7605	0,1852	1,5127	1,8708	1,6155
	2		2	1	2		103,8	1,21	0,2793	0,1807	0,6028	0,1492	1,2547	1,5573	1,5465
	2		2	1	3		112,3	1,20	0,3225	0,1918	0,5502	0,1347	1,0850	1,3380	1,6818
	2		2	1	4		147,6	1,45	0,4527	0,2143	0,6693	0,1077	1,1547	1,3512	2,0897
	2		2	2	1		196,8	1,92	0,3847	0,2920	1,0118	0,2278	1,7453	2,1652	1,3242
	2		2	2	2		175,2	1,61	0,3262	0,2227	0,9003	0,1625	1,7292	2,0877	1,4618
	2		2	2	3		209,8	1,86	0,5207	0,2418	0,9598	0,1325	1,5555	1,7950	2,1415
	2		2	2	4		288,5	2,36	0,9648	0,3268	0,9625	0,1053	1,2112	1,3598	2,9143
	3		1	1	1		83,2	1,18	0,3147	0,2255	0,4362	0,2070	0,8388	1,1628	1,3975
	3		1	1	2		73,1	1,08	0,2978	0,2413	0,3903	0,1517	0,7538	1,0118	1,2555
	3		1	1	3		66,7	1,02	0,2923	0,2068	0,3758	0,1412	0,7523	0,9963	1,4135
	3		1	1	4		88,4	1,18	0,3983	0,2250	0,4303	0,1257	0,7793	0,9890	1,7780
	3		1	2	1		95,8	1,33	0,3252	0,3095	0,5028	0,1902	0,8917	1,2040	1,0735
	3		1	2	2		109,0	1,32	0,3208	0,2612	0,5802	0,1570	1,0740	1,3653	1,2298
	3		1	2	3		122,9	1,42	0,3502	0,2743	0,6350	0,1598	1,1372	1,4290	1,2782
	3		1	2	4		187,6	1,75	0,5563	0,2935	0,7740	0,1225	1,1938	1,4065	1,9853
	3		2	1	1		70,6	1,13	0,3065	0,2315	0,4035	0,1865	0,7800	1,0778	1,3335
	3		2	1	2		60,5	1,04	0,3035	0,2265	0,3525	0,1613	0,6875	0,9468	1,3540
	3		2	1	3		63,6	1,07	0,3025	0,2463	0,3687	0,1558	0,7047	0,9618	1,2388
	3		2	1	4		70,1	1,03	0,3048	0,2178	0,3652	0,1408	0,7163	0,9537	1,4093
	3		2	2	1		79,6	1,15	0,2947	0,2500	0,4295	0,1805	0,8222	1,1245	1,1852
	3		2	2	2		78,6	1,13	0,2953	0,2323	0,4405	0,1628	0,8588	1,1408	1,2893
	3		2	2	3		86,0	1,14	0,3042	0,2218	0,4680	0,1497	0,9135	1,1812	1,3845
	3		2	2	4		123,5	1,36	0,3982	0,2600	0,5683	0,1362	0,9920	1,2282	1,5405
57			GL	144		QME=	9166	0,3490	0,1407	0,0073	0,0200	0,0009	0,0098	0,0129	0,2017
			N.O.	6		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,3643	0,3766	ns
	1		1	1	1		140,8	1,44	0,4940	0,2563	0,5016	0,1916	0,9138	1,1997	1,7527 E-J
	1		1	1	2		112,2	1,30	0,4469	0,2617	0,4379	0,1559	0,7893	1,0300	1,6231 G-J
	1		1	1	3		103,8	1,20	0,4048	0,2410	0,4118	0,1472	0,7716	1,0057	1,5756 H-J
	1		1	1	4		151,3	1,51	0,6328	0,2550	0,4909	0,1266	0,8071	1,0012	2,1106 B-D
	1		1	2	1		180,1	1,74	0,5871	0,3147	0,6627	0,1764	1,0602	1,3253	1,7646 D-J
	1		1	2	2		158,0	1,57	0,4846	0,2711	0,6629	0,1477	1,0934	1,3367	1,7594 E-J
	1		1	2	3		162,6	1,60	0,5060	0,2903	0,6624	0,1451	1,0701	1,3102	1,7112 F-J
	1		1	2	4		290,3	2,49	1,2412	0,3447	0,7960	0,1121	0,9633	1,1029	3,3232 A
	1		2	1	1		162,5	1,55	0,5657	0,2772	0,5187	0,1831	0,9536	1,2373	1,7733 D-J
	1		2	1	2		95,0	1,20	0,3550	0,2320	0,4619	0,1543	0,8812	1,1387	1,5263 IJ
	1		2	1	3		91,0	1,14	0,3454	0,2352	0,4197	0,1434	0,7910	1,0270	1,4830 IJ
	1		2	1	4		196,2	1,84	0,7782	0,3230	0,6163	0,1202	0,8876	1,0730	2,0357 C-F
	1		2	2	1		185,9	1,78	0,6236	0,3300	0,6192	0,2057	1,0014	1,3033	1,6274 G-J
	1		2	2	2		138,9	1,46	0,4483	0,2616	0,5956	0,1497	1,0469	1,2959	1,6836 G-J
	1		2	2	3		161,4	1,57	0,5189	0,2597	0,6423	0,1449	1,0398	1,2660	1,9413 C-G
	1		2	2	4		202,5	1,89	0,7993	0,3131	0,6601	0,1153	0,8826	1,0420	2,4518 B
	2		1	1	1		112,6	1,26	0,3698	0,2403	0,4741	0,1788	0,8982	1,1813	1,5197 IJ
	2		1	1	2		99,0	1,17	0,3497	0,2312	0,4422	0,1484	0,8469	1,0942	1,5151 IJ
	2		1	1	3		90,0	1,15	0,3496	0,2352	0,4270	0,1379	0,8013	1,0309	1,4918 IJ
	2		1	1	4		117,5	1,34	0,5279	0,2533	0,4524	0,1102	0,7428	0,9113	2,1002 C-E
	2		1	2	1		173,3	1,71	0,4888	0,3414	0,6786	0,2056	1,0736	1,3773	1,4270 J
	2		1	2	2		156,4	1,53	0,4330	0,2732	0,6766	0,1512	1,1569	1,4234	1,5768 H-J
	2		1	2	3		157,9	1,58	0,4506	0,2783	0,7109	0,1402	1,1656	1,4100	1,6019 G-J
	2		1	2	4		276,6	2,31	0,8676	0,3892	0,9027	0,1474	1,1718	1,3741	2,0807 C-E
	2		2	1	1		144,6	1,49	0,5347	0,2589	0,5082	0,1889	0,8966	1,1683	1,8093 C-I
	2		2	1	2		118,1	1,28	0,4340	0,2381	0,4547	0,1572	0,8321	1,0803	1,6700 G-J
	2		2	1	3		153,7	1,59	0,6346	0,2939	0,4973	0,1590	0,8014	1,0333	1,7516 E-J

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
		2	2	1	4		124,9	1,32	0,4791	0,2461	0,4710	0,1184	0,8123	1,0032	1,8981 C-H
		2	2	2	1		146,0	1,54	0,4301	0,2780	0,6304	0,2027	1,0836	1,3996	1,5196 IJ
		2	2	2	2		121,5	1,31	0,3394	0,2342	0,5656	0,1672	1,0920	1,3973	1,4302 J
		2	2	2	3		142,8	1,42	0,4218	0,2426	0,6204	0,1379	1,0794	1,3167	1,7211 F-J
		2	2	2	4		244,9	2,04	0,8264	0,3303	0,7587	0,1244	1,0579	1,2507	2,1340 BC
60		GL	144			QME=	9166	0,3490	0,1407	0,0073	0,0200	0,0009	0,0098	0,0129	0,2017 lsd
		N.O.	9			Prob =	ns	0,3643	0,2041	ns	ns	ns	ns	ns	0,0525 0,350
	1	1	1	1	1		232,3	1,94	0,9157	0,3683	0,4403	0,2187	0,5500	0,7580	2,4070
	1	1	1	1	2		178,0	1,70	0,7647	0,3413	0,4100	0,1843	0,5503	0,7483	2,1690
	1	1	1	1	3		160,1	1,55	0,6687	0,3313	0,3683	0,1790	0,5257	0,7213	1,9470
	1	1	1	1	4		255,0	2,22	1,2117	0,3457	0,5280	0,1387	0,6027	0,7453	3,0427
	1	1	1	2	1		241,7	2,01	1,0030	0,3830	0,4353	0,1883	0,5333	0,7097	2,5517
	1	1	1	2	2		157,8	1,48	0,6263	0,2890	0,4087	0,1537	0,6153	0,8030	2,1323
	1	1	1	2	3		137,0	1,45	0,6090	0,3147	0,3947	0,1353	0,5803	0,7443	1,9757
	1	1	1	2	4		375,8	3,04	1,8753	0,4187	0,6290	0,1177	0,6030	0,7080	4,0790
	1	1	2	1	1		257,4	1,99	1,0847	0,4047	0,3337	0,1617	0,4333	0,5923	2,4183
	1	1	2	1	2		107,5	1,29	0,4813	0,2827	0,3693	0,1550	0,5893	0,7920	1,6933
	1	1	2	1	3		79,5	1,14	0,4090	0,2743	0,3050	0,1510	0,5210	0,7267	1,5057
	1	1	2	1	4		353,8	2,83	1,4940	0,5083	0,7213	0,1100	0,7250	0,8547	2,4730
	1	1	2	2	1		296,4	2,38	1,2127	0,4497	0,4907	0,2253	0,5603	0,7603	2,4357
	1	1	2	2	2		154,8	1,54	0,6600	0,3223	0,4107	0,1450	0,5887	0,7590	2,0517
	1	1	2	2	3		175,2	1,60	0,6757	0,3063	0,4580	0,1553	0,6510	0,8390	2,1310
	1	1	2	2	4		171,3	1,72	0,8010	0,3387	0,4633	0,1163	0,6170	0,7593	2,2837
	1	2	1	1	1		111,3	1,22	0,4847	0,2937	0,2690	0,1680	0,4290	0,6283	1,6500
	1	2	1	1	2		114,7	1,22	0,4583	0,2897	0,3327	0,1387	0,5387	0,7237	1,5690
	1	2	1	1	3		89,2	1,13	0,4050	0,2733	0,3277	0,1257	0,5627	0,7457	1,4903
	1	2	1	1	4		108,6	1,32	0,5813	0,3010	0,3373	0,1073	0,5183	0,6630	1,9767
	1	2	1	2	1		156,8	1,55	0,6333	0,3443	0,3490	0,2233	0,4970	0,7300	1,8213
	1	2	1	2	2		130,1	1,33	0,4980	0,2840	0,4120	0,1403	0,6580	0,8480	1,7627
	1	2	1	2	3		99,2	1,18	0,3967	0,2777	0,3767	0,1260	0,6527	0,8470	1,4263
	1	2	1	2	4		371,2	2,93	1,3270	0,5223	0,8833	0,1937	0,8880	1,0733	2,2753
	1	2	2	1	1		242,0	1,95	0,9663	0,3490	0,4190	0,2110	0,5317	0,7273	2,4317
	1	2	2	1	2		203,3	1,66	0,7200	0,3133	0,4697	0,1587	0,6663	0,8567	2,0947
	1	2	2	1	3		302,8	2,50	1,2810	0,4367	0,6083	0,1753	0,6770	0,8547	2,3567
	1	2	2	1	4		174,2	1,68	0,7630	0,3347	0,4717	0,1090	0,6327	0,7643	2,3303
	1	2	2	2	1		146,5	1,44	0,5897	0,2903	0,3757	0,1830	0,5597	0,7690	1,9867
	1	2	2	2	2		118,8	1,26	0,4603	0,2550	0,3910	0,1550	0,6520	0,8637	1,7873
	1	2	2	2	3		145,8	1,37	0,4967	0,2730	0,4747	0,1287	0,7687	0,9567	1,8043
	1	2	2	2	4		347,0	2,62	1,3503	0,4180	0,7313	0,1200	0,7980	0,9427	2,5640
	2	1	1	1	1		116,6	1,29	0,2697	0,1793	0,6733	0,1700	1,4220	1,7710	1,5063
	2	1	1	1	2		91,8	1,10	0,2720	0,1750	0,5190	0,1373	1,0980	1,3737	1,5537
	2	1	1	1	3		91,6	1,12	0,2760	0,2003	0,5143	0,1260	1,0533	1,3163	1,3683
	2	1	1	1	4		116,9	1,19	0,3623	0,1990	0,5197	0,1070	1,0060	1,2133	1,8083
	2	1	1	2	1		216,7	2,00	0,4477	0,2860	1,0953	0,1687	1,8067	2,1350	1,6033
	2	1	1	2	2		212,7	1,96	0,5160	0,2743	1,0297	0,1397	1,6263	1,8867	1,9000
	2	1	1	2	3		237,6	1,95	0,5543	0,2730	0,9893	0,1383	1,5617	1,8313	1,9053
	2	1	1	2	4		312,2	2,72	1,2300	0,3567	1,0170	0,1107	1,1583	1,2917	3,4247
	2	1	2	1	1		162,0	1,56	0,3133	0,1943	0,8510	0,2030	1,7030	2,1027	1,5990
	2	1	2	1	2		117,0	1,30	0,2943	0,1833	0,6617	0,1613	1,3537	1,6753	1,6063
	2	1	2	1	3		129,3	1,26	0,3363	0,1987	0,5910	0,1320	1,1437	1,3947	1,6960
	2	1	2	1	4		170,0	1,65	0,5317	0,2343	0,7757	0,1073	1,2547	1,4447	2,2543
	2	1	2	2	1		189,4	1,87	0,3623	0,3020	0,9853	0,2163	1,7040	2,1240	1,2037
	2	1	2	2	2		179,9	1,66	0,3783	0,2217	0,9203	0,1367	1,6773	1,9687	1,7040

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
	2	1	2	2	3		224,3	1,96	0,5730	0,2493	1,0050	0,1347	1,5680	1,8000	2,2897
	2	1	2	2	4		324,2	2,63	1,1707	0,3443	1,0163	0,0990	1,1757	1,3013	3,3913
	2	2	1	1	1		133,8	1,30	0,2920	0,1977	0,6720	0,1403	1,3573	1,6600	1,4587
	2	2	1	1	2		102,8	1,24	0,2990	0,1900	0,5980	0,1493	1,2140	1,5033	1,6120
	2	2	1	1	3		107,2	1,24	0,3287	0,2100	0,5543	0,1423	1,0723	1,3337	1,5693
	2	2	1	1	4		148,8	1,45	0,5300	0,2293	0,5843	0,1060	0,9640	1,1380	2,2487
	2	2	1	2	1		253,5	2,15	0,4933	0,3360	1,1383	0,1853	1,7810	2,1253	1,4513
	2	2	1	2	2		224,3	1,89	0,4707	0,2633	1,0077	0,1490	1,7033	2,0120	1,7540
	2	2	1	2	3		241,8	2,13	0,6093	0,2920	1,0893	0,1367	1,6380	1,8800	2,0757
	2	2	1	2	4		266,2	2,23	0,7813	0,3170	1,0187	0,1117	1,3683	1,5450	2,4620
	2	2	2	1	1		118,6	1,36	0,3237	0,1973	0,6700	0,1673	1,3223	1,6390	1,6320
	2	2	2	1	2		90,6	1,13	0,2643	0,1780	0,5440	0,1370	1,1557	1,4393	1,4867
	2	2	2	1	3		95,3	1,14	0,3087	0,1850	0,5093	0,1373	1,0263	1,2813	1,6677
	2	2	2	1	4		125,2	1,24	0,3737	0,1943	0,5630	0,1080	1,0547	1,2577	1,9250
	2	2	2	2	1		204,1	1,97	0,4070	0,2820	1,0383	0,2393	1,7867	2,2063	1,4447
	2	2	2	2	2		170,5	1,57	0,2740	0,2237	0,8803	0,1883	1,7810	2,2067	1,2197
	2	2	2	2	3		195,2	1,75	0,4683	0,2343	0,9147	0,1303	1,5430	1,7900	1,9933
	2	2	2	2	4		252,7	2,09	0,7590	0,3093	0,9087	0,1117	1,2467	1,4183	2,4373
	3	1	1	1	1		73,6	1,10	0,2967	0,2213	0,3910	0,1860	0,7693	1,0700	1,3447
	3	1	1	1	2		66,7	1,10	0,3040	0,2687	0,3847	0,1460	0,7197	0,9680	1,1467
	3	1	1	1	3		59,7	0,95	0,2697	0,1913	0,3527	0,1367	0,7357	0,9793	1,4113
	3	1	1	1	4		81,9	1,11	0,3243	0,2203	0,4250	0,1340	0,8127	1,0450	1,4807
	3	1	1	2	1		82,0	1,22	0,3107	0,2750	0,4573	0,1723	0,8407	1,1313	1,1387
	3	1	1	2	2		103,3	1,26	0,3113	0,2500	0,5503	0,1497	1,0387	1,3203	1,2460
	3	1	1	2	3		113,1	1,40	0,3547	0,2833	0,6033	0,1617	1,0683	1,3550	1,2527
	3	1	1	2	4		182,8	1,73	0,6183	0,2587	0,7420	0,1080	1,1287	1,3090	2,4660
	3	1	2	1	1		68,1	1,09	0,2990	0,2327	0,3713	0,1847	0,7243	1,0170	1,3027
	3	1	2	1	2		60,4	1,02	0,2893	0,2300	0,3547	0,1467	0,7007	0,9487	1,2793
	3	1	2	1	3		64,2	1,03	0,2910	0,2327	0,3630	0,1473	0,7083	0,9597	1,2473
	3	1	2	1	4		64,8	1,03	0,3090	0,2263	0,3520	0,1433	0,6830	0,9197	1,3797
	3	1	2	2	1		72,0	1,09	0,2957	0,2383	0,3817	0,1753	0,7400	1,0257	1,2430
	3	1	2	2	2		81,9	1,17	0,3067	0,2407	0,4557	0,1673	0,8747	1,1600	1,2950
	3	1	2	2	3		84,7	1,14	0,3080	0,2233	0,4640	0,1447	0,9003	1,1590	1,4033
	3	1	2	2	4		112,0	1,31	0,4263	0,2563	0,5007	0,1307	0,8550	1,0653	1,6803
	3	2	1	1	1		92,7	1,27	0,3327	0,2297	0,4813	0,2280	0,9083	1,2557	1,4503
	3	2	1	1	2		79,5	1,06	0,2917	0,2140	0,3960	0,1573	0,7880	1,0557	1,3643
	3	2	1	1	3		73,6	1,08	0,3150	0,2223	0,3990	0,1457	0,7690	1,0133	1,4157
	3	2	1	1	4		95,0	1,25	0,4723	0,2297	0,4357	0,1173	0,7460	0,9330	2,0753
	3	2	1	2	1		109,5	1,44	0,3397	0,3440	0,5483	0,2080	0,9427	1,2767	1,0083
	3	2	1	2	2		114,7	1,38	0,3303	0,2723	0,6100	0,1643	1,1093	1,4103	1,2137
	3	2	1	2	3		132,7	1,44	0,3457	0,2653	0,6667	0,1580	1,2060	1,5030	1,3037
	3	2	1	2	4		192,4	1,76	0,4943	0,3283	0,8060	0,1370	1,2590	1,5040	1,5047
	3	2	2	1	1		73,1	1,17	0,3140	0,2303	0,4357	0,1883	0,8357	1,1387	1,3643
	3	2	2	1	2		60,5	1,07	0,3177	0,2230	0,3503	0,1760	0,6743	0,9450	1,4287
	3	2	2	1	3		63,0	1,11	0,3140	0,2600	0,3743	0,1643	0,7010	0,9640	1,2303
	3	2	2	1	4		75,4	1,03	0,3007	0,2093	0,3783	0,1383	0,7497	0,9877	1,4390
	3	2	2	2	1		87,2	1,22	0,2937	0,2617	0,4773	0,1857	0,9043	1,2233	1,1273
	3	2	2	2	2		75,3	1,09	0,2840	0,2240	0,4253	0,1583	0,8430	1,1217	1,2837
	3	2	2	2	3		87,3	1,15	0,3003	0,2203	0,4720	0,1547	0,9267	1,2033	1,3657
	3	2	2	2	4		135,0	1,41	0,3700	0,2637	0,6360	0,1417	1,1290	1,3910	1,4007
61			GL 144		QME=	9166	0,3490	0,1407	0,0073	0,0200	0,0009	0,0098	0,0129	0,2017	
			N.O. 3		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg									
	1						305,2 b	2,45 b	0,8402 b	0,3581 b	1,1145 b	0,1351 b	1,4048 b	1,6082 b	2,3785 a									
	2						488,3 a	3,82 a	1,2055 a	0,7195 a	1,7412 a	0,1534 a	1,6870 a	1,9210 a	2,1559 b									
	3						159,0 c	1,58 c	0,4796 c	0,2973 c	0,6775 c	0,1207 c	1,0893 c	1,3079 c	1,6006 c									
1		GL	6			QME=	13908	lsd	0,2690	lsd	0,0530	lsd	0,0209	lsd	0,1114	lsd	0,0016	lsd	0,1444	lsd	0,1857	lsd	0,0881	lsd
		N.O.	96			Prob =	0,0000	41,652	0,0000	0,183	0,0000	0,081	0,0000	0,051	0,0000	0,118	0,0039	0,014	0,0001	0,134	0,0002	0,152	0,0000	0,105
	1					1	333,5	2,70 c	0,8962 C	0,3795 c	1,2894 b	0,1353	1,5794 B	1,7893 B	2,3788 ab									
	1					2	292,7	2,32 d	0,8202 C	0,3635 cd	1,0161 c	0,1240	1,2827 C	1,4722 DE	2,2886 ab									
	1					3	289,4	2,32 d	0,8044 C	0,3313 cd	1,0380 c	0,1458	1,3524 C	1,5631 CD	2,4682 a									
	2					1	520,0	4,12 a	1,2407 A	0,8047 a	1,9198 a	0,1549	1,8110 A	2,0585 A	2,0425 c									
	2					2	516,0	4,02 a	1,2993 A	0,7484 a	1,8219 a	0,1542	1,7082 AB	1,9366 AB	2,2235 bc									
	2					3	428,9	3,32 b	1,0765 B	0,6055 b	1,4818 b	0,1511	1,5418 B	1,7680 BC	2,2017 bc									
	3					1	154,4	1,51 e	0,4369 E	0,3000 cd	0,6545 d	0,1208	1,0758 DE	1,3019 EF	1,4468 e									
	3					2	164,2	1,62 e	0,5494 D	0,3039 cd	0,6515 d	0,1157	0,9987 E	1,1922 F	1,7933 d									
	3					3	158,5	1,59 e	0,4525 DE	0,2881 d	0,7265 d	0,1257	1,1935 CD	1,4297 DE	1,5618 e									
3		GL	6			QME=	13908	0,2690	lsd	0,0530	lsd	0,0209	lsd	0,1114	lsd	0,0016	0,1444	lsd	0,1857	lsd	0,0881	lsd		
		N.O.	32			Prob =	0,1434	0,0071	0,317	0,0605	0,112	0,0259	0,088	0,0138	0,204	ns	0,0627	0,185	0,0736	0,209	0,0239	0,182		
	1						323,5	2,64	0,8641	0,4506	1,1874	0,1410 A	1,3886	1,6065	2,1192 a									
	2						311,5	2,59	0,8194	0,4660	1,1681	0,1318 B	1,3989	1,6182	1,9708 b									
4		GL	6			QME=	13908	0,2690	0,0530	0,0209	0,1114	0,0016	lsd	0,1444	0,0881	lsd								
		N.O.	144			Prob =	ns	ns	0,1504	ns	ns	0,0986	0,009	ns	0,0054	0,086								
	1	1					326,4	2,59 B	0,9011	0,3643	1,1857	0,1404	1,4584	1,6633	2,5106									
	1	2					284,0	2,30 C	0,7794	0,3518	1,0432	0,1297	1,3513	1,5530	2,2464									
	2	1					491,9	3,81 A	1,2111	0,6988	1,7364	0,1619	1,6709	1,9061	2,2116									
	2	2					484,8	3,83 A	1,1999	0,7403	1,7459	0,1449	1,7031	1,9360	2,1002									
	3	1					152,3	1,53 D	0,4801	0,2888	0,6399	0,1206	1,0364	1,2501	1,6354									
	3	2					165,8	1,62 D	0,4790	0,3059	0,7151	0,1208	1,1423	1,3657	1,5659									
5		GL	6			QME=	13908	0,2690	lsd	0,0530	0,0209	0,1114	0,0016	0,1444	0,0881	lsd								
		N.O.	48			Prob =	0,3221	0,0929	0,206	0,2124	ns	0,1469	0,3830	0,2232	0,2634	0,1339								
	1						311,9	2,59	0,8374	0,4474	1,1669	0,1361	1,3895	1,6064	2,0662									
	2						323,1	2,64	0,8462	0,4692	1,1885	0,1366	1,3980	1,6183	2,0238									
8		GL	12			QME=	45813	1,5920	0,1321	0,1108	0,4040	0,0006	0,2410	0,2865	0,1374									
		N.O.	144			Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns									
	1	1					315,0	2,51	0,8619	0,3636	1,1527	0,1360	1,4261	1,6289	2,4083									
	1	2					295,4	2,38	0,8185	0,3526	1,0763	0,1341	1,3836	1,5875	2,3487									
	2	1					465,8	3,68	1,1605	0,6834	1,6828	0,1533	1,6783	1,9128	2,1537									
	2	2					510,8	3,96	1,2505	0,7556	1,7995	0,1535	1,6957	1,9293	2,1581									
	3	1					155,0	1,57	0,4898	0,2951	0,6651	0,1191	1,0641	1,2775	1,6367									
	3	2					163,1	1,58	0,4694	0,2995	0,6899	0,1223	1,1145	1,3383	1,5646									
9		GL	12			QME=	45813	1,5920	0,1321	0,1108	0,4040	0,0006	0,2410	0,2865	0,1374									
		N.O.	48			Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns									
	1	1					310,3	2,60	0,8562	0,4314	1,1691	0,1390	1,3817	1,5958	2,1448									
	1	2					336,7	2,69	0,8721	0,4698	1,2057	0,1430	1,3954	1,6172	2,0936									
	2	1					313,5	2,58	0,8186	0,4633	1,1647	0,1333	1,3973	1,6170	1,9876									
	2	2					309,6	2,59	0,8203	0,4687	1,1714	0,1303	1,4005	1,6195	1,9540									
12		GL	12			QME=	45813	1,5920	0,1321	0,1108	0,4040	0,0006	0,2410	0,2865	0,1374									
		N.O.	72			Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,2455	ns	ns	ns									

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg				
	1	1	1				311,4	2,60	0,8923	0,3567	1,2147	0,1387	1,4949	1,6993	2,5416				
	1	1	2				341,3	2,58	0,9099	0,3720	1,1568	0,1422	1,4219	1,6274	2,4797				
	1	2	1				318,5	2,43	0,8315	0,3705	1,0907	0,1332	1,3573	1,5585	2,2750				
	1	2	2				249,5	2,18	0,7272	0,3332	0,9957	0,1261	1,3453	1,5475	2,2177				
	2	1	1				468,3	3,63	1,1655	0,6467	1,6597	0,1615	1,6457	1,8793	2,1814				
	2	1	2				515,5	3,98	1,2568	0,7509	1,8131	0,1623	1,6961	1,9329	2,2418				
	2	2	1				463,4	3,73	1,1555	0,7202	1,7060	0,1451	1,7109	1,9464	2,1260				
	2	2	2				506,2	3,94	1,2443	0,7603	1,7859	0,1446	1,6953	1,9256	2,0744				
	3	1	1				151,3	1,55	0,5108	0,2909	0,6328	0,1168	1,0046	1,2090	1,7114				
	3	1	2				153,2	1,51	0,4495	0,2866	0,6470	0,1245	1,0681	1,2913	1,5593				
	3	2	1				158,6	1,59	0,4688	0,2993	0,6975	0,1215	1,1236	1,3460	1,5619				
	3	2	2				173,0	1,65	0,4893	0,3124	0,7327	0,1201	1,1610	1,3853	1,5699				
13			GL	12		QME=	45813	1,5920	0,1321	0,1108	0,4040	0,0006	0,2410	0,2865	0,1374				
			N.O.	24		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
							199,5	1,88	0,6008	0,2958	0,8532	0,1279	1,2348	1,4450	2,0162				
							435,5	3,35	1,0827	0,6208	1,5022	0,1449	1,5526	1,7798	2,0738				
16			GL	24		QME=	20773	0,8300	0,0548	0,0550	0,2522	0,0006	0,1362	0,1579	0,1467				
			N.O.	144		Prob =	0,0000	0,222	0,0000	0,057	0,0000	0,122	0,0000	0,090	0,0000	0,2144			
	1			1			189,9	1,72	0,5513	0,2544	0,7926	0,1257	1,2321	1,4375	2,1850				
	1			2			420,5	3,17	1,1292	0,4617	1,4364	0,1444	1,5776	1,7789	2,5720				
	2			1			283,8	2,52	0,8301	0,3653	1,1826	0,1416	1,4688	1,6799	2,2948				
	2			2			692,9	5,12	1,5809	1,0738	2,2997	0,1652	1,9052	2,1621	2,0170				
	3			1			124,9	1,39	0,4211	0,2676	0,5845	0,1163	1,0037	1,2175	1,5689				
	3			2			193,1	1,76	0,5380	0,3271	0,7705	0,1252	1,1750	1,3984	1,6324				
17			GL	24		QME=	20773	0,8300	0,0548	0,0550	0,2522	0,0006	0,1362	0,1579	0,1467				
			N.O.	48		Prob =	0,0000	0,384	0,0000	0,099	0,0000	0,212	0,1266	0,0586	0,129	0,0480	0,167	0,0000	0,161
	1			1			207,0	1,92	0,6143	0,2992	0,8762	0,1348	1,2392	1,4534	2,0394				
	1			2			440,0	3,36	1,1140	0,6021	1,4985	0,1472	1,5379	1,7596	2,1990				
	2			1			192,1	1,83	0,5874	0,2923	0,8303	0,1209	1,2304	1,4365	1,9931				
	2			2			431,0	3,34	1,0514	0,6396	1,5059	0,1426	1,5673	1,8000	1,9486				
20			GL	24		QME=	20773	0,8300	0,0548	0,0550	0,2522	0,0006	0,1362	0,1579	0,1467				
			N.O.	72		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,1186	ns	ns	0,0331	0,132			
	1	1		1			210,7	1,87	0,5950	0,2645	0,8778	0,1342	1,3114	1,5234	2,2696				
	1	1		2			442,0	3,31	1,2072	0,4642	1,4938	0,1467	1,6054	1,8032	2,7517				
	1	2		1			169,1	1,58	0,5075	0,2444	0,7075	0,1173	1,1528	1,3516	2,1005				
	1	2		2			398,9	3,03	1,0512	0,4592	1,3790	0,1420	1,5498	1,7545	2,3923				
	2	1		1			288,1	2,54	0,8209	0,3663	1,2071	0,1498	1,4739	1,6928	2,2629				
	2	1		2			695,6	5,07	1,6014	1,0313	2,2657	0,1741	1,8679	2,1193	2,1603				
	2	2		1			279,4	2,50	0,8393	0,3643	1,1581	0,1335	1,4636	1,6670	2,3267				
	2	2		2			690,1	5,17	1,5605	1,1162	2,3338	0,1563	1,9425	2,2049	1,8737				
	3	1		1			122,1	1,36	0,4269	0,2669	0,5438	0,1205	0,9324	1,1441	1,5857				
	3	1		2			182,4	1,70	0,5334	0,3107	0,7360	0,1208	1,1403	1,3562	1,6850				
	3	2		1			127,7	1,42	0,4154	0,2683	0,6252	0,1120	1,0749	1,2909	1,5520				
	3	2		2			203,9	1,82	0,5426	0,3435	0,8050	0,1295	1,2097	1,4405	1,5798				
21			GL	24		QME=	20773	0,8300	0,0548	0,0550	0,2522	0,0006	0,1362	0,1579	0,1467				
			N.O.	24		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
				1	1		187,3	1,84	0,5826	0,2884	0,8413	0,1228	1,2330	1,4399	2,0103				
				1	2		436,5	3,34	1,0922	0,6063	1,4925	0,1494	1,5460	1,7729	2,1221				
				2	1		211,8	1,92	0,6191	0,3031	0,8652	0,1329	1,2367	1,4500	2,0221				

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg		
			2	2			434,5	3,36	1,0732	0,6354	1,5119	0,1404	1,5592	1,7867	2,0255		
24		GL	24			QME=	20773	0,8300	0,0548	0,0550	0,2522	0,0006	1sd	0,1362	0,1467		
		N.O.	72			Prob =	ns	ns	0,3254	ns	ns	0,0028	0,008	ns	ns	0,2418	
	1	1	1	1			194,9	1,74	0,5587	0,2547	0,8100	0,1210	1,2343	1,4336	2,2138		
	1	1	2	2			435,0	3,28	1,1651	0,4724	1,4955	0,1509	1,6179	1,8242	2,6028		
	1	2	1	1			184,9	1,70	0,5439	0,2542	0,7753	0,1304	1,2299	1,4414	2,1563		
	1	2	2	2			406,0	3,06	1,0932	0,4510	1,3773	0,1379	1,5373	1,7335	2,5412		
	2	1	1	1			248,5	2,39	0,7629	0,3430	1,1502	0,1341	1,4998	1,7146	2,2290		
	2	1	2	2			683,2	4,97	1,5581	1,0239	2,2155	0,1725	1,8568	2,1110	2,0783		
	2	2	1	1			319,1	2,65	0,8973	0,3876	1,2150	0,1492	1,4377	1,6453	2,3605		
	2	2	2	2			702,6	5,27	1,6038	1,1236	2,3840	0,1578	1,9537	2,2132	1,9557		
	3	1	1	1			118,6	1,37	0,4263	0,2676	0,5637	0,1134	0,9649	1,1716	1,5882		
	3	1	2	2			191,4	1,77	0,5533	0,3227	0,7665	0,1248	1,1633	1,3834	1,6851		
	3	2	1	1			131,3	1,41	0,4160	0,2676	0,6053	0,1191	1,0424	1,2633	1,5495		
	3	2	2	2			194,9	1,75	0,5228	0,3315	0,7744	0,1255	1,1867	1,4133	1,5797		
25		GL	24			QME=	20773	0,8300	0,0548	0,0550	0,2522	0,0006	0,1362	0,1579	0,1467		
		N.O.	24			Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,2147	ns	ns	ns		
	1	1	1	1			191,0	1,90	0,5958	0,2976	0,8743	0,1276	1,2378	1,4473	2,0032		
	1	1	2	2			429,7	3,30	1,1166	0,5652	1,4639	0,1504	1,5257	1,7444	2,2863		
	1	2	1	1			223,0	1,95	0,6327	0,3008	0,8782	0,1420	1,2407	1,4596	2,0756		
	1	2	2	2			450,4	3,43	1,1114	0,6389	1,5331	0,1440	1,5501	1,7748	2,1116		
	2	1	1	1			183,7	1,78	0,5694	0,2792	0,8083	0,1181	1,2282	1,4326	2,0174		
	2	1	2	2			443,4	3,38	1,0678	0,6474	1,5211	0,1485	1,5663	1,8014	1,9578		
	2	2	1	1			200,5	1,89	0,6054	0,3055	0,8522	0,1238	1,2327	1,4404	1,9687		
	2	2	2	2			418,6	3,30	1,0351	0,6318	1,4907	0,1368	1,5683	1,7986	1,9394		
28		GL	24			QME=	20773	0,8300	0,0548	0,0550	0,2522	0,0006	0,1362	0,1579	0,1467		
		N.O.	36			Prob =	ns	ns	ns	0,3198	ns	ns	ns	ns	0,1375		
	1	1	1	1			217,6	1,98	0,6253	e-g	0,2794	0,9424	0,1314	d-g	1,3459	1,5532	2,2712
	1	1	1	2			405,2	3,23	1,1593	b	0,4339	1,4869	0,1460	b-e	1,6438	1,8453	2,8120
	1	1	2	1			203,8	1,76	0,5647	f-h	0,2495	0,8131	0,1369	c-f	1,2769	1,4936	2,2680
	1	1	2	2			478,9	3,40	1,2551	b	0,4944	1,5006	0,1474	b-d	1,5669	1,7612	2,6914
	1	2	1	1			172,2	1,51	0,4921	gh	0,2300	0,6775	0,1107	h	1,1226	1,3140	2,1564
	1	2	1	2			464,8	3,34	1,1710	b	0,5109	1,5040	0,1557	bc	1,5919	1,8030	2,3936
	1	2	2	1			166,0	1,64	0,5230	f-h	0,2588	0,7374	0,1239	f-h	1,1829	1,3892	2,0445
	1	2	2	2			333,1	2,72	0,9313	c	0,4076	1,2540	0,1283	d-h	1,5077	1,7059	2,3910
	2	1	1	1			238,6	2,36	0,7121	d-f	0,3464	1,1645	0,1372	c-f	1,4968	1,7213	2,0732
	2	1	1	2			697,9	4,91	1,6190	a	0,9469	2,1549	0,1858	a	1,7946	2,0372	2,2895
	2	1	2	1			337,7	2,73	0,9297	c	0,3861	1,2497	0,1623	b	1,4510	1,6643	2,4525
	2	1	2	2			693,3	5,24	1,5838	a	1,1158	2,3766	0,1623	b	1,9413	2,2015	2,0311
	2	2	1	1			258,4	2,42	0,8138	c-e	0,3395	1,1359	0,1310	d-h	1,5027	1,7078	2,3847
	2	2	1	2			668,4	5,03	1,4973	a	1,1009	2,2760	0,1593	b	1,9190	2,1849	1,8672
	2	2	2	1			300,5	2,57	0,8648	cd	0,3892	1,1803	0,1360	c-f	1,4245	1,6263	2,2686
	2	2	2	2			711,8	5,30	1,6238	a	1,1315	2,3915	0,1532	bc	1,9661	2,2249	1,8802
	3	1	1	1			116,8	1,35	0,4501	gh	0,2670	0,5158	0,1143	gh	0,8707	1,0673	1,6653
	3	1	1	2			185,8	1,76	0,5715	f-h	0,3148	0,7497	0,1193	f-h	1,1386	1,3507	1,7575
	3	1	2	1			127,5	1,37	0,4037	h	0,2667	0,5718	0,1267	e-h	0,9942	1,2208	1,5062
	3	1	2	2			179,0	1,65	0,4953	gh	0,3065	0,7222	0,1223	f-h	1,1421	1,3618	1,6124
	3	2	1	1			120,4	1,39	0,4024	h	0,2682	0,6116	0,1125	gh	1,0592	1,2759	1,5112
	3	2	1	2			196,9	1,78	0,5351	f-h	0,3305	0,7833	0,1304	d-h	1,1881	1,4162	1,6127
	3	2	2	1			135,1	1,45	0,4284	gh	0,2684	0,6388	0,1116	gh	1,0907	1,3058	1,5929
	3	2	2	2			210,9	1,86	0,5502	f-h	0,3564	0,8267	0,1287	d-h	1,2313	1,4648	1,5469

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE		TC		Ca		Mg		Na		K		SAR		CROSS		Ca/Mg	
29			GL	24		QME=	20773		0,8300		0,0548	lsd	0,0550		0,2522		0,0006	lsd	0,1362		0,1579		0,1467	
			N.O.	12		Prob =	0,1646		0,3787		0,0329	0,197	ns		ns		0,0447	0,020	ns		ns		0,1300	
						1	510,0	a	3,94	a	1,0163	a	0,7721	a	1,9481	a	0,1997	a	1,9862	a	2,3126	a	1,5999	d
						2	286,5	b	2,44	b	0,7829	c	0,3991	b	1,1278	b	0,1333	b	1,4175	b	1,6375	b	1,9427	c
						3	222,7	c	1,96	c	0,7064	d	0,3202	c	0,8183	c	0,1177	c	1,1308	c	1,3147	c	2,1510	b
						4	250,9	c	2,12	c	0,8615	b	0,3419	bc	0,8167	c	0,0949	d	1,0404	d	1,1847	d	2,4864	a
32			GL	144		QME=	10709	lsd	0,4500	lsd	0,0467	lsd	0,0373	lsd	0,1113	lsd	0,0006	lsd	0,0704	lsd	0,0806	lsd	0,0714	lsd
			N.O.	72		Prob =	0,0000	34,091	0,0000	0,221	0,0000	0,071	0,0000	0,064	0,0000	0,110	0,0000	0,008	0,0000	0,087	0,0000	0,094	0,0000	0,088
						1	413,0	b	3,28	b	0,8589	d-f	0,4608	bc	1,7583	b	0,2028	b	2,1596	b	2,4827	b	1,9205	d
						1	346,4	c	2,78	c	0,9440	cd	0,3843	cd	1,3043	c	0,1435	c	1,5718	c	1,7818	c	2,3921	b
						1	245,2	d	1,95	e	0,7650	fg	0,3034	d	0,7660	e	0,1178	ef	1,0361	e	1,2018	e	2,4508	b
						1	216,2	de	1,78	ef	0,7930	ef	0,2838	d	0,6294	e	0,0760	h	0,8518	f	0,9664	f	2,7506	a
						2	982,1	a	7,06	a	1,8011	a	1,5450	a	3,4705	a	0,2466	a	2,7567	a	3,1490	a	1,6134	e
						2	375,7	bc	3,10	bc	1,0025	c	0,5267	b	1,4294	c	0,1376	cd	1,5771	c	1,7975	c	2,0241	cd
						2	261,3	d	2,37	d	0,8886	c-e	0,3731	cd	0,9810	d	0,1243	de	1,2053	d	1,3802	d	2,3777	b
						2	334,2	c	2,75	cd	1,1298	b	0,4333	bc	1,0839	d	0,1051	fg	1,2088	d	1,3575	de	2,6083	a
						3	134,8	f	1,46	f	0,3888	h	0,3104	d	0,6155	e	0,1497	c	1,0421	e	1,3062	de	1,2659	f
						3	137,5	f	1,46	f	0,4023	h	0,2862	d	0,6497	e	0,1186	ef	1,1035	de	1,3332	de	1,4120	f
						3	161,5	ef	1,57	ef	0,4655	h	0,2841	d	0,7079	e	0,1110	e-g	1,1510	de	1,3620	de	1,6246	e
						3	202,4	de	1,81	ef	0,6618	g	0,3086	d	0,7368	e	0,1035	g	1,0606	de	1,2302	de	2,1001	c
33			GL	144		QME=	10709	lsd	0,4500	lsd	0,0467	lsd	0,0373	lsd	0,1113	lsd	0,0006	lsd	0,0704	lsd	0,0806	lsd	0,0714	lsd
			N.O.	24		Prob =	0,0000	59,048	0,0000	0,383	0,0000	0,123	0,0000	0,110	0,0000	0,190	0,0000	0,014	0,0000	0,151	0,0000	0,162	0,0008	0,152
						1	541,2	A	4,10		1,0792	A	0,7747		2,0252		0,2157	a	2,0157		2,3459		1,6643	e
						1	280,2	CD	2,41		0,7767	CD	0,3838		1,1133		0,1354	c	1,4107		1,6311		1,9735	d
						1	212,1	F	1,89		0,6906	E	0,3074		0,7729		0,1176	d	1,0826		1,2628		2,1913	c
						1	260,4	C-E	2,18		0,9100	B	0,3365		0,8380		0,0952	e	1,0452		1,1863		2,6477	a
						2	478,7	B	3,78		0,9534	B	0,7694		1,8709		0,1838	b	1,9566		2,2794		1,5356	f
						2	292,8	C	2,48		0,7891	CD	0,4144		1,1423		0,1311	c	1,4243		1,6439		1,9119	d
						2	233,2	EF	2,04		0,7221	DE	0,3329		0,8637		0,1178	d	1,1790		1,3666		2,1108	c
						2	241,4	D-F	2,05		0,8131	C	0,3473		0,7954		0,0945	e	1,0356		1,1831		2,3250	b
36			GL	144		QME=	10709	lsd	0,4500		0,0467	lsd	0,0373		0,1113		0,0006	lsd	0,0704		0,0806		0,0714	lsd
			N.O.	36		Prob =	0,0695	40,381	0,1615		0,0741	0,084	ns		0,1516		0,0001	0,011	0,3611		0,3497		0,0149	0,124
						1	444,9		3,46		0,9132		0,4688		1,8583		0,2245	b	2,2439		2,5823		1,9896	
						1	368,0		2,94		1,0003		0,3922		1,4024		0,1486	d	1,6527		1,8648		2,4977	
						1	255,8		2,03		0,8007		0,3050		0,8110		0,1145	f-h	1,0719		1,2336		2,5542	
						1	236,8		1,93		0,8903		0,2913		0,6713		0,0742	i	0,8650		0,9727		3,0012	
						1	381,0		3,10		0,8047		0,4528		1,6582		0,1812	c	2,0753		2,3831		1,8514	
						1	324,8		2,61		0,8877		0,3763		1,2061		0,1385	de	1,4909		1,6988		2,2865	
						1	234,6		1,87		0,7293		0,3017		0,7210		0,1212	e-g	1,0003		1,1700		2,3475	
						1	195,7		1,64		0,6957		0,2764		0,5876		0,0778	i	0,8386		0,9602		2,5001	
						2	1053,5		7,43		1,9428		1,5586		3,6561		0,2743	a	2,8368		3,2341		1,7154	
						2	348,3		2,90		0,9470		0,4817		1,3313		0,1368	de	1,5243		1,7423		2,0444	
						2	224,0		2,11		0,8051		0,3392		0,8351		0,1278	ef	1,0801		1,2537		2,3674	
						2	341,7		2,80		1,1497		0,4157		1,1232		0,1087	f-h	1,2423		1,3943		2,7191	
						2	910,8		6,70		1,6594		1,5315		3,2848		0,2189	b	2,6766		3,0638		1,5114	
						2	403,0		3,30		1,0581		0,5718		1,5275		0,1384	de	1,6298		1,8527		2,0038	
						2	298,6		2,63		0,9722		0,4069		1,1268		0,1207	e-h	1,3306		1,5068		2,3880	
						2	326,7		2,71		1,1099		0,4508		1,0446		0,1015	h	1,1753		1,3206		2,4976	
						3	125,3		1,39		0,3816		0,2969		0,5613		0,1482	d	0,9663		1,2213		1,2879	
						3	124,3		1,39		0,3829		0,2774		0,6062		0,1209	e-g	1,0549		1,2864		1,3784	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg	
	3	1			3		156,6	1,53	0,4662	0,2781	0,6727	0,1106	f-h	1,0959	1,3010	1,6523
	3	1			4		202,9	1,82	0,6899	0,3027	0,7195	0,1028	gh	1,0283	1,1919	2,2228
	3	2			1		144,3	1,54	0,3960	0,3238	0,6697	0,1512	d	1,1179	1,3912	1,2438
	3	2			2		150,7	1,53	0,4217	0,2949	0,6933	0,1163	f-h	1,1522	1,3801	1,4455
	3	2			3		166,4	1,61	0,4647	0,2902	0,7432	0,1115	f-h	1,2062	1,4230	1,5969
	3	2			4		201,9	1,81	0,6337	0,3146	0,7541	0,1042	gh	1,0929	1,2685	1,9774
37		GL	144		QME=	10709		0,4500	0,0467	0,0373	0,1113	0,0006	1sd	0,0704	0,0806	0,0714
		N.O.	12		Prob =	0,1453		0,2214	0,1244	ns	0,1390	0,0174	0,019	0,3405	0,3532	ns
		1			1		502,6	3,92	0,9930	0,7504	1,9728	0,2032		2,0269	2,3568	1,5965
		1			2		271,4	2,37	0,7643	0,3808	1,0932	0,1336		1,4016	1,6201	1,9427
		1			3		219,8	1,96	0,7143	0,3217	0,8026	0,1163		1,1102	1,2905	2,1563
		1			4		253,9	2,11	0,8780	0,3366	0,7989	0,0914		1,0193	1,1582	2,5694
		2			1		517,4	3,95	1,0396	0,7937	1,9234	0,1962		1,9454	2,2684	1,6034
		2			2		301,7	2,51	0,8015	0,4174	1,1624	0,1329		1,4333	1,6549	1,9427
		2			3		225,5	1,97	0,6984	0,3187	0,8339	0,1191		1,1514	1,3388	2,1458
		2			4		247,9	2,13	0,8451	0,3472	0,8345	0,0983		1,0616	1,2112	2,4033
40		GL	144		QME=	10709		0,4500	0,0467	0,0373	0,1113	0,0006		0,0704	0,0806	0,0714
		N.O.	36		Prob =	ns		ns	ns	ns	ns	0,3563		ns	0,3892	0,1637
	1	1			1		445,1	3,51	0,9185	0,4827	1,8947	0,2151	B	2,2436	2,5755	1,9465
	1	1			2		347,8	2,83	0,9583	0,3902	1,3282	0,1482	DE	1,5779	1,7908	2,3909
	1	1			3		247,9	1,94	0,7679	0,3063	0,7487	0,1137	I-K	1,0172	1,1783	2,4413
	1	1			4		219,0	1,78	0,8030	0,2752	0,6393	0,0668	M	0,8655	0,9709	2,8544
	1	2			1		380,9	3,05	0,7993	0,4389	1,6219	0,1906	C	2,0757	2,3899	1,8945
	1	2			2		345,0	2,73	0,9297	0,3784	1,2803	0,1388	E-G	1,5657	1,7727	2,3932
	1	2			3		242,4	1,97	0,7621	0,3005	0,7833	0,1220	H-J	1,0549	1,2253	2,4603
	1	2			4		213,5	1,78	0,7831	0,2925	0,6195	0,0852	L	0,8381	0,9619	2,6468
	2	1			1		937,3	6,83	1,6783	1,4635	3,4394	0,2515	A	2,8438	3,2490	1,5798
	2	1			2		326,6	2,79	0,9136	0,4570	1,2878	0,1319	F-H	1,5240	1,7386	2,0114
	2	1			3		258,2	2,39	0,9131	0,3817	0,9727	0,1256	G-I	1,1869	1,3593	2,3821
	2	1			4		341,2	2,70	1,1371	0,4316	1,0315	0,1043	K	1,1584	1,3044	2,6413
	2	2			1		1027,0	7,29	1,9239	1,6266	3,5015	0,2418	A	2,6697	3,0489	1,6470
	2	2			2		424,7	3,40	1,0915	0,5965	1,5710	0,1433	D-F	1,6302	1,8564	2,0368
	2	2			3		264,4	2,34	0,8642	0,3645	0,9893	0,1229	G-I	1,2238	1,4012	2,3733
	2	2			4		327,2	2,80	1,1225	0,4349	1,1363	0,1059	JK	1,2593	1,4105	2,5753
	3	1			1		125,3	1,41	0,3822	0,3051	0,5843	0,1431	D-F	0,9932	1,2460	1,2631
	3	1			2		139,7	1,50	0,4212	0,2951	0,6638	0,1206	H-J	1,1030	1,3309	1,4257
	3	1			3		153,3	1,54	0,4619	0,2772	0,6866	0,1096	I-K	1,1264	1,3339	1,6453
	3	1			4		201,6	1,83	0,6938	0,3032	0,7258	0,1032	K	1,0338	1,1993	2,2125
	3	2			1		144,3	1,51	0,3954	0,3157	0,6467	0,1563	D	1,0910	1,3664	1,2687
	3	2			2		135,3	1,41	0,3834	0,2773	0,6358	0,1167	H-K	1,1041	1,3356	1,3982
	3	2			3		169,8	1,60	0,4690	0,2911	0,7293	0,1125	I-K	1,1757	1,3901	1,6038
	3	2			4		203,1	1,80	0,6297	0,3141	0,7478	0,1038	K	1,0874	1,2612	1,9877
41		GL	144		QME=	10709		0,4500	0,0467	0,0373	0,1113	0,0006	1sd	0,0704	0,0806	0,0714
		N.O.	12		Prob =	0,4245		ns	0,2634	ns	ns	0,0631	0,016	ns	ns	ns
	1	1			1		529,4	4,08	1,0773	0,7306	2,0538	0,2191		2,0706	2,3994	1,6704
	1	1			2		255,1	2,31	0,7361	0,3682	1,0777	0,1319		1,3977	1,6171	1,9248
	1	1			3		199,3	1,87	0,6867	0,3036	0,7602	0,1135		1,0672	1,2421	2,2078
	1	1			4		257,5	2,12	0,9247	0,3233	0,7846	0,0915		0,9914	1,1247	2,7761
	1	2			1		553,1	4,11	1,0811	0,8189	1,9967	0,2123		1,9608	2,2923	1,6582
	1	2			2		305,3	2,51	0,8173	0,3994	1,1488	0,1390		1,4236	1,6452	2,0222
	1	2			3		224,9	1,91	0,6946	0,3113	0,7857	0,1218		1,0981	1,2834	2,1747

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
		1	2		4		263,4	2,24	0,8953	0,3497	0,8914	0,0989	1,0991	1,2479	2,5193
		2	1		1		475,8	3,76	0,9087	0,7702	1,8918	0,1873	1,9831	2,3142	1,5226
		2	1		2		287,6	2,43	0,7926	0,3933	1,1087	0,1353	1,4056	1,6231	1,9606
		2	1		3		240,3	2,05	0,7419	0,3398	0,8451	0,1191	1,1532	1,3389	2,1047
		2	1		4		250,4	2,09	0,8313	0,3499	0,8132	0,0914	1,0471	1,1917	2,3627
		2	2		1		481,6	3,80	0,9981	0,7686	1,8501	0,1802	1,9301	2,2445	1,5486
		2	2		2		298,0	2,52	0,7857	0,4354	1,1759	0,1269	1,4431	1,6647	1,8633
		2	2		3		226,1	2,03	0,7023	0,3261	0,8822	0,1165	1,2048	1,3943	2,1169
		2	2		4		232,5	2,02	0,7949	0,3446	0,7776	0,0976	1,0241	1,1745	2,2873
44		GL	144		QME=	10709		0,4500	0,0467	0,0373	0,1113	0,0006	0,0704	0,0806	0,0714
		N.O.	18		Prob =	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,2077
		1	1	1	1		436,5	3,62	0,9543 F-K	0,4707	1,9558	0,2330	2,3158	2,6562	2,0590
		1	1	1	2		330,3	2,87	0,9337 F-K	0,3740	1,4177	0,1482	1,7038	1,9223	2,4528
		1	1	1	3		236,7	1,95	0,7553 K-O	0,2885	0,8027	0,1058	1,0915	1,2500	2,5512
		1	1	1	4		242,1	1,97	0,9258 F-L	0,2935	0,6825	0,0678	0,8683	0,9687	3,1033
		1	1	2	1		453,3	3,32	0,8720 F-M	0,4668	1,7608	0,2160	2,1720	2,5085	1,9202
		1	1	2	2		405,8	3,01	1,0668 C-F	0,4105	1,3872	0,1490	1,6017	1,8072	2,5425
		1	1	2	3		274,8	2,11	0,8460 G-M	0,3215	0,8193	0,1232	1,0523	1,2172	2,5572
		1	1	2	4		231,4	1,88	0,8548 G-M	0,2890	0,6600	0,0805	0,8617	0,9767	2,8990
		1	2	1	1		453,7	3,41	0,8827 F-M	0,4947	1,8335	0,1972	2,1713	2,4948	1,8340
		1	2	1	2		365,4	2,78	0,9828 E-J	0,4063	1,2387	0,1483	1,4520	1,6593	2,3290
		1	2	1	3		259,2	1,92	0,7805 J-O	0,3240	0,6947	0,1215	0,9430	1,1067	2,3315
		1	2	1	4		195,8	1,60	0,6802 M-P	0,2568	0,5962	0,0658	0,8627	0,9732	2,6055
		1	2	2	1		308,4	2,79	0,7267 L-O	0,4110	1,4830	0,1652	1,9793	2,2713	1,8688
		1	2	2	2		284,1	2,44	0,7925 I-N	0,3463	1,1735	0,1287	1,5298	1,7383	2,2440
		1	2	2	3		210,1	1,83	0,6782 M-P	0,2795	0,7473	0,1208	1,0575	1,2333	2,3635
		1	2	2	4		195,6	1,68	0,7113 M-O	0,2960	0,5790	0,0898	0,8145	0,9472	2,3947
		2	1	1	1		1033,7	7,28	1,8993 A	1,4275	3,6667	0,2852	2,9708	3,3758	1,6572
		2	1	1	2		312,0	2,65	0,8767 F-M	0,4450	1,2025	0,1262	1,4438	1,6553	1,9285
		2	1	1	3		212,4	2,14	0,8345 H-M	0,3467	0,8345	0,1277	1,0633	1,2325	2,4007
		2	1	1	4		315,0	2,46	1,0517 C-G	0,3675	0,9352	0,1070	1,1047	1,2533	2,7392
		2	1	2	1		1073,3	7,59	1,9863 A	1,6897	3,6455	0,2635	2,7028	3,0923	1,7737
		2	1	2	2		384,7	3,14	1,0173 D-H	0,5183	1,4600	0,1475	1,6048	1,8292	2,1603
		2	1	2	3		235,7	2,07	0,7757 K-O	0,3318	0,8357	0,1280	1,0968	1,2748	2,3342
		2	1	2	4		368,4	3,13	1,2477 C	0,4638	1,3113	0,1103	1,3800	1,5353	2,6990
		2	2	1	1		840,9	6,39	1,4573 B	1,4995	3,2122	0,2178	2,7167	3,1222	1,5025
		2	2	1	2		341,1	2,93	0,9505 F-K	0,4690	1,3730	0,1377	1,6042	1,8218	2,0943
		2	2	1	3		304,0	2,64	0,9917 E-I	0,4167	1,1108	0,1235	1,3105	1,4860	2,3635
		2	2	1	4		367,5	2,95	1,2225 CD	0,4957	1,1278	0,1015	1,2122	1,3555	2,5435
		2	2	2	1		980,7	7,00	1,8615 A	1,5635	3,3575	0,2200	2,6365	3,0055	1,5203
		2	2	2	2		464,8	3,66	1,1657 C-E	0,6747	1,6820	0,1392	1,6555	1,8837	1,9132
		2	2	2	3		293,2	2,61	0,9527 F-K	0,3972	1,1428	0,1178	1,3507	1,5275	2,4125
		2	2	2	4		286,0	2,47	0,9973 E-I	0,4060	0,9613	0,1015	1,1385	1,2857	2,4517
		3	1	1	1		117,9	1,35	0,3783 ST	0,2937	0,5388	0,1392	0,9252	1,1663	1,2950
		3	1	1	2		123,1	1,42	0,3980 R-T	0,2855	0,6130	0,1213	1,0455	1,2737	1,3932
		3	1	1	3		148,9	1,50	0,4703 Q-T	0,2755	0,6433	0,1070	1,0467	1,2438	1,6717
		3	1	1	4		215,3	1,94	0,7965 I-N	0,3090	0,7360	0,0997	1,0012	1,1522	2,4858
		3	1	2	1		132,7	1,43	0,3848 R-T	0,3002	0,5837	0,1573	1,0075	1,2762	1,2808
		3	1	2	2		125,5	1,36	0,3678 T	0,2693	0,5993	0,1205	1,0643	1,2992	1,3637
		3	1	2	3		164,4	1,56	0,4620 R-T	0,2807	0,7020	0,1142	1,1452	1,3582	1,6328
		3	1	2	4		190,4	1,69	0,5833 O-S	0,2963	0,7030	0,1060	1,0555	1,2317	1,9598
		3	2	1	1		132,7	1,48	0,3860 R-T	0,3165	0,6298	0,1470	1,0613	1,3257	1,2312
		3	2	1	2		156,2	1,59	0,4443 R-T	0,3047	0,7145	0,1198	1,1605	1,3882	1,4583

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg									
	3	2	1		3		157,7	1,58	0,4535	R-T	0,2788	0,7298	0,1122	1,2062	1,4240	1,6190								
	3	2	1		4		187,9	1,71	0,5912	N-R	0,2973	0,7157	0,1068	1,0665	1,2463	1,9392								
	3	2	2		1		155,8	1,60	0,4060	R-T	0,3312	0,7097	0,1553	1,1745	1,4567	1,2565								
	3	2	2		2		145,1	1,47	0,3990	R-T	0,2852	0,6722	0,1128	1,1438	1,3720	1,4327								
	3	2	2		3		175,1	1,64	0,4760	P-T	0,3015	0,7565	0,1108	1,2062	1,4220	1,5748								
	3	2	2		4		215,9	1,90	0,6762	M-Q	0,3318	0,7925	0,1015	1,1193	1,2907	2,0157								
45		GL	144		QME=	10709	0,4500	0,0467	lsd	0,0373	0,1113	0,0006	0,0704	0,0806	0,0714									
		N.O.	6		Prob =	0,2938	ns	0,0546	0,207	ns	ns	ns	ns	ns	ns									
				1	1		313,9	c	2,65	c	0,6981	d	0,3575	cd	1,4191	b	0,1792	b	1,8849	b	2,1822	b	1,9000	c
				1	2		173,4	d	1,74	d	0,5489	ef	0,2869	de	0,7804	d	0,1246	d	1,1901	e	1,4006	de	1,9061	c
				1	3		137,5	d	1,46	d	0,5098	f	0,2574	e	0,5826	e	0,1122	e	0,9441	f	1,1271	f	1,9789	c
				1	4		173,4	d	1,65	d	0,6465	de	0,2813	de	0,6309	de	0,0955	f	0,9202	f	1,0699	f	2,2799	b
				2	1		706,0	a	5,22	a	1,3345	a	1,1867	a	2,4771	a	0,2202	a	2,0874	a	2,4431	a	1,2999	d
				2	2		399,6	b	3,15	b	1,0169	b	0,5113	b	1,4752	b	0,1419	c	1,8744	c	1,8744	c	1,9794	c
				2	3		307,8	c	2,46	c	0,9029	c	0,3830	c	1,0540	c	0,1232	de	1,3175	d	1,5022	d	2,3231	b
				2	4		328,5	c	2,58	c	1,0766	b	0,4025	c	1,0025	c	0,0942	f	1,1606	e	1,2994	e	2,6928	a
48		GL	144		QME=	10709	lsd	0,4500	lsd	0,0467	lsd	0,0373	lsd	0,1113	lsd	0,0006	lsd	0,0704	lsd	0,0806	lsd	0,0714	lsd	
		N.O.	36		Prob =	0,0000	48,212	0,0000	0,313	0,0051	0,101	0,0000	0,090	0,0000	0,155	0,0000	0,011	0,0170	0,124	0,0428	0,132	0,0000	0,124	
	1			1	1		254,1	fg	2,30	fg	0,5658	f-h	0,2744	h	1,2745	ef	0,1798	c	1,9740		2,2831		2,0801	ij
	1			1	2		217,7	f-h	1,91	g-k	0,6022	fg	0,2735	h	0,9098	gh	0,1302	e-g	1,3386		1,5493		2,1913	g-i
	1			1	3		144,6	hi	1,33	l	0,4787	g-j	0,2287	h	0,5133	m	0,1093	h-k	0,8632		1,0356		2,1123	h-j
	1			1	4		143,3	hi	1,36	l	0,5585	f-i	0,2412	h	0,4728	m	0,0837	lm	0,7526		0,8820		2,3564	e-g
	1			2	1		571,9	b	4,27	b	1,1520	cd	0,6472	bc	2,2421	bc	0,2259	b	2,3452		2,6823		1,7609	k
	1			2	2		475,1	c	3,64	c	1,2857	bc	0,4951	c-f	1,6987	d	0,1568	d	1,8051		2,0143		2,5928	b-d
	1			2	3		345,8	e	2,58	ef	1,0513	d	0,3781	e-h	1,0187	fg	0,1264	f-h	1,2090		1,3680		2,7894	b
	1			2	4		289,2	ef	2,21	f-h	1,0276	d	0,3265	gh	0,7861	g-l	0,0683	m	0,9510		1,0508		3,1448	a
	2			1	1		566,5	b	4,26	b	1,1462	cd	0,5211	c-e	2,3830	b	0,2105	b	2,6348		2,9576		2,2423	f-i
	2			1	2		192,3	g-i	1,99	g-j	0,6738	ef	0,3270	gh	0,8631	g-j	0,1302	e-g	1,2201		1,4213		2,0897	ij
	2			1	3		152,0	hi	1,73	h-l	0,6643	ef	0,2852	h	0,6573	h-m	0,1226	g-j	0,9495		1,1192		2,3273	e-h
	2			1	4		224,4	f-h	2,09	f-i	0,8362	e	0,3279	gh	0,8270	g-l	0,1032	k	1,0706		1,2217		2,5199	c-e
	2			2	1		1397,8	a	9,87	a	2,4561	a	2,5690	a	4,5579	a	0,2827	a	2,8786		3,3403		0,9846	m
	2			2	2		559,0	b	4,20	b	1,3313	b	0,7265	b	1,9957	c	0,1450	d-f	1,9341		2,1737		1,9585	jk
	2			2	3		370,6	de	3,01	de	1,1130	cd	0,4610	d-g	1,3046	e	0,1259	f-i	1,4612		1,6413		2,4282	d-f
	2			2	4		444,0	cd	3,41	cd	1,4234	b	0,5386	cd	1,3408	e	0,1070	i-k	1,3471		1,4932		2,6967	bc
	3			1	1		121,1	i	1,41	kl	0,3822	j	0,2769	h	0,5997	j-m	0,1473	de	1,0460		1,3059		1,3776	l
	3			1	2		110,2	i	1,31	l	0,3708	j	0,2602	h	0,5683	lm	0,1132	g-k	1,0115		1,2313		1,4372	l
	3			1	3		115,9	i	1,33	l	0,3866	ij	0,2583	h	0,5771	k-m	0,1048	jk	1,0197		1,2266		1,4973	l
	3			1	4		152,5	hi	1,51	j-l	0,5449	f-j	0,2749	h	0,5930	k-m	0,0998	kl	0,9374		1,1062		1,9635	jk
	3			2	1		148,5	hi	1,52	j-l	0,3953	h-j	0,3438	f-h	0,6313	i-m	0,1521	d	1,0382		1,3065		1,1542	m
	3			2	2		164,8	hi	1,60	i-l	0,4338	g-j	0,3122	gh	0,7313	h-m	0,1240	g-j	1,1956		1,4352		1,3868	l
	3			2	3		207,1	f-h	1,81	g-l	0,5443	f-j	0,3099	gh	0,8388	g-k	0,1173	g-k	1,2823		1,4974		1,7518	k
	3			2	4		252,2	fg	2,11	f-i	0,7787	e	0,3423	f-h	0,8806	g-i	0,1073	h-k	1,1838		1,3543		2,2368	f-i
49		GL	144		QME=	10709	lsd	0,4500	lsd	0,0467	lsd	0,0373	lsd	0,1113	lsd	0,0006	lsd	0,0704	0,0806	0,0714	lsd			
		N.O.	12		Prob =	0,0000	83,506	0,0000	0,541	0,0000	0,174	0,0000	0,156	0,0000	0,269	0,0006	0,019	0,1848	0,2306	0,0003	0,216			
	1			1	1		339,2		2,84		0,7479		0,3733		1,5213		0,1999		1,9426		2,2539		1,9442	
	1			1	2		177,7		1,77		0,5509		0,2910		0,8015		0,1289		1,2066		1,4227		1,8828	
	1			1	3		129,2		1,40		0,4943		0,2516		0,5374		0,1142		0,8836		1,0648		1,9776	
	1			1	4		181,9		1,69		0,6639		0,2808		0,6447		0,0962		0,9243		1,0724		2,3530	
	1			2	1		743,2		5,35		1,4105		1,1762		2,5291		0,2314		2,0888		2,4379		1,3844	
	1			2	2		382,7		3,05		1,0025		0,4766		1,4251		0,1420		1,6148		1,8396		2,0642	
	1			2	3		295,1		2,38		0,8869		0,3633		1,0084		0,1211		1,2817		1,4607		2,4049	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
		1		2	4		339,0	2,67	1,1560	0,3922	1,0313	0,0943	1,1662	1,3002	2,9424
		2		1	1		288,5	2,47	0,6483	0,3416	1,3168	0,1584	1,8273	2,1105	1,8558
		2		1	2		169,1	1,71	0,5469	0,2828	0,7593	0,1203	1,1736	1,3786	1,9293
		2		1	3		145,8	1,53	0,5253	0,2632	0,6278	0,1102	1,0047	1,1894	1,9803
		2		1	4		164,9	1,62	0,6291	0,2818	0,6172	0,0949	0,9161	1,0675	2,2069
		2		2	1		668,9	5,09	1,2584	1,1972	2,4251	0,2091	2,0859	2,4482	1,2153
		2		2	2		416,5	3,24	1,0313	0,5459	1,5253	0,1419	1,6751	1,9092	1,8946
		2		2	3		320,6	2,55	0,9188	0,4027	1,0996	0,1254	1,3533	1,5438	2,2413
		2		2	4		317,9	2,48	0,9971	0,4127	0,9737	0,0941	1,1551	1,2987	2,4432
52			GL	144		QME=	10709	0,4500	0,0467	0,0373	0,1113	0,0006	0,0704	0,0806	0,0714
			N.O.	18		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		1		1	1		284,2	2,54	0,6097	0,2920	1,4247	0,2087	2,1280	2,4655	2,1208 L-P
		1		1	2		250,5	2,18	0,6752	0,2920	1,0772	0,1353	1,4938	1,7097	2,2952 H-N
		1		1	3		150,6	1,36	0,4967	0,2315	0,5233	0,1117	0,8680	1,0400	2,1693 J-P
		1		1	4		157,5	1,41	0,5987	0,2423	0,4858	0,0810	0,7558	0,8785	2,4930 E-H
		1		1	2	1	605,6	4,39	1,2167	0,6455	2,2920	0,2403	2,3598	2,6992	1,8583 Q-U
		1		1	2	2	485,6	3,71	1,3253	0,4925	1,7277	0,1618	1,8117	2,0198	2,7002 C-E
		1		1	2	3	360,9	2,70	1,1047	0,3785	1,0987	0,1173	1,2758	1,4272	2,9390 BC
		1		1	2	4	316,0	2,45	1,1820	0,3402	0,8567	0,0673	0,9742	1,0668	3,5093 A
		1		2	1	1	223,9	2,06	0,5220	0,2568	1,1243	0,1508	1,8200	2,1007	2,0393 O-S
		1		2	1	2	185,0	1,65	0,5292	0,2550	0,7425	0,1252	1,1833	1,3890	2,0875 N-R
		1		2	1	3	138,6	1,30	0,4607	0,2258	0,5033	0,1068	0,8583	1,0312	2,0552 N-S
		1		2	1	4	129,0	1,30	0,5183	0,2400	0,4597	0,0863	0,7493	0,8855	2,2198 I-P
		1		2	2	1	538,1	4,14	1,0873	0,6488	2,1922	0,2115	2,3307	2,6655	1,6635 UV
		1		2	2	2	464,6	3,57	1,2462	0,4977	1,6697	0,1518	1,7985	2,0087	2,4855 E-H
		1		2	2	3	330,7	2,45	0,9980	0,3777	0,9387	0,1355	1,1422	1,3088	2,6398 D-F
		1		2	2	4	262,4	1,97	0,8732	0,3128	0,7155	0,0693	0,9278	1,0348	2,7803 B-D
		2		1	1	1	620,8	4,66	1,2647	0,5577	2,6023	0,2375	2,7475	3,0845	2,3510 H-M
		2		1	1	2	179,2	1,87	0,6190	0,3192	0,8025	0,1302	1,1817	1,3885	1,9853 P-T
		2		1	1	3	126,0	1,55	0,6057	0,2642	0,5598	0,1232	0,8457	1,0142	2,2938 H-O
		2		1	1	4	226,6	2,09	0,7943	0,3240	0,8637	0,1082	1,1207	1,2842	2,4213 F-J
		2		1	2	1	1486,2	10,20	2,6210	2,5595	4,7098	0,3112	2,9262	3,3837	1,0798 YZ
		2		1	2	2	517,5	3,92	1,2750	0,6442	1,8600	0,1435	1,8670	2,0960	2,1035 M-Q
		2		1	2	3	322,1	2,66	1,0045	0,4143	1,1103	0,1325	1,3145	1,4932	2,4410 F-I
		2		1	2	4	456,8	3,51	1,5050	0,5073	1,3828	0,1092	1,3640	1,5045	3,0168 B
		2		2	1	1	512,2	3,86	1,0277	0,4845	2,1637	0,1835	2,5222	2,8307	2,1335 K-P
		2		2	1	2	205,4	2,12	0,7287	0,3348	0,9237	0,1303	1,2585	1,4542	2,1940 I-P
		2		2	1	3	178,0	1,90	0,7228	0,3062	0,7548	0,1220	1,0533	1,2242	2,3607 H-L
		2		2	1	4	222,2	2,10	0,8780	0,3318	0,7903	0,0982	1,0205	1,1592	2,6185 D-G
		2		2	2	1	1309,4	9,53	2,2912	2,5785	4,4060	0,2543	2,8310	3,2970	0,8893 Z
		2		2	2	2	600,5	4,47	1,3875	0,8088	2,1313	0,1465	2,0012	2,2513	1,8135 S-U
		2		2	2	3	419,2	3,35	1,2215	0,5077	1,4988	0,1193	1,6078	1,7893	2,4153 F-J
		2		2	2	4	431,2	3,32	1,3418	0,5698	1,2988	0,1048	1,3302	1,4820	2,3767 G-K
		3		1	1	1	112,7	1,33	0,3693	0,2703	0,5370	0,1537	0,9522	1,2117	1,3607 WX
		3		1	1	2	103,4	1,26	0,3587	0,2618	0,5248	0,1212	0,9442	1,1698	1,3680 WX
		3		1	1	3	110,9	1,28	0,3807	0,2592	0,5290	0,1078	0,9370	1,1403	1,4697 V-X
		3		1	1	4	161,5	1,56	0,5988	0,2762	0,5845	0,0993	0,8963	1,0545	2,1447 K-P
		3		1	2	1	137,9	1,45	0,3938	0,3235	0,5855	0,1428	0,9805	1,2308	1,2152 XY
		3		1	2	2	145,2	1,51	0,4072	0,2930	0,6875	0,1207	1,1657	1,4030	1,3888 WX
		3		1	2	3	202,4	1,78	0,5517	0,2970	0,8163	0,1133	1,2548	1,4617	1,8348 R-U
		3		1	2	4	244,2	2,07	0,7810	0,3292	0,8545	0,1063	1,1603	1,3293	2,3010 H-N
		3		2	1	1	129,5	1,48	0,3952	0,2835	0,6623	0,1410	1,1398	1,4002	1,3945 WX
		3		2	1	2	116,9	1,36	0,3830	0,2585	0,6117	0,1053	1,0788	1,2927	1,5063 VV

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg	
	3	2		1	3		121,0	1,38	0,3925	0,2575	0,6252	0,1017	1,1025	1,3128	1,5250	
	3	2		1	4		143,5	1,47	0,4910	0,2737	0,6015	0,1002	0,9785	1,1578	1,7823	
	3	2		2	1		159,0	1,60	0,3968	0,3642	0,6772	0,1613	1,0960	1,3822	1,0932	
	3	2		2	2		184,4	1,70	0,4603	0,3313	0,7750	0,1273	1,2255	1,4675	1,3847	
	3	2		2	3		211,9	1,84	0,5370	0,3228	0,8612	0,1213	1,3098	1,5332	1,6688	
	3	2		2	4		260,2	2,15	0,7763	0,3555	0,9067	0,1082	1,2073	1,3792	2,1725	
53		GL	144		QME=	10709	0,4500	0,0467	0,0373	0,1113	0,0006	0,0704	0,0806	0,0714	lsd	
		N.O.	6		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,0611	0,255
			1	1	1		286,7	2,55	0,6434	0,3381	1,3989	0,1729	1,9013	2,1974	1,8558	
			1	1	2		162,4	1,74	0,5333	0,2916	0,7877	0,1230	1,1973	1,4096	1,8343	
			1	1	3		133,0	1,46	0,5099	0,2569	0,5879	0,1083	0,9510	1,1303	1,9778	
			1	1	4		167,2	1,59	0,6439	0,2671	0,5906	0,0872	0,8823	1,0225	2,3735	
			1	2	1		718,4	5,29	1,3426	1,1627	2,5467	0,2335	2,1524	2,5163	1,3371	
			1	2	2		380,3	3,01	0,9954	0,4699	1,3987	0,1442	1,6060	1,8306	2,0511	
			1	2	3		306,6	2,45	0,9187	0,3865	1,0173	0,1243	1,2694	1,4507	2,3347	
			1	2	4		340,6	2,62	1,1121	0,4062	1,0072	0,0957	1,1562	1,2939	2,7653	
			2	1	1		341,1	2,75	0,7528	0,3768	1,4392	0,1854	1,8686	2,1670	1,9441	
			2	1	2		184,4	1,75	0,5646	0,2822	0,7731	0,1262	1,1828	1,3917	1,9778	
			2	1	3		142,0	1,46	0,5097	0,2579	0,5772	0,1161	0,9373	1,1239	1,9801	
			2	1	4		179,5	1,72	0,6492	0,2956	0,6712	0,1039	0,9581	1,1174	2,1864	
			2	2	1		693,7	5,15	1,3263	1,2106	2,4075	0,2070	2,0223	2,3698	1,2627	
			2	2	2		418,9	3,28	1,0384	0,5526	1,5517	0,1397	1,6838	1,9182	1,9076	
			2	2	3		309,1	2,48	0,8871	0,3795	1,0907	0,1222	1,3656	1,5537	2,3116	
			2	2	4		316,3	2,53	1,0411	0,3987	0,9978	0,0927	1,1651	1,3050	2,6202	
56		GL	144		QME=	10709	0,4500	0,0467	0,0373	0,1113	0,0006	0,0704	0,0806	0,0714		
		N.O.	18		Prob =	ns	ns	ns	ns	0,3873	0,1890	ns	ns	ns	0,2597	
	1		1	1	1		278,0	2,39	0,5990	0,2980	1,3050	0,1878	1,9467	2,2562	2,0402	
	1		1	1	2		211,9	1,95	0,6087	0,2765	0,9422	0,1270	1,3423	1,5502	2,1652	
	1		1	1	3		143,2	1,31	0,4682	0,2225	0,5193	0,1033	0,8828	1,0517	2,1205	
	1		1	1	4		146,6	1,32	0,5590	0,2218	0,4733	0,0660	0,7652	0,8765	2,5293	
	1		1	2	1		612,2	4,63	1,2380	0,6673	2,4843	0,2423	2,5405	2,8948	1,8528	
	1		1	2	2		483,8	3,70	1,3078	0,5038	1,7142	0,1695	1,8135	2,0315	2,6167	
	1		1	2	3		352,7	2,56	1,0677	0,3900	0,9780	0,1240	1,1517	1,3050	2,7622	
	1		1	2	4		291,3	2,25	1,0470	0,3285	0,8053	0,0677	0,9658	1,0653	3,1795	
	1		2	1	1		230,2	2,20	0,5327	0,2508	1,2440	0,1717	2,0013	2,3100	2,1200	
	1		2	1	2		223,6	1,88	0,5957	0,2705	0,8775	0,1335	1,3348	1,5485	2,2175	
	1		2	1	3		146,0	1,35	0,4892	0,2348	0,5073	0,1152	0,8435	1,0195	2,1040	
	1		2	1	4		139,9	1,39	0,5580	0,2605	0,4722	0,1013	0,7400	0,8875	2,1835	
	1		2	2	1		531,5	3,90	1,0660	0,6270	1,9998	0,2095	2,1500	2,4698	1,6690	
	1		2	2	2		466,4	3,58	1,2637	0,4863	1,6832	0,1442	1,7967	1,9970	2,5690	
	1		2	2	3		338,9	2,59	1,0350	0,3662	1,0593	0,1288	1,2663	1,4310	2,8167	
	1		2	2	4		287,1	2,17	1,0082	0,3245	0,7668	0,0690	0,9362	1,0363	3,1102	
	2		1	1	1		475,1	3,94	0,9638	0,4438	2,3400	0,1932	2,7850	3,1187	2,1757	
	2		1	1	2		160,7	1,86	0,5908	0,3188	0,8288	0,1255	1,2367	1,4477	1,9005	
	2		1	1	3		145,9	1,78	0,6782	0,2947	0,6857	0,1195	0,9772	1,1452	2,2977	
	2		1	1	4		212,3	1,98	0,8188	0,3145	0,7463	0,0982	1,0002	1,1468	2,5422	
	2		1	2	1		1399,5	9,73	2,3928	2,4832	4,5388	0,3098	2,9025	3,3793	0,9840	
	2		1	2	2		492,4	3,71	1,2363	0,5952	1,7467	0,1383	1,8113	2,0295	2,1223	
	2		1	2	3		370,5	3,01	1,1480	0,4687	1,2597	0,1317	1,3967	1,5733	2,4665	
	2		1	2	4		470,2	3,43	1,4553	0,5487	1,3167	0,1103	1,3167	1,4620	2,7405	
	2		2	1	1		657,9	4,58	1,3285	0,5983	2,4260	0,2278	2,4847	2,7965	2,3088	
	2		2	1	2		223,9	2,13	0,7568	0,3352	0,8973	0,1350	1,2035	1,3950	2,2788	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg	
	2		2	1	3		158,1	1,68	0,6503	0,2757	0,6290	0,1257	0,9218	1,0932	2,3568	
	2		2	1	4		236,5	2,21	0,8535	0,3413	0,9077	0,1082	1,1410	1,2965	2,4977	
	2		2	2	1		1396,1	10,01	2,5193	2,6548	4,5770	0,2557	2,8547	3,3013	0,9852	
	2		2	2	2		625,5	4,68	1,4262	0,8578	2,2447	0,1517	2,0568	2,3178	1,7947	
	2		2	2	3		370,7	3,01	1,0780	0,4533	1,3495	0,1202	1,5257	1,7092	2,3898	
	2		2	2	4		417,9	3,39	1,3915	0,5285	1,3650	0,1037	1,3775	1,5245	2,6530	
	3		1	1	1		107,0	1,33	0,3673	0,2725	0,5517	0,1378	0,9722	1,2173	1,3517	
	3		1	1	2		114,7	1,39	0,4003	0,2795	0,5922	0,1165	1,0128	1,2310	1,4372	
	3		1	1	3		109,9	1,30	0,3835	0,2535	0,5588	0,1020	0,9930	1,1940	1,5152	
	3		1	1	4		142,8	1,47	0,5538	0,2648	0,5522	0,0973	0,8817	1,0442	2,0490	
	3		1	2	1		143,6	1,50	0,3970	0,3377	0,6170	0,1483	1,0143	1,2747	1,1745	
	3		1	2	2		164,7	1,62	0,4420	0,3107	0,7353	0,1247	1,1932	1,4308	1,4143	
	3		1	2	3		196,7	1,77	0,5403	0,3008	0,8143	0,1172	1,2598	1,4738	1,7755	
	3		1	2	4		260,4	2,18	0,8338	0,3415	0,8995	0,1092	1,1860	1,3543	2,3760	
	3		2	1	1		135,2	1,48	0,3972	0,2813	0,6477	0,1568	1,1198	1,3945	1,4035	
	3		2	1	2		105,7	1,24	0,3413	0,2408	0,5443	0,1100	1,0102	1,2315	1,4372	
	3		2	1	3		122,0	1,36	0,3897	0,2632	0,5953	0,1075	1,0465	1,2592	1,4795	
	3		2	1	4		162,3	1,56	0,5360	0,2850	0,6338	0,1022	0,9932	1,1682	1,8780	
	3		2	2	1		153,3	1,55	0,3937	0,3500	0,6457	0,1558	1,0622	1,3383	1,1338	
	3		2	2	2		164,9	1,59	0,4255	0,3137	0,7272	0,1235	1,1980	1,4397	1,3592	
	3		2	2	3		217,6	1,85	0,5483	0,3190	0,8632	0,1175	1,3048	1,5210	1,7282	
	3		2	2	4		244,0	2,03	0,7235	0,3432	0,8617	0,1053	1,1817	1,3542	2,0975	
57		GL	144		QME=	10709	0,4500	0,0467	0,0373	0,1113	0,0006	0,0704	0,0806	0,0714		
		N.O.	6		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,1383	ns	ns	ns	ns	
		1	1	1	1		317,2	2,87	0,7234	0,3710	1,5901	0,1861	c	2,0262	2,3310	1,8901
		1	1	1	2		163,3	1,80	0,5393	0,3103	0,8222	0,1286	f-i	1,2064	1,4272	1,7198
		1	1	1	3		119,4	1,37	0,4890	0,2480	0,5220	0,1068	i-m	0,8633	1,0357	1,9834
		1	1	1	4		164,1	1,55	0,6316	0,2611	0,5627	0,0891	lm	0,8551	0,9953	2,4197
		1	1	2	1		741,5	5,29	1,4312	1,0902	2,5174	0,2521	a	2,1150	2,4679	1,4507
		1	1	2	2		347,0	2,83	0,9329	0,4260	1,3332	0,1352	e-g	1,5890	1,8070	2,1299
		1	1	2	3		279,3	2,36	0,8844	0,3591	0,9983	0,1202	g-j	1,2710	1,4486	2,4322
		1	1	2	4		350,8	2,70	1,2178	0,3856	1,0064	0,0939	lm	1,1277	1,2541	3,1326
		1	2	1	1		361,3	2,81	0,7723	0,3757	1,4526	0,2138	b	1,8589	2,1768	1,9982
		1	2	1	2		192,2	1,74	0,5626	0,2717	0,7808	0,1292	f-h	1,2067	1,4181	2,0459
		1	2	1	3		138,9	1,43	0,4997	0,2552	0,5528	0,1217	g-j	0,9038	1,0940	1,9718
		1	2	1	4		199,6	1,83	0,6963	0,3006	0,7267	0,1032	j-m	0,9934	1,1494	2,2863
		1	2	2	1		745,0	5,40	1,3898	1,2621	2,5408	0,2108	b	2,0627	2,4079	1,3182
		1	2	2	2		418,5	3,27	1,0721	0,5271	1,5169	0,1488	d-f	1,6406	1,8722	1,9984
		1	2	2	3		310,9	2,40	0,8894	0,3674	1,0186	0,1219	g-j	1,2924	1,4728	2,3777
		1	2	2	4		327,2	2,65	1,0942	0,3989	1,0562	0,0947	lm	1,2047	1,3463	2,7522
		2	1	1	1		256,1	2,24	0,5633	0,3052	1,2077	0,1598	d	1,7763	2,0638	1,8216
		2	1	1	2		161,6	1,67	0,5272	0,2729	0,7532	0,1174	g-k	1,1881	1,3920	1,9488
		2	1	1	3		146,6	1,56	0,5309	0,2658	0,6539	0,1098	h-l	1,0387	1,2249	1,9721
		2	1	1	4		170,3	1,63	0,6562	0,2730	0,6186	0,0852	m	0,9096	1,0497	2,3273
		2	1	2	1		695,4	5,28	1,2540	1,2352	2,5760	0,2149	b	2,1899	2,5647	1,2236
		2	1	2	2		413,6	3,19	1,0579	0,5138	1,4642	0,1531	de	1,6230	1,8542	1,9723
		2	1	2	3		333,9	2,53	0,9529	0,4139	1,0363	0,1283	f-i	1,2678	1,4529	2,2372
		2	1	2	4		330,5	2,54	1,0063	0,4269	1,0079	0,0976	k-m	1,1847	1,3337	2,3981
		2	2	1	1		321,0	2,69	0,7332	0,3780	1,4259	0,1571	de	1,8783	2,1572	1,8900
		2	2	1	2		176,6	1,75	0,5667	0,2927	0,7653	0,1231	g-j	1,1590	1,3652	1,9098
		2	2	1	3		145,1	1,49	0,5198	0,2606	0,6017	0,1106	h-l	0,9708	1,1539	1,9884
		2	2	1	4		159,5	1,61	0,6020	0,2907	0,6158	0,1046	j-m	0,9227	1,0853	2,0864
		2	2	2	1		642,3	4,90	1,2629	1,1591	2,2742	0,2032	bc	1,9819	2,3318	1,2071

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg	
		2	2	2	2		419,4	3,30	1,0048	0,5781	1,5864	0,1307	f-h	1,7271	1,8168	
		2	2	2	3		307,2	2,56	0,8848	0,3916	1,1628	0,1224	g-j	1,4388	2,2454	
		2	2	2	4		305,4	2,42	0,9879	0,3986	0,9394	0,0907	lm	1,1256	2,4882	
60			GL	144		QME=	10709	0,4500	0,0467	0,0373	0,1113	0,0006	1sd	0,0704	0,0806	0,0714
			N.O.	9		Prob =	ns	ns	ns	ns	0,2244	0,0153	0,022	0,2636	0,3058	ns
		1	1	1	1		308,2	2,76	0,6843	0,3320	1,5267	0,2133		2,1480	2,4763	2,1280
		1	1	1	2		254,0	2,43	0,7363	0,3270	1,2310	0,1403		1,5827	1,8050	2,1983
		1	1	1	3		145,3	1,32	0,4717	0,2207	0,5243	0,1027		0,8913	1,0590	2,1590
		1	1	1	4		162,9	1,40	0,6090	0,2380	0,4877	0,0693		0,7617	0,8727	2,5993
		1	1	1	2		564,7	4,47	1,2243	0,6093	2,3850	0,2527		2,4837	2,8360	1,9900
		1	1	1	2		406,5	3,31	1,1310	0,4210	1,6043	0,1560		1,8250	2,0397	2,7073
		1	1	1	3		328,2	2,59	1,0390	0,3563	1,0810	0,1090		1,2917	1,4410	2,9433
		1	1	1	4		321,3	2,53	1,2427	0,3490	0,8773	0,0663		0,9750	1,0647	3,6073
		1	1	2	1		260,2	2,31	0,5350	0,2520	1,3227	0,2040		2,1080	2,4547	2,1137
		1	1	2	2		247,0	1,92	0,6140	0,2570	0,9233	0,1303		1,4050	1,6143	2,3920
		1	1	2	3		155,9	1,41	0,5217	0,2423	0,5223	0,1207		0,8447	1,0210	2,1797
		1	1	2	4		152,1	1,41	0,5883	0,2467	0,4840	0,0927		0,7500	0,8843	2,3867
		1	1	2	1		646,5	4,32	1,2090	0,6817	2,1990	0,2280		2,2360	2,5623	1,7267
		1	1	2	2		564,7	4,10	1,5197	0,5640	1,8510	0,1677		1,7983	2,0000	2,6930
		1	1	2	3		393,6	2,81	1,1703	0,4007	1,1163	0,1257		1,2600	1,4133	2,9347
		1	1	2	4		310,8	2,36	1,1213	0,3313	0,8360	0,0683		0,9733	1,0690	3,4113
		1	2	1	1		247,7	2,02	0,5137	0,2640	1,0833	0,1623		1,7453	2,0360	1,9523
		1	2	1	2		169,8	1,47	0,4810	0,2260	0,6533	0,1137		1,1020	1,2953	2,1320
		1	2	1	3		141,1	1,31	0,4647	0,2243	0,5143	0,1040		0,8743	1,0443	2,0820
		1	2	1	4		130,3	1,24	0,5090	0,2057	0,4590	0,0627		0,7687	0,8803	2,4593
		1	2	1	2		659,7	4,79	1,2517	0,7253	2,5837	0,2320		2,5973	2,9537	1,7157
		1	2	1	2		561,1	4,08	1,4847	0,5867	1,8240	0,1830		1,8020	2,0233	2,5260
		1	2	1	3		377,2	2,53	1,0963	0,4237	0,8750	0,1390		1,0117	1,1690	2,5810
		1	2	1	4		261,4	1,96	0,8513	0,3080	0,7333	0,0690		0,9567	1,0660	2,7517
		1	2	2	1		200,2	2,09	0,5303	0,2497	1,1653	0,1393		1,8947	2,1653	2,1263
		1	2	2	2		200,1	1,83	0,5773	0,2840	0,8317	0,1367		1,2647	1,4827	2,0430
		1	2	2	3		136,0	1,29	0,4567	0,2273	0,4923	0,1097		0,8423	1,0180	2,0283
		1	2	2	4		127,8	1,37	0,5277	0,2743	0,4603	0,1100		0,7300	0,8907	1,9803
		1	2	2	2		416,6	3,49	0,9230	0,5723	1,8007	0,1910		2,0640	2,3773	1,6113
		1	2	2	2		368,0	3,05	1,0077	0,4087	1,5153	0,1207		1,7950	1,9940	2,4450
		1	2	2	3		284,1	2,37	0,8997	0,3317	1,0023	0,1320		1,2727	1,4487	2,6987
		1	2	2	4		263,5	1,98	0,8950	0,3177	0,6977	0,0697		0,8990	1,0037	2,8090
		2	1	1	1		543,1	4,61	1,1257	0,5200	2,7567	0,2087		3,0597	3,4123	2,1640
		2	1	1	2		139,4	1,69	0,5080	0,3323	0,7283	0,1227		1,1450	1,3660	1,5860
		2	1	1	3		110,0	1,55	0,6137	0,2670	0,5523	0,1163		0,8323	0,9927	2,2983
		2	1	1	4		161,9	1,59	0,6010	0,2663	0,6207	0,1010		0,9500	1,1143	2,2447
		2	1	1	2		1524,3	9,95	2,6730	2,3350	4,5767	0,3617		2,8820	3,3393	1,1503
		2	1	1	2		484,7	3,61	1,2453	0,5577	1,6767	0,1297		1,7427	1,9447	2,2710
		2	1	1	3		314,7	2,74	1,0553	0,4263	1,1167	0,1390		1,2943	1,4723	2,5030
		2	1	1	4		468,1	3,33	1,5023	0,4687	1,2497	0,1130		1,2593	1,3923	3,2337
		2	1	2	1		698,5	4,71	1,4037	0,5953	2,4480	0,2663		2,4353	2,7567	2,5380
		2	1	2	2		219,1	2,05	0,7300	0,3060	0,8767	0,1377		1,2183	1,4110	2,3847
		2	1	2	3		141,9	1,56	0,5977	0,2613	0,5673	0,1300		0,8590	1,0357	2,2893
		2	1	2	4		291,2	2,59	0,9877	0,3817	1,1067	0,1153		1,2913	1,4540	2,5980
		2	1	2	2		1448,1	10,46	2,5690	2,7840	4,8430	0,2607		2,9703	3,4280	1,0093
		2	1	2	2		550,2	4,24	1,3047	0,7307	2,0433	0,1573		1,9913	2,2473	1,9360
		2	1	2	3		329,4	2,59	0,9537	0,4023	1,1040	0,1260		1,3347	1,5140	2,3790
		2	1	2	4		445,6	3,68	1,5077	0,5460	1,5160	0,1053		1,4687	1,6167	2,8000

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
	2	2	1	1	1		407,1	3,27	0,8020	0,3677	1,9233	0,1777	2,5103	2,8250	2,1873
	2	2	1	1	2		182,0	2,04	0,6737	0,3053	0,9293	0,1283	1,3283	1,5293	2,2150
	2	2	1	1	3		181,7	2,01	0,7427	0,3223	0,8190	0,1227	1,1220	1,2977	2,2970
	2	2	1	1	4		262,6	2,37	1,0367	0,3627	0,8720	0,0953	1,0503	1,1793	2,8397
	2	2	1	2	1		1274,6	9,50	2,1127	2,6313	4,5010	0,2580	2,9230	3,4193	0,8177
	2	2	1	2	2		500,2	3,82	1,2273	0,6327	1,8167	0,1470	1,8800	2,1143	1,9737
	2	2	1	2	3		426,3	3,28	1,2407	0,5110	1,4027	0,1243	1,4990	1,6743	2,4300
	2	2	1	2	4		472,3	3,53	1,4083	0,6287	1,3837	0,1077	1,3740	1,5317	2,2473
	2	2	2	1	1		617,3	4,45	1,2533	0,6013	2,4040	0,1893	2,5340	2,8363	2,0797
	2	2	2	1	2		228,8	2,20	0,7837	0,3643	0,9180	0,1323	1,1887	1,3790	2,1730
	2	2	2	1	3		174,3	1,80	0,7030	0,2900	0,6907	0,1213	0,9847	1,1507	2,4243
	2	2	2	1	4		181,7	1,83	0,7193	0,3010	0,7087	0,1010	0,9907	1,1390	2,3973
	2	2	2	2	1		1344,2	9,56	2,4697	2,5257	4,3110	0,2507	2,7390	3,1747	0,9610
	2	2	2	2	2		700,8	5,12	1,5477	0,9850	2,4460	0,1460	2,1223	2,3883	1,6533
	2	2	2	2	3		412,0	3,42	1,2023	0,5043	1,5950	0,1143	1,7167	1,9043	2,4007
	2	2	2	2	4		390,2	3,10	1,2753	0,5110	1,2140	0,1020	1,2863	1,4323	2,5060
	3	1	1	1	1		100,4	1,25	0,3603	0,2610	0,4870	0,1363	0,8710	1,1043	1,3783
	3	1	1	1	2		96,5	1,27	0,3737	0,2717	0,5073	0,1227	0,8917	1,1107	1,3750
	3	1	1	1	3		102,8	1,23	0,3817	0,2563	0,4893	0,1013	0,8663	1,0553	1,4930
	3	1	1	1	4		167,5	1,64	0,6847	0,2790	0,5797	0,0970	0,8537	0,9990	2,4150
	3	1	1	2	1		135,4	1,46	0,3963	0,3263	0,5907	0,1420	0,9793	1,2283	1,2117
	3	1	1	2	2		149,7	1,56	0,4223	0,2993	0,7187	0,1200	1,1993	1,4367	1,4113
	3	1	1	2	3		195,0	1,76	0,5590	0,2947	0,7973	0,1127	1,2270	1,4323	1,8503
	3	1	1	2	4		263,1	2,24	0,9083	0,3390	0,8923	0,1023	1,1487	1,3053	2,5567
	3	1	2	1	1		125,0	1,42	0,3783	0,2797	0,5870	0,1710	1,0333	1,3190	1,3430
	3	1	2	1	2		110,4	1,26	0,3437	0,2520	0,5423	0,1197	0,9967	1,2290	1,3610
	3	1	2	1	3		119,0	1,33	0,3797	0,2620	0,5687	0,1143	1,0077	1,2253	1,4463
	3	1	2	1	4		155,4	1,48	0,5130	0,2733	0,5893	0,1017	0,9390	1,1100	1,8743
	3	1	2	2	1		140,4	1,44	0,3913	0,3207	0,5803	0,1437	0,9817	1,2333	1,2187
	3	1	2	2	2		140,6	1,46	0,3920	0,2867	0,6563	0,1213	1,1320	1,3693	1,3663
	3	1	2	2	3		209,7	1,79	0,5443	0,2993	0,8353	0,1140	1,2827	1,4910	1,8193
	3	1	2	2	4		225,3	1,90	0,6537	0,3193	0,8167	0,1103	1,1720	1,3533	2,0453
	3	2	1	1	1		113,6	1,41	0,3743	0,2840	0,6163	0,1393	1,0733	1,3303	1,3250
	3	2	1	1	2		132,9	1,50	0,4270	0,2873	0,6770	0,1103	1,1340	1,3513	1,4993
	3	2	1	1	3		117,0	1,37	0,3853	0,2507	0,6283	0,1027	1,1197	1,3327	1,5373
	3	2	1	1	4		118,0	1,30	0,4230	0,2507	0,5247	0,0977	0,9097	1,0893	1,6830
	3	2	1	2	1		151,8	1,54	0,3977	0,3490	0,6433	0,1547	1,0493	1,3210	1,1373
	3	2	1	2	2		179,6	1,67	0,4617	0,3220	0,7520	0,1293	1,1870	1,4250	1,4173
	3	2	1	2	3		198,4	1,78	0,5217	0,3070	0,8313	0,1217	1,2927	1,5153	1,7007
	3	2	1	2	4		257,7	2,13	0,7593	0,3440	0,9067	0,1160	1,2233	1,4033	2,1953
	3	2	2	1	1		145,4	1,55	0,4160	0,2830	0,7083	0,1427	1,2063	1,4700	1,4640
	3	2	2	1	2		101,0	1,21	0,3390	0,2297	0,5463	0,1003	1,0237	1,2340	1,5133
	3	2	2	1	3		124,9	1,39	0,3997	0,2643	0,6220	0,1007	1,0853	1,2930	1,5127
	3	2	2	1	4		169,1	1,64	0,5590	0,2967	0,6783	0,1027	1,0473	1,2263	1,8817
	3	2	2	2	1		166,2	1,65	0,3960	0,3793	0,7110	0,1680	1,1427	1,4433	1,0490
	3	2	2	2	2		189,3	1,72	0,4590	0,3407	0,7980	0,1253	1,2640	1,5100	1,3520
	3	2	2	2	3		225,4	1,90	0,5523	0,3387	0,8910	0,1210	1,3270	1,5510	1,6370
	3	2	2	2	4		262,7	2,17	0,7933	0,3670	0,9067	0,1003	1,1913	1,3550	2,1497
61			GL	144		QME=	10709	0,4500	0,0467	0,0373	0,1113	0,0006	0,0704	0,0806	0,0714
			N.O.	3		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Grup	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg									
	1						111,6	b	0,0307	b	0,0163	b	0,6646	b	-0,0212	b	0,8025	a	0,8264	a	0,2340			
	2						312,6	a	2,16	a	0,7408	a	0,4785	a	0,9332	a	0,0087	a	0,3018	b	0,2628	b	0,3042	
	3						67,9	b	0,37	b	0,1443	b	0,0522	b	0,2074	c	-0,0373	b	0,2208	b	0,1717	b	0,2165	
1		GL	6			QME=	22108	lsd	0,8630	lsd	0,1749	lsd	0,0223	lsd	0,2149	lsd	0,0022	lsd	0,2058	lsd	0,2282	lsd	0,3914	
		N.O.	96			Prob =	0,0001	52,513	0,0000	0,328	0,0000	0,148	0,0000	0,053	0,0001	0,164	0,0014	0,017	0,0002	0,160	0,0002	0,169	ns	
	1					1	208,3	cd	1,26	bc	0,3342	cd	0,0655	c	0,8910	ab	-0,0257		0,9597		0,9658		0,6279	a
	1					2	130,3	de	0,75	cd	0,1165	d	0,0521	c	0,5992	c	-0,0136		0,6940		0,7112		0,2392	b
	1					3	-3,8	f	0,05	e	-0,3587	e	-0,0686	d	0,5037	cd	-0,0243		0,7538		0,8022		-0,1650	c
	2					1	329,7	ab	2,37	a	0,7711	ab	0,5477	a	1,0609	a	-0,0063		0,3787		0,3377		0,2466	ab
	2					2	354,0	a	2,46	a	0,8699	a	0,5208	a	1,0538	a	0,0159		0,3331		0,2826		0,4328	ab
	2					3	254,2	bc	1,65	b	0,5813	bc	0,3670	b	0,6850	bc	0,0166		0,1935		0,1681		0,2333	b
	3					1	61,7	ef	0,30	de	0,1183	d	0,0507	c	0,1681	e	-0,0380		0,1685		0,1182		0,1570	bc
	3					2	77,2	ef	0,44	de	0,2184	d	0,0656	c	0,1942	e	-0,0396		0,1501		0,0801		0,3853	ab
	3					3	64,6	ef	0,36	de	0,0961	d	0,0402	c	0,2598	de	-0,0341		0,3439		0,3168		0,1072	bc
3		GL	6			QME=	22108	lsd	0,8630	lsd	0,1749	lsd	0,0223	lsd	0,2149	lsd	0,0022		0,2058		0,2282		0,3914	lsd
		N.O.	32			Prob =	0,0167	90,956	0,0155	0,568	0,0080	0,256	0,0148	0,091	0,0466	0,284	0,4630		0,1969		0,2304		0,0321	0,383
	1						165,2		1,06		0,2871		0,1715		0,6148		-0,0102	A		0,4540		0,4381		0,2353
	2						162,8		1,08		0,3234		0,1932		0,5887		-0,0229	B		0,4294		0,4025		0,2679
4		GL	6			QME=	22108		0,8630		0,1749		0,0223		0,2149		0,0022	lsd	0,2058		0,2282		0,3914	
		N.O.	144			Prob =	ns		ns		ns		0,2632		ns		0,0609	0,011	ns		ns		ns	
	1	1					118,0		0,72		-0,0048		0,0093		0,7378		-0,0181		0,8806		0,9119		0,1796	
	1	2					105,2		0,66		0,0661		0,0233		0,5914		-0,0243		0,7244		0,7409		0,2884	
	2	1					311,1		2,11		0,7181		0,4568		0,9137		0,0188		0,2764		0,2417		0,2857	
	2	2					314,1		2,22		0,7635		0,5002		0,9528		-0,0013		0,3271		0,2838		0,3228	
	3	1					66,6		0,36		0,1479		0,0483		0,1930		-0,0314		0,2051		0,1606		0,2405	
	3	2					69,1		0,37		0,1406		0,0560		0,2217		-0,0431		0,2365		0,1828		0,1925	
5		GL	6			QME=	22108		0,8630		0,1749		0,0223		0,2149		0,0022		0,2058		0,2282		0,3914	
		N.O.	48			Prob =	ns		ns		ns		ns		0,3609		ns		0,2918		0,3051		ns	
	1						156,8		1,03		0,2978		0,1675		0,5800		-0,0153		0,4316		0,4117		0,2579	
	2						171,3		1,12		0,3127		0,1971		0,6235		-0,0179		0,4518		0,4288		0,2453	
8		GL	12			QME=	74802		2,9680		0,5368		0,1341		0,5117		0,0010		0,2432		0,2627		0,8949	
		N.O.	144			Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns	
	1	1					132,5		0,81		0,0832		0,0275		0,7214		-0,0227		0,8445		0,8665		0,2661	
	1	2					90,7		0,57		-0,0219		0,0052		0,6079		-0,0196		0,7605		0,7863		0,2020	
	2	1					286,2		2,00		0,6773		0,4347		0,8690		0,0146		0,3139		0,2868		0,2973	
	2	2					339,0		2,33		0,8043		0,5223		0,9975		0,0029		0,2897		0,2387		0,3112	
	3	1					51,6		0,28		0,1329		0,0405		0,1495		-0,0376		0,1365		0,0819		0,2102	
	3	2					84,1		0,45		0,1557		0,0638		0,2652		-0,0369		0,3051		0,2615		0,2228	
9		GL	12			QME=	74802		2,9680		0,5368		0,1341		0,5117		0,0010		0,2432		0,2627		0,8949	
		N.O.	48			Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		0,2627		0,2203		0,2020		ns	
	1	1					147,9		0,99		0,2565		0,1521		0,5908		-0,0113		0,4482		0,4319		0,1922	
	1	2					182,5		1,14		0,3176		0,1908		0,6388		-0,0091		0,4599		0,4443		0,2783	
	2	1					165,6		1,07		0,3391		0,1830		0,5691		-0,0192		0,4151		0,3916		0,3235	
	2	2					160,0		1,09		0,3077		0,2034		0,6082		-0,0266		0,4436		0,4134		0,2123	
12		GL	12			QME=	74802		2,9680		0,5368		0,1341		0,5117		0,0010		0,2432		0,2627		0,8949	
		N.O.	72			Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		0,2220		ns		ns		ns	
	1	1	1				94,2		0,68		-0,0672		0,0077		0,7630		-0,0258		0,9248		0,9569		0,0036	

Grup	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg									
	1	1	2				141,8	0,77	0,0576	0,0110	0,7127	-0,0103	0,8364	0,8669	0,3557									
	1	2	1				170,9	0,94	0,2335	0,0472	0,6798	-0,0196	0,7643	0,7761	0,5286									
	1	2	2				39,5	0,37	-0,1013	-0,0006	0,5031	-0,0290	0,6846	0,7058	0,0482									
	2	1	1				293,8	1,97	0,6745	0,4036	0,8649	0,0242	0,3043	0,2770	0,2976									
	2	1	2				328,5	2,25	0,7616	0,5099	0,9624	0,0135	0,2485	0,2065	0,2737									
	2	2	1				278,5	2,03	0,6800	0,4657	0,8731	0,0050	0,3235	0,2967	0,2969									
	2	2	2				349,6	2,41	0,8469	0,5347	1,0325	-0,0077	0,3308	0,2710	0,3486									
	3	1	1				55,9	0,32	0,1621	0,0449	0,1445	-0,0323	0,1154	0,0617	0,2755									
	3	1	2				77,2	0,40	0,1338	0,0517	0,2414	-0,0305	0,2948	0,2595	0,2055									
	3	2	1				47,4	0,25	0,1036	0,0361	0,1545	-0,0429	0,1576	0,1021	0,1449									
	3	2	2				90,9	0,50	0,1775	0,0760	0,2890	-0,0432	0,3154	0,2634	0,2401									
13			GL	12		QME=	74802	2,9680	0,5368	0,1341	0,5117	0,0010	0,2432	0,2627	0,8949									
			N.O.	24		Prob =	0,3449	ns	0,3548	ns	ns	0,3877	ns	ns	0,1724									
				1			73,7	b	0,52	b	0,1194	b	0,4049	b	0,3791	b	-0,0234	b	0,3957	b	0,3690	b	0,2890	
				2			254,3	a	1,63	a	0,4910	a	0,3238	a	0,8244	a	-0,0097	a	0,4877	a	0,4716	a	0,2142	
16			GL	24		QME=	22217	lsd	0,8250	lsd	0,1258	lsd	0,0557	lsd	0,2283	lsd	0,0022	lsd	0,1421	lsd	0,1776	lsd	0,3404	
			N.O.	144		Prob =	0,0000	36,255	0,0000	0,221	0,0000	0,086	0,0000	0,057	0,0000	0,116	0,0207	0,011	0,0493	0,092	0,0497	0,103	0,2876	
	1			1			4,3	d	0,02	d	-0,2418	e	-0,0860	d	0,3731	cd	-0,0300		0,6663	b	0,6936	b	0,0878	cd
	1			2			218,9	b	1,37	b	0,3031	c	0,1187	bc	0,9562	b	-0,0124		0,9387	a	0,9592	a	0,3803	ab
	2			1			163,9	b	1,23	b	0,4941	b	0,1686	b	0,5701	c	0,0021		0,2687	c	0,2085	cd	0,6077	a
	2			2			461,3	a	3,09	a	0,9875	a	0,7884	a	1,2964	a	0,0154		0,3348	c	0,3171	c	0,0007	d
	3			1			52,9	cd	0,30	cd	0,1061	d	0,0401	c	0,1941	d	-0,0424		0,2521	c	0,2049	cd	0,1714	b-d
	3			2			82,8	c	0,44	c	0,1824	cd	0,0643	c	0,2206	d	-0,0321		0,1896	c	0,1385	d	0,2616	bc
17			GL	24		QME=	22217	lsd	0,8250	lsd	0,1258	lsd	0,0557	lsd	0,2283	lsd	0,0022		0,1421	lsd	0,1776	lsd	0,3404	lsd
			N.O.	48		Prob =	0,0000	62,795	0,0000	0,383	0,0002	0,149	0,0000	0,099	0,0001	0,201	ns		0,0174	0,159	0,0389	0,178	0,0000	0,246
	1			1			75,4		0,53		0,1114		0,0391		0,3938		-0,0180		0,3899		0,3644		0,3044	
	1			2			255,1		1,60		0,4628		0,3039		0,8358		-0,0024		0,5182		0,5118		0,1662	
	2			1			72,0		0,51		0,1275		0,0427		0,3644		-0,0289		0,4015		0,3736		0,2736	
	2			2			253,6		1,66		0,5193		0,3437		0,8130		-0,0169		0,4572		0,4314		0,2622	
20			GL	24		QME=	22217		0,8250		0,1258		0,0557		0,2283		0,0022		0,1421		0,1776		0,3404	
			N.O.	72		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
	1	1		1			7,7		0,04		-0,2837		-0,0926		0,4432		-0,0281		0,7493		0,7811		0,0626	
	1	1		2			228,3		1,41		0,2740		0,1113		1,0325		-0,0081		1,0118		1,0427		0,2967	
	1	2		1			0,8		-0,01		-0,2000		-0,0794		0,3031		-0,0319		0,5833		0,6061		0,1130	
	1	2		2			209,5		1,32		0,3322		0,1261		0,8798		-0,0167		0,8655		0,8757		0,4639	
	2	1		1			163,7		1,24		0,4889		0,1707		0,5689		0,0066		0,2197		0,1564		0,5888	
	2	1		2			458,5		2,98		0,9473		0,7428		1,2585		0,0311		0,3331		0,3271		-0,0175	
	2	2		1			164,1		1,23		0,4992		0,1665		0,5713		-0,0025		0,3177		0,2605		0,6266	
	2	2		2			464,0		3,20		1,0277		0,8340		1,3343		-0,0002		0,3366		0,3071		0,0190	
	3	1		1			54,7		0,30		0,1289		0,0391		0,1694		-0,0325		0,2007		0,1557		0,2617	
	3	1		2			78,4		0,41		0,1670		0,0575		0,2165		-0,0303		0,2095		0,1655		0,2193	
	3	2		1			51,1		0,29		0,0833		0,0410		0,2188		-0,0523		0,3035		0,2541		0,0811	
	3	2		2			87,1		0,46		0,1979		0,0710		0,2247		-0,0339		0,1696		0,1115		0,3039	
21			GL	24		QME=	22217		0,8250		0,1258		0,0557		0,2283		0,0022		0,1421		0,1776		0,3404	
			N.O.	24		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,3804	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
				1			71,4		0,54		0,1357		0,0417		0,3865		-0,0267		0,4116		0,3831		0,2992	
				1			242,1		1,52		0,4598		0,2934		0,7734		-0,0038		0,4516		0,4404		0,2165	
				2			76,0		0,49		0,1032		0,0401		0,3717		-0,0202		0,3797		0,3549		0,2787	
				2			266,5		1,74		0,5222		0,3541		0,8753		-0,0155		0,5238		0,5028		0,2119	

Grup	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE		TC		Ca		Mg		Na		K		SAR		CROSS		Ca/Mg		
24			GL	24		QME=	22217		0,8250		0,1258		0,0557		0,2283		0,0022		0,1421		0,1776		0,3404		
			N.O.	72		Prob =	ns		0,2410		0,2673		0,2741		0,3105		0,1160		0,2532		ns		ns		
	1		1	1			38,7		0,21		-0,1275		-0,0633		0,4333		-0,0364		0,6997		0,7168		0,1824		
	1		1	2			226,3		1,41		0,2939		0,1182		1,0095		-0,0090		0,9894		1,0161		0,3498		
	1		2	1			-30,1		-0,18		-0,3561		-0,1088		0,3129		-0,0236		0,6330		0,6704		-0,0067		
	1		2	2			211,5		1,32		0,3124		0,1192		0,9028		-0,0157		0,8880		0,9023		0,4107		
	2		1	1			134,8		1,15		0,4342		0,1452		0,5707		-0,0008		0,3514		0,3009		0,5883		
	2		1	2			437,5		2,84		0,9204		0,7241		1,1673		0,0300		0,2763		0,2728		0,0063		
	2		2	1			193,1		1,32		0,5540		0,1919		0,5694		0,0049		0,1860		0,1160		0,6272		
	2		2	2			485,0		3,33		1,0546		0,8526		1,4255		0,0009		0,3934		0,3614		-0,0048		
	3		1	1			40,7		0,26		0,1005		0,0430		0,1555		-0,0428		0,1839		0,1315		0,1271		
	3		1	2			62,5		0,31		0,1652		0,0380		0,1435		-0,0325		0,0892		0,0323		0,2933		
	3		2	1			65,1		0,34		0,1117		0,0371		0,2327		-0,0420		0,3203		0,2782		0,2158		
	3		2	2			103,0		0,56		0,1997		0,0905		0,2977		-0,0317		0,2899		0,2447		0,2298		
25			GL	24		QME=	22217		0,8250		0,1258		0,0557		0,2283		0,0022		0,1421		0,1776		0,3404		
			N.O.	24		Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		ns		0,3454		ns		ns		
	1		1	1			64,0		0,53		0,1011		0,0442		0,4137		-0,0276		0,4174		0,3881		0,2377		
	1		1	2			231,9		1,44		0,4118		0,2600		0,7680		0,0049		0,4789		0,4756		0,1468		
	1		2	1			86,8		0,52		0,1216		0,0339		0,3740		-0,0084		0,3624		0,3406		0,3711		
	1		2	2			278,2		1,76		0,5137		0,3478		0,9037		-0,0098		0,5575		0,5480		0,1856		
	2		1	1			78,9		0,54		0,1703		0,0391		0,3593		-0,0257		0,4058		0,3780		0,3608		
	2		1	2			252,3		1,60		0,5078		0,3269		0,7789		-0,0126		0,4244		0,4052		0,2862		
	2		2	1			65,2		0,47		0,0848		0,0462		0,3694		-0,0320		0,3971		0,3691		0,1864		
	2		2	2			254,8		1,72		0,5307		0,3605		0,8470		-0,0212		0,4901		0,4577		0,2383		
28			GL	24		QME=	22217		0,8250		0,1258		0,0557		0,2283		0,0022		0,1421		0,1776		0,3404		
			N.O.	36		Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		0,1661		ns		ns		ns		
	1		1	1			11,2		0,13		-0,2649		-0,0672		0,5058		-0,0486		0,7888		0,8100		-0,1203		
	1		1	2			177,1		1,23		0,1305		0,0825		1,0202		-0,0031		1,0608		1,1038		0,1274		
	1		1	2			4,3		-0,05		-0,3024		-0,1181		0,3806		-0,0076		0,7099		0,7522		0,2455		
	1		1	2			279,4		1,59		0,4176		0,1401		1,0448		-0,0131		0,9629		0,9816		0,4660		
	1		2	1			66,2		0,29		0,0099		-0,0594		0,3608		-0,0242		0,6105		0,6237		0,4850		
	1		2	1			275,5		1,59		0,4572		0,1538		0,9988		-0,0150		0,9180		0,9284		0,5722		
	1		2	2			-64,5		-0,30		-0,4098		-0,0994		0,2453		-0,0396		0,5561		0,5885		-0,2590		
	1		2	2			143,5		1,05		0,2072		0,0983		0,7609		-0,0183		0,8130		0,8230		0,3555		
	2		1	1			134,4		1,18		0,4170		0,1579		0,6078		0,0019		0,3521		0,3028		0,5140		
	2		1	1			453,1		2,75		0,9320		0,6494		1,1221		0,0464		0,2564		0,2512		0,0813		
	2		1	2			193,1		1,29		0,5607		0,1835		0,5300		0,0112		0,0872		0,0100		0,6637		
	2		1	2			463,9		3,21		0,9625		0,8363		1,3948		0,0157		0,4099		0,4029		-0,1162		
	2		2	1			135,2		1,12		0,4513		0,1326		0,5336		-0,0035		0,3506		0,2990		0,6625		
	2		2	1			421,9		2,94		0,9087		0,7989		1,2125		0,0135		0,2963		0,2943		-0,0686		
	2		2	2			193,1		1,35		0,5472		0,2003		0,6089		-0,0014		0,2848		0,2220		0,5906		
	2		2	2			506,1		3,46		1,1467		0,8690		1,4561		-0,0140		0,3768		0,3199		0,1066		
	3		1	1			46,3		0,28		0,1513		0,0418		0,1274		-0,0361		0,1114		0,0517		0,3194		
	3		1	1			65,5		0,35		0,1729		0,0480		0,1615		-0,0285		0,1195		0,0717		0,2316		
	3		1	2			63,1		0,32		0,1064		0,0364		0,2114		-0,0289		0,2900		0,2597		0,2040		
	3		1	2			91,3		0,47		0,1611		0,0670		0,2714		-0,0321		0,2996		0,2594		0,2069		
	3		2	1			35,2		0,23		0,0497		0,0442		0,1835		-0,0494		0,2564		0,2113		-0,0653		
	3		2	1			59,6		0,27		0,1575		0,0279		0,1254		-0,0364		0,0589		-0,0071		0,3551		
	3		2	2			67,1		0,35		0,1169		0,0378		0,2541		-0,0551		0,3506		0,2968		0,2275		
	3		2	2			114,7		0,65		0,2382		0,1141		0,3240		-0,0313		0,2803		0,2301		0,2527		
29			GL	24		QME=	22217		0,8250		0,1258		0,0557		0,2283		0,0022		0,1421		0,1776		0,3404		

Grup	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE		TC		Ca		Mg		Na		K		SAR		CROSS		Ca/Mg	
			N.O.	12		Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		0,2125	
						1	354,2	a	2,37	a	0,5046	a	0,4850	a	1,3738	a	0,0082	a	1,0011	a	1,0385	a	-0,0492	c
						2	161,6	b	1,09	b	0,3715	ab	0,1486	b	0,5907	b	-0,0207	b	0,4502	b	0,4130	b	0,3446	ab
						3	89,8	c	0,56	c	0,2524	c	0,0607	c	0,2693	c	-0,0267	b	0,1908	c	0,1397	c	0,4914	a
						4	50,4	c	0,27	d	0,0924	c	0,0350	c	0,1732	c	-0,0270	b	0,1247	c	0,0899	c	0,2196	b
32			GL	144		QME=	17697	lsd	0,6880	lsd	0,1685	lsd	0,0428	lsd	0,1183	lsd	0,0013	lsd	0,0767	lsd	0,0916	lsd	0,2578	lsd
			N.O.	72		Prob =	0,0000	43,823	0,0000	0,273	0,0000	0,135	0,0000	0,068	0,0000	0,113	0,0000	0,012	0,0000	0,091	0,0000	0,100	0,0000	0,167
						1	202,4	b	1,47	b	-0,0023	f	0,1004	cd	1,3692	b	0,0055	b	1,6479	a	1,7733	a	-0,2921	d
						1	200,8	b	1,34	b	0,3602	cd	0,0871	cd	0,9038	c	-0,0103	bc	0,9645	c	0,9824	c	0,4845	ab
						1	96,6	c	0,46	cd	0,1472	d-f	-0,0075	de	0,3517	e	-0,0292	cd	0,4187	d	0,3973	d	0,6212	a
						1	-53,4	d	-0,51	e	-0,3825	g	-0,1147	e	0,0338	f	-0,0506	e	0,1788	ef	0,1526	ef	0,1226	c
						2	807,8	a	5,38	a	1,4375	a	1,2983	a	2,5799	a	0,0604	a	1,1463	b	1,1786	b	0,1259	c
						2	226,9	b	1,62	b	0,6564	b	0,3129	b	0,6593	d	-0,0123	bc	0,1259	ef	0,0395	f	0,4196	ab
						2	96,0	c	0,80	c	0,4568	bc	0,1427	c	0,2100	ef	-0,0105	bc	-0,1205	g	-0,1982	g	0,5570	ab
						2	119,7	c	0,85	c	0,4124	c	0,1601	c	0,2836	e	-0,0026	b	0,0553	f	0,0313	f	0,1144	c
						3	52,5	c	0,27	d	0,0786	ef	0,0563	cd	0,1724	ef	-0,0413	de	0,2089	ef	0,1638	ef	0,0185	c
						3	57,2	c	0,31	d	0,0978	ef	0,0459	cd	0,2088	ef	-0,0395	de	0,2601	e	0,2171	e	0,1297	c
						3	76,8	c	0,41	cd	0,1532	d-f	0,0469	cd	0,2460	e	-0,0404	de	0,2741	de	0,2201	e	0,2959	bc
						3	85,0	c	0,48	cd	0,2474	c-e	0,0596	cd	0,2022	ef	-0,0278	cd	0,1401	ef	0,0857	ef	0,4219	ab
33			GL	144		QME=	17697	lsd	0,6880	lsd	0,1685	lsd	0,0428	lsd	0,1183	lsd	0,0013	lsd	0,0767	lsd	0,0916	lsd	0,2578	lsd
			N.O.	24		Prob =	0,0000	75,904	0,0000	0,473	0,0000	0,234	0,0000	0,118	0,0000	0,196	0,0000	0,021	0,0000	0,158	0,0000	0,173	0,0007	0,290
						1	373,9		2,47		0,5115		0,4803		1,4497		0,0265	a	1,0334		1,0794		-0,0652	
						1	154,2		1,03		0,3429		0,1271		0,5737		-0,0165	bc	0,4580		0,4310		0,3254	
						1	82,4		0,51		0,2468		0,0509		0,2388		-0,0275	c	0,1646		0,1105		0,5135	
						1	50,4		0,25		0,0470		0,0276		0,1971		-0,0234	bc	0,1601		0,1315		0,1674	
						2	334,6		2,28		0,4976		0,4897		1,2980		-0,0102	b	0,9687		0,9977		-0,0333	
						2	169,0		1,15		0,4001		0,1701		0,6077		-0,0249	bc	0,4424		0,3951		0,3638	
						2	97,1		0,60		0,2580		0,0705		0,2997		-0,0259	bc	0,2170		0,1689		0,4692	
						2	50,5		0,30		0,1378		0,0424		0,1493		-0,0306	c	0,0893		0,0483		0,2718	
36			GL	144		QME=	17697		0,6880		0,1685		0,0428		0,1183		0,0013	lsd	0,0767		0,0916		0,2578	
			N.O.	36		Prob =	ns		ns		ns		ns		0,2481		0,0116	0,017	ns		ns		ns	
						1	187,9		1,38		-0,1409		0,0674		1,4335		0,0260		1,7247		1,8771		-0,4634	
						1	218,5		1,44		0,3671		0,0834		1,0026		-0,0110		1,0669		1,0891		0,4860	
						1	117,8		0,60		0,2099		-0,0017		0,4294		-0,0407		0,5025		0,4757		0,6643	
						1	-52,2		-0,53		-0,4553		-0,1117		0,0859		-0,0465		0,2283		0,2057		0,0316	
						1	216,8		1,56		0,1363		0,1334		1,3050		-0,0150		1,5712		1,6696		-0,1209	
						1	183,0		1,24		0,3534		0,0908		0,8051		-0,0096		0,8620		0,8758		0,4830	
						1	75,4		0,33		0,0844		-0,0133		0,2740		-0,0178		0,3350		0,3189		0,5781	
						1	-54,5		-0,50		-0,3097		-0,1177		-0,0183		-0,0547		0,1294		0,0994		0,2135	
						2	882,3		5,75		1,5946		1,3182		2,7548		0,0849		1,1779		1,2010		0,2372	
						2	198,0		1,39		0,5817		0,2679		0,5486		-0,0071		0,0854		0,0165		0,3535	
						2	53,3		0,53		0,3701		0,1090		0,0603		-0,0050		-0,2515		-0,3320		0,5526	
						2	110,9		0,75		0,3259		0,1319		0,2910		0,0025		0,0938		0,0816		-0,0006	
						2	733,3		5,00		1,2804		1,2783		2,4051		0,0358		1,1147		1,1561		0,0146	
						2	255,9		1,84		0,7312		0,3579		0,7700		-0,0175		0,1665		0,0625		0,4857	
						2	138,7		1,06		0,5435		0,1764		0,3598		-0,0160		0,0106		-0,0643		0,5614	
						2	128,5		0,96		0,4989		0,1883		0,2762		-0,0077		0,0167		-0,0190		0,2293	
						3	51,4		0,27		0,0809		0,0552		0,1609		-0,0312		0,1978		0,1601		0,0306	
						3	46,2		0,25		0,0800		0,0301		0,1698		-0,0314		0,2216		0,1873		0,1366	
						3	76,2		0,40		0,1603		0,0454		0,2269		-0,0368		0,2428		0,1880		0,3235	

Grup	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg	
	3	1			4		92,5	0,52	0,2705	0,0624	0,2143	-0,0262	0,1583	0,1071	0,4711	
	3	2			1		53,7	0,26	0,0762	0,0574	0,1839	-0,0513	0,2201	0,1675	0,0064	
	3	2			2		68,2	0,38	0,1156	0,0617	0,2479	-0,0476	0,2986	0,2469	0,1228	
	3	2			3		77,3	0,42	0,1462	0,0483	0,2652	-0,0440	0,3054	0,2522	0,2683	
	3	2			4		77,4	0,44	0,2243	0,0567	0,1900	-0,0294	0,1219	0,0644	0,3727	
37			GL	144		QME=	17697	0,6880	0,1685	0,0428	0,1183	0,0013	0,0767	0,0916	0,2578	
			N.O.	12		Prob =	0,1108	0,1954	0,1868	ns	0,1669	ns	ns	ns	ns	
					1		350,8	2,38	0,5082	0,4622	1,3935	0,0152	1,0403	1,0858	-0,0195	
					1	2	140,0	0,98	0,3357	0,1214	0,5384	-0,0173	0,4301	0,3991	0,3241	
					1	3	91,2	0,57	0,2866	0,0605	0,2496	-0,0263	0,1581	0,1013	0,5611	
					1	4	45,0	0,19	0,0606	0,0261	0,1384	-0,0326	0,0981	0,0607	0,1658	
					2	1	357,6	2,36	0,5010	0,5078	1,3541	0,0012	0,9618	0,9913	-0,0790	
					2	2	183,3	1,20	0,4073	0,1759	0,6429	-0,0241	0,4703	0,4269	0,3652	
					2	3	88,3	0,54	0,2182	0,0609	0,2890	-0,0272	0,2235	0,1782	0,4217	
					2	4	55,8	0,35	0,1243	0,0439	0,2080	-0,0214	0,1514	0,1190	0,2735	
40			GL	144		QME=	17697	0,6880	0,1685	0,0428	0,1183	0,0013	0,0767	0,0916	0,2578	
			N.O.	36		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,1994	0,3767	0,3236	ns	
					1	1	259,5	1,83	0,1594	0,1353	1,5214	0,0156	bc	1,7411	1,8689	-0,1609
					1	2	202,7	1,39	0,3713	0,0892	0,9375	-0,0062	c-f	0,9874	1,0100	0,4828
					1	3	126,5	0,61	0,2479	0,0071	0,3816	-0,0278	d-i	0,4370	0,4135	0,7314
					1	4	-58,7	-0,60	-0,4459	-0,1219	0,0451	-0,0724	j	0,2126	0,1734	0,0110
					1	2	145,3	1,11	-0,1640	0,0655	1,2171	-0,0046	c-e	1,5548	1,6778	-0,4234
					1	2	198,9	1,29	0,3492	0,0849	0,8702	-0,0145	d-g	0,9416	0,9548	0,4863
					1	2	66,6	0,31	0,0465	-0,0221	0,3218	-0,0306	e-i	0,4005	0,3811	0,5110
					1	2	-48,1	-0,43	-0,3192	-0,1075	0,0225	-0,0288	d-i	0,1451	0,1317	0,2341
					2	1	757,1	5,15	1,3027	1,2138	2,5446	0,0854	a	1,2519	1,3261	0,0749
					2	1	168,7	1,24	0,5242	0,2310	0,4991	-0,0121	c-g	0,1137	0,0449	0,3066
					2	1	88,6	0,78	0,4711	0,1379	0,1859	-0,0102	c-f	-0,1446	-0,2310	0,6522
					2	1	130,2	0,81	0,4111	0,1561	0,2465	-0,0047	c-e	0,0343	0,0073	0,1554
					2	2	858,5	5,61	1,5723	1,3828	2,6153	0,0354	b	1,0407	1,0310	0,1769
					2	2	285,2	1,99	0,7887	0,3947	0,8195	-0,0125	c-g	0,1382	0,0341	0,5326
					2	2	103,4	0,81	0,4424	0,1475	0,2342	-0,0108	c-f	-0,0964	-0,1654	0,4617
					2	2	109,1	0,90	0,4137	0,1641	0,3208	-0,0006	cd	0,0762	0,0552	0,0733
					3	1	35,9	0,16	0,0624	0,0376	0,1147	-0,0554	ij	0,1279	0,0624	0,0276
					3	1	48,6	0,30	0,1117	0,0439	0,1785	-0,0335	e-i	0,1892	0,1424	0,1828
					3	1	58,5	0,32	0,1409	0,0365	0,1812	-0,0407	g-i	0,1818	0,1214	0,2995
					3	1	63,6	0,36	0,2165	0,0439	0,1235	-0,0208	d-h	0,0472	0,0013	0,3309
					3	2	69,2	0,37	0,0947	0,0750	0,2300	-0,0271	d-i	0,2900	0,2651	0,0094
					3	2	65,8	0,33	0,0839	0,0480	0,2392	-0,0454	h-j	0,3310	0,2918	0,0766
					3	2	95,0	0,49	0,1656	0,0572	0,3109	-0,0401	g-i	0,3664	0,3188	0,2923
					3	2	106,3	0,60	0,2783	0,0752	0,2808	-0,0348	f-i	0,2330	0,1702	0,5129
41			GL	144		QME=	17697	0,6880	0,1685	0,0428	0,1183	0,0013	1sd	0,0767	0,0916	0,2578
			N.O.	12		Prob =	0,3534	ns	ns	ns	ns	0,0038	0,029	ns	ns	ns
					1	1	368,9	2,49	0,5368	0,4452	1,4718	0,0352		1,0835	1,1367	-0,0882
					1	1	120,0	0,88	0,2702	0,1017	0,5273	-0,0200		0,4564	0,4339	0,2335
					1	1	66,1	0,46	0,2312	0,0379	0,2230	-0,0326		0,1464	0,0842	0,5643
					1	1	36,7	0,12	-0,0124	0,0235	0,1410	-0,0279		0,1063	0,0726	0,0593
					1	2	378,9	2,45	0,4863	0,5154	1,4276	0,0179		0,9834	1,0220	-0,0422
					1	2	188,4	1,17	0,4156	0,1526	0,6200	-0,0130		0,4596	0,4280	0,4172
					1	2	98,7	0,56	0,2623	0,0639	0,2547	-0,0225		0,1827	0,1369	0,4626
					1	2	64,1	0,37	0,1064	0,0316	0,2531	-0,0190		0,2140	0,1903	0,2755

Grup	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
		2	1		1		332,8	2,27	0,4795	0,4793	1,3153	-0,0048	0,9971	1,0349	0,0493
		2	1		2		159,9	1,08	0,4012	0,1411	0,5494	-0,0146	0,4038	0,3643	0,4146
		2	1		3		116,3	0,68	0,3420	0,0831	0,2761	-0,0199	0,1697	0,1184	0,5578
		2	1		4		53,4	0,26	0,1335	0,0286	0,1357	-0,0374	0,0898	0,0488	0,2723
		2	2		1		336,4	2,28	0,5158	0,5001	1,2807	-0,0155	0,9402	0,9605	-0,1159
		2	2		2		178,2	1,23	0,3990	0,1992	0,6659	-0,0353	0,4810	0,4259	0,3131
		2	2		3		77,9	0,52	0,1740	0,0579	0,3233	-0,0319	0,2644	0,2194	0,3807
		2	2		4		47,6	0,34	0,1421	0,0563	0,1630	-0,0238	0,0889	0,0477	0,2714
44		GL	144		QME=	17697	0,6880	0,1685	0,0428	0,1183	0,0013	0,0767	0,0916	0,2578	
		N.O.	18		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,3561	ns	ns	ns	
		1	1		1		199,4	1,64	-0,0050	0,0951	1,5184	0,0295	1,7739	1,9219	-0,4203
		1	1		2		162,3	1,29	0,2378	0,0589	1,0082	-0,0213	1,1210	1,1466	0,3023
		1	1		3		88,1	0,45	0,1161	-0,0345	0,4210	-0,0513	0,5386	0,5170	0,5897
		1	1		4		-73,3	-0,66	-0,6178	-0,0888	0,1043	-0,0602	0,2657	0,2420	-0,4574
		1	1		2		176,5	1,13	-0,2769	0,0397	1,3485	0,0224	1,6754	1,8322	-0,5065
		1	1		2		274,7	1,60	0,4963	0,1078	0,9970	-0,0008	1,0129	1,0315	0,6698
		1	1		2		147,4	0,74	0,3037	0,0311	0,4378	-0,0301	0,4663	0,4345	0,7390
		1	1		2		-31,1	-0,39	-0,2929	-0,1346	0,0674	-0,0328	0,1910	0,1694	0,5206
		1	2		1		319,6	2,03	0,3238	0,1756	1,5243	0,0017	1,7083	1,8158	0,0985
		1	2		2		243,0	1,50	0,5048	0,1195	0,8668	0,0089	0,8538	0,8735	0,6633
		1	2		3		164,9	0,77	0,3796	0,0487	0,3423	-0,0044	0,3353	0,3100	0,8732
		1	2		4		-44,1	-0,53	-0,2740	-0,1549	-0,0142	-0,0846	0,1596	0,1049	0,4794
		1	2		1		114,1	1,10	-0,0511	0,0913	1,0857	-0,0317	1,4341	1,5233	-0,3403
		1	2		2		123,1	0,98	0,2021	0,0621	0,7433	-0,0282	0,8703	0,8781	0,3028
		1	2		3		-14,2	-0,11	-0,2107	-0,0753	0,2058	-0,0312	0,3347	0,3277	0,2830
		1	2		4		-65,0	-0,47	-0,3455	-0,0804	-0,0224	-0,0248	0,0991	0,0939	-0,0525
		2	1		1		867,1	5,64	1,5407	1,1948	2,7823	0,1158	1,3565	1,4229	0,1023
		2	1		2		159,8	1,12	0,4826	0,2199	0,4283	-0,0126	0,0819	0,0255	0,2017
		2	1		3		47,8	0,61	0,4193	0,1102	0,0828	-0,0046	-0,2441	-0,3412	0,7638
		2	1		4		100,5	0,51	0,2555	0,0897	0,1664	-0,0020	0,0228	0,0009	0,1227
		2	1		2		897,6	5,87	1,6485	1,4417	2,7272	0,0540	0,9993	0,9792	0,3721
		2	1		2		236,2	1,66	0,6808	0,3158	0,6690	-0,0016	0,0890	0,0074	0,5053
		2	1		3		58,8	0,46	0,3208	0,1078	0,0377	-0,0055	-0,2590	-0,3229	0,3414
		2	1		4		121,3	0,99	0,3963	0,1742	0,4156	0,0070	0,1648	0,1622	-0,1238
		2	2		1		647,2	4,66	1,0646	1,2327	2,3068	0,0549	1,1474	1,2294	0,0475
		2	2		2		177,6	1,37	0,5657	0,2421	0,5700	-0,0117	0,1456	0,0643	0,4114
		2	2		3		129,5	0,96	0,5229	0,1656	0,2890	-0,0158	-0,0450	-0,1209	0,5407
		2	2		4		160,0	1,11	0,5668	0,2226	0,3265	-0,0074	0,0459	0,0138	0,1881
		2	2		1		819,4	5,34	1,4962	1,3239	2,5034	0,0168	1,0821	1,0828	-0,0182
		2	2		2		334,2	2,32	0,8966	0,4737	0,9700	-0,0234	0,1874	0,0608	0,5599
		2	2		3		147,9	1,16	0,5641	0,1872	0,4307	-0,0161	0,0662	-0,0078	0,5821
		2	2		4		97,0	0,80	0,4310	0,1540	0,2259	-0,0081	-0,0125	-0,0518	0,2705
		3	1		1		40,1	0,20	0,0747	0,0457	0,1148	-0,0398	0,1201	0,0654	0,0533
		3	1		2		38,1	0,24	0,0903	0,0262	0,1455	-0,0262	0,1664	0,1296	0,1966
		3	1		3		62,5	0,32	0,1582	0,0381	0,1653	-0,0419	0,1448	0,0767	0,3395
		3	1		4		83,0	0,53	0,3253	0,0697	0,1524	-0,0214	0,0304	-0,0250	0,5125
		3	1		2		62,7	0,34	0,0872	0,0647	0,2070	-0,0226	0,2755	0,2547	0,0079
		3	1		2		54,3	0,26	0,0697	0,0340	0,1940	-0,0366	0,2769	0,2450	0,0766
		3	1		3		89,9	0,47	0,1624	0,0528	0,2884	-0,0318	0,3407	0,2992	0,3075
		3	1		4		102,0	0,52	0,2158	0,0552	0,2763	-0,0311	0,2862	0,2392	0,4298
		3	2		1		31,6	0,12	0,0501	0,0296	0,1146	-0,0710	0,1357	0,0595	0,0019
		3	2		2		59,1	0,37	0,1331	0,0616	0,2115	-0,0409	0,2120	0,1552	0,1690
		3	2		3		54,6	0,32	0,1236	0,0350	0,1970	-0,0396	0,2187	0,1661	0,2595

Grup	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg							
	3	2	1				44,2	0,20	0,1077	0,0182	0,0947	-0,0203	0,0640	0,0276	0,1493							
	3	2	2				75,7	0,41	0,1023	0,0852	0,2531	-0,0317	0,3045	0,2755	0,0108							
	3	2	2				77,3	0,39	0,0982	0,0618	0,2843	-0,0543	0,3852	0,3387	0,0765							
	3	2	2				100,0	0,51	0,1688	0,0616	0,3334	-0,0485	0,3922	0,3384	0,2770							
	3	2	2				110,7	0,68	0,3409	0,0952	0,2854	-0,0385	0,1799	0,1012	0,5960							
45			GL	144		QME=	17697	0,6880	0,1685	0,0428	0,1183	0,0013	0,0767	0,0916	0,2578							
			N.O.	6		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,3017							
				1	1		173,8	c	1,22	c	0,2071	cd	0,9183	b	-0,0063	b	0,9696	0,9855	0,1863	b		
				1	2		67,3	d	0,50	d	0,1526	c	0,0461	cd	0,3312	cd	-0,0294	d	0,3527	0,3149	0,3223	b
				1	3		27,9	d	0,19	d	0,0762	c	0,0061	d	0,1436	e	-0,0347	d	0,1528	0,1029	0,4035	ab
				1	4		25,9	d	0,15	d	0,0419	c	0,0120	d	0,1233	e	-0,0234	cd	0,1077	0,0727	0,2438	b
				2	1		534,7	a	3,53	a	0,8021	a	0,8707	a	1,8293	a	0,0227	a	1,0326	1,0916	-0,2848	c
				2	2		255,9	b	1,68	b	0,5904	b	0,2511	b	0,8501	b	-0,0120	bc	0,5476	0,5112	0,3669	ab
				2	3		151,7	c	0,92	c	0,4286	b	0,1153	c	0,3950	c	-0,0188	b-d	0,2288	0,1766	0,5793	a
				2	4		74,9	d	0,39	d	0,1429	c	0,0580	cd	0,2231	de	-0,0306	d	0,1418	0,1071	0,1954	b
48			GL	144		QME=	17697	lsd	0,6880	lsd	0,1685	lsd	0,0428	lsd	0,1183	lsd	0,0013	lsd	0,0767	0,0916	0,2578	lsd
			N.O.	36		Prob =	0,0000	61,976	0,0000	0,386	0,0044	0,191	0,0000	0,096	0,0000	0,160	0,0265	0,017	0,3209	ns	0,0014	0,237
	1			1	1		43,3	e-g	0,52	c-f	-0,2968	kl	-0,0795	i-k	0,9089	d	-0,0098	D-H	1,4882	1,6067	-0,1465	
	1			1	2		66,8	d-g	0,45	d-f	-0,0040	i-k	-0,0332	h-k	0,5145	ef	-0,0290	F-L	0,7523	0,7691	0,3098	
	1			1	3		-13,3	f-h	-0,25	g-i	-0,2124	j-l	-0,1001	jk	0,1108	gh	-0,0484	LM	0,2916	0,2735	0,2872	
	1			1	4		-79,6	h	-0,66	i	-0,4540	l	-0,1312	k	-0,0418	h	-0,0328	F-L	0,1331	0,1251	-0,0993	
	1			2	1		361,5	b	2,42	b	0,2922	e-i	0,2803	cd	1,8296	b	0,0208	BC	1,8077	1,9400	-0,4378	
	1			2	2		334,7	b	2,23	b	0,7244	b-d	0,2074	c-e	1,2932	c	0,0083	CD	1,1766	1,1958	0,6593	
	1			2	3		206,5	c	1,17	c	0,5068	d-f	0,0852	e-i	0,5926	e	-0,0101	D-H	0,5458	0,5211	0,9552	
	1			2	4		-27,1	gh	-0,37	hi	-0,3110	kl	-0,0981	jk	0,1093	gh	-0,0684	M	0,2246	0,1800	0,3444	
	2			1	1		433,7	b	2,88	b	0,8464	bc	0,3290	bc	1,6663	b	0,0404	B	1,1837	1,1644	0,6932	
	2			1	2		91,7	d-f	0,80	c-f	0,3915	e-h	0,1451	d-g	0,2823	fg	-0,0162	E-J	0,0149	-0,0764	0,5250	
	2			1	3		46,1	e-g	0,54	c-f	0,3516	e-h	0,0866	e-i	0,1150	gh	-0,0121	D-I	-0,1245	-0,2124	0,7519	
	2			1	4		84,2	d-f	0,71	c-f	0,3866	e-h	0,1136	d-h	0,2166	gh	-0,0039	DE	0,0006	-0,0417	0,4608	
	2			2	1		1181,9	a	7,87	a	2,0286	a	2,2676	a	3,4935	a	0,0804	A	1,1089	1,1927	-0,4413	
	2			2	2		362,1	b	2,43	b	0,9213	b	0,4806	b	1,0363	cd	-0,0084	D-F	0,2370	0,1554	0,3142	
	2			2	3		145,9	c-e	1,06	cd	0,5619	c-e	0,1988	c-f	0,3051	fg	-0,0089	D-G	-0,1164	-0,1840	0,3621	
	2			2	4		155,2	cd	0,99	c-e	0,4381	d-g	0,2066	c-e	0,3507	e-g	-0,0014	C-E	0,1099	0,1043	-0,2320	
	3			1	1		44,3	e-g	0,25	f-h	0,0717	h-j	0,0484	e-j	0,1798	gh	-0,0494	LM	0,2367	0,1854	0,0122	
	3			1	2		43,4	e-g	0,25	f-h	0,0701	h-j	0,0264	g-k	0,1968	gh	-0,0431	KL	0,2910	0,2519	0,1322	
	3			1	3		50,8	d-g	0,28	f-h	0,0893	h-j	0,0318	f-k	0,2048	gh	-0,0435	KL	0,2913	0,2476	0,1712	
	3			1	4		73,3	d-g	0,41	d-g	0,1932	f-i	0,0536	e-j	0,1950	gh	-0,0335	H-L	0,1893	0,1346	0,3700	
	3			2	1		60,8	d-g	0,28	f-h	0,0855	h-j	0,0642	e-j	0,1650	gh	-0,0332	G-L	0,1811	0,1422	0,0247	
	3			2	2		71,0	d-g	0,38	e-g	0,1255	g-i	0,0654	e-j	0,2209	gh	-0,0359	I-L	0,2292	0,1823	0,1272	
	3			2	3		102,7	c-e	0,53	c-f	0,2172	f-i	0,0619	e-j	0,2872	fg	-0,0374	J-L	0,2569	0,1926	0,4205	
	3			2	4		96,7	de	0,55	c-f	0,3016	e-i	0,0655	e-j	0,2093	gh	-0,0221	E-K	0,0909	0,0369	0,4739	
49			GL	144		QME=	17697	lsd	0,6880	lsd	0,1685	lsd	0,0428	lsd	0,1183	lsd	0,0013	lsd	0,0767	0,0916	0,2578	
			N.O.	12		Prob =	0,0000	#####	0,0000	0,669	0,0025	0,331	0,0000	0,167	0,0000	0,278	0,0537	0,024	ns	ns	0,2633	
	1			1	1		187,6		1,35		0,2180		0,1067		1,0113		0,0128		1,0090	1,0353	0,1813	
	1			1	2		74,1		0,52		0,1499		0,0440		0,3515		-0,0263		0,3713	0,3385	0,3081	
	1			1	3		31,7		0,22		0,1191		0,0136		0,1216		-0,0311		0,1023	0,0485	0,4483	
	1			1	4		8,1		0,01		-0,0416		-0,0081		0,0909		-0,0273		0,0770	0,0352	0,2799	
	1			2	1		560,2		3,59		0,8051		0,8538		1,8881		0,0403		1,0579	1,1234	-0,3116	
	1			2	2		234,3		1,54		0,5359		0,2102		0,7959		-0,0067		0,5447	0,5234	0,3427	
	1			2	3		133,1		0,79		0,3744		0,0882		0,3561		-0,0239		0,2268	0,1726	0,5787	
	1			2	4		92,6		0,48		0,1357		0,0633		0,3032		-0,0195		0,2433	0,2277	0,0549	

Grup	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
		2		1	1		160,0	1,09	0,1961	0,0920	0,8254	-0,0253	0,9301	0,9356	0,1913
		2		1	2		60,5	0,48	0,1552	0,0482	0,3110	-0,0326	0,3342	0,2913	0,3366
		2		1	3		24,0	0,16	0,0332	-0,0015	0,1655	-0,0382	0,2033	0,1573	0,3587
		2		1	4		43,7	0,29	0,1255	0,0321	0,1556	-0,0194	0,1384	0,1101	0,2077
		2	2	2	1		509,2	3,46	0,7992	0,8875	1,7706	0,0050	1,0072	1,0598	-0,2579
		2		2	2		277,6	1,83	0,6449	0,2921	0,9044	-0,0173	0,5506	0,4989	0,3911
		2		2	3		170,2	1,05	0,4828	0,1424	0,4339	-0,0137	0,2308	0,1806	0,5799
		2		2	4		57,2	0,30	0,1501	0,0527	0,1430	-0,0418	0,0403	-0,0136	0,3360
52			GL	144		QME=	17697	0,6880	0,1685	0,0428	0,1183	0,0013	0,0767	0,0916	0,2578
			N.O.	18		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,2584	0,3150	0,2744	ns
		1	1		1		39,4	0,57	-0,3904	-0,0945	1,0378	0,0188	1,6364	1,7904	-0,2915
		1	1		1		107,7	0,69	0,0521	-0,0201	0,6873	-0,0344	0,9240	0,9393	0,3640
		1	1		1		30,8	0,02	-0,0422	-0,0711	0,1866	-0,0532	0,3448	0,3161	0,4428
		1	1		1		-146,9	-1,12	-0,7542	-0,1848	-0,1390	-0,0435	0,0923	0,0785	-0,2649
		1	1		2		336,5	2,20	0,1086	0,2292	1,8291	0,0331	1,8130	1,9637	-0,6353
		1	1		2		329,3	2,20	0,6820	0,1869	1,3180	0,0124	1,2099	1,2389	0,6081
		1	1		2		204,7	1,17	0,4621	0,0677	0,6722	-0,0282	0,6601	0,6353	0,8859
		1	1		2		42,5	0,06	-0,1565	-0,0386	0,3107	-0,0496	0,3644	0,3329	0,3281
		1	2		1		47,3	0,47	-0,2032	-0,0645	0,7799	-0,0385	1,3401	1,4229	-0,0014
		1	2		1		26,0	0,21	-0,0601	-0,0463	0,3417	-0,0235	0,5807	0,5989	0,2556
		1	2		1		-57,5	-0,52	-0,3827	-0,1292	0,0351	-0,0436	0,2384	0,2309	0,1316
		1	2		1		-12,4	-0,20	-0,1539	-0,0777	0,0555	-0,0220	0,1739	0,1718	0,0663
		1	2		2		386,4	2,65	0,4759	0,3313	1,8301	0,0085	1,8023	1,9162	-0,2403
		1	2		2		340,1	2,27	0,7669	0,2280	1,2684	0,0042	1,1434	1,1526	0,7105
		1	2		2		208,2	1,17	0,5515	0,1026	0,5129	0,0080	0,4316	0,4069	1,0246
		1	2		2		-96,7	-0,80	-0,4656	-0,1576	-0,0920	-0,0873	0,0848	0,0270	0,3607
		2	1		1		481,5	3,24	0,9732	0,3711	1,8401	0,0511	1,1852	1,1477	0,7982
		2	1		1		74,8	0,67	0,3359	0,1398	0,2121	-0,0195	-0,0442	-0,1356	0,4054
		2	1		1		15,5	0,37	0,2992	0,0648	0,0073	-0,0062	-0,2528	-0,3417	0,7617
		2	1		1		83,1	0,67	0,3472	0,1072	0,2160	0,0008	-0,0095	-0,0448	0,3901
		2	1		2		1283,1	8,27	2,2160	2,2654	3,6693	0,1187	1,1706	1,2543	-0,3238
		2	1		2		321,1	2,12	0,8276	0,3960	0,8852	0,0053	0,2151	0,1685	0,3016
		2	1		2		91,1	0,70	0,4410	0,1532	0,1132	-0,0038	-0,2502	-0,3224	0,3435
		2	1		2		138,6	0,83	0,3046	0,1567	0,3660	0,0041	0,1971	0,2079	-0,3912
		2	2		1		386,0	2,53	0,7196	0,2869	1,4925	0,0296	1,1822	1,1811	0,5881
		2	2		1		108,7	0,94	0,4472	0,1505	0,3526	-0,0129	0,0740	-0,0172	0,6446
		2	2		1		76,7	0,71	0,4041	0,1084	0,2228	-0,0179	0,0038	-0,0832	0,7421
		2	2		1		85,2	0,76	0,4261	0,1200	0,2172	-0,0086	0,0107	-0,0386	0,5314
		2	2		2		1080,6	7,47	1,8412	2,2698	3,3177	0,0420	1,0472	1,1311	-0,5588
		2	2		2		403,1	2,75	1,0151	0,5652	1,1874	-0,0221	0,2589	0,1423	0,3267
		2	2		2		200,6	1,41	0,6829	0,2444	0,4969	-0,0140	0,0174	-0,0455	0,3807
		2	2		2		171,7	1,16	0,5717	0,2565	0,3353	-0,0069	0,0227	0,0006	-0,0728
		3	1		1		41,9	0,24	0,0713	0,0435	0,1559	-0,0316	0,2054	0,1679	0,0370
		3	1		1		39,8	0,20	0,0618	0,0125	0,1550	-0,0250	0,2343	0,2117	0,1549
		3	1		1		48,9	0,28	0,1004	0,0473	0,1710	-0,0340	0,2150	0,1711	0,1403
		3	1		1		88,2	0,49	0,2821	0,0532	0,1958	-0,0393	0,1482	0,0721	0,7145
		3	1		2		60,9	0,29	0,0906	0,0669	0,1658	-0,0308	0,1901	0,1522	0,0241
		3	1		2		52,5	0,29	0,0982	0,0477	0,1845	-0,0378	0,2090	0,1629	0,1184
		3	1		2		103,5	0,51	0,2202	0,0436	0,2827	-0,0397	0,2705	0,2048	0,5067
		3	1		2		96,8	0,55	0,2589	0,0717	0,2329	-0,0131	0,1684	0,1422	0,2277
		3	2		1		46,7	0,26	0,0720	0,0534	0,2036	-0,0671	0,2681	0,2028	-0,0126
		3	2		1		46,9	0,29	0,0784	0,0403	0,2386	-0,0612	0,3477	0,2922	0,1096
		3	2		1		52,7	0,28	0,0783	0,0164	0,2386	-0,0531	0,3676	0,3241	0,2022

Grup	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
	3	2		1	4		58,3	0,32	0,1044	0,0540	0,1943	-0,0277	0,2305	0,1971	0,0254
	3	2		2	1		60,6	0,27	0,0803	0,0614	0,1641	-0,0355	0,1721	0,1321	0,0253
	3	2		2	2		89,4	0,46	0,1528	0,0831	0,2573	-0,0340	0,2495	0,2017	0,1360
	3	2		2	3		101,9	0,55	0,2141	0,0802	0,2918	-0,0350	0,2433	0,1803	0,3343
	3	2		2	4		96,5	0,56	0,3442	0,0593	0,1857	-0,0310	0,0135	-0,0683	0,7200
53			GL	144		QME=	17697	0,6880	0,1685	0,0428	0,1183	0,0013	0,0767	0,0916	0,2578
			N.O.	6		Prob =	0,3577	0,3678	0,1948	ns	ns	0,2317	ns	ns	0,2628
				1	1	1	159,9	1,20	0,2116	0,0898	0,9110	-0,0120	0,9954	1,0068	0,2198
				1	1	2	56,8	0,50	0,1351	0,0452	0,3477	-0,0292	0,3792	0,3475	0,2650
				1	1	3	36,1	0,29	0,1327	0,0188	0,1684	-0,0341	0,1646	0,1120	0,4440
				1	1	4	32,9	0,16	0,0635	0,0129	0,1189	-0,0312	0,1074	0,0661	0,2681
				1	2	1	541,7	3,56	0,8048	0,8347	1,8761	0,0424	1,0853	1,1649	-0,2587
				1	2	2	223,1	1,46	0,5364	0,1975	0,7291	-0,0053	0,4810	0,4507	0,3831
				1	2	3	146,4	0,85	0,4405	0,1023	0,3307	-0,0184	0,1515	0,0906	0,6781
				1	2	4	57,2	0,22	0,0576	0,0393	0,1578	-0,0340	0,0888	0,0553	0,0635
				2	1	1	187,6	1,24	0,2026	0,1089	0,9257	-0,0005	0,9437	0,9642	0,1528
				2	1	2	77,8	0,50	0,1701	0,0470	0,3147	-0,0296	0,3262	0,2822	0,3796
				2	1	3	19,6	0,10	0,0196	-0,0066	0,1187	-0,0352	0,1410	0,0938	0,3629
				2	1	4	19,0	0,14	0,0204	0,0111	0,1276	-0,0155	0,1080	0,0793	0,2195
				2	2	1	527,7	3,49	0,7994	0,9066	1,7826	0,0029	0,9799	1,0184	-0,3109
				2	2	2	288,7	1,90	0,6445	0,3048	0,9711	-0,0186	0,6143	0,5716	0,3507
				2	2	3	157,0	0,99	0,4167	0,1284	0,4592	-0,0192	0,3060	0,2625	0,4805
				2	2	4	92,6	0,57	0,2281	0,0767	0,2884	-0,0272	0,1949	0,1588	0,3274
56			GL	144		QME=	17697	0,6880	0,1685	0,0428	0,1183	0,0013	0,0767	0,0916	0,2578
			N.O.	18		Prob =	ns	ns	ns	ns	0,3912	0,1583	ns	ns	ns
	1			1	1	1	106,1	0,81	-0,1008	-0,0331	0,9503	-0,0051	1,4573	1,5629	0,0118
	1			1	1	2	65,5	0,50	-0,0028	-0,0388	0,5710	-0,0346	0,7978	0,8142	0,2963
	1			1	1	3	18,5	-0,03	-0,0690	-0,0798	0,1711	-0,0488	0,3387	0,3180	0,4017
	1			1	1	4	-35,2	-0,46	-0,3374	-0,1015	0,0408	-0,0570	0,2050	0,1722	0,0196
	1			1	1	2	412,9	2,85	0,4197	0,3037	2,0924	0,0363	2,0249	2,1748	-0,3336
	1			1	2	2	339,8	2,29	0,7454	0,2173	1,3041	0,0223	1,1770	1,2058	0,6692
	1			1	2	3	234,6	1,24	0,5647	0,0940	0,5922	-0,0068	0,5353	0,5090	1,0612
	1			1	2	4	-82,2	-0,74	-0,5543	-0,1422	0,0493	-0,0878	0,2203	0,1747	0,0025
	1			2	1	1	-19,5	0,23	-0,4928	-0,1259	0,8675	-0,0145	1,5192	1,6504	-0,3048
	1			2	1	2	68,2	0,40	-0,0051	-0,0277	0,4580	-0,0233	0,7069	0,7240	0,3232
	1			2	1	3	-45,2	-0,47	-0,3559	-0,1205	0,0506	-0,0480	0,2446	0,2290	0,1727
	1			2	1	4	-124,1	-0,86	-0,5707	-0,1610	-0,1243	-0,0085	0,0612	0,0780	-0,2181
	1			2	2	1	310,0	1,99	0,1648	0,2568	1,5667	0,0053	1,5904	1,7051	-0,5420
	1			2	2	2	329,6	2,18	0,7035	0,1976	1,2823	-0,0057	1,1763	1,1857	0,6494
	1			2	2	3	178,3	1,10	0,4489	0,0764	0,5930	-0,0133	0,5564	0,5332	0,8493
	1			2	2	4	27,9	0,00	-0,0677	-0,0540	0,1694	-0,0491	0,2289	0,1853	0,6863
	2			1	1	1	349,9	2,64	0,6828	0,2552	1,6671	0,0379	1,3954	1,4030	0,6932
	2			1	1	2	63,4	0,69	0,3056	0,1360	0,2701	-0,0181	0,0809	0,0093	0,3176
	2			1	1	3	46,5	0,60	0,3757	0,0895	0,1512	-0,0147	-0,0859	-0,1798	0,8287
	2			1	1	4	79,5	0,66	0,3725	0,1002	0,1943	-0,0083	0,0151	-0,0289	0,5136
	2			1	2	1	1164,4	7,65	1,9226	2,1723	3,4220	0,1328	1,1085	1,2493	-0,5433
	2			1	2	2	274,0	1,79	0,7427	0,3260	0,7281	-0,0062	0,1465	0,0806	0,2955
	2			1	2	3	130,8	0,97	0,5665	0,1863	0,2205	-0,0057	-0,2033	-0,2823	0,4758
	2			1	2	4	181,0	0,96	0,4497	0,2120	0,2987	-0,0011	0,0536	0,0436	-0,2027
	2			2	1	1	517,6	3,12	1,0100	0,4027	1,6656	0,0428	0,9720	0,9257	0,6932
	2			2	1	2	120,1	0,91	0,4775	0,1543	0,2945	-0,0143	-0,0511	-0,1620	0,7324
	2			2	1	3	45,7	0,48	0,3275	0,0836	0,0788	-0,0094	-0,1632	-0,2451	0,6751

Grup	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg	
	2		2	1	4		88,9	0,77	0,4008	0,1270	0,2389	0,0006	-0,0138	-0,0545	0,4079	
	2		2	2	1		1199,3	8,09	2,1346	2,3629	3,5651	0,0280	1,1093	1,1362	-0,3393	
	2		2	2	2		450,3	3,07	1,0999	0,6352	1,3445	-0,0107	0,3274	0,2302	0,3328	
	2		2	2	3		161,0	1,15	0,5573	0,2114	0,3896	-0,0121	-0,0295	-0,0857	0,2484	
	2		2	2	4		129,4	1,03	0,4265	0,2011	0,4026	-0,0017	0,1662	0,1649	-0,2613	
	3		1	1	1		23,9	0,15	0,0528	0,0471	0,1154	-0,0689	0,1334	0,0543	-0,0457	
	3		1	1	2		41,5	0,31	0,1024	0,0385	0,2019	-0,0350	0,2591	0,2191	0,1811	
	3		1	1	3		43,3	0,28	0,0914	0,0466	0,1828	-0,0388	0,2410	0,1977	0,1017	
	3		1	1	4		54,3	0,29	0,1554	0,0399	0,1217	-0,0284	0,1020	0,0548	0,2711	
	3		1	2	1		47,9	0,17	0,0720	0,0282	0,1140	-0,0419	0,1224	0,0705	0,1009	
	3		1	2	2		55,6	0,29	0,1210	0,0493	0,1551	-0,0321	0,1193	0,0657	0,1845	
	3		1	2	3		73,8	0,35	0,1903	0,0265	0,1795	-0,0426	0,1226	0,0451	0,4973	
	3		1	2	4		72,9	0,44	0,2775	0,0480	0,1253	-0,0133	-0,0076	-0,0522	0,3907	
	3		2	1	1		64,7	0,35	0,0906	0,0498	0,2441	-0,0299	0,3401	0,3164	0,0701	
	3		2	1	2		45,2	0,19	0,0378	0,0144	0,1917	-0,0513	0,3229	0,2847	0,0833	
	3		2	1	3		58,4	0,28	0,0872	0,0171	0,2268	-0,0482	0,3416	0,2974	0,2408	
	3		2	1	4		92,2	0,53	0,2311	0,0674	0,2683	-0,0387	0,2766	0,2144	0,4688	
	3		2	2	1		73,7	0,39	0,0989	0,1002	0,2159	-0,0244	0,2399	0,2138	-0,0514	
	3		2	2	2		86,3	0,46	0,1301	0,0815	0,2866	-0,0396	0,3392	0,2989	0,0699	
	3		2	2	3		131,6	0,70	0,2440	0,0973	0,3950	-0,0321	0,3913	0,3401	0,3438	
	3		2	2	4		120,5	0,67	0,3256	0,0830	0,2933	-0,0309	0,1895	0,1260	0,5570	
57			GL	144		QME=	17697	0,6880	0,1685	0,0428	0,1183	0,0013	0,0767	0,0916	0,2578	
			N.O.	6		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
	1		1	1	1		176,4	1,43	0,2295	0,1148	1,0887	-0,0051	c-g	1,1124	1,1312	0,1375
	1		1	1	2		51,1	0,50	0,0924	0,0488	0,3841	-0,0275	d-j	0,4173	0,3973	0,0966
	1		1	1	3		15,5	0,16	0,0840	0,0070	0,1101	-0,0403	h-j	0,0920	0,0300	0,4075
	1		1	1	4		12,9	0,04	-0,0013	0,0061	0,0717	-0,0375	g-j	0,0481	-0,0059	0,3091
	1		1	2	1		561,3	3,55	0,8441	0,7755	1,8549	0,0754	a	1,0546	1,1423	-0,3140
	1		1	2	2		189,0	1,26	0,4481	0,1546	0,6705	-0,0125	c-h	0,4956	0,4705	0,3705
	1		1	2	3		116,7	0,76	0,3784	0,0689	0,3359	-0,0248	d-j	0,2009	0,1384	0,7211
	1		1	2	4		60,6	0,21	-0,0234	0,0409	0,2104	-0,0183	c-j	0,1645	0,1511	-0,1906
	1		2	1	1		198,8	1,27	0,2066	0,0986	0,9339	0,0307	b	0,9055	0,9395	0,2250
	1		2	1	2		97,2	0,54	0,2075	0,0393	0,3188	-0,0251	d-j	0,3254	0,2796	0,5196
	1		2	1	3		47,9	0,29	0,1542	0,0203	0,1332	-0,0220	c-j	0,1126	0,0671	0,4890
	1		2	1	4		3,4	-0,01	-0,0819	-0,0224	0,1102	-0,0172	c-j	0,1058	0,0764	0,2507
	1		2	2	1		559,0	3,63	0,7660	0,9321	1,9213	0,0052	b-d	1,0613	1,1046	-0,3093
	1		2	2	2		279,6	1,81	0,6238	0,2658	0,9212	-0,0008	b-f	0,5937	0,5763	0,3149
	1		2	2	3		149,5	0,83	0,3704	0,1075	0,3762	-0,0230	c-j	0,2527	0,2068	0,4363
	1		2	2	4		124,7	0,76	0,2948	0,0856	0,3960	-0,0208	c-j	0,3222	0,3042	0,3004
	2		1	1	1		143,5	0,97	0,1936	0,0647	0,7332	-0,0190	c-j	0,8783	0,8823	0,3020
	2		1	1	2		62,5	0,50	0,1778	0,0417	0,3112	-0,0310	e-j	0,3412	0,2978	0,4335
	2		1	1	3		56,6	0,41	0,1814	0,0305	0,2267	-0,0279	d-j	0,2372	0,1940	0,4806
	2		1	1	4		52,8	0,29	0,1283	0,0196	0,1662	-0,0250	d-j	0,1666	0,1380	0,2270
	2		1	2	1		522,1	3,57	0,7654	0,8939	1,8974	0,0093	bc	1,1160	1,1875	-0,2034
	2		1	2	2		257,3	1,65	0,6246	0,2404	0,7877	0,0018	b-e	0,4663	0,4309	0,3957
	2		1	2	3		176,0	0,95	0,5026	0,1356	0,3255	-0,0119	c-h	0,1022	0,0429	0,6351
	2		1	2	4		53,9	0,23	0,1387	0,0376	0,1051	-0,0498	j	0,0130	-0,0404	0,3176
	2		2	1	1		176,4	1,20	0,1986	0,1192	0,9176	-0,0317	e-j	0,9820	0,9889	0,0807
	2		2	1	2		58,5	0,46	0,1326	0,0546	0,3107	-0,0341	f-j	0,3271	0,2848	0,2397
	2		2	1	3		-8,6	-0,09	-0,1150	-0,0335	0,1043	-0,0485	ij	0,1694	0,1206	0,2367
	2		2	1	4		34,6	0,30	0,1227	0,0447	0,1451	-0,0139	c-h	0,1101	0,0822	0,1884
	2		2	2	1		496,3	3,36	0,8329	0,8811	1,6438	0,0007	b-e	0,8985	0,9322	-0,3125
	2		2	2	2		297,9	2,00	0,6653	0,3438	1,0210	-0,0364	g-j	0,6349	0,5669	0,3865

Grup	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg	
		2	2	2	3		164,4	1,14	0,4631	0,1492	0,5423	-0,0154	0,3594	0,3182	0,5246	
		2	2	2	4		60,5	0,38	0,1615	0,0678	0,1809	-0,0337	0,0676	0,0133	0,3544	
60			GL	144		QME=	17697	0,6880	0,1685	0,0428	0,1183	0,0013	1sd	0,0767	0,0916	0,2578
			N.O.	9		Prob =	ns	ns	ns	ns	0,2015	0,0188	0,034	0,1588	0,2239	0,3510
		1	1	1	1		75,9	0,81	-0,2312	-0,0363	1,0867	-0,0048	1,5979	1,7182	-0,2788	
		1	1	1	2		75,9	0,74	-0,0285	-0,0140	0,8207	-0,0443	1,0323	1,0566	0,0295	
		1	1	1	3		-14,9	-0,23	-0,1973	-0,1106	0,1559	-0,0760	0,3657	0,3376	0,2115	
		1	1	1	4		-92,1	-0,82	-0,6026	-0,1076	-0,0402	-0,0692	0,1594	0,1274	-0,4434	
		1	1	1	2	1	323,0	2,46	0,2213	0,2265	1,9501	0,0638	1,9499	2,1257	-0,5617	
		1	1	1	2	2	248,7	1,83	0,5041	0,1319	1,1958	0,0018	1,2097	1,2367	0,5750	
		1	1	1	2	3	191,1	1,13	0,4296	0,0417	0,6861	-0,0266	0,7115	0,6964	0,9679	
		1	1	1	2	4	-54,5	-0,51	-0,6330	-0,0699	0,2489	-0,0512	0,3720	0,3565	-0,4714	
		1	1	2	1	1	2,8	0,33	-0,5496	-0,1526	0,9890	0,0425	1,6748	1,8626	-0,3042	
		1	1	2	1	2	139,5	0,64	0,1328	-0,0263	0,5538	-0,0246	0,8156	0,8220	0,6984	
		1	1	2	1	3	76,4	0,27	0,1129	-0,0316	0,2172	-0,0304	0,3239	0,2947	0,6741	
		1	1	2	1	4	-201,7	-1,42	-0,9058	-0,2619	-0,2377	-0,0177	0,0251	0,0295	-0,0863	
		1	1	2	2	1	350,1	1,94	-0,0041	0,2319	1,7080	0,0024	1,6761	1,8018	-0,7088	
		1	1	2	2	2	409,9	2,56	0,8598	0,2419	1,4401	0,0230	1,2101	1,2411	0,6412	
		1	1	2	2	3	218,3	1,21	0,4945	0,0937	0,6584	-0,0298	0,6087	0,5743	0,8039	
		1	1	2	2	4	139,4	0,64	0,3200	-0,0073	0,3726	-0,0480	0,3568	0,3093	1,1276	
		1	2	1	1	1	136,3	0,81	0,0295	-0,0298	0,8139	-0,0054	1,3166	1,4077	0,3025	
		1	2	1	1	2	55,1	0,25	0,0229	-0,0636	0,3212	-0,0250	0,5633	0,5719	0,5631	
		1	2	1	1	3	51,9	0,18	0,0593	-0,0489	0,1863	-0,0217	0,3116	0,2984	0,5920	
		1	2	1	1	4	21,6	-0,09	-0,0722	-0,0953	0,1219	-0,0447	0,2505	0,2170	0,4825	
		1	2	1	2	1	502,8	3,24	0,6181	0,3810	2,2348	0,0088	2,1000	2,2239	-0,1054	
		1	2	1	2	2	431,0	2,74	0,9867	0,3026	1,4123	0,0428	1,1443	1,1750	0,7635	
		1	2	1	2	3	278,0	1,36	0,6998	0,1462	0,4983	0,0129	0,3591	0,3217	1,1545	
		1	2	1	2	4	-109,8	-0,97	-0,4757	-0,2145	-0,1503	-0,1244	0,0686	-0,0072	0,4764	
		1	2	2	1	1	-41,8	0,14	-0,4360	-0,0991	0,7460	-0,0715	1,3636	1,4382	-0,3053	
		1	2	2	1	2	-3,2	0,17	-0,1430	-0,0291	0,3622	-0,0219	0,5981	0,6260	-0,0520	
		1	2	2	1	3	-166,8	-1,22	-0,8247	-0,2095	-0,1161	-0,0655	0,1653	0,1634	-0,3287	
		1	2	2	1	4	-46,4	-0,31	-0,2356	-0,0600	-0,0110	0,0007	0,0973	0,1266	-0,3499	
		1	2	2	2	1	270,0	2,05	0,3337	0,2817	1,4253	0,0082	1,5047	1,6085	-0,3752	
		1	2	2	2	2	249,3	1,79	0,5472	0,1533	1,1244	-0,0344	1,1424	1,1302	0,6576	
		1	2	2	2	3	138,3	0,99	0,4032	0,0590	0,5276	0,0031	0,5041	0,4920	0,8947	
		1	2	2	2	4	-83,6	-0,64	-0,4554	-0,1007	-0,0338	-0,0502	0,1010	0,0612	0,2450	
		2	1	1	1	1	426,5	3,32	0,8560	0,3407	2,0833	0,0388	1,6378	1,6412	0,6576	
		2	1	1	1	2	47,5	0,59	0,2361	0,1569	0,2092	-0,0151	0,0473	-0,0074	0,0323	
		2	1	1	1	3	18,4	0,43	0,3374	0,0667	0,0379	-0,0099	-0,2209	-0,3238	0,9296	
		2	1	1	1	4	45,0	0,40	0,2385	0,0672	0,1006	-0,0063	-0,0557	-0,0988	0,4364	
		2	1	1	2	1	1307,6	7,95	2,2254	2,0488	3,4813	0,1929	1,0752	1,2045	-0,4530	
		2	1	1	2	2	272,0	1,65	0,7291	0,2830	0,6473	-0,0101	0,1164	0,0584	0,3711	
		2	1	1	2	3	77,1	0,78	0,5013	0,1536	0,1276	0,0008	-0,2674	-0,3586	0,5979	
		2	1	1	2	4	155,9	0,62	0,2724	0,1121	0,2322	0,0022	0,1013	0,1006	-0,1909	
		2	1	2	1	1	536,5	3,15	1,0904	0,4014	1,5970	0,0634	0,7325	0,6541	0,9388	
		2	1	2	1	2	102,1	0,75	0,4356	0,1226	0,2149	-0,0239	-0,1358	-0,2637	0,7785	
		2	1	2	1	3	12,5	0,30	0,2609	0,0628	-0,0234	-0,0025	-0,2848	-0,3595	0,5937	
		2	1	2	1	4	121,2	0,94	0,4559	0,1471	0,3313	0,0079	0,0367	0,0092	0,3438	
		2	1	2	2	1	1258,7	8,59	2,2066	2,4820	3,8574	0,0446	1,2660	1,3042	-0,1946	
		2	1	2	2	2	370,3	2,58	0,9260	0,5090	1,1231	0,0207	0,3137	0,2785	0,2322	
		2	1	2	2	3	105,1	0,63	0,3806	0,1528	0,0988	-0,0085	-0,2331	-0,2863	0,0891	
		2	1	2	2	4	121,4	1,04	0,3368	0,2012	0,4999	0,0061	0,2930	0,3152	-0,5915	
		2	2	1	1	1	273,2	1,97	0,5095	0,1698	1,2510	0,0370	1,1531	1,1648	0,7287	

Grup	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
	2	2	1	1	2		79,2	0,80	0,3751	0,1151	0,3311	-0,0211	0,1145	0,0259	0,6029
	2	2	1	1	3		74,5	0,77	0,4141	0,1123	0,2645	-0,0195	0,0492	-0,0358	0,7278
	2	2	1	1	4		113,9	0,92	0,5065	0,1332	0,2879	-0,0104	0,0859	0,0410	0,5908
	2	2	1	2	1		1021,1	7,35	1,6197	2,2957	3,3627	0,0728	1,1417	1,2941	-0,6337
	2	2	1	2	2		276,0	1,93	0,7564	0,3690	0,8089	-0,0022	0,1766	0,1027	0,2199
	2	2	1	2	3		184,4	1,15	0,6317	0,2189	0,3134	-0,0122	-0,1391	-0,2059	0,3537
	2	2	1	2	4		206,0	1,30	0,6271	0,3120	0,3652	-0,0043	0,0059	-0,0134	-0,2145
	2	2	2	1	1		498,7	3,09	0,9296	0,4040	1,7341	0,0222	1,2114	1,1973	0,4475
	2	2	2	1	2		138,1	1,07	0,5194	0,1860	0,3741	-0,0048	0,0336	-0,0603	0,6864
	2	2	2	1	3		78,9	0,66	0,3941	0,1044	0,1810	-0,0164	-0,0416	-0,1306	0,7565
	2	2	2	1	4		56,5	0,59	0,3457	0,1069	0,1465	-0,0067	-0,0644	-0,1183	0,4721
	2	2	2	2	1		1140,0	7,59	2,0627	2,2438	3,2727	0,0113	0,9527	0,9682	-0,4839
	2	2	2	2	2		530,3	3,56	1,2738	0,7613	1,5659	-0,0420	0,3412	0,1819	0,4335
	2	2	2	2	3		216,8	1,67	0,7340	0,2699	0,6804	-0,0158	0,1740	0,1149	0,4077
	2	2	2	2	4		137,4	1,01	0,5162	0,2011	0,3054	-0,0095	0,0395	0,0147	0,0690
	3	1	1	1	1		26,7	0,15	0,0637	0,0400	0,0962	-0,0494	0,1015	0,0341	0,0337
	3	1	1	1	2		29,7	0,17	0,0695	0,0034	0,1225	-0,0231	0,1721	0,1427	0,2279
	3	1	1	1	3		43,1	0,28	0,1120	0,0649	0,1365	-0,0350	0,1312	0,0761	0,0814
	3	1	1	1	4		85,7	0,54	0,3601	0,0588	0,1546	-0,0369	0,0407	-0,0463	0,9344
	3	1	1	2	1		53,4	0,24	0,0857	0,0513	0,1333	-0,0303	0,1386	0,0967	0,0729
	3	1	1	2	2		46,4	0,30	0,1111	0,0489	0,1685	-0,0292	0,1607	0,1165	0,1653
	3	1	1	2	3		81,9	0,36	0,2044	0,0113	0,1941	-0,0488	0,1585	0,0773	0,5976
	3	1	1	2	4		80,4	0,51	0,2904	0,0805	0,1502	-0,0058	0,0201	-0,0038	0,0905
	3	1	2	1	1		57,0	0,33	0,0789	0,0469	0,2156	-0,0139	0,3092	0,3017	0,0404
	3	1	2	1	2		50,0	0,23	0,0540	0,0216	0,1875	-0,0269	0,2964	0,2806	0,0818
	3	1	2	1	3		54,8	0,29	0,0887	0,0296	0,2056	-0,0330	0,2988	0,2660	0,1991
	3	1	2	1	4		90,7	0,45	0,2041	0,0475	0,2370	-0,0417	0,2557	0,1904	0,4947
	3	1	2	2	1		68,4	0,35	0,0955	0,0825	0,1984	-0,0313	0,2417	0,2077	-0,0246
	3	1	2	2	2		58,6	0,29	0,0854	0,0465	0,2005	-0,0463	0,2573	0,2093	0,0715
	3	1	2	2	3		125,0	0,65	0,2360	0,0759	0,3712	-0,0306	0,3826	0,3323	0,4159
	3	1	2	2	4		113,3	0,59	0,2275	0,0629	0,3156	-0,0204	0,3167	0,2881	0,3649
	3	2	1	1	1		21,0	0,14	0,0418	0,0543	0,1346	-0,0885	0,1652	0,0746	-0,1251
	3	2	1	1	2		53,3	0,44	0,1353	0,0736	0,2813	-0,0468	0,3460	0,2955	0,1344
	3	2	1	1	3		43,5	0,29	0,0709	0,0282	0,2292	-0,0426	0,3508	0,3193	0,1219
	3	2	1	1	4		23,0	0,04	-0,0493	0,0209	0,0889	-0,0199	0,1634	0,1559	-0,3922
	3	2	1	2	1		42,3	0,10	0,0584	0,0050	0,0946	-0,0535	0,1062	0,0444	0,1289
	3	2	1	2	2		64,8	0,29	0,1308	0,0496	0,1417	-0,0350	0,0780	0,0149	0,2037
	3	2	1	2	3		65,7	0,35	0,1763	0,0417	0,1648	-0,0365	0,0866	0,0128	0,3970
	3	2	1	2	4		65,4	0,36	0,2647	0,0154	0,1004	-0,0207	-0,0353	-0,1006	0,6909
	3	2	2	1	1		72,4	0,38	0,1023	0,0526	0,2726	-0,0458	0,3709	0,3311	0,0999
	3	2	2	1	2		40,5	0,15	0,0215	0,0071	0,1959	-0,0756	0,3495	0,2889	0,0847
	3	2	2	1	3		61,9	0,27	0,0857	0,0045	0,2480	-0,0635	0,3843	0,3289	0,2825
	3	2	2	1	4		93,6	0,61	0,2581	0,0872	0,2997	-0,0356	0,2975	0,2383	0,4430
	3	2	2	2	1		79,0	0,44	0,1023	0,1178	0,2335	-0,0175	0,2381	0,2198	-0,0782
	3	2	2	2	2		114,0	0,63	0,1748	0,1166	0,3728	-0,0329	0,4210	0,3885	0,0683
	3	2	2	2	3		138,1	0,76	0,2519	0,1188	0,4187	-0,0335	0,4000	0,3479	0,2716
	3	2	2	2	4		127,7	0,76	0,4237	0,1032	0,2710	-0,0413	0,0622	-0,0360	0,7491
61			GL	144		QME=	17697	0,6880	0,1685	0,0428	0,1183	0,0013	0,0767	0,0916	0,2578
			N.O.	3		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,3429	ns	ns	ns

k	Origem	NO	GL	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob
				CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg									
1	Factor A	96	2	237402	0,0044	236250,2	0,0000	813165,1	0,0000	884298,3	0,0000	466181,8	0,0004	21004,5	0,0010	509909,0	0,0001	312921,4	0,0001	1105,5	ns
3	B(A)	32	6	75886	0,0376	19142,3	0,0059	54795,8	0,0004	16201,9	0,0009	29615,7	0,1638	831,3	0,4712	6988,4	ns	4061,7	ns	5238,8	0,0790
4	Factor C	144	1	822	ns	1665,6	ns	4130,6	0,1935	6347,8	0,0284	5,6	ns	2639,6	0,1158	3823,0	ns	3839,8	ns	10,8	ns
5	AC	48	2	832	ns	279,0	ns	747,1	ns	998,4	0,3405	3656,2	ns	740,9	ns	9592,4	0,3467	7439,9	0,2906	77,9	ns
-7	Error		6	15567		1844,4		1926,9		770,2		12724,8		781,8		7550,4		4865,6		1521,5	
8	Factor D	144	1	56015	0,1067	5887,9	ns	26643,9	0,1323	18555,4	ns	1839,2	ns	181,9	ns	117,2	ns	179,2	ns	518,7	ns
9	AD	48	2	26210	0,2789	6008,8	ns	20628,5	0,1754	9035,1	ns	25422,8	0,3553	447,0	0,3059	9287,5	0,2649	4355,4	0,2991	203,7	ns
12	CD	72	1	1199	ns	218,1	ns	2678,5	ns	2231,7	ns	1259,2	ns	388,5	0,3071	2717,7	ns	1441,8	ns	1099,4	ns
13	ACD	24	2	41963	0,1450	3691,8	ns	12724,3	0,3225	1783,4	ns	8635,2	ns	442,2	0,3095	2912,2	ns	1173,3	ns	4456,5	0,1125
-15	Error		12	18422		8214,8		10215,5		19679,9		22509,3		341,4		6245,7		3257,3		1690,7	
16	Factor E	144	1	480372	0,0000	207174,8	0,0000	285472,0	0,0000	553255,6	0,0000	219210,3	0,0000	4855,2	0,0139	3012,8	0,2317	3201,3	0,1552	2116,3	0,2472
17	AE	48	2	128356	0,0021	44078,3	0,0001	44620,2	0,0282	211390,1	0,0000	112480,8	0,0000	43,2	ns	11415,2	0,0094	5950,4	0,0316	15797,6	0,0005
20	CE	72	1	295	ns	2501,6	ns	14893,9	0,2505	8708,7	0,2367	1067,2	ns	207,2	ns	760,8	ns	1186,7	ns	621,6	ns
21	ACE	24	2	7772	ns	1045,4	ns	95,7	ns	2099,1	ns	4546,9	ns	694,8	0,3803	1154,0	ns	348,5	ns	521,0	ns
24	DE	72	1	5869	ns	4471,4	0,2556	10634,9	ns	6849,4	0,2925	5151,1	ns	3006,4	0,0476	104,3	ns	0,0	ns	108,9	ns
25	ADE	24	2	399	ns	1339,1	ns	3050,6	ns	1846,6	ns	4074,5	ns	558,9	ns	2229,7	0,3445	2182,4	0,2503	1043,7	ns
28	CDE	36	1	1377	ns	200,0	ns	214,1	ns	285,4	ns	141,1	ns	1213,2	0,1973	959,6	ns	1008,8	ns	563,6	ns
29	ACDE	12	2	4735	ns	358,7	ns	3179,0	ns	1307,5	ns	1094,2	ns	0,2	ns	2120,6	0,3622	1857,5	0,3046	1551,0	0,3719
-31	Error		24	15933		3296,0		10742,4		5912,2		6104,2		690,0		2001,0		1486,3		1504,4	
32	Factor F	72	3	370928	0,0000	184572,9	0,0000	137472,6	0,0000	362416,4	0,0000	564615,1	0,0000	11093,6	0,0000	229817,1	0,0000	148603,4	0,0000	13438,3	0,0000
33	AF	24	6	286631	0,0000	113258,0	0,0000	205362,3	0,0000	281965,9	0,0000	180888,4	0,0000	4529,9	0,0000	119705,4	0,0000	73167,7	0,0000	3510,5	0,0005
36	CF	36	3	7655	0,3141	1754,6	ns	15750,7	0,0224	1686,3	ns	1216,2	ns	1096,3	0,0671	214,2	ns	362,9	ns	310,4	ns
37	ACF	12	6	19991	0,0067	5777,3	0,0113	20092,2	0,0006	2648,0	ns	11428,1	0,0220	305,2	ns	1231,7	ns	579,8	ns	751,8	ns
40	DF	36	3	4577	ns	934,8	ns	7510,3	0,1991	1835,1	ns	4184,4	ns	678,2	0,2151	515,8	ns	193,7	ns	770,6	ns
41	ADF	12	6	8668	0,2379	2617,9	0,2599	14835,4	0,0069	3669,7	ns	3509,4	ns	1432,8	0,0058	132,2	ns	186,5	ns	774,3	ns
44	CDF	18	3	5452	ns	592,7	ns	489,7	ns	703,6	ns	413,0	ns	703,6	0,2007	2103,7	ns	866,2	ns	220,0	ns
45	ACDF	6	6	8359	0,2590	1700,2	ns	4404,7	ns	2586,2	ns	3912,7	ns	459,6	0,4136	3669,6	0,1469	2131,0	0,2003	997,7	0,2990
48	EF	36	3	61478	0,0000	27734,0	0,0000	37724,8	0,0001	182088,6	0,0000	29248,1	0,0004	860,1	0,1303	1041,6	ns	882,5	ns	5012,6	0,0006
49	AEF	12	6	18442	0,0112	15425,7	0,0000	32632,9	0,0000	139317,9	0,0000	7974,2	0,1061	1251,5	0,0137	1057,3	ns	791,0	ns	1555,5	0,0841
52	CEF	18	3	5450	ns	775,1	ns	3342,9	ns	805,8	ns	5909,0	0,2693	511,3	0,3364	2896,9	0,2851	1993,3	0,2591	271,8	ns
53	ACEF	6	6	5161	ns	1445,5	ns	3528,8	ns	613,4	ns	5938,8	0,2477	514,4	0,3403	1894,2	ns	1103,0	ns	1380,7	0,1276
56	DEF	18	3	2433	ns	587,6	ns	1064,7	ns	2690,5	ns	2862,2	ns	557,1	0,2981	3200,1	0,2427	2667,1	0,1475	960,7	0,3213
57	ADEF	6	6	7219	0,3499	1141,9	ns	2706,7	ns	4056,2	ns	2887,3	ns	410,1	ns	2936,1	0,2642	1994,0	0,2368	486,3	ns
60	CDEF	9	3	683	ns	919,7	ns	412,5	ns	218,6	ns	2741,2	ns	1949,8	0,0059	315,8	ns	309,2	ns	429,4	ns
61	ACDEF	3	6	3651	ns	2078,5	0,4058	2012,2	ns	1080,1	ns	4484,0	0,4252	470,8	0,3978	1378,3	ns	1377,0	ns	130,3	ns
-63	Error		144	6409		2010,4		4782,4		4866,5		4466,7		449,9		2271,5		1471,4		817,2	
				CV	34,5%	25,6%	34,9%	40,1%	31,2%	23,4%	28,7%	25,9%	23,6%								
Profundid. (cm)	k - Parâmetro específico de instrução do MSTAT-C								CE - Condutividade elétrica (mScm ⁻¹)								CV - Coeficiente de variação				
1	0 - 10	Fatores								TC - Total dos íons Ca, Mg, Na e K (mmol _c L ⁻¹)								Ca, Mg, Na e K - Cátions (mmol _c L ⁻¹)			
2	10 - 20	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	SAR - "Sodium adsorption ratio"								Prob - Probabilidade:					
3	20 - 30	A	C	D	E	F	B	CROSS - "Cation Ratio Of Structural Satability"								Significativo ao nível de 5%					
4	30 - 50	Níveis	3	2	2	2	4	3	QME - Quadrado médio do erro								Significativo ao nível de 10%				

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg					
	1						232,7 b	165,0 b	145,3 b	114,0 b	287,4 a	87,2 b	250,1 a	214,2 a	124,0					
	2						281,9 a	229,2 a	304,3 a	284,7 a	207,9 b	106,9 a	119,6 b	113,5 b	121,9					
	3						182,4 c	131,6 c	144,4 b	123,3 b	148,5 c	77,9 b	128,7 b	117,1 b	117,4					
1			GL 6		QME=	15567	lsd 1844,4	lsd 1926,9	lsd 770,2	lsd 12724,8	lsd 781,8	lsd 7550,4	lsd 4865,6	lsd 1521,5						
			N.O. 96		Prob =	0,0044	44,07	0,0000	15,17	0,0000	9,80	0,0004	39,84	0,0010	9,88	0,0001	30,69	0,0001	24,64	ns
	1						309,6 a	195,2 b	181,8 d	124,9 d	337,3	82,7	273,6	228,5	143,4 A					
	1						227,8 bc	167,2 c	146,6 ef	124,4 d	277,1	87,9	231,2	198,2	119,6 B-D					
	1						160,6 c	132,5 d	107,6 g	92,6 e	247,7	91,0	245,5	215,8	109,0 D					
	2						267,9 ab	230,6 a	290,3 b	292,4 b	215,2	98,2	123,6	116,5	115,3 B-D					
	2						323,7 a	256,3 a	368,6 a	314,1 a	227,4	110,9	123,0	116,0	131,5 AB					
	2						254,0 ab	200,8 b	253,9 c	247,6 c	181,0	111,4	112,1	108,1	119,0 B-D					
	3						173,0 c	125,5 d	137,0 f	122,0 d	138,5	76,0	121,9	112,0	112,3 CD					
	3						198,1 bc	137,8 d	164,9 de	128,8 d	147,5	77,6	121,4	109,3	129,3 A-C					
	3						176,1 c	131,5 d	131,2 fg	119,2 d	159,5	80,0	142,8	130,0	110,5 CD					
3			GL 6		QME=	15567	lsd 1844,4	lsd 1926,9	lsd 770,2	lsd 12724,8	lsd 781,8	lsd 7550,4	lsd 4865,6	lsd 1521,5	lsd					
			N.O. 32		Prob =	0,0376	76,33	0,0059	26,27	0,0004	26,85	0,0009	16,98	0,1638	0,4712	ns	ns	0,0790	18,95	
	1						234,0	172,9	194,2	169,3 b	214,7	93,7	169,8	151,9	121,3					
	2						230,6	177,7	201,8	178,7 a	214,4	87,6	162,5	144,6	120,9					
4			GL 6		QME=	15567	1844,4	1926,9	770,2	lsd 12724,8	781,8	7550,4	4865,6	1521,5						
			N.O. 144		Prob =	ns	ns	0,1935	0,0284	8,00	ns	0,1158	ns	ns	ns					
	1	1					237,8	162,2	139,6	108,9	294,4	87,4	265,3	227,9	123,9					
	1	2					227,6	167,8	151,1	119,1	280,4	87,0	235,0	200,4	124,1					
	2	1					281,9	225,4	299,3	277,0	203,0	112,6	116,6	111,5	121,4					
	2	2					281,8	233,1	309,3	292,4	212,8	101,1	122,5	115,6	122,5					
	3	1					182,3	131,1	143,8	122,0	146,8	81,0	127,4	116,3	118,6					
	3	2					182,5	132,1	145,0	124,6	150,1	74,8	130,0	117,9	116,2					
5			GL 6		QME=	15567	1844,4	1926,9	770,2	12724,8	781,8	7550,4	4865,6	1521,5						
			N.O. 48		Prob =	ns	ns	ns	0,3405	ns	ns	0,3467	0,2906	ns						
	1						218,4	170,8	188,4	166,0	212,0	91,4	165,5	147,5	122,4					
	2						246,3	179,8	207,6	182,0	217,1	89,8	166,8	149,1	119,7					
8			GL 12		QME=	18422	8214,8	10215,5	19679,9	22509,3	341,4	6245,7	3257,3	1690,7						
			N.O. 144		Prob =	0,1067	ns	0,1323	ns	ns	ns	ns	ns	ns						
	1	1					237,7	169,6	147,6	113,9	303,0	85,9	258,4	218,7	127,0					
	1	2					227,7	160,4	143,0	114,1	271,7	88,5	241,8	209,6	121,0					
	2	1					260,4	219,2	278,3	265,9	200,4	109,9	120,5	115,0	122,1					
	2	2					303,3	239,2	330,2	303,5	215,3	103,8	118,6	112,1	121,8					
	3	1					157,0	123,5	139,2	118,2	132,7	78,5	117,5	108,7	118,2					
	3	2					207,8	139,8	149,5	128,5	164,3	77,2	139,9	125,5	116,5					
9			GL 12		QME=	18422	8214,8	10215,5	19679,9	22509,3	341,4	6245,7	3257,3	1690,7						
			N.O. 48		Prob =	0,2789	ns	0,1754	ns	0,3553	0,3059	0,2649	0,2991	ns						
	1	1					218,0	169,2	187,6	164,1	210,1	93,3	166,1	148,9	120,7					
	1	2					250,0	176,5	200,8	174,6	219,3	94,0	173,5	154,9	121,9					
	2	1					218,7	172,3	189,1	167,9	214,0	89,6	164,9	146,1	124,2					
	2	2					242,5	183,1	214,4	189,5	214,9	85,7	160,0	143,2	117,6					
12			GL 12		QME=	18422	8214,8	10215,5	19679,9	22509,3	341,4	6245,7	3257,3	1690,7						
			N.O. 72		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,3071	ns	ns	ns						
	1	1	1				217,2	160,6	132,0	106,9	297,3	82,5	264,3	226,5	117,1					

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg								
							258,3	163,7	147,1	110,9	291,4	92,3	266,2	229,4	130,8								
	1	2	1				258,1	178,5	163,3	120,9	308,7	89,3	252,5	210,9	136,9								
	1	2	2				197,0	157,1	139,0	117,2	252,0	84,7	217,5	189,8	111,3								
	2	1	1				274,9	221,1	285,6	264,7	201,1	116,1	119,1	113,8	123,5								
	2	1	2				288,9	229,7	313,0	289,2	204,8	109,1	114,2	109,1	119,3								
	2	2	1				245,9	217,4	271,0	267,0	199,8	103,6	122,0	116,2	120,7								
	2	2	2				317,7	248,7	347,5	317,8	225,8	98,6	122,9	115,0	124,2								
	3	1	1				161,9	126,0	145,3	120,6	131,8	81,2	114,8	106,3	121,5								
	3	1	2				202,8	136,2	142,2	123,5	161,8	80,7	140,0	126,3	115,6								
	3	2	1				152,1	120,9	133,1	115,8	133,6	75,9	120,2	111,1	115,0								
	3	2	2				212,8	143,4	156,8	133,5	166,7	73,7	139,7	124,6	117,3								
13			GL	12		QME=	18422	8214,8	10215,5	19679,9	22509,3	341,4	6245,7	3257,3	1690,7								
			N.O.	24		Prob =	0,1450	ns	0,3225	ns	ns	0,3095	ns	ns	0,1125								
							191,5	b	148,5	b	166,5	b	130,2	b	86,5	b	162,9	144,9	123,8				
							273,2	a	202,1	a	229,5	a	217,8	a	242,2	a	94,7	a	169,4	151,6	118,4		
16			GL	24		QME=	15933	lsd	3296,0	lsd	10742,4	lsd	5912,2	lsd	6104,2	lsd	690,0	lsd	2001,0	1486,3	1504,4		
			N.O.	144		Prob =	0,0000	30,70	0,0000	13,96	0,0000	25,21	0,0000	18,70	0,0000	19,00	0,0139	6,39	0,2317	0,1552	0,2472		
	1						157,7	c	121,2	c	99,1	e	82,2	d	223,0	b	82,9	234,9	b	202,5	b	117,2	bc
	1						307,6	a	208,8	b	191,6	c	145,8	c	351,8	a	91,5	265,3	a	225,8	a	130,8	ab
	2						236,5	b	195,3	b	262,8	b	189,1	b	186,3	c	102,2	118,9	c	111,2	c	139,2	a
	2						327,2	a	263,1	a	345,7	a	380,3	a	229,5	b	111,5	120,2	c	115,8	c	104,6	c
	3						180,2	c	128,9	c	137,6	de	119,3	c	151,7	d	74,5	134,9	c	121,1	c	115,0	bc
	3						184,6	bc	134,4	c	151,1	cd	127,4	c	145,2	d	81,2	122,5	c	113,1	c	119,7	bc
17			GL	24		QME=	15933	lsd	3296,0	lsd	10742,4	lsd	5912,2	lsd	6104,2	lsd	690,0	2001,0	lsd	1486,3	lsd	1504,4	lsd
			N.O.	48		Prob =	0,0021	53,18	0,0001	24,19	0,0282	43,66	0,0000	32,39	0,0000	32,92	ns	0,0094	18,85	0,0316	16,24	0,0005	16,34
	1						194,2		149,0		169,9		131,0		189,0		88,7	164,9		146,5		125,5	
	1						273,8		196,7		218,5		207,6		240,4		98,6	174,6		157,3		117,1	
	2						188,8		147,9		163,1		129,4		184,9		84,4	160,9		143,3		122,1	
	2						272,5		207,4		240,5		228,0		243,9		90,9	164,1		145,9		119,7	
20			GL	24		QME=	15933	3296,0	10742,4	5912,2	6104,2	690,0	2001,0	1486,3	1504,4								
			N.O.	72		Prob =	ns	ns	0,2505	0,2367	ns	ns	ns	ns	ns								
	1	1					172,0		125,1		100,9		82,2		239,8		83,2	252,4		216,4		117,6	
	1	1					303,6		199,2		178,3		135,6		349,0		91,7	278,2		239,5		130,2	
	1	2					143,5		117,3		97,3		82,1		206,1		82,6	217,5		188,6		116,7	
	1	2					311,7		218,4		204,9		156,0		354,6		91,4	252,4		212,1		131,4	
	2	1					227,9		192,3		265,8		191,8		180,0		104,1	113,1		106,5		138,4	
	2	1					335,9		258,4		332,8		362,2		225,9		121,1	120,2		116,4		104,3	
	2	2					245,1		198,3		259,8		186,5		192,6		100,3	124,7		115,9		140,0	
	2	2					318,5		267,8		358,7		398,4		233,0		101,9	120,3		115,2		104,9	
	3	1					182,7		129,5		143,1		119,0		147,4		78,9	129,3		116,8		120,3	
	3	1					182,0		132,6		144,4		125,1		146,2		83,1	125,5		115,9		116,8	
	3	2					177,7		128,2		132,1		119,5		156,1		70,1	140,4		125,4		109,7	
	3	2					187,2		136,1		157,8		129,8		144,2		79,4	119,5		110,4		122,6	
21			GL	24		QME=	15933	3296,0	10742,4	5912,2	6104,2	690,0	2001,0	1486,3	1504,4								
			N.O.	24		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,3803	ns	ns	ns								
	1	1					182,0		147,9		163,0		127,0		188,7		84,1	b	162,9		144,1		125,8
	1	2					254,7		193,6		213,8		204,9		235,4		98,8	a	168,1		150,8		119,1
	2	1					200,9		149,0		170,0		133,3		185,3		89,0	b	162,9		145,7		121,8
	2	2					291,6		210,6		245,2		230,7		248,9		90,7	ab	170,6		152,4		117,7

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg	
24			GL	24		QME=	15933	3296,0	10742,4	5912,2	6104,2	690,0	1sd	2001,0	1486,3	1504,4
			N.O.	72		Prob =	ns	0,2556	ns	0,2925	ns	0,0476	9,04	ns	ns	ns
	1	1	1	1			168,6	125,7	102,6	82,0	236,2	76,9		238,8	201,8	124,1
	1	1	2	2			306,7	213,4	192,7	145,8	369,8	94,9		278,0	235,6	129,8
	1	2	1	1			146,9	116,7	95,6	82,3	209,7	88,8		231,1	203,2	110,2
	1	2	2	2			308,5	204,2	190,5	145,8	333,8	88,2		252,6	216,0	131,8
	2	1	1	1			217,2	192,7	249,0	178,5	189,5	100,6		125,0	116,8	139,9
	2	1	2	2			303,6	245,8	307,5	353,2	211,4	119,1		116,1	113,2	104,3
	2	2	1	1			255,8	197,9	276,5	199,7	183,0	103,8		112,7	105,7	138,6
	2	2	2	2			350,8	280,5	384,0	407,3	247,6	103,9		124,4	118,4	105,0
	3	1	1	1			160,3	125,2	137,3	120,6	140,3	74,7		124,7	113,9	113,3
	3	1	2	2			153,7	121,7	141,1	115,7	125,1	82,3		110,3	103,6	123,2
	3	2	1	1			200,1	132,5	138,0	117,9	163,1	74,3		145,0	128,3	116,8
	3	2	2	2			215,5	147,0	161,1	139,1	165,4	80,1		134,8	122,7	116,2
25			GL	24		QME=	15933	3296,0	10742,4	5912,2	6104,2	690,0		2001,0	1486,3	1504,4
			N.O.	24		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns		0,3445	0,2503	ns
	1	1	1	1			184,9	150,1	168,6	131,6	189,4	83,1		160,0	141,6	124,1
	1	1	2	2			251,1	188,3	206,7	196,5	230,8	103,5		172,1	156,1	117,3
	1	2	1	1			203,5	147,9	171,3	130,4	188,7	94,4		169,8	151,5	126,9
	1	2	2	2			296,5	205,2	230,3	218,8	249,9	93,7		177,1	158,4	116,9
	2	1	1	1			179,2	145,6	157,4	122,4	188,0	85,1		165,7	146,6	127,4
	2	1	2	2			258,2	198,9	220,8	213,3	240,0	94,0		164,1	145,5	120,9
	2	2	1	1			198,3	150,2	168,8	136,3	181,8	83,6		156,0	140,0	116,8
	2	2	2	2			286,7	215,9	260,1	242,7	247,9	87,7		164,1	146,3	118,4
28			GL	24		QME=	15933	3296,0	10742,4	5912,2	6104,2	690,0		2001,0	1486,3	1504,4
			N.O.	36		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,1973		ns	ns	ns
	1	1	1	1			167,6	125,7	98,6	84,2	239,8	71,6		240,2	203,3	111,9
	1	1	2	2			266,8	195,5	165,4	129,7	354,9	93,5		288,4	249,6	122,2
	1	2	1	1			176,4	124,5	103,1	80,2	239,8	94,7		264,5	229,5	123,3
	1	2	2	2			340,3	203,0	191,1	141,5	343,0	89,9		267,9	229,4	138,2
	1	2	1	1			169,7	125,7	106,6	79,8	232,7	82,3		237,3	200,2	136,3
	1	2	2	2			346,6	231,3	219,9	161,9	384,6	96,3		267,6	221,6	137,4
	1	2	2	1			117,4	108,8	88,1	84,4	179,5	82,9		197,7	176,9	97,1
	1	2	2	2			276,7	205,5	189,8	150,0	324,6	86,5		237,3	202,7	125,4
	2	1	1	1			220,8	197,1	257,1	189,8	193,3	101,0		123,3	115,4	136,5
	2	1	2	2			329,1	245,0	314,0	339,7	208,9	131,3		114,9	112,3	110,4
	2	1	2	1			235,0	187,6	274,4	193,7	166,6	107,2		102,9	97,6	140,4
	2	1	2	2			342,8	271,7	351,5	384,8	243,0	111,0		125,5	120,6	98,3
	2	2	1	1			213,7	188,3	240,9	167,2	185,7	100,2		126,8	118,2	143,3
	2	2	2	2			278,2	246,5	301,0	366,8	213,9	106,9		117,3	114,2	98,2
	2	2	2	1			276,5	208,2	278,7	205,7	199,5	100,4		122,6	113,7	136,7
	2	2	2	2			358,9	289,2	416,4	429,9	252,2	96,8		123,3	116,3	111,7
	3	1	1	1			166,3	127,6	149,9	120,9	135,0	76,6		116,4	106,3	123,8
	3	1	2	2			157,5	124,5	140,7	120,2	128,7	85,9		113,1	106,4	119,2
	3	1	2	1			199,0	131,5	136,3	117,1	159,8	81,2		142,1	127,2	116,9
	3	1	2	2			206,5	140,8	148,2	130,0	163,8	80,3		137,9	125,4	114,4
	3	2	1	1			154,2	122,8	124,6	120,3	145,7	72,9		133,1	121,5	102,8
	3	2	1	2			149,9	119,0	141,5	111,3	121,4	78,8		107,4	100,8	127,2
	3	2	2	1			201,2	133,5	139,7	118,8	166,5	67,4		147,8	129,3	116,6
	3	2	2	2			224,5	153,2	174,0	148,2	167,0	79,9		131,6	119,9	118,0
29			GL	24		QME=	15933	3296,0	10742,4	5912,2	6104,2	690,0		2001,0	1486,3	1504,4

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE		TC		Ca		Mg		Na		K		SAR		CROSS		Ca/Mg	
							ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		0,3622	
			N.O.	12																				
						1	331,0	a	244,8	a	253,3	a	276,6	a	336,1	a	108,6	a	244,9	a	212,0	a	102,3	c
						2	237,8	b	179,7	b	209,7	b	166,3	b	223,1	b	89,1	b	168,3	b	149,3	b	125,4	b
						3	191,4	c	145,3	c	176,3	c	129,9	c	160,6	c	83,6	bc	131,9	c	119,7	c	134,8	a
						4	169,0	c	131,2	c	152,6	d	123,3	c	138,5	d	81,3	c	119,4	c	112,0	c	121,9	b
32			GL	144		QME=	6409	lsd	2010,4	lsd	4782,4	lsd	4866,5	lsd	4466,7	lsd	449,9	lsd	2271,5	lsd	1471,4	lsd	817,2	lsd
			N.O.	72		Prob =	0,0000	26,37	0,0000	14,77	0,0000	22,78	0,0000	22,98	0,0000	22,02	0,0000	6,99	0,0000	15,70	0,0000	12,64	0,0000	9,42
						1	267,4	b	204,1	b	127,1	fg	134,7	c-e	482,2	a	105,7	b	434,9	a	359,0	a	94,3	e
						1	287,4	b	203,5	b	183,5	cd	133,4	c-e	336,1	c	95,5	b-d	262,5	b	224,5	b	133,5	ab
						1	221,0	cd	147,5	cd	157,8	d-f	104,8	ef	198,4	d	83,5	d-f	171,1	c	151,1	c	143,9	a
						1	154,9	e	105,0	e	113,1	g	83,0	f	132,7	f	64,2	g	132,0	de	122,1	d	124,3	bc
						2	558,5	a	407,1	a	507,0	a	570,9	a	385,0	b	140,6	a	173,5	c	161,8	c	110,2	c-e
						2	247,9	bc	207,3	b	312,6	b	245,2	b	181,9	de	95,3	b-d	108,3	d-f	102,0	de	131,4	ab
						2	159,3	e	152,8	c	221,0	c	162,3	c	127,7	f	93,5	c-e	91,0	f	87,4	e	137,6	ab
						2	161,7	e	149,6	c	176,4	d	160,4	cd	136,9	f	98,0	bc	105,4	ef	102,9	de	108,5	c-e
						3	167,2	e	123,2	de	125,9	fg	124,0	c-e	141,0	f	79,5	f	126,4	de	115,3	d	102,4	de
						3	178,0	de	128,3	c-e	133,1	e-g	120,4	ef	151,2	ef	76,3	f	134,1	d	121,4	d	111,2	cd
						3	194,0	de	135,8	cd	150,1	d-g	122,4	d-f	155,7	ef	74,0	fg	133,6	d	120,7	d	122,9	bc
						3	190,5	de	139,1	cd	168,4	de	126,5	c-e	146,0	ef	81,6	ef	120,6	de	111,1	d	132,9	ab
33			GL	144		QME=	6409	lsd	2010,4	lsd	4782,4	lsd	4866,5	lsd	4466,7	lsd	449,9	lsd	2271,5	lsd	1471,4	lsd	817,2	lsd
			N.O.	24		Prob =	0,0000	45,68	0,0000	25,58	0,0000	39,46	0,0000	39,80	0,0000	38,13	0,0000	12,10	0,0000	27,19	0,0000	21,89	0,0005	16,31
						1	346,3		248,0		268,3	a	277,5		332,5		117,0	A	247,7		217,5		103,2	
						1	233,4		172,5		188,8	c	155,9		222,7		91,6	C	173,4		153,7		123,3	
						1	183,4		139,5		169,9	c-e	123,4		159,2		82,6	D	133,5		120,1		137,5	
						1	172,9		131,5		149,8	e	120,4		144,5		83,5	CD	124,4		116,3		121,1	
						2	315,8		241,7		238,3	ab	275,7		339,6		100,2	B	242,1		206,5		101,3	
						2	242,2		187,0		230,7	b	176,7		223,5		86,6	CD	163,2		144,9		127,4	
						2	199,4		151,2		182,7	cd	136,3		162,0		84,6	CD	130,3		119,3		132,1	
						2	165,1		130,9		155,5	de	126,1		132,5		79,0	D	114,3		107,8		122,7	
36			GL	144		QME=	6409		2010,4		4782,4	lsd	4866,5		4466,7		449,9	lsd	2271,5		1471,4		817,2	
			N.O.	36		Prob =	0,3141		ns		0,0224	32,22	ns		ns		0,0671	8,28	ns		ns		ns	
						1	250,9	c-g	186,0	de	110,8	jk	122,4		451,8	b	115,4		443,9		376,8		89,6	
						1	311,3	c	205,5	cd	180,2	e-h	129,3		361,3	cd	95,6		286,5		242,5		136,0	
						1	225,5	d-h	146,8	fg	149,0	g-k	101,3		217,9	e	75,8		190,4		164,0		144,5	
						1	163,5	h-k	110,3	hi	118,3	i-k	82,7		146,5	f-i	62,8		140,1		128,5		125,5	
						1	283,9	cd	222,3	c	143,3	g-k	147,1		512,5	a	95,9		425,8		341,2		98,9	
						1	263,6	c-f	201,4	cd	186,7	e-g	137,4		310,9	d	95,5		238,4		206,6		131,0	
						1	216,6	e-i	148,1	fg	166,6	f-j	108,4		179,0	e-g	91,1		151,7		138,1		143,2	
						1	146,2	jk	99,6	i	107,8	k	83,3		119,0	hi	65,5		123,9		115,7		123,1	
						2	617,0	a	433,6	a	567,1	a	586,1		403,9	bc	152,6		172,8		160,4		117,0	
						2	225,4	d-h	189,9	c-e	259,4	d	225,2		165,7	e-h	98,4		104,9		100,2		121,0	
						2	130,9	k	136,1	f-h	208,5	d-f	146,7		107,4	i	96,4		80,5		78,6		142,7	
						2	154,2	i-k	141,8	f-h	162,1	f-k	149,9		134,8	g-i	103,1		108,3		106,6		104,9	
						2	500,1	b	380,7	b	447,0	b	555,7		366,2	c	128,6		174,2		163,2		103,4	
						2	270,4	c-e	224,8	c	365,8	c	265,2		198,1	ef	92,2		111,7		103,7		141,9	
						2	187,7	g-k	129,5	d-f	233,6	de	178,0		148,0	f-i	90,6		101,5		96,2		132,5	
						2	169,1	h-k	157,4	e-g	190,7	e-g	170,8		139,0	g-i	92,9		102,4		99,2		112,2	
						3	170,9	h-k	124,3	g-i	127,1	h-k	124,0		141,7	g-i	82,9		126,5		115,5		103,1	
						3	163,5	h-k	122,0	g-i	126,7	h-k	113,4		140,9	g-i	80,7		128,7		118,4		112,9	
						3	193,9	g-k	135,6	f-i	152,3	g-k	122,2		152,4	f-i	75,7		129,6		117,7		125,2	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg				
	3	1				4	201,1 f-j	142,4 f-h	169,0 f-i	128,6	152,3 f-i	84,7	124,7	113,8	133,0				
	3	2				1	163,4 h-k	122,1 g-i	124,6 h-k	124,1	140,3 g-i	76,2	126,4	115,0	101,8				
	3	2				2	192,5 g-k	134,7 f-i	139,5 g-k	127,5	161,5 f-h	72,0	139,4	124,3	109,4				
	3	2				3	194,0 g-k	135,9 f-h	147,8 g-k	122,6	159,1 f-i	72,3	137,6	123,7	120,6				
	3	2				4	179,9 h-k	135,9 f-h	167,8 f-i	124,4	139,7 g-i	78,6	116,6	108,5	132,8				
37			GL	144		QME=	6409	1sd	2010,4	1sd	4782,4	1sd	4866,5	4466,7	1sd	449,9	2271,5	1471,4	817,2
			N.O.	12		Prob =	0,0067	64,60	0,0113	36,18	0,0006	55,80	ns	0,0220	53,93	ns	ns	ns	ns
							317,2	243,7	235,6	266,9	344,6	113,1	248,3	213,6	103,3				
							171,2	192,0	192,0	151,9	215,3	90,5	166,3	148,2	124,5				
							185,4	143,5	179,8	126,3	157,2	83,8	130,1	117,8	140,9				
							158,0	124,7	146,1	118,8	131,1	78,3	117,2	110,2	121,1				
							344,9	245,9	271,0	286,2	327,5	104,1	241,6	210,4	101,3				
							262,7	188,3	227,5	180,8	230,9	87,6	170,3	150,4	126,3				
							197,5	147,2	172,8	133,4	164,1	83,5	133,7	121,6	128,7				
							180,0	137,8	159,1	127,7	145,9	84,2	121,5	113,9	122,7				
40			GL	144		QME=	6409	2010,4	4782,4	1sd	4866,5	4466,7	449,9	2271,5	1471,4	817,2			
			N.O.	36		Prob =	ns	ns	0,1991	ns	ns	0,2151	ns	ns	ns	ns			
	1					1	288,9	221,1	137,0 g-k	140,0	526,1	109,7 bc	448,2	364,5	99,3				
	1					2	276,3	206,4	185,8 e-g	133,5	342,6	98,4 c-f	266,7	227,5	134,5				
	1					3	237,0	151,5	163,4 f-j	104,6	207,6	83,8 e-i	179,1	156,2	150,3				
	1					4	148,6	99,2	104,4 k	77,6	135,6	51,8 j	139,7	126,5	123,7				
	1					1	245,9	187,2	117,1 jk	129,5	438,2	101,7 cd	421,6	353,5	89,2				
	1					2	298,6	200,5	181,1 e-h	133,3	329,7	92,7 c-h	258,2	221,5	132,5				
	1					3	205,0	143,4	152,2 g-k	105,0	189,2	83,1 f-i	163,1	145,9	137,5				
	1					4	161,2	110,7	121,7 i-k	88,4	129,8	76,5 hi	124,4	117,6	124,9				
	2					1	520,8	396,4	449,7 b	544,0	381,4	155,6 a	180,5	170,0	106,4				
	2					2	200,9	180,4	252,7 d	203,5	161,4	94,1 c-g	107,8	102,5	122,8				
	2					3	154,6	152,5	232,6 de	157,3	125,6	94,2 c-g	89,7	85,8	148,9				
	2					4	165,4	147,7	178,0 e-h	158,7	133,4	95,5 c-g	104,2	101,6	110,4				
	2					1	596,3	417,9	564,3 a	597,9	388,6	125,6 b	166,6	153,6	114,0				
	2					2	295,0	234,3	372,6 c	286,9	202,5	96,5 c-f	108,9	101,4	140,1				
	2					3	164,0	153,1	209,4 d-f	167,3	129,8	92,8 c-h	92,3	89,0	126,3				
	2					4	157,9	151,5	174,7 f-i	162,0	140,4	100,5 c-e	106,5	104,2	106,7				
	3					1	141,8	113,6	120,1 i-k	116,8	126,2	73,9 i	116,3	106,4	104,2				
	3					2	161,6	126,6	137,5 g-k	118,7	141,9	79,1 g-i	124,4	114,6	116,1				
	3					3	164,6	126,4	143,3 g-k	116,9	138,3	73,4 i	121,6	111,5	123,4				
	3					4	160,1	127,2	155,9 f-k	120,3	124,4	87,7 d-i	107,8	102,5	129,3				
	3					1	192,6	132,8	131,7 g-k	131,3	155,8	85,1 d-i	136,6	124,1	100,7				
	3					2	194,4	130,0	128,7 h-k	122,1	160,5	73,5 i	143,7	128,1	106,3				
	3					3	223,3	145,1	156,8 f-k	127,9	173,2	74,6 i	145,7	129,8	122,4				
	3					4	220,9	151,1	180,9 e-h	132,7	167,6	75,6 i	133,5	119,7	136,6				
41			GL	144		QME=	6409	2010,4	4782,4	1sd	4866,5	4466,7	449,9	1sd	2271,5	1471,4	817,2		
			N.O.	12		Prob =	0,2379	0,2599	0,0069	55,80	ns	ns	0,0058	17,11	ns	ns	ns		
							343,0	251,9	256,3	273,9	336,1	124,0	240,6	212,4	101,5				
							201,8	163,5	171,7	145,8	215,0	88,7	172,0	152,6	118,8				
							168,6	136,3	174,3	118,7	155,5	79,7	133,0	119,1	144,0				
							158,6	125,3	148,2	117,9	133,8	80,8	118,6	111,4	118,4				
							349,6	244,1	280,4	281,1	328,9	110,0	254,8	222,7	105,0				
							264,9	181,5	205,8	166,1	230,3	94,4	174,7	154,8	127,8				
							198,2	142,8	165,6	128,2	163,0	85,5	134,1	121,1	131,0				
							187,2	137,8	151,3	122,9	155,2	86,2	130,2	121,1	123,8				

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
		2	1		1		291,4	235,5	215,0	259,9	353,1	102,2	256,0	214,9	105,1
		2	1		2		224,0	178,8	212,2	158,0	215,7	92,4	160,6	143,8	130,1
		2	1		3		202,1	150,7	185,2	133,9	158,9	87,8	127,2	116,6	137,7
		2	1		4		157,4	124,1	144,0	119,7	128,4	75,9	115,9	109,0	123,8
		2	2		1		340,3	247,8	261,6	291,4	326,2	98,3	228,3	198,1	97,6
		2	2		2		260,4	195,1	249,2	195,4	231,4	80,7	165,8	145,9	124,8
		2	2		3		196,7	151,6	180,1	138,7	165,2	81,5	133,3	122,1	126,5
		2	2		4		172,8	137,8	166,9	132,5	136,7	82,2	112,7	106,6	121,6
44				GL 144		QME=	6409	2010,4	4782,4	4866,5	4466,7	449,9	2271,5	1471,4	817,2
				N.O. 18		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,2007	ns	ns	ns
		1	1		1		252,7	201,5	121,3	129,1	462,7	116,6	419,7	356,1	92,1
		1	1		2		259,4	198,2	166,8	124,0	358,0	89,7	289,2	243,5	127,0
		1	1		3		202,2	137,0	130,8	91,2	218,2	70,0	200,6	171,9	139,2
		1	1		4		154,6	105,7	109,4	83,5	150,3	53,8	147,8	134,4	109,9
		1	1	2	1		249,1	170,6	100,4	115,6	440,9	114,3	468,1	397,4	87,1
		1	1	2	2		363,1	212,8	193,6	134,6	364,7	101,4	283,8	241,6	145,0
		1	1	2	3		248,7	156,6	167,3	111,4	217,5	81,7	180,3	156,2	149,9
		1	1	2	4		172,4	115,0	127,3	81,9	142,6	71,7	132,5	122,6	141,1
		1	2	1	1		325,1	240,7	152,7	150,8	589,5	102,8	476,6	372,8	106,5
		1	2	1	2		293,2	214,7	204,8	143,0	327,2	107,0	244,2	211,6	142,0
		1	2	1	3		271,7	166,0	196,0	118,1	197,1	97,6	157,5	140,5	161,4
		1	2	1	4		142,6	92,7	99,5	71,7	120,9	49,7	131,6	118,6	137,6
		1	2	2	1		242,7	203,8	133,8	143,4	435,5	89,1	375,0	309,5	91,3
		1	2	2	2		234,1	188,1	168,6	131,9	294,7	84,0	232,6	201,5	120,1
		1	2	2	3		161,4	130,2	137,2	98,6	160,9	84,5	146,0	135,6	125,1
		1	2	2	4		149,9	106,5	116,2	94,9	117,0	81,4	116,3	112,7	108,7
		2	1	1	1		624,6	436,6	522,1	572,9	417,4	177,0	186,7	174,7	107,4
		2	1	1	2		197,1	172,2	218,4	202,7	153,8	93,0	105,6	101,3	110,7
		2	1	1	3		132,8	144,5	243,2	145,7	112,5	96,8	81,2	78,2	165,8
		2	1	1	4		145,1	131,0	158,5	137,6	120,8	97,8	102,8	101,2	110,1
		2	1	2	1		609,4	430,6	612,0	599,3	390,4	128,2	158,9	146,1	126,7
		2	1	2	2		253,7	207,6	300,4	247,7	177,6	103,8	104,3	99,2	131,2
		2	1	2	3		129,0	127,8	173,8	147,8	102,3	96,0	79,8	79,0	119,6
		2	1	2	4		163,4	152,7	165,6	162,2	148,8	108,4	113,8	112,1	99,7
		2	2	1	1		417,0	356,1	377,4	515,0	345,5	134,2	174,3	165,3	105,4
		2	2	1	2		204,6	188,6	286,9	204,3	169,0	95,2	110,0	103,8	134,9
		2	2	1	3		176,3	160,5	222,1	169,0	138,7	91,5	98,2	93,4	132,0
		2	2	1	4		185,8	164,5	197,6	179,7	145,9	93,3	105,7	102,1	110,7
		2	2	2	1		583,1	405,2	516,6	596,4	386,9	123,0	174,2	161,1	101,4
		2	2	2	2		336,2	260,9	444,7	326,1	227,3	89,2	113,5	103,6	148,9
		2	2	2	3		199,0	178,4	245,0	186,9	157,3	89,7	104,8	99,0	133,0
		2	2	2	4		152,4	150,3	183,8	161,9	132,0	92,6	99,2	96,4	113,7
		3	1	1	1		151,6	117,6	125,4	119,7	128,1	78,4	115,4	106,2	105,0
		3	1	1	2		149,0	120,1	130,0	110,7	133,1	83,3	121,4	113,2	118,6
		3	1	1	3		170,9	127,3	149,0	119,1	135,7	72,5	117,1	107,2	127,0
		3	1	1	4		176,3	139,1	176,9	132,7	130,5	90,8	105,2	98,7	135,3
		3	1	2	1		190,2	131,0	128,8	128,3	155,3	87,4	137,5	124,7	101,2
		3	1	2	2		177,9	123,9	123,4	116,0	148,8	78,1	136,1	123,6	107,2
		3	1	2	3		217,0	144,0	155,7	125,3	169,1	78,9	142,2	128,1	123,4
		3	1	2	4		225,9	145,7	161,1	124,5	174,1	78,5	144,3	128,8	130,7
		3	2	1	1		132,0	109,6	114,8	113,9	124,2	69,5	117,1	106,5	103,4
		3	2	1	2		174,1	133,2	145,0	126,7	150,8	75,0	127,5	116,0	113,5
		3	2	1	3		158,3	125,6	137,7	114,7	140,9	74,3	126,0	115,8	119,8

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg							
	3	2	1				143,9	115,3	134,9	107,8	118,3	84,6	110,4	106,2	123,2							
	3	2	2				194,9	134,6	134,5	134,2	156,3	82,9	135,7	123,6	100,1							
	3	2	2				210,8	136,2	134,1	128,3	172,2	69,0	151,3	132,7	105,3							
	3	2	2				229,6	146,2	158,0	130,6	177,3	70,2	149,2	131,5	121,4							
	3	2	2				216,0	156,5	200,8	140,9	161,1	72,6	122,8	110,7	142,4							
45			GL	144		QME=	6409	2010,4	4782,4	4866,5	4466,7	449,9	2271,5	1471,4	817,2							
			N.O.	6		Prob =	0,2590	ns	ns	ns	ns	0,4136	0,1469	0,2003	0,2990							
							256,3	bc	195,2	b	202,9	c	160,0	c	286,4	b	101,1	245,0	211,8	117,1	c	
							186,2	de	145,1	cd	160,9	d	129,1	cd	185,2	c	83,6	159,8	141,2	124,3	bc	
							160,5	e	126,6	d	151,5	d	113,7	d	142,2	d	79,5	128,3	115,9	130,7	ab	
							162,8	e	127,0	d	150,7	d	117,9	d	134,1	d	81,9	118,4	110,7	123,1	bc	
							405,8	a	294,4	a	303,7	a	393,2	a	385,7	a	116,1	244,9	212,2	87,5	d	
							289,3	b	214,4	b	258,5	b	203,5	b	261,0	b	94,6	176,7	157,4	126,4	a-c	
							222,3	cd	164,1	c	201,1	c	146,0	cd	179,0	c	87,8	135,5	123,5	138,8	a	
							175,2	e	135,5	d	154,6	d	128,6	cd	142,9	d	80,6	120,3	113,4	120,8	bc	
48			GL	144		QME=	6409	1sd	2010,4	1sd	4782,4	1sd	4866,5	1sd	4466,7	1sd	449,9	2271,5	1471,4	817,2	1sd	
			N.O.	36		Prob =	0,0000	37,30	0,0000	20,89	0,0001	32,22	0,0000	32,50	0,0004	31,14	0,1303	ns	ns	0,0006	13,32	
							172,1	fg	152,6	ef	91,5	ij	85,1	ij	379,7		100,6	c-e	421,2	350,7	102,5	F-H
							194,3	f	142,4	ef	118,4	g-j	92,4	h-j	251,2		84,2	e-j	236,0	201,7	126,2	C-E
							151,5	fg	104,3	gh	102,7	h-j	78,6	ij	149,2		73,0	j	156,0	138,3	127,9	C-E
							113,0	g	85,4	h	83,8	j	72,6	j	111,6		73,7	j	126,5	119,3	112,1	E-G
							362,7	cd	255,6	c	162,6	e-g	184,4	c	584,6		110,7	bc	448,6	367,2	86,0	HI
							380,6	bc	264,5	c	248,5	c	174,3	c-f	421,1		106,9	cd	288,9	247,4	140,8	A-C
							290,5	e	190,6	d	212,9	c-e	131,0	c-i	247,7		93,9	c-g	186,2	163,8	159,9	A
							196,7	f	124,5	fg	142,3	g-i	93,4	h-j	153,8		54,6	k	137,5	124,9	136,5	BC
							435,8	b	310,3	b	393,3	b	272,6	b	335,2		126,2	b	183,7	167,4	147,5	AB
							194,1	f	168,7	de	239,9	c	182,4	cd	150,3		92,4	d-i	102,0	95,7	134,9	BC
							148,5	fg	147,2	ef	219,0	cd	145,6	c-h	122,1		93,9	c-g	88,7	84,2	150,6	AB
							167,6	fg	155,0	d-f	198,9	c-f	155,8	c-g	137,5		96,3	c-f	101,1	97,6	123,9	C-E
							681,3	a	503,9	a	620,7	a	869,2	a	434,9		155,0	a	163,4	156,2	72,9	I
							301,7	de	246,0	c	385,3	b	308,0	b	213,5		98,2	c-f	114,6	108,2	127,9	C-E
							170,1	fg	158,4	d-f	223,0	cd	179,0	c-e	133,2		93,1	d-h	93,3	90,6	124,5	C-E
							155,7	fg	144,2	ef	153,9	f-h	165,0	c-g	136,3		99,7	c-e	109,7	108,3	93,1	GH
							161,1	fg	122,6	fg	124,0	g-j	122,2	f-j	144,2		76,7	h-j	130,2	117,5	101,4	F-H
							170,3	fg	124,1	fg	124,6	g-j	112,6	g-j	153,9		74,1	j	141,4	126,2	111,8	E-G
							181,5	f	128,2	fg	132,6	g-j	116,9	g-j	155,4		71,6	jk	140,3	125,3	113,7	D-F
							207,9	f	140,5	ef	169,3	d-g	125,4	e-j	153,4		75,8	ij	127,5	115,3	133,1	BC
							173,3	fg	123,7	fg	127,8	g-j	125,9	e-j	137,8		82,4	f-j	122,7	113,0	103,5	F-H
							185,6	f	132,6	e-g	141,6	g-i	128,3	c-j	148,4		78,6	g-j	126,7	116,5	110,5	E-G
							206,5	f	143,3	ef	167,5	d-g	128,0	d-j	156,1		76,3	h-j	126,9	116,0	132,1	B-D
							173,1	fg	137,8	e-g	167,5	d-g	127,6	d-j	138,6		87,5	e-j	113,8	106,9	132,7	B-D
49			GL	144		QME=	6409	1sd	2010,4	1sd	4782,4	1sd	4866,5	1sd	4466,7	1sd	449,9	1sd	2271,5	1471,4	817,2	1sd
			N.O.	12		Prob =	0,0112	64,60	0,0000	36,18	0,0000	55,80	0,0000	56,29	0,1061	0,0137	17,11	ns	ns	0,0841	19,32	
							262,3		200,7		217,4		168,2		291,4		108,7		251,8	220,2	117,1	
							193,5		144,9		156,0		127,3		194,9		85,1		168,1	147,1	124,7	
							155,3		123,9		151,2		112,5		138,6		81,0		125,5	112,7	134,3	
							165,6		126,4		155,0		116,0		131,3		80,1		114,2	106,2	125,8	
							430,2		295,2		319,2		386,8		373,5		125,3		243,7	214,9	89,4	
							273,2		200,0		221,5		184,6		250,4		98,0		178,7	160,3	121,9	
							211,6		155,1		188,7		134,3		179,8		84,3		141,5	127,5	140,6	
							180,3		136,6		144,6		124,9		157,7		86,9		134,6	126,4	116,5	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
		2		1	1		250,3	189,6	188,5	151,7	281,3	93,6	238,2	203,5	117,1
		2		1	2		179,0	145,2	165,9	131,0	175,4	82,0	151,5	135,3	124,0
		2		1	3		165,7	129,2	151,7	114,9	145,9	78,1	131,1	119,1	127,1
		2		1	4		160,1	127,6	146,3	119,9	137,0	83,7	122,6	115,2	120,3
		2		2	1		381,3	293,7	288,1	399,6	398,0	106,8	246,1	209,4	85,6
		2		2	2		305,4	228,7	295,5	222,4	271,6	91,1	174,8	154,4	130,9
		2		2	3		233,1	173,1	213,6	157,7	178,2	91,2	129,4	119,5	137,0
		2		2	4		170,1	134,3	164,6	132,4	128,1	74,3	106,0	100,4	125,1
52			GL	144		QME=	6409	2010,4	4782,4	4866,5	4466,7	449,9	2271,5	1471,4	817,2
			N.O.	18		Prob =	ns	ns	ns	ns	0,2693	0,3364	0,2851	0,2591	ns
		1	1		1		168,8	148,9	82,3	83,4	385,2	113,3	449,1	382,4	95,6
		1	1		1	2	242,8	159,9	130,5	96,1	304,9	81,3	273,0	226,4	132,4
		1	1		1	3	167,8	109,9	108,4	79,8	164,7	70,6	168,8	145,2	136,2
		1	1		1	4	108,5	81,8	82,4	69,5	104,3	67,5	118,6	111,6	106,4
		1	1		2	1	332,9	223,1	139,3	161,3	518,4	117,6	438,8	371,1	83,6
		1	1		2	2	379,8	251,1	229,9	162,5	417,8	109,9	300,1	258,7	139,6
		1	1		2	3	283,1	183,8	189,7	122,8	271,0	81,1	212,1	182,9	152,9
		1	1		2	4	218,5	138,9	154,3	95,9	188,6	58,1	161,7	145,4	144,6
		1	2		1	1	175,4	156,4	100,7	86,8	374,3	88,0	393,3	319,0	109,4
		1	2		1	2	145,8	125,0	106,3	88,8	197,6	87,1	199,1	177,1	120,0
		1	2		1	3	135,2	98,7	97,1	77,4	133,7	75,5	143,1	131,4	119,6
		1	2		1	4	117,6	89,0	85,3	75,6	118,9	79,9	134,4	127,0	117,9
		1	2		2	1	392,4	288,1	185,8	207,5	650,7	103,9	458,4	363,4	88,4
		1	2		2	2	381,4	277,9	267,2	186,1	424,3	103,8	277,7	236,1	142,0
		1	2		2	3	297,9	197,5	236,1	139,3	224,3	106,7	160,4	144,8	166,9
		1	2		2	4	174,9	110,1	130,4	90,9	119,1	51,2	113,4	104,4	128,4
		2	1		1	1	457,6	330,6	445,5	300,3	346,9	129,5	178,1	161,6	152,3
		2	1		1	2	171,6	155,4	216,1	179,6	136,2	90,5	97,0	91,9	125,6
		2	1		1	3	119,2	132,6	207,6	133,8	102,4	95,9	77,1	74,9	155,2
		2	1		1	4	163,2	150,8	193,8	153,4	134,4	100,5	100,2	97,6	120,7
		2	1		2	1	776,5	536,6	688,7	872,0	460,9	175,7	167,5	159,3	81,8
		2	1		2	2	279,3	224,5	302,7	270,8	195,3	106,3	112,9	108,5	116,4
		2	1		2	3	142,6	139,7	209,3	159,6	112,4	96,9	83,9	82,3	130,1
		2	1		2	4	145,3	132,8	130,3	146,5	135,2	105,7	116,5	115,7	89,0
		2	2		1	1	414,0	290,0	341,2	245,0	323,4	122,9	189,3	173,2	142,7
		2	2		1	2	216,7	182,1	263,7	185,3	164,4	94,4	107,1	99,5	144,3
		2	2		1	3	177,8	161,9	230,4	157,4	141,9	91,9	100,3	93,6	146,0
		2	2		1	4	172,0	159,3	203,9	158,2	140,5	92,1	102,0	97,6	127,1
		2	2		2	1	586,1	471,3	552,7	866,5	408,9	134,3	159,2	153,2	64,1
		2	2		2	2	324,1	267,5	467,9	345,1	231,8	90,1	116,4	107,9	139,5
		2	2		2	3	197,6	177,1	236,7	198,5	154,1	89,3	102,7	98,9	118,9
		2	2		2	4	166,2	155,5	177,5	183,4	137,4	93,7	102,9	100,9	97,2
		3	1		1	1	160,5	122,7	124,5	120,9	142,2	83,2	128,2	116,5	103,4
		3	1		1	2	166,3	119,6	121,5	106,3	143,6	83,7	134,4	123,1	116,0
		3	1		1	3	178,8	129,3	137,6	123,8	148,7	76,4	130,7	118,1	111,7
		3	1		1	4	225,0	146,6	188,8	125,0	155,1	72,3	123,7	109,4	150,3
		3	1		2	1	181,3	125,9	129,7	127,1	141,2	82,6	124,7	114,5	102,8
		3	1		2	2	160,7	124,5	131,8	120,5	138,3	77,7	123,0	113,8	109,8
		3	1		2	3	209,0	142,0	167,1	120,6	156,1	74,9	128,6	117,2	138,8
		3	1		2	4	177,1	138,2	149,2	132,2	149,4	97,1	125,8	118,1	115,8
		3	2		1	1	161,6	122,5	123,4	123,4	146,3	70,1	132,2	118,5	99,3
		3	2		1	2	174,3	128,6	127,6	118,9	164,3	64,5	148,4	129,4	107,6
		3	2		1	3	184,1	127,1	127,7	110,0	162,1	66,8	150,0	132,5	115,8

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
	3	2		1	4		190,7	134,5	149,8	125,8	151,7	79,2	131,3	121,1	116,0
	3	2		2	1		165,3	121,6	125,9	124,7	134,3	82,3	120,6	111,6	104,2
	3	2		2	2		210,6	140,8	151,5	136,1	158,6	79,5	130,4	119,2	111,3
	3	2		2	3		203,9	144,7	167,9	135,3	156,1	77,8	125,2	114,8	125,4
	3	2		2	4		169,2	137,3	185,9	122,9	127,7	78,0	101,9	95,8	149,7
53			GL	144		QME=	6409	2010,4	4782,4	4866,5	4466,7	449,9	2271,5	1471,4	817,2
			N.O.	6		Prob =	ns	ns	ns	ns	0,2477	0,3403	ns	ns	0,1276
				1	1	1	240,0	194,4	190,6	151,2	290,3	98,9	239,0	204,3	118,3
				1	1	2	171,2	143,8	153,4	128,2	187,6	83,0	162,3	143,4	122,7
				1	1	3	156,3	129,0	156,1	115,1	145,3	79,5	130,4	117,4	134,0
				1	1	4	160,6	124,2	151,8	113,6	131,5	75,0	119,6	111,3	128,0
				1	2	1	394,3	292,9	280,6	382,6	398,9	127,2	257,6	222,9	88,2
				1	2	2	254,6	198,5	230,5	175,6	243,0	98,1	170,3	153,0	126,2
				1	2	3	214,4	158,0	203,5	137,5	169,1	88,1	129,8	118,3	147,7
				1	2	4	155,4	125,1	140,4	124,0	130,7	81,6	114,8	109,1	114,2
				2	1	1	272,6	196,0	215,3	168,7	282,4	103,4	251,0	219,3	115,9
				2	1	2	201,3	146,3	168,5	130,1	182,7	84,2	157,3	139,0	125,9
				2	1	3	164,7	124,1	146,9	112,4	139,2	79,6	126,3	114,4	127,5
				2	1	4	165,0	129,7	149,5	122,2	136,8	88,8	117,1	110,1	118,1
				2	2	1	417,2	295,9	326,7	403,7	372,6	104,9	232,1	201,4	86,7
				2	2	2	324,0	230,3	286,4	231,4	279,0	91,0	183,2	161,7	126,6
				2	2	3	230,3	170,2	198,8	154,5	188,9	87,4	141,2	128,7	129,9
				2	2	4	195,0	145,8	168,7	133,2	155,1	79,6	125,9	117,6	127,3
56			GL	144		QME=	6409	2010,4	4782,4	4866,5	4466,7	449,9	2271,5	1471,4	817,2
			N.O.	18		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,2981	0,2427	0,1475	0,3213
	1			1	1	1	203,7	165,0	100,2	92,9	397,4	100,5	401,5	326,4	108,9
	1			1	1	2	182,9	142,6	116,7	88,2	262,6	80,0	245,7	207,7	128,8
	1			1	1	3	149,9	105,5	101,8	75,7	158,5	72,6	167,2	146,0	133,4
	1			1	1	4	138,0	89,7	91,8	71,3	126,5	54,7	140,7	126,9	125,4
	1			1	2	1	374,0	277,2	173,9	187,1	654,8	118,9	494,8	402,5	89,7
	1			1	2	2	369,7	270,3	254,9	178,7	422,6	116,8	287,7	247,4	140,2
	1			1	2	3	324,1	197,5	225,0	133,6	256,8	95,0	190,9	166,5	167,3
	1			1	2	4	159,2	108,6	117,1	83,9	144,8	48,8	138,7	126,1	122,1
	1			2	1	1	140,5	140,2	82,9	77,3	362,1	100,8	440,8	375,0	96,1
	1			2	1	2	205,7	142,3	120,1	96,6	239,9	88,4	226,4	195,7	123,6
	1			2	1	3	153,1	103,1	103,7	81,5	140,0	73,5	144,8	130,6	122,4
	1			2	1	4	88,1	81,1	75,8	73,9	96,8	92,7	112,3	111,6	98,8
	1			2	2	1	351,3	234,1	151,3	181,8	514,3	102,6	402,3	332,0	82,3
	1			2	2	2	391,5	258,7	242,2	169,9	419,5	97,0	290,1	247,4	141,5
	1			2	2	3	257,0	183,7	200,8	128,5	238,5	92,7	181,5	161,2	152,6
	1			2	2	4	234,2	140,4	167,6	102,9	162,9	60,4	136,4	123,6	150,9
	2			1	1	1	385,6	304,7	353,5	239,1	345,8	126,9	198,8	181,1	149,1
	2			1	1	2	166,3	159,4	206,9	178,2	147,4	90,8	106,5	100,4	122,1
	2			1	1	3	150,4	153,3	233,6	145,6	129,0	92,8	92,1	86,7	161,0
	2			1	1	4	166,7	153,6	202,2	151,1	135,8	92,1	102,7	98,8	127,3
	2			1	2	1	656,1	488,0	546,0	848,9	417,1	184,4	162,2	159,0	63,6
	2			1	2	2	235,4	201,4	298,4	228,8	175,4	97,5	109,1	104,6	123,5
	2			1	2	3	158,7	151,8	231,7	169,1	122,2	95,6	87,2	84,9	136,7
	2			1	2	4	164,2	141,9	153,9	166,2	130,9	99,0	105,8	104,5	93,4
	2			2	1	1	486,0	315,9	433,2	306,2	324,6	125,5	168,6	153,7	145,8
	2			2	1	2	222,0	178,0	272,9	186,6	153,2	94,1	97,6	91,0	147,7
	2			2	1	3	146,6	141,2	204,4	145,7	115,3	95,1	85,3	81,8	140,2

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg	
	2		2	1	4		168,5	156,5	195,6	160,4	139,1	100,6	99,5	96,4	120,5	
	2		2	2	1		706,6	519,8	695,4	889,6	452,7	125,7	164,6	153,5	82,3	
	2		2	2	2		368,0	290,6	472,2	387,1	251,7	98,9	120,2	111,9	132,4	
	2		2	2	3		181,4	165,0	214,4	189,0	144,3	90,6	99,4	96,3	112,3	
	2		2	2	4		147,3	146,4	153,8	163,7	141,7	100,4	113,6	112,1	92,9	
	3		1	1	1		130,8	113,5	118,1	121,7	127,8	69,4	116,7	105,5	97,0	
	3		1	1	2		164,5	129,6	136,6	118,1	152,8	78,2	134,8	122,2	117,2	
	3		1	1	3		168,7	128,2	132,8	123,9	148,5	73,0	131,9	119,6	107,6	
	3		1	1	4		177,2	129,4	161,5	118,6	132,3	78,4	115,5	108,2	131,3	
	3		1	2	1		152,8	113,6	122,1	111,9	124,6	78,5	115,9	107,2	111,4	
	3		1	2	2		158,7	123,7	138,3	119,3	131,0	80,1	114,0	107,0	115,0	
	3		1	2	3		160,5	124,7	153,8	109,9	128,1	73,7	111,2	103,4	139,2	
	3		1	2	4		142,9	124,9	150,3	122,0	116,5	97,1	100,0	96,8	127,2	
	3		2	1	1		191,3	131,7	129,8	122,6	160,7	83,9	143,7	129,4	105,8	
	3		2	1	2		176,2	118,6	112,5	107,0	155,1	70,0	148,0	130,3	106,5	
	3		2	1	3		194,2	128,2	132,5	109,8	162,3	70,1	148,7	131,0	119,8	
	3		2	1	4		238,6	151,6	177,1	132,2	174,5	73,2	139,5	122,4	135,0	
	3		2	2	1		193,8	133,9	133,5	139,9	150,9	86,4	129,5	118,9	95,6	
	3		2	2	2		212,6	141,5	144,9	137,3	165,9	77,1	139,4	126,0	106,1	
	3		2	2	3		252,4	162,0	181,2	146,1	184,0	79,0	142,7	128,6	125,0	
	3		2	2	4		203,3	150,6	184,7	133,2	160,7	78,0	127,6	117,1	138,2	
57		GL	144		QME=	6409	2010,4	4782,4	4866,5	4466,7	449,9	2271,5	1471,4	817,2		
		N.O.	6		Prob =	0,3499	ns	ns	ns	ns	ns	0,2642	0,2368	ns		
	1		1	1	1		262,6	210,7	212,2	169,1	298,9	99,9	b-f	233,8	203,0	115,0
	1		1	1	2		172,7	143,8	145,1	130,9	198,2	83,8	d-j	170,6	149,6	115,4
	1		1	1	3		145,4	122,0	155,6	112,4	134,7	76,3	h-j	124,0	110,8	135,5
	1		1	1	4		158,8	123,9	161,3	114,0	125,6	72,3	j	111,5	103,2	130,4
	1		1	2	1		423,3	293,0	300,3	378,7	373,3	148,0	a	247,4	221,7	87,9
	1		1	2	2		230,9	183,2	198,3	160,7	231,7	93,6	c-h	173,5	155,7	122,2
	1		1	2	3		191,8	150,5	193,0	124,9	176,2	83,2	d-j	141,9	127,4	152,5
	1		1	2	4		158,4	126,6	135,1	121,9	142,1	89,3	c-j	125,7	119,7	106,5
	1		2	1	1		262,0	190,7	222,6	167,3	284,0	117,4	b	269,8	237,3	119,1
	1		2	1	2		214,3	146,1	167,0	123,7	191,5	86,5	d-j	165,7	144,6	133,9
	1		2	1	3		165,1	125,8	146,8	112,5	142,5	85,6	d-j	127,1	114,6	133,2
	1		2	1	4		172,3	128,8	148,7	117,9	137,0	87,9	c-j	116,8	109,2	121,2
	1		2	2	1		437,1	297,4	338,2	394,9	373,7	102,6	b-d	239,9	208,1	90,9
	1		2	2	2		315,5	216,8	244,6	208,5	269,2	102,3	b-e	183,8	164,9	121,7
	1		2	2	3		231,3	159,8	184,3	143,8	183,4	85,4	d-j	141,1	127,6	128,7
	1		2	2	4		202,1	146,7	154,0	127,9	173,3	84,5	d-j	143,6	133,1	126,5
	2		1	1	1		217,5	178,1	169,0	133,3	181,7	97,9	b-g	244,2	205,7	121,6
	2		1	1	2		169,7	143,9	161,7	125,5	177,0	82,2	f-j	154,1	137,3	130,0
	2		1	1	3		167,2	135,9	156,5	117,7	155,9	82,7	e-j	136,8	124,0	132,5
	2		1	1	4		162,4	124,5	142,3	113,3	137,5	77,8	h-j	127,7	119,5	125,7
	2		1	2	1		365,2	292,8	260,9	386,5	424,4	106,5	bc	267,8	224,0	88,6
	2		1	2	2		278,3	213,7	262,8	190,5	254,3	102,6	b-d	167,0	150,3	130,3
	2		1	2	3		237,0	165,5	213,9	150,1	161,9	93,0	c-i	117,6	109,1	142,9
	2		1	2	4		152,4	123,7	145,7	126,2	119,3	73,9	h-j	104,0	98,5	122,0
	2		2	1	1		283,2	201,2	207,9	170,1	280,9	89,4	c-j	232,3	201,4	112,6
	2		2	1	2		188,2	146,5	170,1	136,5	173,9	81,8	f-j	148,9	133,4	117,9
	2		2	1	3		164,2	122,5	146,9	112,2	135,9	73,5	ij	125,4	114,3	121,8
	2		2	1	4		157,8	130,6	150,4	126,4	136,6	89,7	c-j	117,4	111,0	115,0
	2		2	2	1		397,3	294,5	315,3	412,6	371,5	107,2	bc	224,3	194,8	82,5
	2		2	2	2		332,5	243,7	328,2	254,4	288,8	79,6	g-j	182,7	158,5	131,6

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg	
		2	2	2	3		229,2	180,7	213,2	165,3	194,4	89,5	c-j	141,2	129,8	131,2
		2	2	2	4		187,8	144,9	183,4	138,6	136,8	74,6	h-j	108,1	102,2	128,2
60			GL	144		QME=	6409	2010,4	4782,4	4866,5	4466,7	449,9	l-sd	2271,5	1471,4	817,2
			N.O.	9		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	0,0059	19,76	ns	ns	ns
	1	1	1	1	1		184,8	160,2	94,1	95,5	365,5	98,9		374,8	313,4	99,0
	1	1	1	1	2		217,1	162,8	127,2	98,8	322,1	76,2		282,6	233,6	119,9
	1	1	1	1	3		136,9	95,2	88,7	68,7	154,7	60,6		173,4	148,3	124,7
	1	1	1	1	4		131,4	84,5	84,5	73,6	116,7	50,7		130,2	117,9	104,1
	1	1	1	2	1		320,5	242,7	148,4	162,6	559,9	134,3		464,7	398,8	85,2
	1	1	1	2	2		301,6	233,5	206,3	149,2	394,0	103,2		295,9	253,3	134,1
	1	1	1	2	3		267,5	178,9	172,8	113,6	281,7	79,4		227,8	195,5	153,8
	1	1	1	2	4		177,7	126,9	134,2	93,4	184,0	56,9		165,3	150,9	115,7
	1	1	2	1	1		152,9	137,5	70,5	71,2	404,9	127,7		523,4	451,5	92,3
	1	1	2	1	2		268,4	156,9	133,8	93,3	287,7	86,3		263,3	219,1	144,8
	1	1	2	1	3		198,7	124,6	128,0	90,9	174,7	80,6		164,3	142,1	147,6
	1	1	2	1	4		85,5	79,0	80,2	65,4	92,0	84,3		106,9	105,2	108,6
	1	1	2	2	1		345,3	203,6	130,2	160,1	476,9	100,9		412,8	343,3	82,0
	1	1	2	2	2		457,9	268,7	253,5	175,9	441,6	116,6		304,3	264,0	145,1
	1	1	2	2	3		298,7	188,7	206,5	131,9	260,3	82,7		196,3	170,3	152,1
	1	1	2	2	4		259,2	150,9	174,4	98,3	193,2	59,2		158,1	139,9	173,5
	1	2	1	1	1		222,7	169,8	106,2	90,2	429,3	102,1		428,3	339,4	118,8
	1	2	1	1	2		148,6	122,3	106,1	77,6	203,0	83,7		208,8	181,9	137,7
	1	2	1	1	3		162,9	115,8	114,8	82,6	162,2	84,6		161,0	143,6	142,0
	1	2	1	1	4		144,5	94,9	99,1	68,9	136,2	58,7		151,1	135,9	146,7
	1	2	1	2	1		427,5	311,6	199,3	211,5	749,7	103,5		524,9	406,2	94,2
	1	2	1	2	2		437,7	307,1	303,4	208,3	451,3	130,3		279,5	241,4	146,3
	1	2	1	2	3		380,6	216,2	277,1	153,6	231,9	110,6		154,1	137,4	180,7
	1	2	1	2	4		140,6	90,4	99,9	74,4	105,6	40,7		112,0	101,3	128,5
	1	2	2	1	1		128,2	142,9	95,3	83,4	319,2	73,8		358,2	298,5	100,0
	1	2	2	1	2		143,1	127,6	106,4	99,9	192,1	90,5		189,4	172,2	102,3
	1	2	2	1	3		107,6	81,6	79,4	72,1	105,2	66,3		125,3	119,1	97,2
	1	2	2	1	4		90,6	83,1	71,5	82,3	101,5	101,1		117,7	118,0	89,1
	1	2	2	2	1		357,3	264,6	172,4	203,5	551,7	104,3		391,8	320,6	82,6
	1	2	2	2	2		325,1	248,7	230,9	164,0	397,3	77,4		275,9	230,8	137,8
	1	2	2	2	3		215,2	178,8	195,0	125,1	216,6	102,7		166,7	152,1	153,0
	1	2	2	2	4		209,2	129,9	160,8	107,5	132,5	61,6		114,8	107,4	128,2
	2	1	1	1	1		466,1	356,8	419,1	291,8	405,4	127,0		213,3	192,3	143,7
	2	1	1	1	2		151,7	152,5	183,7	192,1	139,2	89,8		103,6	99,0	102,1
	2	1	1	1	3		126,9	141,6	236,4	134,1	109,6	93,6		79,6	75,9	175,3
	2	1	1	1	4		138,4	137,5	189,5	140,9	119,2	93,6		96,6	94,2	125,0
	2	1	1	2	1		783,2	516,3	625,2	854,0	429,5	227,0		160,2	157,1	71,1
	2	1	1	2	2		242,6	191,9	253,2	213,2	168,4	96,2		107,5	103,5	119,3
	2	1	1	2	3		138,7	147,4	250,0	157,2	115,3	100,0		82,7	80,5	156,2
	2	1	1	2	4		151,7	124,5	127,5	134,3	122,4	101,9		109,0	108,1	95,1
	2	1	2	1	1		449,0	304,4	471,9	308,7	288,4	132,0		142,9	130,8	160,9
	2	1	2	1	2		191,4	158,2	248,5	167,0	133,2	91,2		90,4	84,8	149,0
	2	1	2	1	3		111,6	123,5	178,9	133,5	95,1	98,2		74,6	73,9	135,1
	2	1	2	1	4		188,0	164,2	198,2	165,8	149,7	107,3		103,7	101,0	116,4
	2	1	2	2	1		769,9	556,8	752,1	889,9	492,4	124,4		174,9	161,4	92,6
	2	1	2	2	2		316,0	257,0	352,2	328,4	222,1	116,3		118,3	113,6	113,4
	2	1	2	2	3		146,4	132,0	168,7	162,0	109,4	93,9		85,0	84,1	104,1
	2	1	2	2	4		138,8	141,1	133,1	158,7	148,0	109,4		123,9	123,2	82,9
	2	2	1	1	1		305,0	252,5	288,0	186,3	286,1	126,7		184,4	169,8	154,6

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
	2	2	1	1	2		180,9	166,3	230,1	164,3	155,7	91,8	109,4	101,8	142,1
	2	2	1	1	3		173,9	164,9	230,8	157,0	148,3	91,9	104,7	97,5	146,7
	2	2	1	1	4		195,0	169,6	214,8	161,2	152,5	90,5	108,8	103,4	129,7
	2	2	1	2	1		529,0	459,8	466,7	843,8	404,8	141,7	164,2	160,9	56,1
	2	2	1	2	2		228,3	210,8	343,7	244,3	182,3	98,7	110,6	105,7	127,7
	2	2	1	2	3		178,7	156,2	213,4	180,9	129,1	91,1	91,7	89,3	117,2
	2	2	1	2	4		176,6	159,3	180,4	198,2	139,4	96,2	102,5	100,8	91,6
	2	2	2	1	1		522,9	327,5	394,4	303,7	360,7	119,0	194,2	176,5	130,7
	2	2	2	1	2		252,5	197,8	297,3	206,2	173,2	96,9	104,7	97,1	146,4
	2	2	2	1	3		181,6	158,8	229,9	157,9	135,4	91,9	96,0	89,6	145,4
	2	2	2	1	4		149,0	148,9	193,0	155,1	128,5	93,8	95,3	91,7	124,5
	2	2	2	2	1		643,3	482,9	638,7	889,2	413,0	126,9	154,2	145,6	72,0
	2	2	2	2	2		420,0	324,1	592,1	445,9	281,4	81,5	122,2	110,2	151,3
	2	2	2	2	3		216,4	198,0	260,1	216,0	179,1	87,4	113,7	108,5	120,6
	2	2	2	2	4		155,9	151,7	174,6	168,6	135,4	91,3	103,2	101,0	102,8
	3	1	1	1	1		136,8	115,1	123,5	119,9	125,8	73,9	113,4	103,2	102,5
	3	1	1	1	2		149,4	116,0	124,4	101,7	133,5	85,2	125,5	116,2	124,1
	3	1	1	1	3		172,5	129,3	141,7	134,5	139,8	74,7	119,0	108,2	106,5
	3	1	1	1	4		206,7	149,8	209,9	127,5	140,9	72,5	107,7	97,4	162,0
	3	1	1	2	1		166,4	120,0	127,3	119,5	130,5	82,8	117,4	109,3	107,4
	3	1	1	2	2		148,6	124,2	135,5	119,6	132,6	81,3	117,2	110,3	113,1
	3	1	1	2	3		169,2	125,2	156,3	103,8	131,6	70,2	115,2	106,1	147,6
	3	1	1	2	4		145,8	128,4	143,8	137,9	120,0	109,1	102,6	100,0	108,6
	3	1	2	1	1		184,2	130,3	125,6	121,9	158,6	92,5	143,0	129,7	104,2
	3	1	2	1	2		183,2	123,2	118,6	110,8	153,6	82,1	143,4	129,9	108,0
	3	1	2	1	3		185,2	129,2	133,5	113,2	157,6	78,1	142,4	127,9	116,8
	3	1	2	1	4		243,4	143,3	167,6	122,5	169,3	72,1	139,7	121,4	138,5
	3	1	2	2	1		196,2	131,7	132,1	134,6	151,9	82,4	132,1	119,6	98,1
	3	1	2	2	2		172,7	124,7	128,1	121,3	143,9	74,1	128,8	117,3	106,5
	3	1	2	2	3		248,8	158,8	177,8	137,4	180,5	79,6	141,9	128,4	130,0
	3	1	2	2	4		208,3	148,0	154,5	126,5	178,8	85,0	148,9	136,1	122,9
	3	2	1	1	1		124,8	112,0	112,8	123,6	129,7	64,9	119,9	107,9	91,4
	3	2	1	1	2		179,5	143,1	148,7	134,5	172,2	71,1	144,2	128,1	110,2
	3	2	1	1	3		164,8	127,1	124,0	113,4	157,1	71,4	144,9	130,9	108,8
	3	2	1	1	4		147,7	109,0	113,0	109,6	123,7	84,2	123,3	119,0	100,6
	3	2	1	2	1		139,1	107,1	116,8	104,3	118,8	74,2	114,3	105,1	115,5
	3	2	1	2	2		168,8	123,2	141,2	118,9	129,4	78,9	110,9	103,8	116,8
	3	2	1	2	3		151,8	124,2	151,3	115,9	124,6	77,2	107,1	100,7	130,8
	3	2	1	2	4		140,0	121,5	156,8	106,0	112,9	85,0	97,4	93,5	145,8
	3	2	2	1	1		198,4	133,1	134,1	123,3	162,8	75,3	144,4	129,1	107,3
	3	2	2	1	2		169,2	114,0	106,5	103,3	156,5	57,8	152,6	130,7	105,0
	3	2	2	1	3		203,3	127,1	131,4	106,5	167,0	62,1	155,1	134,1	122,8
	3	2	2	1	4		233,7	159,9	186,7	142,0	179,7	74,2	139,2	123,3	131,4
	3	2	2	2	1		191,4	136,0	134,9	145,2	149,8	90,4	126,9	118,2	93,0
	3	2	2	2	2		252,4	158,3	161,7	153,2	187,8	80,1	150,0	134,6	105,7
	3	2	2	2	3		255,9	165,2	184,5	154,7	187,6	78,3	143,4	128,9	119,9
	3	2	2	2	4		198,3	153,2	214,9	139,8	142,6	70,9	106,3	98,1	153,5
61			GL	144		QME=	6409	2010,4	4782,4	4866,5	4466,7	449,9	2271,5	1471,4	817,2
			N.O.	3		Prob =	ns	0,4058	ns	ns	0,4252	0,3978	ns	ns	ns

k	Origem	NO	GL	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	QME	Prob	
				CE	TC	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg										
1	Factor A	120	2	199001	0,0000	12,7180	0,0001	0,9783	0,0037	0,09793	0,0018	4,9170	0,0000	0,00244	0,0941	10,7607	0,0000	12,4092	0,0000	2,3136	0,1085	
3	B(A)	40	6	1481	ns	0,2865	0,3026	0,1596	0,1279	0,00603	0,3658	0,0753	0,0736	0,00179	0,1319	0,7615	0,0017	1,0474	0,0024	4,9047	0,0162	
4	Factor C	180	1	2875	0,3032	0,1805	ns	0,5018	0,0273	0,00071	ns	0,1231	0,0523	0,00164	0,1716	2,0138	0,0006	2,3409	0,0013	8,8746	0,0120	
5	AC	60	2	507	ns	0,0675	ns	0,0185	ns	0,00422	ns	0,0393	0,2351	0,00050	ns	0,0371	ns	0,0585	ns	0,3358	ns	
-7	Error		6	2268		0,1842		0,0596		0,00450		0,0211		0,00068		0,0460		0,0724		0,7031		
8	Factor D	180	1	7896	0,1298	0,1446	ns	0,0045	ns	0,00189	ns	0,1598	0,0697	0,00002	ns	1,0988	0,0135	1,3442	0,0148	0,8670	0,1561	
9	AD	60	2	1047	ns	0,1061	ns	0,0502	0,3606	0,00010	ns	0,0159	ns	0,00056	ns	0,0293	ns	0,0244	ns	0,5890	0,2507	
12	CD	90	1	284	ns	0,0389	ns	0,0354	ns	0,00004	ns	0,0017	ns	0,00068	ns	0,0205	ns	0,0410	ns	1,7866	0,0506	
13	ACD	30	2	1449	ns	0,1161	ns	0,0527	0,3446	0,00197	ns	0,0147	ns	0,00016	ns	0,0894	ns	0,1021	ns	0,3712	ns	
-15	Error		12	2984		0,1664		0,0452		0,00199		0,0403		0,00069		0,1314		0,1664		0,3786		
16	Factor E	180	1	133149	0,0000	6,8313	0,0000	0,4830	0,0002	0,13278	0,0000	2,3448	0,0000	0,00059	0,0917	3,1362	0,0000	3,7691	0,0000	2,1923	0,0243	
17	AE	60	2	32898	0,0001	2,1320	0,0000	0,3129	0,0002	0,02793	0,0000	0,4925	0,0001	0,00119	0,0067	0,1069	0,2110	0,1060	0,2676	0,7657	0,1548	
20	CE	90	1	28	ns	0,0340	ns	0,0536	0,1497	0,00044	ns	0,0002	ns	0,00168	0,0068	0,0002	ns	0,0148	ns	1,1206	0,0985	
21	ACE	30	2	929	ns	0,0386	ns	0,0047	ns	0,00349	0,1372	0,0112	ns	0,00029	0,2458	0,1490	0,1203	0,1586	0,1463	0,0050	ns	
24	DE	90	1	195	ns	0,0205	ns	0,0092	ns	0,00012	ns	0,0021	ns	0,00013	ns	0,0225	ns	0,0317	ns	0,0051	ns	
25	ADE	30	2	1696	ns	0,1176	ns	0,0317	0,2884	0,00010	ns	0,0224	ns	0,00004	ns	0,0345	ns	0,0389	ns	0,3332	ns	
28	CDE	45	1	2278	0,3178	0,1564	0,2781	0,0114	ns	0,00067	ns	0,0666	0,1663	0,00002	ns	0,2848	0,0461	0,3582	0,0402	0,0451	ns	
29	ACDE	15	2	232	ns	0,0065	ns	0,0009	ns	0,00054	ns	0,0014	ns	0,00006	ns	0,0039	ns	0,0046	ns	0,1377	ns	
-31	Error		24	2189		0,1270		0,0242		0,00162		0,0327		0,00019		0,0643		0,0761		0,3793		
32	Factor F	72	4	110078	0,0000	5,4593	0,0000	2,2160	0,0000	0,06870	0,0000	0,6048	0,0000	0,07481	0,0000	0,5470	0,0000	0,6341	0,0000	41,8676	0,0000	
33	AF	24	8	9522	0,0000	0,4320	0,0000	0,2042	0,0000	0,00620	0,0000	0,0610	0,0000	0,00181	0,0000	0,5735	0,0000	0,7105	0,0000	1,3274	0,0000	
36	CF	36	4	12313	0,0000	0,7939	0,0000	0,4102	0,0000	0,00346	0,0012	0,0460	0,0000	0,00087	0,0005	0,0188	ns	0,0336	0,2270	6,2315	0,0000	
37	ACF	12	8	503	ns	0,0486	0,4071	0,0200	0,3607	0,00034	ns	0,0054	ns	0,00032	0,0596	0,0135	ns	0,0160	ns	0,2095	ns	
40	DF	36	4	245	ns	0,0240	ns	0,0029	ns	0,00141	0,1087	0,0102	0,2003	0,00005	ns	0,1003	0,0007	0,1279	0,0004	0,2371	ns	
41	ADF	12	8	1668	0,0100	0,1167	0,0134	0,0428	0,0191	0,00194	0,0094	0,0117	0,0951	0,00060	0,0006	0,0201	0,4309	0,0233	ns	0,1770	ns	
44	CDF	18	4	670	0,3841	0,0441	ns	0,0121	ns	0,00067	ns	0,0113	0,1583	0,00004	ns	0,0201	0,4030	0,0197	ns	0,4584	0,1162	
45	ACDF	6	8	296	ns	0,0378	ns	0,0209	0,3287	0,00049	ns	0,0027	ns	0,00015	ns	0,0138	ns	0,0154	ns	0,1564	ns	
48	EF	36	4	12093	0,0000	0,7931	0,0000	0,1614	0,0000	0,00348	0,0012	0,2535	0,0000	0,00019	0,3407	0,4884	0,0000	0,4746	0,0000	2,4244	0,0000	
49	AEF	12	8	1934	0,0032	0,1760	0,0004	0,0571	0,0023	0,00226	0,0028	0,0329	0,0000	0,00005	ns	0,0541	0,0075	0,0577	0,0154	0,1244	ns	
52	CEF	18	4	419	ns	0,0381	ns	0,0297	0,1656	0,00051	ns	0,0017	ns	0,00018	0,3674	0,0511	0,0398	0,0498	0,0809	0,2464	0,4042	
53	ACEF	6	8	326	ns	0,0199	ns	0,0073	ns	0,00012	ns	0,0046	ns	0,00015	ns	0,0185	ns	0,0218	ns	0,1539	ns	
56	DEF	18	4	631	ns	0,0454	ns	0,0121	ns	0,00037	ns	0,0086	0,2808	0,00007	ns	0,0088	ns	0,0089	ns	0,0179	ns	
57	ADEF	6	8	446	ns	0,0451	ns	0,0176	ns	0,00061	ns	0,0053	ns	0,00004	ns	0,0124	ns	0,0153	ns	0,0984	ns	
60	CDEF	9	4	374	ns	0,0403	ns	0,0187	0,3927	0,00144	0,1034	0,0030	ns	0,00004	ns	0,0344	0,1462	0,0390	0,1623	0,0303	ns	
61	ACDEF	3	8	282	ns	0,0231	ns	0,0019	ns	0,00078	0,3929	0,0075	0,3553	0,00020	0,3117	0,0175	ns	0,0211	ns	0,0308	ns	
-63	Error		190	640		0,0467		0,0181		0,00074		0,0068		0,00017		0,0199		0,0236		0,2443		
Profundid. (cm)				CV	22,1%	21,8%	48,1%	21,7%	15,4%	24,5%	11,5%	10,9%	23,4%									
1	0 - 10	k	- Parâmetro específico de instrução do MSTAT-C							CE - Condutividade elétrica (mScm ⁻¹)					CV - Coeficiente de variação							
2	10 - 20		Factores							TC - Total dos íons Ca, Mg, Na e K (mmol _c L ⁻¹)					Ca, Mg, Na e K - Catiões (mmol _c L ⁻¹)							
3	20 - 30		Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	SAR - "Sodium adsorption ratio"					Prob - Probabilidade:								
4	30 - 50		A	C	D	E	F	B	CROSS - "Cation Ratio Of Structural Satability"					Significativo ao nível de 5%								
5	50 - 70	Níveis	3	2	2	2	4	3	QME - Quadrado médio do erro					Significativo ao nível de 10%								

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE		SI		Ca		Mg		Na		K		SAR		CROSS		Ca/Mg		
		1					160,0	a	1,357	a	0,3815	a	0,1561	a	0,7621	a	0,0577	A	1,5686	a	1,7679	a	2,2742		
		2					102,4	b	0,881	b	0,2492	b	0,1182	b	0,4612	b	0,0520	AB	1,1163	b	1,2849	b	2,0234		
		3					81,3	c	0,735	c	0,2089	b	0,1002	b	0,3772	c	0,0488	B	1,0024	c	1,1587	c	2,0455		
1			GL	6		QME=	2268	lsd	0,184	lsd	0,0596	lsd	0,0045	lsd	0,0211	lsd	0,0007	lsd	0,0460	lsd	0,0724	lsd	0,7031	lsd	
			N.O.	120		Prob =	0,0000	15,045	0,000	0,136	0,0037	0,077	0,0018	0,021	0,0000	0,046	0,0941	0,007	0,0000	0,068	0,0000	0,085	0,1085		
		1				1	149,6		1,225		0,2954		0,1553		0,7169	B	0,0577		1,5604	b	1,7756	b	1,8283	cd	
		1				2	168,7		1,429		0,4769		0,1677		0,7318	B	0,0526		1,3713	c	1,5307	c	2,6321	a	
		1				3	161,8		1,418		0,3722		0,1453		0,8377	A	0,0629		1,7740	a	1,9974	a	2,3622	ab	
		2				1	102,4		0,883		0,2267		0,1146		0,4840	C	0,0575		1,2141	d	1,4047	cd	1,8551	cd	
		2				2	100,1		0,860		0,2731		0,1081		0,4270	CD	0,0517		1,0207	ef	1,1670	e-g	2,4448	ab	
		2				3	104,8		0,899		0,2480		0,1319		0,4725	C	0,0467		1,1142	de	1,2829	de	1,7704	d	
		3				1	77,9		0,651		0,1472		0,0873		0,3713	DE	0,0449		1,0983	de	1,2699	d-f	1,7561	d	
		3				2	85,0		0,829		0,2563		0,1137		0,3996	DE	0,0589		0,9702	f	1,1286	fg	2,2425	a-c	
		3				3	81,0		0,726		0,2233		0,0994		0,3606	E	0,0426		0,9387	f	1,0775	g	2,1380	b-d	
3			GL	6		QME=	2268	lsd	0,184	lsd	0,0596	lsd	0,0045	lsd	0,0211	lsd	0,0007	lsd	0,0460	lsd	0,0724	lsd	0,7031	lsd	
			N.O.	40		Prob =	ns		0,303		0,1279		0,3658		0,0736	0,063	0,1319		0,0017	0,117	0,0024	0,147	0,0162	0,459	
		1					117,4		1,013		0,3172	a	0,1262		0,5150	B	0,0550		1,1543	b	1,3232	b	2,2714	a	
		2					111,8		0,969		0,2426	b	0,1234		0,5520	A	0,0507		1,3039	a	1,4845	a	1,9574	b	
4			GL	6		QME=	2268	lsd	0,184	lsd	0,0596	lsd	0,0045	lsd	0,0211	lsd	0,0007	lsd	0,0460	lsd	0,0724	lsd	0,7031	lsd	
			N.O.	180		Prob =	0,3032		ns		0,0273	0,063	ns		0,0523	0,030	0,1716		0,0006	0,055	0,0013	0,069	0,0120	0,216	
		1	1				160,8		1,359		0,4271		0,1510		0,7231		0,0575		1,4735		1,6619		2,4854		
		1	2				159,3		1,356		0,3360		0,1613		0,8012		0,0579		1,6637		1,8740		2,0630		
		2	1				107,3		0,929		0,2927		0,1247		0,4560		0,0552		1,0516		1,2153		2,1777		
		2	2				97,6		0,833		0,2058		0,1117		0,4663		0,0488		1,1811		1,3544		1,8691		
		3	1				84,2		0,753		0,2319		0,1030		0,3659		0,0522		0,9379		1,0924		2,1510		
		3	2				78,5		0,717		0,1859		0,0973		0,3885		0,0454		1,0669		1,2250		1,9400		
5			GL	6		QME=	2268	lsd	0,184	lsd	0,0596	lsd	0,0045	lsd	0,0211	lsd	0,0007	lsd	0,0460	lsd	0,0724	lsd	0,7031	lsd	
			N.O.	60		Prob =	ns		ns		ns		ns		0,2351		ns		ns		ns		ns		
		1					109,9		0,971		0,2834		0,1225		0,5124	B	0,0526		1,1739	b	1,3427	b	2,1634		
		2					119,3		1,011		0,2764		0,1271		0,5546	A	0,0531		1,2844	a	1,4649	a	2,0653		
8			GL	12		QME=	2984	lsd	0,166	lsd	0,0452	lsd	0,0020	lsd	0,0403	lsd	0,0007	lsd	0,1314	lsd	0,1664	lsd	0,3786	lsd	
			N.O.	180		Prob =	0,1298		ns		ns		ns		0,0697	0,038	ns		0,0135	0,083	0,0148	0,094	0,1561		
		1	1				158,7		1,371		0,4079		0,1534		0,7541		0,0559		1,5311		1,7225		2,3944		
		1	2				161,3		1,344		0,3551		0,1589		0,7702		0,0595		1,6060		1,8133		2,1540		
		2	1				95,7		0,839		0,2362		0,1170		0,4312		0,0542		1,0547		1,2202		2,0035		
		2	2				109,2		0,923		0,2623		0,1194		0,4911		0,0497		1,1780		1,3496		2,0433		
		3	1				75,3		0,703		0,2061		0,0973		0,3520		0,0477		0,9358		1,0854		2,0924		
		3	2				87,4		0,767		0,2117		0,1031		0,4023		0,0499		1,0690		1,2319		1,9986		
9			GL	12		QME=	2984	lsd	0,166	lsd	0,0452	lsd	0,0020	lsd	0,0403	lsd	0,0007	lsd	0,1314	lsd	0,1664	lsd	0,3786	lsd	
			N.O.	60		Prob =	ns		ns		0,3606		ns		ns		ns		ns		ns		0,2507		
		1	1				113,6		1,004		0,3307		0,1236		0,4961		0,0534		1,0915		1,2514		2,3909	A	
		1	2				121,2		1,023		0,3038		0,1288		0,5339		0,0566		1,2171		1,3950		2,1519	B	
		2	1				106,2		0,938		0,2362		0,1215		0,5288		0,0519		1,2562		1,4340		1,9360	C	
		2	2				117,3		0,999		0,2489		0,1254		0,5752		0,0496		1,3516		1,5349		1,9787	C	
12			GL	12		QME=	2984	lsd	0,166	lsd	0,0452	lsd	0,0020	lsd	0,0403	lsd	0,0007	lsd	0,1314	lsd	0,1664	lsd	0,3786	lsd	
			N.O.	90		Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		0,0506	0,163	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	SI	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg								
	1	1	1				163,2	1,415	0,4874	0,1526	0,7212	0,0536	1,4117	1,5867	2,7280								
	1	1	2				158,4	1,302	0,3667	0,1494	0,7249	0,0614	1,5352	1,7371	2,2428								
	1	2	1				154,2	1,328	0,3284	0,1542	0,7869	0,0583	1,6505	1,8584	2,0608								
	1	2	2				164,3	1,385	0,3435	0,1683	0,8155	0,0576	1,6768	1,8896	2,0652								
	2	1	1				102,5	0,895	0,2799	0,1211	0,4367	0,0574	1,0139	1,1735	2,2350								
	2	1	2				112,1	0,962	0,3054	0,1283	0,4754	0,0530	1,0893	1,2571	2,1204								
	2	2	1				88,9	0,782	0,1925	0,1129	0,4257	0,0510	1,0955	1,2669	1,7721								
	2	2	2				106,2	0,883	0,2191	0,1106	0,5068	0,0465	1,2667	1,4420	1,9662								
	3	1	1				75,2	0,702	0,2247	0,0972	0,3303	0,0492	0,8490	0,9940	2,2097								
	3	1	2				93,2	0,805	0,2392	0,1089	0,4014	0,0552	1,0268	1,1907	2,0924								
	3	2	1				75,5	0,705	0,1876	0,0973	0,3737	0,0463	1,0226	1,1768	1,9751								
	3	2	2				81,5	0,729	0,1842	0,0973	0,4032	0,0446	1,1113	1,2731	1,9049								
13		GL	12		QME=	2984	0,166	0,0452	0,0020	0,0403	0,0007	0,1314	0,1664	0,3786									
		N.O.	30		Prob =	ns	ns	0,3446	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns								
				1		95,4	b	0,853	b	0,2433	b	0,1056	b	1,1358	b	1,3015	b	2,1924	a				
				2		133,8	a	1,129	a	0,3165	a	0,1440	a	0,6142	a	0,0541	A	1,3224	a	1,5061	a	2,0363	b
16		GL	24		QME=	2189	lsd	0,127	lsd	0,0242	lsd	0,0016	lsd	0,0327	lsd	0,0002	lsd	0,0643	lsd	0,0761	lsd	0,3793	lsd
		N.O.	180		Prob =	0,0000	10,178	0,000	0,078	0,0002	0,034	0,0000	0,009	0,0000	0,039	0,0917	0,002	0,0000	0,055	0,0000	0,060	0,0243	0,134
	1		1			122,3	b	1,070	b	0,2875	b	0,1195	bc	0,6103	b	0,0528	b	1,4481		1,6379		2,2766	
	1		2			197,7	a	1,645	a	0,4756	a	0,1927	a	0,9140	a	0,0626	a	1,6891		1,8979		2,2718	
	2		1			88,1	c	0,786	c	0,2298	b-d	0,1052	cd	0,3984	d	0,0530	b	1,0182		1,1788		2,0935	
	2		2			116,8	b	0,975	b	0,2687	bc	0,1312	b	0,5239	c	0,0510	b	1,2145		1,3910		1,9533	
	3		1			75,7	c	0,703	c	0,2126	cd	0,0921	d	0,3496	d	0,0489	b	0,9410		1,0878		2,2071	
	3		2			87,0	c	0,767	c	0,2053	d	0,1082	c	0,4047	d	0,0487	b	1,0638		1,2296		1,8840	
17		GL	24		QME=	2189	lsd	0,127	lsd	0,0242	lsd	0,0016	lsd	0,0327	lsd	0,0002	lsd	0,0643		0,0761		0,3793	
		N.O.	60		Prob =	0,0001	17,629	0,000	0,134	0,0002	0,059	0,0000	0,015	0,0001	0,068	0,0067	0,005	0,2110		0,2676		0,1548	
	1		1			97,9		0,866		0,2684		0,1081		0,4335		0,0559	a	1,0618		1,2273		2,2936	A
	1		2			136,9		1,161		0,3661		0,1443		0,5965		0,0541	a	1,2468		1,4191		2,2491	A
	2		1			92,8		0,841		0,2181		0,1031		0,4721		0,0473	b	1,2097		1,3757		2,0912	B
	2		2			130,7		1,097		0,2670		0,1437		0,6319		0,0542	a	1,3981		1,5932		1,8235	C
20		GL	24		QME=	2189		0,127		0,0242		0,0016		0,0327		0,0002	lsd	0,0643		0,0761		0,3793	lsd
		N.O.	90		Prob =	ns		ns		0,1497		ns		ns		0,0068	0,004	ns		ns		0,0985	0,157
	1	1	1			124,8		1,066		0,3226		0,1208		0,5665		0,0565		1,3150		1,4979		2,4332	
	1	1	2			196,8		1,651		0,5315		0,1812		0,8796		0,0585		1,6319		1,8258		2,5376	
	1	2	1			119,9		1,074		0,2523		0,1182		0,6541		0,0492		1,5811		1,7780		2,1200	
	1	2	2			198,6		1,639		0,4196		0,2043		0,9484		0,0667		1,7462		1,9700		2,0059	
	2	1	1			93,9		0,840		0,2662		0,1129		0,4035		0,0570		0,9843		1,1457		2,1978	
	2	1	2			120,7		1,017		0,3192		0,1364		0,5086		0,0534		1,1188		1,2849		2,1576	
	2	2	1			82,3		0,733		0,1934		0,0975		0,3933		0,0489		1,0521		1,2119		1,9893	
	2	2	2			112,9		0,932		0,2183		0,1259		0,5392		0,0486		1,3101		1,4970		1,7490	
	3	1	1			75,0		0,692		0,2164		0,0906		0,3304		0,0541		0,8860		1,0383		2,2499	
	3	1	2			93,3		0,814		0,2475		0,1154		0,4013		0,0503		0,9897		1,1465		2,0522	
	3	2	1			76,3		0,715		0,2087		0,0936		0,3688		0,0437		0,9960		1,1373		2,1643	
	3	2	2			80,7		0,719		0,1631		0,1010		0,4081		0,0472		1,1379		1,3126		1,7157	
21		GL	24		QME=	2189		0,127		0,0242		0,0016		0,0327		0,0002		0,0643		0,0761		0,3793	
		N.O.	30		Prob =	ns		ns		ns		0,1372		ns		0,2458		0,1203		0,1463		ns	
				1	1	89,9		0,826		0,2418		0,1039		0,4293		0,0507		1,0726		1,2310		2,2453	
				1	2	129,9		1,116		0,3251		0,1412		0,5955		0,0545		1,2751		1,4544		2,0816	
				2	1	100,8		0,881		0,2448		0,1073		0,4763		0,0524		1,1989		1,3720		2,1396	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	SI	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg		
			2	2			137,8	1,141	0,3079	0,1469	0,6328	0,0537	1,3698	1,5579	1,9910		
24			GL	24		QME=	2189	0,127	0,0242	0,0016	0,0327	0,0002	0,0643	0,0761	0,3793		
			N.O.	90		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
			1	1	1		116,1	1,040	0,2903	0,1163	0,5841	0,0499	1,3832	1,5624	2,3580		
			1	1	2		201,3	1,702	0,5256	0,1904	0,9241	0,0619	1,6791	1,8827	2,4307		
			1	2	1		128,6	1,100	0,2847	0,1227	0,6365	0,0558	1,5130	1,7135	2,1952		
			1	2	2		194,1	1,588	0,4256	0,1950	0,9039	0,0633	1,6990	1,9131	2,1128		
			2	1	1		81,8	0,752	0,2185	0,1052	0,3734	0,0544	0,9583	1,1150	2,0610		
			2	1	2		109,6	0,925	0,2539	0,1287	0,4890	0,0540	1,1511	1,3254	1,9460		
			2	2	1		94,4	0,821	0,2410	0,1052	0,4235	0,0515	1,0781	1,2426	2,1260		
			2	2	2		123,9	1,024	0,2836	0,1336	0,5588	0,0480	1,2779	1,4565	1,9605		
			3	1	1		72,0	0,685	0,2165	0,0902	0,3304	0,0479	0,8764	1,0157	2,3167		
			3	1	2		78,7	0,721	0,1958	0,1043	0,3736	0,0476	0,9951	1,1552	1,8681		
			3	2	1		79,4	0,721	0,2087	0,0940	0,3688	0,0499	1,0056	1,1599	2,0975		
			3	2	2		95,3	0,812	0,2147	0,1121	0,4359	0,0499	1,1325	1,3039	1,8998		
25			GL	24		QME=	2189	0,127	0,0242	0,0016	0,0327	0,0002	0,0643	0,0761	0,3793		
			N.O.	30		Prob =	ns	ns	0,2884	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
			1	1	1		90,9	0,828	0,2712	0,1047	0,3986	0,0534	0,9630	e	1,1146	d	2,4281
			1	1	2		136,4	1,180	0,3902	0,1425	0,5936	0,0534	1,2201	b-d	1,3882	c	2,3537
			1	2	1		105,0	0,904	0,2656	0,1115	0,4684	0,0583	1,1606	d	1,3400	c	2,1591
			1	2	2		137,5	1,142	0,3419	0,1462	0,5994	0,0548	1,2736	bc	1,4499	bc	2,1446
			2	1	1		89,0	0,823	0,2123	0,1031	0,4600	0,0480	1,1823	cd	1,3474	c	2,0624
			2	1	2		123,4	1,053	0,2600	0,1398	0,5975	0,0557	1,3301	b	1,5206	b	1,8096
			2	2	1		96,6	0,858	0,2239	0,1031	0,4841	0,0465	1,2372	b-d	1,4040	bc	2,1200
			2	2	2		138,1	1,140	0,2740	0,1476	0,6663	0,0526	1,4660	a	1,6658	a	1,8375
28			GL	24		QME=	2189	0,127	0,0242	0,0016	0,0327	0,0002	0,0643	lsd	0,0761	lsd	0,3793
			N.O.	45		Prob =	0,3178	0,278	ns	ns	0,1663	ns	0,0461	0,110	0,0402	0,120	ns
			1	1	1	1	120,7	1,055	0,3532	0,1183	0,5333	0,0504	1,1982		1,3583		2,6863
			1	1	1	2	205,7	1,775	0,6217	0,1869	0,9091	0,0567	1,6253		1,8151		2,7697
			1	1	2	1	128,8	1,078	0,2920	0,1234	0,5997	0,0625	1,4319		1,6375		2,1801
			1	1	2	2	187,9	1,527	0,4414	0,1754	0,8501	0,0603	1,6386		1,8366		2,3055
			1	2	1	1	111,5	1,026	0,2273	0,1144	0,6348	0,0494	1,5681		1,7665		2,0298
			1	2	1	2	197,0	1,630	0,4295	0,1939	0,9391	0,0671	1,7329		1,9503		2,0917
			1	2	2	1	128,3	1,122	0,2773	0,1221	0,6734	0,0490	1,5941		1,7895		2,2102
			1	2	2	2	200,2	1,648	0,4097	0,2146	0,9577	0,0662	1,7595		1,9897		1,9201
			2	1	1	1	85,5	0,787	0,2472	0,1097	0,3719	0,0584	0,9143		1,0689		2,2267
			2	1	1	2	119,6	1,003	0,3127	0,1324	0,5014	0,0565	1,1135		1,2782		2,2432
			2	1	2	1	102,4	0,892	0,2851	0,1161	0,4351	0,0556	1,0544		1,2225		2,1688
			2	1	2	2	121,8	1,032	0,3257	0,1404	0,5157	0,0504	1,1242		1,2917		2,0719
			2	2	1	1	78,1	0,716	0,1899	0,1007	0,3749	0,0505	1,0023		1,1611		1,8953
			2	2	1	2	99,7	0,848	0,1951	0,1251	0,4765	0,0516	1,1887		1,3727		1,6489
			2	2	2	1	86,4	0,751	0,1969	0,0943	0,4118	0,0473	1,1019		1,2627		2,0833
			2	2	2	2	126,1	1,016	0,2414	0,1268	0,6019	0,0457	1,4315		1,6214		1,8491
			3	1	1	1	66,4	0,641	0,2131	0,0862	0,2904	0,0515	0,7765		0,9166		2,3713
			3	1	1	2	83,9	0,762	0,2363	0,1081	0,3703	0,0469	0,9215		1,0715		2,0481
			3	1	2	1	83,6	0,742	0,2197	0,0950	0,3705	0,0567	0,9956		1,1599		2,1285
			3	1	2	2	102,7	0,867	0,2587	0,1227	0,4324	0,0538	1,0580		1,2215		2,0563
			3	2	1	1	77,5	0,729	0,2198	0,0942	0,3705	0,0443	0,9764		1,1148		2,2621
			3	2	1	2	73,5	0,681	0,1554	0,1005	0,3769	0,0483	1,0688		1,2389		1,6881
			3	2	2	1	75,1	0,701	0,1976	0,0930	0,3671	0,0431	1,0157		1,1598		2,0665
			3	2	2	2	87,9	0,757	0,1707	0,1015	0,4393	0,0460	1,2069		1,3863		1,7433

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE		SI		Ca		Mg		Na		K		SAR		CROSS		Ca/Mg		
29			GL	24		QME=	2189		0,127		0,0242		0,0016		0,0327		0,0002		0,0643		0,0761		0,3793		
			N.O.	15		Prob =	ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		
							1	104,1	c	0,937	b	0,2120	c	0,1510	b	0,4647	c	0,1090	a	1,1158	b	1,3850	b	1,4556	d
							2	83,7	d	0,785	c	0,1614	d	0,1038	cd	0,4703	c	0,0494	b	1,2738	a	1,4712	a	1,6162	d
							3	88,0	d	0,796	c	0,1725	cd	0,0949	d	0,4873	c	0,0409	c	1,2980	a	1,4720	a	1,8184	c
							4	116,8	b	0,978	b	0,2689	b	0,1100	c	0,5639	b	0,0358	d	1,3024	a	1,4427	a	2,3404	b
							5	180,5	a	1,460	a	0,5846	a	0,1645	a	0,6812	a	0,0292	e	1,1555	b	1,2483	c	3,3412	a
32			GL	190		QME=	640	lsd	0,047	lsd	0,0181	lsd	0,0007	lsd	0,0068	lsd	0,0002	lsd	0,0199	lsd	0,0236	lsd	0,2443	lsd	
			N.O.	72		Prob =	0,0000	8,316	0,000	0,071	0,0000	0,044	0,0000	0,009	0,0000	0,027	0,0000	0,004	0,0000	0,046	0,0000	0,050	0,0000	0,162	
							1	119,5	d	1,096	d	0,1910	d-h	0,1555	b	0,6526	d	0,0966	b	1,5854	b	1,8951	a	1,2941	f
							1	122,0	d	1,096	d	0,2037	d-g	0,1310	cd	0,7003	c	0,0610	c	1,7157	a	1,9614	a	1,6009	e
							1	143,8	c	1,224	c	0,2628	d	0,1275	d	0,7810	b	0,0524	d	1,7745	a	1,9801	a	2,0471	d
							1	180,8	b	1,465	b	0,4464	c	0,1538	b	0,8211	ab	0,0438	e	1,5266	b	1,6676	b	2,8368	c
							1	234,0	a	1,907	a	0,8038	a	0,2129	a	0,8557	a	0,0348	fg	1,2406	cd	1,3355	d	3,5920	a
							2	99,5	e	0,872	e	0,2146	d-f	0,1519	b	0,3903	f	0,1156	a	0,9255	i	1,1795	fg	1,4876	ef
							2	68,3	fg	0,668	f	0,1457	f-h	0,0977	e	0,3810	f	0,0440	e	1,0983	ef	1,2778	de	1,5517	ef
							2	64,0	fg	0,619	fg	0,1326	gh	0,0852	ef	0,3646	fg	0,0371	ef	1,1058	ef	1,2732	de	1,6745	e
							2	98,0	e	0,820	e	0,1945	d-h	0,0967	e	0,4947	e	0,0341	fg	1,2915	c	1,4411	c	2,0570	d
							2	182,5	b	1,423	b	0,5588	b	0,1595	b	0,6752	cd	0,0291	gh	1,1605	de	1,2528	d-f	3,3462	ab
							3	93,2	e	0,842	e	0,2305	de	0,1455	bc	0,3510	f-h	0,1147	a	0,8365	j	1,0803	h	1,5850	e
							3	60,8	fg	0,590	fg	0,1350	gh	0,0827	ef	0,3297	gh	0,0430	e	1,0074	h	1,1744	fg	1,6960	e
							3	56,2	g	0,544	g	0,1222	h	0,0719	f	0,3164	h	0,0331	fg	1,0138	gh	1,1626	gh	1,7338	e
							3	71,5	f	0,651	fg	0,1658	e-h	0,0796	f	0,3759	fg	0,0295	gh	1,0891	e-g	1,2194	e-g	2,1275	d
							3	124,9	d	1,049	d	0,3912	c	0,1211	d	0,5128	e	0,0238	h	1,0653	f-h	1,1568	gh	3,0854	bc
33			GL	190		QME=	640	lsd	0,047	lsd	0,0181	lsd	0,0007	lsd	0,0068	lsd	0,0002	lsd	0,0199	lsd	0,0236	lsd	0,2443	lsd	
			N.O.	24		Prob =	0,0000	14,403	0,000	0,123	0,0000	0,077	0,0000	0,015	0,0000	0,047	0,0000	0,007	0,0000	0,080	0,0000	0,087	0,0000	0,281	
							1	100,8	de	0,907	cd	0,2182	c-e	0,1484	b	0,4240	h	0,1164	a	1,0237		1,2900		1,4863	f
							1	79,2	f	0,757	e	0,1586	e	0,1024	cd	0,4425	gh	0,0532	c	1,2157		1,4159		1,5864	ef
							1	85,1	f	0,770	e	0,1743	e	0,0921	d	0,4624	fg	0,0412	de	1,2340		1,4020		1,8696	d
							1	115,4	c	0,964	c	0,2784	c	0,1100	c	0,5397	d	0,0356	ef	1,2348		1,3696		2,3937	c
							1	206,6	a	1,669	a	0,7567	a	0,1781	a	0,7063	a	0,0284	g	1,0634		1,1385		4,0210	a
							2	107,4	cd	0,966	c	0,2059	de	0,1535	b	0,5053	de	0,1015	b	1,2079		1,4799		1,4249	f
							2	88,2	f	0,813	de	0,1643	e	0,1051	c	0,4982	ef	0,0455	d	1,3320		1,5265		1,6460	d-f
							2	90,9	ef	0,821	de	0,1708	e	0,0976	cd	0,5123	de	0,0406	de	1,3620		1,5419		1,7673	de
							2	118,1	c	0,993	c	0,2594	cd	0,1101	c	0,5880	c	0,0359	ef	1,3701		1,5158		2,2872	c
							2	154,3	b	1,250	b	0,4125	b	0,1508	b	0,6561	b	0,0301	fg	1,2476		1,3581		2,6614	b
36			GL	190		QME=	640	lsd	0,047	lsd	0,0181	lsd	0,0007	lsd	0,0068	lsd	0,0002	lsd	0,0199	lsd	0,0236	lsd	0,2443	lsd	
			N.O.	36		Prob =	0,0000	11,760	0,000	0,101	0,0000	0,063	0,0012	0,013	0,0000	0,038	0,0005	0,006	ns		0,2270		0,0000	0,230	
							1	110,9		0,998		0,1843		0,1411		0,5773		0,0948	C	1,4549		1,7457		1,3393	
							1	110,0		1,009		0,1854		0,1202		0,6397		0,0637	D	1,6474		1,8957		1,5526	
							1	139,3		1,168		0,2634		0,1210		0,7320		0,0518	E-G	1,6702		1,8652		2,1058	
							1	181,2		1,460		0,4728		0,1475		0,7969		0,0431	G-J	1,4657		1,5974		3,0848	
							1	262,4		2,158		1,0294		0,2252		0,8693		0,0341	K-O	1,1292		1,2053		4,3446	
							1	128,1		1,194		0,1977		0,1699		0,7279		0,0984	BC	1,7158		2,0444		1,2488	
							1	133,9		1,183		0,2219		0,1418		0,7609		0,0583	DE	1,7841		2,0271		1,6493	
							1	148,2		1,279		0,2622		0,1340		0,8301		0,0529	EF	1,8788		2,0951		1,9884	
							1	180,4		1,470		0,4201		0,1600		0,8453		0,0445	F-I	1,5876		1,7377		2,5889	
							1	205,6		1,656		0,5781		0,2006		0,8420		0,0355	J-N	1,3520		1,4656		2,8394	
							2	99,4		0,884		0,2327		0,1580		0,3682		0,1257	A	0,8491		1,1028		1,5195	
							2	68,6		0,690		0,1567		0,1028		0,3835		0,0475	F-H	1,0707		1,2505		1,5736	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	SI	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg					
	3		1		1		83,1 j-l	0,762 i-k	0,2002 d-g	0,1370 e-g	0,3172 N-P	0,1074 b	0,7763	1,0112	1,5300					
	3		1		2		52,3 no	0,545 l	0,1344 fg	0,0797 k-m	0,2879 P	0,0429 g-j	0,8892	1,0447	1,7807					
	3		1		3		51,3 o	0,510 l	0,1206 g	0,0690 m	0,2888 OP	0,0317 k-n	0,9362	1,0749	1,7710					
	3		1		4		70,1 l-o	0,655 kl	0,1742 d-g	0,0813 j-m	0,3683 L-N	0,0310 k-n	1,0433	1,1703	2,1979					
	3		1		5		119,9 f-h	1,044 e-g	0,4014 c	0,1193 g-i	0,4978 HI	0,0256 mn	1,0340	1,1262	3,1825					
	3		2		1		103,3 h-j	0,922 f-i	0,2609 de	0,1541 c-e	0,3849 K-M	0,1221 a	0,8968	1,1493	1,6401					
	3		2		2		69,4 l-o	0,636 kl	0,1355 fg	0,0857 j-m	0,3716 L-N	0,0432 g-j	1,1257	1,3041	1,6112					
	3		2		3		61,2 m-o	0,577 l	0,1238 g	0,0748 lm	0,3440 M-O	0,0344 h-m	1,0913	1,2503	1,6965					
	3		2		4		73,0 k-m	0,646 kl	0,1573 e-g	0,0779 k-m	0,3834 K-M	0,0279 l-n	1,1348	1,2685	2,0571					
	3		2		5		129,9 fg	1,053 ef	0,3809 c	0,1228 f-h	0,5278 H	0,0220 n	1,0966	1,1873	2,9883					
41			GL 190		QME=	640	lsd	0,047	lsd	0,0181	lsd	0,0007	lsd	0,0068	lsd	0,0002	lsd	0,0199	0,0236	0,2443
			N.O. 12		Prob =	0,0100	20,369	0,013	0,174	0,0191	0,108	0,0094	0,022	0,0951	0,056	0,0006	0,010	0,4309	ns	ns
			1 1		1		94,5	0,860	0,2138	0,1448	0,3883	0,1129	0,9347	1,1863	1,5121					
			1 1		2		73,7	0,740	0,1632	0,1048	0,4194	0,0523	1,1201	1,3086	1,6033					
			1 1		3		80,8	0,744	0,1772	0,0914	0,4353	0,0402	1,1565	1,3160	1,9083					
			1 1		4		119,1	1,010	0,3164	0,1121	0,5468	0,0343	1,2018	1,3288	2,5852					
			1 1		5		200,2	1,665	0,7827	0,1649	0,6905	0,0272	1,0445	1,1174	4,3456					
			1 2		1		107,1	0,954	0,2226	0,1521	0,4597	0,1200	1,1127	1,3937	1,4604					
			1 2		2		84,8	0,774	0,1539	0,1001	0,4657	0,0541	1,3113	1,5231	1,5694					
			1 2		3		89,5	0,796	0,1714	0,0929	0,4894	0,0421	1,3116	1,4880	1,8308					
			1 2		4		111,7	0,918	0,2404	0,1079	0,5327	0,0370	1,2677	1,4103	2,2021					
			1 2		5		213,0	1,674	0,7306	0,1913	0,7222	0,0296	1,0822	1,1596	3,6965					
			2 1		1		100,9	0,915	0,1993	0,1545	0,4590	0,1025	1,0970	1,3591	1,3814					
			2 1		2		86,8	0,821	0,1728	0,1088	0,4914	0,0480	1,2739	1,4644	1,6633					
			2 1		3		86,1	0,796	0,1677	0,0942	0,4937	0,0407	1,3289	1,5048	1,7763					
			2 1		4		109,7	0,935	0,2431	0,1044	0,5497	0,0379	1,3162	1,4626	2,2531					
			2 1		5		147,4	1,224	0,3981	0,1454	0,6499	0,0302	1,2649	1,3792	2,6057					
			2 2		1		113,8	1,017	0,2124	0,1526	0,5516	0,1006	1,3188	1,6007	1,4683					
			2 2		2		89,5	0,805	0,1558	0,1014	0,5049	0,0430	1,3900	1,5887	1,6287					
			2 2		3		95,6	0,846	0,1738	0,1010	0,5309	0,0404	1,3951	1,5791	1,7583					
			2 2		4		126,6	1,052	0,2757	0,1157	0,6263	0,0339	1,4239	1,5690	2,3213					
			2 2		5		161,3	1,275	0,4269	0,1562	0,6622	0,0299	1,2302	1,3371	2,7170					
44			GL 190		QME=	640		0,047		0,0181		0,0007		0,0068		0,0002		0,0199	0,0236	0,2443
			N.O. 18		Prob =	0,3841		ns		ns		ns		0,1583		ns		0,4030	ns	0,1162
			1 1		1		104,2	0,950	0,1813	0,1377	0,5462	0,0845	1,3613	1,6255	1,3727					
			1 1		2		108,9	1,042	0,1995	0,1288	0,6495	0,0642	1,5923	1,8332	1,5515					
			1 1		3		132,3	1,125	0,2673	0,1183	0,6913	0,0477	1,5800	1,7620	2,1587					
			1 1		4		192,6	1,586	0,5725	0,1543	0,8200	0,0395	1,4110	1,5283	3,5170					
			1 1		5		278,0	2,371	1,2165	0,2238	0,8992	0,0320	1,1140	1,1843	5,0402					
			1 1		2		117,6	1,045	0,1873	0,1445	0,6085	0,1052	1,5485	1,8660	1,3060					
			1 1		2		111,1	0,976	0,1713	0,1115	0,6298	0,0632	1,7025	1,9582	1,5537					
			1 1		3		146,4	1,212	0,2595	0,1237	0,7727	0,0560	1,7605	1,9683	2,0530					
			1 1		4		169,9	1,334	0,3730	0,1407	0,7738	0,0467	1,5203	1,6665	2,6525					
			1 1		5		246,8	1,945	0,8423	0,2267	0,8395	0,0362	1,1443	1,2263	3,6490					
			1 2		1		117,7	1,116	0,1883	0,1620	0,6723	0,0937	1,6098	1,9212	1,2182					
			1 2		2		138,9	1,245	0,2432	0,1495	0,7903	0,0623	1,7707	2,0110	1,6490					
			1 2		3		140,3	1,238	0,2517	0,1217	0,8113	0,0535	1,8997	2,1153	2,0655					
			1 2		4		167,7	1,361	0,3803	0,1417	0,7917	0,0475	1,5610	1,7145	2,5987					
			1 2		5		206,6	1,678	0,5787	0,1960	0,8690	0,0343	1,4115	1,5298	2,7725					
			1 2		1		138,6	1,271	0,2070	0,1778	0,7835	0,1032	1,8218	2,1677	1,2795					
			1 2		2		128,9	1,120	0,2007	0,1340	0,7315	0,0543	1,7975	2,0432	1,6495					
			1 2		3		156,1	1,320	0,2727	0,1463	0,8488	0,0523	1,8580	2,0748	1,9113					

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	SI	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
	1	2	2		4		193,1	1,578	0,4598	0,1783	0,8988	0,0415	1,6142	1,7610	2,5792
	1	2	2		5		204,7	1,635	0,5775	0,2052	0,8150	0,0367	1,2925	1,4013	2,9063
	2	1	1		1		102,7	0,914	0,2678	0,1707	0,3355	0,1398	0,7277	0,9757	1,6022
	2	1	1		2		64,4	0,666	0,1573	0,1037	0,3587	0,0463	0,9992	1,1695	1,5558
	2	1	1		3		63,4	0,626	0,1442	0,0878	0,3543	0,0398	1,0393	1,2008	1,7560
	2	1	1		4		95,3	0,809	0,2000	0,0993	0,4742	0,0350	1,2253	1,3708	2,0268
	2	1	1		5		186,8	1,461	0,6303	0,1438	0,6607	0,0262	1,0778	1,1508	4,2340
	2	1	2		1		96,0	0,855	0,1975	0,1453	0,4008	0,1115	0,9705	1,2300	1,4368
	2	1	2		2		72,8	0,714	0,1560	0,1020	0,4083	0,0487	1,1422	1,3315	1,5913
	2	1	2		3		58,5	0,588	0,1255	0,0817	0,3443	0,0362	1,0738	1,2402	1,6570
	2	1	2		4		94,1	0,792	0,1962	0,1042	0,4557	0,0363	1,1767	1,3252	1,9422
	2	1	2		5		239,2	1,861	0,8520	0,2082	0,7680	0,0323	1,0833	1,1585	3,9745
	2	2	1		1		95,4	0,822	0,2015	0,1537	0,3537	0,1133	0,8438	1,0915	1,4275
	2	2	1		2		64,8	0,640	0,1393	0,0995	0,3582	0,0423	1,0415	1,2160	1,4822
	2	2	1		3		62,2	0,612	0,1303	0,0910	0,3525	0,0382	1,0650	1,2343	1,5318
	2	2	1		4		90,5	0,768	0,1773	0,0915	0,4672	0,0327	1,2702	1,4200	1,9767
	2	2	1		5		131,5	1,069	0,3140	0,1288	0,5970	0,0287	1,2568	1,3725	2,4422
	2	2	2		1		103,9	0,899	0,1915	0,1380	0,4712	0,0977	1,1600	1,4210	1,4838
	2	2	2		2		71,2	0,653	0,1302	0,0857	0,3988	0,0388	1,2105	1,3943	1,5775
	2	2	2		3		71,9	0,652	0,1305	0,0803	0,4072	0,0343	1,2450	1,4173	1,7530
	2	2	2		4		112,0	0,911	0,2047	0,0918	0,5818	0,0323	1,4940	1,6483	2,2823
	2	2	2		5		172,3	1,301	0,4388	0,1570	0,6752	0,0293	1,2240	1,3292	2,7342
	3	1	1		1		76,5	0,716	0,1923	0,1262	0,2833	0,1143	0,7152	0,9577	1,5613
	3	1	1		2		47,8	0,512	0,1328	0,0820	0,2500	0,0465	0,7687	0,9232	1,7027
	3	1	1		3		46,5	0,482	0,1202	0,0680	0,2603	0,0332	0,8502	0,9852	1,8103
	3	1	1		4		69,3	0,634	0,1768	0,0825	0,3463	0,0283	0,9692	1,0872	2,2118
	3	1	1		5		135,8	1,164	0,5013	0,1272	0,5117	0,0235	0,9417	1,0170	3,7625
	3	1	2		1		107,7	0,963	0,2830	0,1663	0,3697	0,1433	0,8192	1,0852	1,6385
	3	1	2		2		70,4	0,630	0,1343	0,0867	0,3588	0,0505	1,0893	1,2797	1,5632
	3	1	2		3		63,6	0,588	0,1292	0,0733	0,3512	0,0341	1,1003	1,2555	1,7825
	3	1	2		4		71,3	0,627	0,1520	0,0788	0,3685	0,0280	1,1062	1,2393	2,0117
	3	1	2		5		153,0	1,216	0,4975	0,1392	0,5590	0,0203	1,0190	1,0940	3,4660
	3	2	1		1		89,8	0,807	0,2080	0,1478	0,3510	0,1005	0,8373	1,0647	1,4987
	3	2	1		2		56,8	0,578	0,1360	0,0773	0,3258	0,0393	1,0097	1,1662	1,8588
	3	2	1		3		56,0	0,539	0,1210	0,0700	0,3173	0,0303	1,0222	1,1647	1,7317
	3	2	1		4		70,9	0,676	0,1715	0,0800	0,3903	0,0337	1,1175	1,2533	2,1840
	3	2	1		5		104,0	0,925	0,3015	0,1115	0,4838	0,0277	1,1263	1,2353	2,6025
	3	2	2		1		98,8	0,882	0,2388	0,1418	0,4002	0,1008	0,9745	1,2135	1,6417
	3	2	2		2		68,4	0,641	0,1367	0,0847	0,3843	0,0358	1,1620	1,3285	1,6592
	3	2	2		3		58,9	0,566	0,1183	0,0763	0,3368	0,0347	1,0823	1,2450	1,6105
	3	2	2		4		74,7	0,666	0,1627	0,0770	0,3983	0,0278	1,1635	1,2977	2,1025
	3	2	2		5		106,8	0,890	0,2643	0,1065	0,4965	0,0237	1,1742	1,2807	2,5105
45			GL	190		QME=	640	0,047	0,0181	0,0007	0,0068	0,0002	0,0199	0,0236	0,2443
			N.O.	6		Prob =	ns	ns	0,3287	ns	ns	ns	ns	ns	ns
				1	1		98,5 cd	0,908 c-e	0,2178 d	0,1223 c	0,4580 ef	0,1098	1,1411 de	1,4011 c	1,7674 d
				1	2		73,4 e	0,716 fg	0,1548 e	0,0883 e	0,4260 fg	0,0473	1,2231 c	1,4081 c	1,8211 d
				1	3		69,6 e	0,673 g	0,1456 e	0,0832 e	0,4071 g	0,0373	1,1924 cd	1,3579 c	1,8052 d
				1	4		93,7 d	0,809 ef	0,2287 d	0,0938 e	0,4514 ef	0,0346	1,1366 de	1,2666 d	2,3819 c
				1	5		141,5 b	1,160 b	0,4694 b	0,1405 b	0,5214 d	0,0288	0,9857 f	1,0738 e	3,1863 b
				2	1		109,6 c	0,965 c	0,2063 de	0,1797 a	0,4713 e	0,1082	1,0905 e	1,3688 c	1,1437 f
				2	2		93,9 d	0,853 de	0,1681 de	0,1193 c	0,5147 d	0,0514	1,3246 b	1,5343 b	1,4113 e
				2	3		106,4 c	0,918 cd	0,1994 de	0,1065 d	0,5676 c	0,0444	1,4036 a	1,5860 ab	1,8316 d
				2	4		139,8 b	1,148 b	0,3091 c	0,1262 c	0,6764 b	0,0370	1,4682 a	1,6187 a	2,2990 c

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE		SI		Ca		Mg		Na		K		SAR		CROSS		Ca/Mg		
				2	5		219,4	a	1,759	a	0,6997	a	0,1884	a	0,8411	a	0,0297	1,3252	b	1,4229	c	3,4961	a		
48			GL	190		QME=	640	lsd	0,047	lsd	0,0181	lsd	0,0007	lsd	0,0068	lsd	0,0002	0,0199	lsd	0,0236	lsd	0,2443	lsd		
			N.O.	36		Prob =	0,0000	11,760	0,000	0,101	0,0000	0,063	0,0012	0,013	0,0000	0,038	0,3407	0,0000	0,066	0,0000	0,071	0,0000	0,230		
				1	1		107,1	g-i	1,029	f-i	0,1848	g-i	0,1196	hi	0,6306	de	0,0938	1,6348	bc	1,9343	b	1,5435			
				1	2		97,2	g-j	0,921	ij	0,1743	g-i	0,1045	h-j	0,5869	e	0,0549	1,5867	cd	1,8132	bc	1,7246			
				1	3		102,4	g-i	0,933	ij	0,1891	g-i	0,0998	i-k	0,5990	e	0,0453	1,5973	b-d	1,7961	cd	1,9128			
				1	4		135,6	de	1,115	e-h	0,3369	ef	0,1175	hi	0,6210	de	0,0396	1,3500	f	1,4842	ef	2,8102			
				1	5		169,3	c	1,353	cd	0,5522	bc	0,1563	d-f	0,6140	de	0,0305	1,0717	i-k	1,1620	k-o	3,3918			
				1	2	1	131,9	d-f	1,163	ef	0,1972	g-i	0,1914	b	0,6747	d	0,0994	1,5360	cd	1,8559	bc	1,0447			
				1	2	2	146,7	d	1,271	de	0,2330	f-h	0,1574	d-f	0,8137	c	0,0671	1,8448	a	2,1095	a	1,4773			
				1	2	3	185,1	c	1,514	c	0,3365	ef	0,1552	ef	0,9631	b	0,0594	1,9518	a	2,1642	a	2,1814			
				1	2	4	226,0	b	1,815	b	0,5559	bc	0,1900	b	1,0212	b	0,0480	1,7032	b	1,8510	bc	2,8634			
				1	2	5	298,7	a	2,461	a	1,0553	a	0,2696	a	1,0973	a	0,0391	1,4095	ef	1,5089	e	3,7922			
				2	1	1	96,3	g-j	0,866	i-k	0,2305	f-h	0,1238	gh	0,3924	g-i	0,1193	0,9449	l-n	1,1905	j-n	1,8727			
				2	1	2	65,1	k-n	0,651	no	0,1498	g-i	0,0891	j-m	0,3699	h-j	0,0424	1,0792	h-k	1,2476	h-k	1,7482			
				2	1	3	56,9	mn	0,580	no	0,1293	hi	0,0819	k-m	0,3323	i-k	0,0363	1,0263	j-l	1,1856	j-o	1,7125			
				2	1	4	80,0	jk	0,694	k-n	0,1798	g-i	0,0897	j-m	0,3908	g-i	0,0341	1,0679	jk	1,2043	i-m	2,0577			
				2	1	5	142,2	d	1,141	e-g	0,4594	cd	0,1417	fg	0,5067	f	0,0327	0,9728	k-m	1,0658	op	3,0765			
				2	2	1	102,7	g-i	0,878	ij	0,1987	g-i	0,1800	bc	0,3882	g-i	0,1119	0,9061	m-o	1,1686	k-o	1,1025			
				2	2	2	71,5	k-m	0,685	l-n	0,1416	g-i	0,1063	h-j	0,3921	g-i	0,0457	1,1175	g-j	1,3081	h-j	1,3552			
				2	2	3	71,1	k-m	0,659	m-o	0,1359	g-i	0,0885	j-m	0,3968	g-i	0,0379	1,1853	g-i	1,3607	f-h	1,6364			
				2	2	4	115,9	e-g	0,946	h-j	0,2093	g-i	0,1038	h-j	0,5987	e	0,0341	1,5152	de	1,6778	d	2,0563			
				2	2	5	222,7	b	1,705	b	0,6582	b	0,1773	b-d	0,8437	c	0,0256	1,3482	f	1,4397	e-g	3,6159			
				3	1	1	92,2	ij	0,829	j-m	0,2382	fg	0,1233	gh	0,3510	h-k	0,1162	0,8436	no	1,0786	n-p	1,8861			
				3	1	2	58,1	l-n	0,577	no	0,1401	g-i	0,0713	m	0,3213	jk	0,0447	1,0034	k-m	1,1635	k-o	1,9907			
				3	1	3	49,4	n	0,507	o	0,1184	i	0,0679	m	0,2901	k	0,0303	0,9538	l-n	1,0920	m-p	1,7904			
				3	1	4	65,6	k-n	0,617	no	0,1695	g-i	0,0743	lm	0,3424	i-k	0,0301	0,9918	k-m	1,1114	l-p	2,2777			
				3	1	5	113,0	f-h	0,987	g-j	0,3967	de	0,1237	gh	0,4433	fg	0,0232	0,9126	m-o	0,9934	p	3,0906			
				3	2	1	94,1	h-j	0,855	i-l	0,2229	g-i	0,1677	c-e	0,3511	h-k	0,1132	0,8295	o	1,0819	m-p	1,2840			
				3	2	2	63,6	k-n	0,604	no	0,1298	g-i	0,0941	j-l	0,3383	i-k	0,0414	1,0114	j-m	1,1853	j-o	1,4013			
				3	2	3	63,1	k-n	0,580	no	0,1259	hi	0,0759	lm	0,3428	i-k	0,0358	1,0738	h-k	1,2332	i-l	1,6771			
				3	2	4	77,4	j-l	0,685	l-n	0,1620	g-i	0,0848	j-m	0,4093	gh	0,0288	1,1863	gh	1,3273	g-i	1,9773			
				3	2	5	136,8	d	1,110	e-h	0,3857	de	0,1185	hi	0,5822	e	0,0244	1,2180	g	1,3201	g-i	3,0802			
49			GL	190		QME=	640	lsd	0,047	lsd	0,0181	lsd	0,0007	lsd	0,0068	lsd	0,0002	0,0199	lsd	0,0236	lsd	0,2443			
			N.O.	12		Prob =	0,0032	20,369	0,000	0,174	0,0023	0,108	0,0028	0,022	0,0000	0,066	ns	0,0075	0,114	0,0154	0,124	ns			
				1	1	1	93,1		0,859		0,2068		0,1217		0,4088		0,1212	1,0368	lm	1,3058	GH	1,6942			
				1	1	2	71,1		0,698		0,1523		0,0912		0,4001		0,0541	1,1537	i-k	1,3483	G	1,7098			
				1	1	3	67,9		0,649		0,1469		0,0824		0,3796		0,0405	1,1127	j-l	1,2756	GH	1,8524			
				1	1	4	93,3		0,799		0,2403		0,0942		0,4294		0,0356	1,0643	k-m	1,1899	IJ	2,4528			
				1	1	5	164,2		1,325		0,5957		0,1512		0,5497		0,0279	0,9415	n	1,0167	K	3,7590			
				1	2	1	108,5		0,956		0,2296		0,1752		0,4392		0,1117	1,0106	mn	1,2742	G-I	1,2783			
				1	2	2	87,3		0,816		0,1648		0,1137		0,4850		0,0523	1,2777	f-h	1,4834	D-F	1,4629			
				1	2	3	102,4		0,891		0,2017		0,1019		0,5452		0,0418	1,3553	d-f	1,5284	C-E	1,8868			
				1	2	4	137,4		1,128		0,3166		0,1258		0,6501		0,0357	1,4053	b-d	1,5492	CD	2,3346			
				1	2	5	249,0		2,014		0,9176		0,2051		0,8630		0,0289	1,1852	h-j	1,2603	HI	4,2831			
				2	1	1	104,0		0,957		0,2288		0,1228		0,5072		0,0984	1,2453	g-i	1,4964	D-F	1,8407			
				2	1	2	75,8		0,735		0,1572		0,0854		0,4520		0,0406	1,2925	e-g	1,4679	D-F	1,9325			
				2	1	3	71,3		0,697		0,1443		0,0841		0,4347		0,0342	1,2722	f-h	1,4402	F	1,7581			
				2	1	4	94,1		0,818		0,2172		0,0935		0,4734		0,0336	1,2089	g-i	1,3433	GH	2,3111			
				2	1	5	118,8		0,996		0,3431		0,1298		0,4931		0,0296	1,0298	l-n	1,1308	J	2,6136			
				2	2	1	110,7		0,975		0,1829		0,1842		0,5034		0,1047	1,1704	ij	1,4634	EF	1,0091			
				2	2	2	100,5		0,891		0,1714		0,1248		0,5443		0,0504	1,3714	c-e	1,5852	BC	1,3596			

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	SI	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg	
		2		2	3		110,5	0,945	0,1972	0,1112	0,5899	0,0469	1,4519 a-c	1,6436 AB	1,7765	
		2		2	4		142,1	1,169	0,3016	0,1266	0,7027	0,0382	1,5312 a	1,6883 A	2,2634	
		2		2	5		189,8	1,503	0,4818	0,1718	0,8191	0,0305	1,4653 ab	1,5855 BC	2,7091	
52			GL 190		QME=	640	0,047	0,0181	0,0007	0,0068	0,0002	0,0199	lsd	0,0236	lsd	0,2443
			N.O. 18		Prob =	ns	ns	0,1656	ns	ns	0,3674	0,0398	0,093	0,0809	0,085	0,4042
		1	1	1	1		99,5	0,930	0,1727	0,1127	0,5435	0,1010	1,4632	1,7587	1,5292	
		1	1	1	2		91,1	0,857	0,1627	0,1035	0,5263	0,0640	1,4645	1,7008	1,5857	
		1	1	1	3		97,9	0,865	0,1837	0,1007	0,5320	0,0490	1,4237	1,6153	1,8458	
		1	1	1	4		143,7	1,155	0,3873	0,1190	0,6092	0,0392	1,2542	1,3728	3,1600	
		1	1	1	5		191,7	1,525	0,7067	0,1683	0,6215	0,0292	0,9697	1,0418	4,0453	
		1	1	2	1		122,3	1,065	0,1960	0,1695	0,6112	0,0887	1,4467	1,7328	1,1495	
		1	1	2	2		128,9	1,162	0,2082	0,1368	0,7530	0,0633	1,8303	2,0905	1,5195	
		1	1	2	3		180,8	1,471	0,3432	0,1413	0,9320	0,0547	1,9168	2,1150	2,3658	
		1	1	2	4		218,8	1,765	0,5582	0,1760	0,9847	0,0470	1,6772	1,8220	3,0095	
		1	1	2	5		333,1	2,790	1,3522	0,2822	1,1172	0,0390	1,2887	1,3688	4,6438	
		1	2	1	1		114,8	1,128	0,1970	0,1265	0,7177	0,0867	1,8063	2,1098	1,5578	
		1	2	1	2		103,3	0,985	0,1860	0,1055	0,6475	0,0458	1,7088	1,9257	1,8635	
		1	2	1	3		107,0	1,001	0,1945	0,0990	0,6660	0,0417	1,7710	1,9768	1,9798	
		1	2	1	4		127,5	1,075	0,2865	0,1160	0,6328	0,0400	1,4458	1,5955	2,4605	
		1	2	1	5		147,0	1,180	0,3977	0,1442	0,6065	0,0318	1,1737	1,2822	2,7383	
		1	2	2	1		141,5	1,260	0,1983	0,2133	0,7382	0,1102	1,6253	1,9790	0,9398	
		1	2	2	2		164,5	1,381	0,2578	0,1780	0,8743	0,0708	1,8593	2,1285	1,4350	
		1	2	2	3		189,5	1,557	0,3298	0,1690	0,9942	0,0642	1,9867	2,2133	1,9970	
		1	2	2	4		233,3	1,864	0,5537	0,2040	1,0577	0,0490	1,7293	1,8800	2,7173	
		1	2	2	5		264,3	2,133	0,7585	0,2570	1,0775	0,0392	1,5303	1,6490	2,9405	
		2	1	1	1		95,1	0,874	0,2435	0,1333	0,3652	0,1315	0,8563	1,1085	1,8288	
		2	1	1	2		67,4	0,679	0,1590	0,0957	0,3790	0,0448	1,0700	1,2422	1,7067	
		2	1	1	3		55,9	0,582	0,1328	0,0828	0,3272	0,0392	0,9972	1,1583	1,7360	
		2	1	1	4		79,0	0,701	0,1818	0,0952	0,3867	0,0370	1,0423	1,1840	1,9653	
		2	1	1	5		172,3	1,364	0,6137	0,1577	0,5597	0,0325	0,9558	1,0353	3,7520	
		2	1	2	1		103,7	0,895	0,2218	0,1827	0,3712	0,1198	0,8418	1,0972	1,2102	
		2	1	2	2		69,8	0,702	0,1543	0,1100	0,3880	0,0502	1,0713	1,2588	1,4405	
		2	1	2	3		66,1	0,632	0,1368	0,0867	0,3715	0,0368	1,1160	1,2827	1,6770	
		2	1	2	4		110,4	0,900	0,2143	0,1083	0,5432	0,0343	1,3597	1,5120	2,0037	
		2	1	2	5		253,7	1,958	0,8687	0,1943	0,8690	0,0260	1,2053	1,2740	4,4565	
		2	2	1	1		97,5	0,858	0,2175	0,1143	0,4197	0,1070	1,0335	1,2725	1,9165	
		2	2	1	2		62,8	0,624	0,1407	0,0825	0,3608	0,0400	1,0883	1,2530	1,7897	
		2	2	1	3		58,0	0,578	0,1258	0,0810	0,3375	0,0335	1,0553	1,2128	1,6890	
		2	2	1	4		81,1	0,688	0,1777	0,0842	0,3948	0,0312	1,0935	1,2247	2,1502	
		2	2	1	5		112,2	0,918	0,3052	0,1257	0,4538	0,0328	0,9897	1,0963	2,4010	
		2	2	2	1		101,8	0,862	0,1755	0,1773	0,4052	0,1040	0,9703	1,2400	0,9948	
		2	2	2	2		73,3	0,669	0,1288	0,1027	0,3962	0,0412	1,1637	1,3573	1,2700	
		2	2	2	3		76,1	0,686	0,1350	0,0903	0,4222	0,0390	1,2547	1,4388	1,5958	
		2	2	2	4		121,4	0,991	0,2043	0,0992	0,6542	0,0338	1,6707	1,8437	2,1088	
		2	2	2	5		191,7	1,452	0,4477	0,1602	0,8183	0,0252	1,4912	1,6053	2,7753	
		3	1	1	1		84,6	0,772	0,2043	0,1190	0,3177	0,1310	0,7910	1,0503	1,7245	
		3	1	1	2		54,8	0,558	0,1352	0,0743	0,2948	0,0535	0,9265	1,1020	1,8370	
		3	1	1	3		49,8	0,501	0,1242	0,0637	0,2795	0,0333	0,9173	1,0530	1,9753	
		3	1	1	4		57,4	0,543	0,1517	0,0683	0,2923	0,0305	0,8963	1,0130	2,2330	
		3	1	1	5		128,6	1,085	0,4668	0,1277	0,4678	0,0222	0,8990	0,9730	3,4797	
		3	1	2	1		99,6	0,906	0,2710	0,1735	0,3353	0,1267	0,7433	0,9925	1,4753	
		3	1	2	2		63,3	0,584	0,1320	0,0943	0,3140	0,0435	0,9315	1,1008	1,4288	
		3	1	2	3		60,3	0,569	0,1252	0,0776	0,3320	0,0339	1,0332	1,1877	1,6175	

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	SI	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
	3	1		2	4		83,2	0,718	0,1772	0,0930	0,4225	0,0258	1,1790	1,3135	1,9905
	3	1		2	5		160,2	1,295	0,5320	0,1387	0,6028	0,0217	1,0617	1,1380	3,7488
	3	2		1	1		99,9	0,886	0,2720	0,1277	0,3843	0,1015	0,8962	1,1068	2,0477
	3	2		1	2		61,3	0,597	0,1450	0,0682	0,3477	0,0358	1,0803	1,2250	2,1443
	3	2		1	3		49,0	0,513	0,1127	0,0722	0,3007	0,0273	0,9902	1,1310	1,6055
	3	2		1	4		73,9	0,690	0,1873	0,0803	0,3925	0,0297	1,0873	1,2098	2,3225
	3	2		1	5		97,4	0,889	0,3265	0,1197	0,4188	0,0242	0,9262	1,0138	2,7015
	3	2		2	1		88,7	0,803	0,1748	0,1620	0,3668	0,0998	0,9157	1,1713	1,0927
	3	2		2	2		63,8	0,623	0,1277	0,0938	0,3625	0,0393	1,0913	1,2697	1,3737
	3	2		2	3		65,9	0,592	0,1267	0,0742	0,3535	0,0377	1,1143	1,2787	1,7367
	3	2		2	4		71,7	0,651	0,1468	0,0767	0,3962	0,0318	1,1937	1,3412	1,9640
	3	2		2	5		113,4	0,926	0,2393	0,0983	0,5615	0,0272	1,3743	1,5022	2,4115
53			GL 190			QME= 640		0,047	0,0181	0,0007	0,0068	0,0002	0,0199	0,0236	0,2443
			N.O.	6		Prob = ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
				1	1		91,9	0,854	0,2111	0,1211	0,4150	0,1065	1,0375	1,2838	1,7520
				1	1		72,3	0,736	0,1689	0,0955	0,4229	0,0487	1,1482	1,3242	1,8634
				1	1		66,7	0,653	0,1465	0,0819	0,3888	0,0364	1,1388	1,2961	1,8444
				1	1		88,8	0,782	0,2334	0,0918	0,4228	0,0338	1,0719	1,1961	2,4578
				1	1		130,0	1,103	0,4488	0,1293	0,4971	0,0282	0,9668	1,0549	3,3086
				1	2		103,5	0,921	0,2020	0,1782	0,4323	0,1089	0,9942	1,2616	1,1415
				1	2		88,2	0,825	0,1671	0,1181	0,4879	0,0517	1,2458	1,4488	1,4032
				1	2		100,2	0,887	0,1984	0,1037	0,5403	0,0444	1,3467	1,5247	1,8403
				1	2		139,9	1,163	0,3261	0,1246	0,6738	0,0384	1,4462	1,5953	2,3805
				1	2		217,6	1,786	0,7320	0,1811	0,8434	0,0292	1,3426	1,4417	3,6427
				2	1		105,2	0,962	0,2246	0,1234	0,5010	0,1130	1,2447	1,5184	1,7828
				2	1		74,6	0,697	0,1406	0,0811	0,4292	0,0460	1,2980	1,4920	1,7788
				2	1		72,4	0,693	0,1447	0,0846	0,4255	0,0382	1,2461	1,4197	1,7661
				2	1		98,6	0,835	0,2240	0,0958	0,4800	0,0353	1,2013	1,3372	2,3060
				2	1		153,0	1,217	0,4901	0,1518	0,5457	0,0293	1,0046	1,0926	3,0640
				2	2		115,7	1,009	0,2105	0,1812	0,5103	0,1075	1,1868	1,4760	1,1459
				2	2		99,6	0,882	0,1692	0,1204	0,5414	0,0511	1,4033	1,6198	1,4193
				2	2		112,6	0,949	0,2005	0,1093	0,5948	0,0443	1,4606	1,6473	1,8230
				2	2		139,7	1,134	0,2921	0,1278	0,6790	0,0356	1,4903	1,6422	2,2174
				2	2		221,2	1,732	0,6674	0,1958	0,8387	0,0302	1,3079	1,4041	3,3495
56			GL 190			QME= 640		0,047	0,0181	0,0007	0,0068	0,0002	0,0199	0,0236	0,2443
			N.O.	18		Prob = ns		ns	ns	ns	0,2808	ns	ns	ns	ns
				1	1		94,3	0,933	0,1708	0,1148	0,5638	0,0832	1,4840	1,7548	1,5188
				1	1		101,2	1,003	0,2020	0,1227	0,6205	0,0587	1,5317	1,7530	1,6832
				1	1		97,0	0,896	0,1863	0,0947	0,5735	0,0422	1,5485	1,7345	1,9937
				1	1		126,8	1,053	0,3453	0,1068	0,5643	0,0368	1,2645	1,3895	3,0473
				1	1		161,2	1,316	0,5468	0,1427	0,5982	0,0287	1,0872	1,1800	3,5472
				1	1		127,5	1,133	0,1988	0,1848	0,6547	0,0950	1,4872	1,7918	1,0720
				1	1		146,6	1,284	0,2407	0,1557	0,8193	0,0678	1,8313	2,0912	1,5173
				1	1		175,7	1,467	0,3327	0,1453	0,9292	0,0590	1,9312	2,1428	2,2305
				1	1		233,5	1,894	0,6075	0,1892	1,0473	0,0502	1,7075	1,8533	3,0683
				1	1		323,4	2,733	1,2483	0,2772	1,1700	0,0377	1,4383	1,5342	4,2655
				1	2		119,9	1,125	0,1988	0,1243	0,6973	0,1045	1,7855	2,1137	1,5682
				1	2		93,1	0,838	0,1467	0,0863	0,5533	0,0512	1,6417	1,8735	1,7660
				1	2		107,9	0,970	0,1918	0,1050	0,6245	0,0485	1,6462	1,8577	1,8320
				1	2		144,4	1,177	0,3285	0,1282	0,6777	0,0423	1,4355	1,5788	2,5732
				1	2		177,5	1,390	0,5575	0,1698	0,6298	0,0323	1,0562	1,1440	3,2365
				1	2		136,3	1,192	0,1955	0,1980	0,6947	0,1038	1,5848	1,9200	1,0173

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	SI	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
	1		2	2	2		146,9	1,259	0,2253	0,1592	0,8080	0,0663	1,8583	2,1278	1,4372
	1		2	2	3		194,6	1,562	0,3403	0,1650	0,9970	0,0598	1,9723	2,1855	2,1323
	1		2	2	4		218,6	1,735	0,5043	0,1908	0,9950	0,0458	1,6990	1,8487	2,6585
	1		2	2	5		274,0	2,190	0,8623	0,2620	1,0247	0,0405	1,3807	1,4837	3,3188
	2		1	1	1		96,8	0,875	0,2555	0,1352	0,3540	0,1302	0,8093	1,0493	1,8988
	2		1	1	2		61,0	0,637	0,1533	0,0930	0,3482	0,0420	1,0012	1,1607	1,7247
	2		1	1	3		57,0	0,580	0,1335	0,0852	0,3243	0,0372	0,9863	1,1428	1,6855
	2		1	1	4		74,6	0,670	0,1728	0,0918	0,3727	0,0323	1,0285	1,1623	1,9218
	2		1	1	5		119,6	0,997	0,3775	0,1210	0,4678	0,0305	0,9660	1,0597	3,0742
	2		1	2	1		101,3	0,861	0,2138	0,1892	0,3352	0,1230	0,7622	1,0178	1,1308
	2		1	2	2		68,2	0,669	0,1433	0,1102	0,3687	0,0467	1,0395	1,2248	1,3133
	2		1	2	3		68,6	0,658	0,1410	0,0937	0,3825	0,0408	1,1180	1,2923	1,6023
	2		1	2	4		111,2	0,907	0,2045	0,0990	0,5687	0,0353	1,4670	1,6285	2,0817
	2		1	2	5		198,8	1,532	0,5668	0,1517	0,7898	0,0243	1,3687	1,4637	3,6020
	2		2	1	1		95,7	0,858	0,2055	0,1125	0,4308	0,1083	1,0805	1,3317	1,8465
	2		2	1	2		69,2	0,666	0,1463	0,0852	0,3917	0,0428	1,1572	1,3345	1,7717
	2		2	1	3		56,9	0,579	0,1252	0,0787	0,3403	0,0355	1,0662	1,2283	1,7395
	2		2	1	4		85,4	0,719	0,1867	0,0875	0,4088	0,0358	1,1073	1,2463	2,1937
	2		2	1	5		164,9	1,285	0,5413	0,1623	0,5457	0,0348	0,9795	1,0720	3,0788
	2		2	2	1		104,2	0,896	0,1835	0,1708	0,4412	0,1008	1,0500	1,3193	1,0742
	2		2	2	2		74,8	0,702	0,1398	0,1025	0,4155	0,0447	1,1955	1,3913	1,3972
	2		2	2	3		73,5	0,661	0,1308	0,0833	0,4112	0,0350	1,2527	1,4292	1,6705
	2		2	2	4		120,6	0,984	0,2142	0,1085	0,6287	0,0328	1,5633	1,7272	2,0308
	2		2	2	5		246,6	1,877	0,7495	0,2028	0,8975	0,0268	1,3278	1,4157	3,6298
	3		1	1	1		84,6	0,754	0,2070	0,1133	0,3272	0,1062	0,8192	1,0472	1,8383
	3		1	1	2		54,6	0,568	0,1515	0,0708	0,3000	0,0453	0,9117	1,0590	2,1825
	3		1	1	3		46,2	0,484	0,1197	0,0658	0,2685	0,0300	0,8815	1,0108	1,8540
	3		1	1	4		65,1	0,623	0,1822	0,0768	0,3313	0,0323	0,9227	1,0365	2,4043
	3		1	1	5		109,3	0,997	0,4220	0,1242	0,4252	0,0255	0,8472	0,9250	3,3045
	3		1	2	1		81,6	0,770	0,1933	0,1607	0,3072	0,1087	0,7333	0,9752	1,2217
	3		1	2	2		49,9	0,522	0,1173	0,0885	0,2758	0,0405	0,8667	1,0303	1,3790
	3		1	2	3		56,3	0,537	0,1215	0,0722	0,3092	0,0335	0,9908	1,1390	1,6880
	3		1	2	4		75,0	0,687	0,1662	0,0857	0,4053	0,0297	1,1640	1,3040	1,9915
	3		1	2	5		130,5	1,091	0,3808	0,1145	0,5703	0,0257	1,2208	1,3273	3,0605
	3		2	1	1		99,9	0,904	0,2693	0,1333	0,3748	0,1263	0,8680	1,1100	1,9338
	3		2	1	2		61,5	0,587	0,1287	0,0717	0,3425	0,0440	1,0952	1,2680	1,7988
	3		2	1	3		52,6	0,529	0,1172	0,0700	0,3117	0,0307	1,0260	1,1732	1,7268
	3		2	1	4		66,1	0,610	0,1568	0,0718	0,3535	0,0278	1,0610	1,1863	2,1512
	3		2	1	5		116,8	0,977	0,3713	0,1232	0,4615	0,0208	0,9780	1,0618	2,8767
	3		2	2	1		106,7	0,940	0,2525	0,1748	0,3950	0,1178	0,9257	1,1887	1,3463
	3		2	2	2		77,2	0,685	0,1423	0,0997	0,4007	0,0423	1,1562	1,3402	1,4235
	3		2	2	3		69,8	0,624	0,1303	0,0796	0,3763	0,0381	1,1567	1,3273	1,6662
	3		2	2	4		79,9	0,683	0,1578	0,0840	0,4133	0,0280	1,2087	1,3507	1,9630
	3		2	2	5		143,1	1,130	0,3905	0,1225	0,5940	0,0232	1,2152	1,3128	3,0998
57		GL	190		QME=	640	0,047	0,0181	0,0007	0,0068	0,0002	0,0199	0,0236	0,2443	
		N.O.	6		Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1		1	1	1		86,7	0,811	0,2108	0,1203	0,3648	0,1148	0,9208	1,1666	1,7448
	1		1	1	2		63,8	0,677	0,1621	0,0959	0,3650	0,0536	1,0077	1,1840	1,7534
	1		1	1	3		63,8	0,616	0,1502	0,0824	0,3446	0,0394	0,9971	1,1464	1,9123
	1		1	1	4		92,6	0,815	0,2706	0,0978	0,4126	0,0338	0,9789	1,0940	2,6262
	1		1	1	5		147,4	1,221	0,5622	0,1272	0,5059	0,0256	0,9104	0,9819	4,1038
	1		1	2	1		102,2	0,909	0,2169	0,1693	0,4119	0,1110	0,9487	1,2060	1,2793
	1		1	2	2		83,5	0,803	0,1643	0,1138	0,4738	0,0511	1,2324	1,4332	1,4532

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	SI	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
		1	1	2	3		97,7	0,872	0,2042	0,1003	0,5261	0,0410	1,3159	1,4856	1,9043
		1	1	2	4		145,5	1,204	0,3623	0,1263	0,6811	0,0348	1,4248	1,5636	2,5442
		1	1	2	5		253,0	2,110	1,0032	0,2027	0,8751	0,0289	1,1786	1,2529	4,5873
		1	2	1	1		99,4	0,906	0,2029	0,1230	0,4528	0,1275	1,1529	1,4451	1,6436
		1	2	1	2		78,4	0,719	0,1424	0,0864	0,4351	0,0547	1,2997	1,5127	1,6661
		1	2	1	3		71,9	0,682	0,1436	0,0823	0,4146	0,0416	1,2283	1,4047	1,7924
		1	2	1	4		94,1	0,784	0,2100	0,0906	0,4462	0,0373	1,1497	1,2859	2,2793
		1	2	1	5		181,0	1,428	0,6292	0,1752	0,5934	0,0303	0,9726	1,0516	3,4142
		1	2	2	1		114,8	1,002	0,2423	0,1811	0,4666	0,1124	1,0726	1,3423	1,2773
		1	2	2	2		91,1	0,828	0,1653	0,1137	0,4962	0,0536	1,3230	1,5336	1,4727
		1	2	2	3		107,0	0,910	0,1992	0,1034	0,5642	0,0426	1,3948	1,5713	1,8692
		1	2	2	4		129,3	1,051	0,2708	0,1252	0,6191	0,0367	1,3858	1,5348	2,1249
		1	2	2	5		245,0	1,919	0,8320	0,2074	0,8509	0,0289	1,1919	1,2677	3,9788
		2	1	1	1		97,1	0,897	0,2114	0,1219	0,4652	0,0982	1,1542	1,4010	1,7592
		2	1	1	2		80,7	0,795	0,1758	0,0951	0,4808	0,0438	1,2887	1,4644	1,9734
		2	1	1	3		69,6	0,690	0,1428	0,0813	0,4330	0,0334	1,2804	1,4457	1,7764
		2	1	1	4		85,1	0,749	0,1963	0,0859	0,4330	0,0339	1,1649	1,2982	2,2894
		2	1	1	5		112,6	0,986	0,3353	0,1313	0,4882	0,0309	1,0231	1,1279	2,5134
		2	1	2	1		104,8	0,933	0,1871	0,1871	0,4528	0,1068	1,0398	1,3172	1,0037
		2	1	2	2		93,0	0,847	0,1699	0,1224	0,5021	0,0522	1,2592	1,4643	1,3532
		2	1	2	3		102,7	0,902	0,1926	0,1071	0,5544	0,0479	1,3774	1,5639	1,7762
		2	1	2	4		134,2	1,121	0,2898	0,1229	0,6664	0,0420	1,4676	1,6270	2,2168
		2	1	2	5		182,1	1,462	0,4608	0,1596	0,8117	0,0296	1,5067	1,6306	2,6980
		2	2	1	1		111,0	1,018	0,2462	0,1238	0,5492	0,0986	1,3364	1,5918	1,9221
		2	2	1	2		70,9	0,675	0,1387	0,0757	0,4232	0,0373	1,2963	1,4713	1,8916
		2	2	1	3		73,0	0,704	0,1459	0,0868	0,4364	0,0349	1,2639	1,4348	1,7398
		2	2	1	4		103,2	0,886	0,2380	0,1011	0,5138	0,0333	1,2529	1,3884	2,3327
		2	2	1	5		125,1	1,006	0,3509	0,1283	0,4979	0,0283	1,0366	1,1337	2,7138
		2	2	2	1		116,6	1,016	0,1787	0,1813	0,5540	0,1026	1,3011	1,6097	1,0146
		2	2	2	2		108,1	0,935	0,1730	0,1272	0,5866	0,0487	1,4837	1,7060	1,3659
		2	2	2	3		118,2	0,988	0,2018	0,1152	0,6254	0,0460	1,5263	1,7233	1,7768
		2	2	2	4		150,0	1,217	0,3134	0,1303	0,7389	0,0344	1,5949	1,7496	2,3100
		2	2	2	5		197,5	1,545	0,5029	0,1841	0,8266	0,0314	1,4239	1,5404	2,7202
60		GL	190		QME=	640		0,047	0,0181	0,0007	0,0068	0,0002	0,0199	0,0236	0,2443
		N.O.	9		Prob =	ns		ns	0,3927	0,1034	ns	ns	0,1462	0,1623	ns
		1	1	1	1	1	88,3	0,823	0,1643	0,1027	0,4740	0,0813	1,2940	1,5387	1,6060
		1	1	1	1	2	84,7	0,859	0,1767	0,1143	0,5023	0,0657	1,3113	1,5327	1,5560
		1	1	1	1	3	90,5	0,800	0,1847	0,0977	0,4770	0,0417	1,2730	1,4373	1,9353
		1	1	1	1	4	149,2	1,229	0,4677	0,1220	0,6027	0,0367	1,1697	1,2737	3,6723
		1	1	1	1	5	190,7	1,564	0,7727	0,1547	0,6107	0,0267	0,9430	1,0090	4,6617
		1	1	1	2	1	120,1	1,077	0,1983	0,1727	0,6183	0,0877	1,4287	1,7123	1,1393
		1	1	1	2	2	133,1	1,225	0,2223	0,1433	0,7967	0,0627	1,8733	2,1337	1,5470
		1	1	1	2	3	174,1	1,449	0,3500	0,1390	0,9057	0,0537	1,8870	2,0867	2,3820
		1	1	1	2	4	235,9	1,943	0,6773	0,1867	1,0373	0,0423	1,6523	1,7830	3,3617
		1	1	1	2	5	365,2	3,178	1,6603	0,2930	1,1877	0,0373	1,2850	1,3597	5,4187
		1	1	2	1	1	110,7	1,037	0,1810	0,1227	0,6130	0,1207	1,6323	1,9787	1,4523
		1	1	2	1	2	97,4	0,854	0,1487	0,0927	0,5503	0,0623	1,6177	1,8690	1,6153
		1	1	2	1	3	105,2	0,930	0,1827	0,1037	0,5870	0,0563	1,5743	1,7933	1,7563
		1	1	2	1	4	138,2	1,080	0,3070	0,1160	0,6157	0,0417	1,3387	1,4720	2,6477
		1	1	2	1	5	192,6	1,487	0,6407	0,1820	0,6323	0,0317	0,9963	1,0747	3,4290
		1	1	2	2	1	124,6	1,054	0,1937	0,1663	0,6040	0,0897	1,4647	1,7533	1,1597
		1	1	2	2	2	124,8	1,098	0,1940	0,1303	0,7093	0,0640	1,7873	2,0473	1,4920
		1	1	2	2	3	187,5	1,494	0,3363	0,1437	0,9583	0,0557	1,9467	2,1433	2,3497

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	SI	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
	1	1	2	2	4		201,6	1,587	0,4390	0,1653	0,9320	0,0517	1,7020	1,8610	2,6573
	1	1	2	2	5		301,0	2,402	1,0440	0,2713	1,0467	0,0407	1,2923	1,3780	3,8690
	1	2	1	1	1		100,3	1,043	0,1773	0,1270	0,6537	0,0850	1,6740	1,9710	1,4317
	1	2	1	1	2		117,7	1,148	0,2273	0,1310	0,7387	0,0517	1,7520	1,9733	1,8103
	1	2	1	1	3		103,4	0,992	0,1880	0,0917	0,6700	0,0427	1,8240	2,0317	2,0520
	1	2	1	1	4		104,3	0,877	0,2230	0,0917	0,5260	0,0370	1,3593	1,5053	2,4223
	1	2	1	1	5		131,6	1,068	0,3210	0,1307	0,5857	0,0307	1,2313	1,3510	2,4327
	1	2	1	2	1		135,0	1,189	0,1993	0,1970	0,6910	0,1023	1,5457	1,8713	1,0047
	1	2	1	2	2		160,1	1,342	0,2590	0,1680	0,8420	0,0730	1,7893	2,0487	1,4877
	1	2	1	2	3		177,2	1,484	0,3153	0,1517	0,9527	0,0643	1,9753	2,1990	2,0790
	1	2	1	2	4		231,0	1,844	0,5377	0,1917	1,0573	0,0580	1,7627	1,9237	2,7750
	1	2	1	2	5		281,7	2,288	0,8363	0,2613	1,1523	0,0380	1,5917	1,7087	3,1123
	1	2	2	1	1		129,2	1,212	0,2167	0,1260	0,7817	0,0883	1,9387	2,2487	1,6840
	1	2	2	1	2		88,8	0,821	0,1447	0,0800	0,5563	0,0400	1,6657	1,8780	1,9167
	1	2	2	1	3		110,5	1,010	0,2010	0,1063	0,6620	0,0407	1,7180	1,9220	1,9077
	1	2	2	1	4		150,6	1,273	0,3500	0,1403	0,7397	0,0430	1,5323	1,6857	2,4987
	1	2	2	1	5		162,3	1,293	0,4743	0,1577	0,6273	0,0330	1,1160	1,2133	3,0440
	1	2	2	2	1		148,0	1,330	0,1973	0,2297	0,7853	0,1180	1,7050	2,0867	0,8750
	1	2	2	2	2		168,9	1,420	0,2567	0,1880	0,9067	0,0687	1,9293	2,2083	1,3823
	1	2	2	2	3		201,7	1,630	0,3443	0,1863	1,0357	0,0640	1,9980	2,2277	1,9150
	1	2	2	2	4		235,5	1,883	0,5697	0,2163	1,0580	0,0400	1,6960	1,8363	2,6597
	1	2	2	2	5		247,0	1,977	0,6807	0,2527	1,0027	0,0403	1,4690	1,5893	2,7687
	2	1	1	1	1		97,2	0,918	0,2843	0,1507	0,3367	0,1457	0,7250	0,9697	1,8880
	2	1	1	1	2		60,8	0,646	0,1607	0,0977	0,3443	0,0433	0,9633	1,1213	1,6937
	2	1	1	1	3		57,2	0,586	0,1403	0,0857	0,3193	0,0413	0,9487	1,1060	1,7797
	2	1	1	1	4		74,1	0,682	0,1790	0,0993	0,3690	0,0343	0,9910	1,1273	1,8437
	2	1	1	1	5		138,0	1,104	0,4717	0,1153	0,4903	0,0273	0,9433	1,0200	3,9287
	2	1	1	2	1		108,3	0,910	0,2513	0,1907	0,3343	0,1340	0,7303	0,9817	1,3163
	2	1	1	2	2		68,0	0,686	0,1540	0,1097	0,3730	0,0493	1,0350	1,2177	1,4180
	2	1	1	2	3		69,6	0,666	0,1480	0,0900	0,3893	0,0383	1,1300	1,2957	1,7323
	2	1	1	2	4		116,4	0,935	0,2210	0,0993	0,5793	0,0357	1,4597	1,6143	2,2100
	2	1	1	2	5		235,7	1,817	0,7890	0,1723	0,8310	0,0250	1,2123	1,2817	4,5393
	2	1	2	1	1		93,0	0,830	0,2027	0,1160	0,3937	0,1173	0,9877	1,2473	1,7697
	2	1	2	1	2		74,0	0,711	0,1573	0,0937	0,4137	0,0463	1,1767	1,3630	1,7197
	2	1	2	1	3		54,6	0,577	0,1253	0,0800	0,3350	0,0370	1,0457	1,2107	1,6923
	2	1	2	1	4		83,8	0,720	0,1847	0,0910	0,4043	0,0397	1,0937	1,2407	2,0870
	2	1	2	1	5		206,7	1,623	0,7557	0,2000	0,6290	0,0377	0,9683	1,0507	3,5753
	2	1	2	2	1		99,0	0,880	0,1923	0,1747	0,4080	0,1057	0,9533	1,2127	1,1040
	2	1	2	2	2		71,6	0,718	0,1547	0,1103	0,4030	0,0510	1,1077	1,3000	1,4630
	2	1	2	2	3		62,5	0,598	0,1257	0,0833	0,3537	0,0353	1,1020	1,2697	1,6217
	2	1	2	2	4		104,3	0,865	0,2077	0,1173	0,5070	0,0330	1,2597	1,4097	1,7973
	2	1	2	2	5		271,7	2,099	0,9483	0,2163	0,9070	0,0270	1,1983	1,2663	4,3737
	2	2	1	1	1		96,5	0,832	0,2267	0,1197	0,3713	0,1147	0,8937	1,1290	1,9097
	2	2	1	1	2		61,2	0,627	0,1460	0,0883	0,3520	0,0407	1,0390	1,2000	1,7557
	2	2	1	1	3		56,8	0,573	0,1267	0,0847	0,3293	0,0330	1,0240	1,1797	1,5913
	2	2	1	1	4		75,1	0,657	0,1667	0,0843	0,3763	0,0303	1,0660	1,1973	2,0000
	2	2	1	1	5		101,2	0,889	0,2833	0,1267	0,4453	0,0337	0,9887	1,0993	2,2197
	2	2	1	2	1		94,4	0,812	0,1763	0,1877	0,3360	0,1120	0,7940	1,0540	0,9453
	2	2	1	2	2		68,5	0,652	0,1327	0,1107	0,3643	0,0440	1,0440	1,2320	1,2087
	2	2	1	2	3		67,6	0,650	0,1340	0,0973	0,3757	0,0433	1,1060	1,2890	1,4723
	2	2	1	2	4		106,0	0,879	0,1880	0,0987	0,5580	0,0350	1,4743	1,6427	1,9533
	2	2	1	2	5		161,9	1,248	0,3447	0,1310	0,7487	0,0237	1,5250	1,6457	2,6647
	2	2	2	1	1		98,4	0,885	0,2083	0,1090	0,4680	0,0993	1,1733	1,4160	1,9233
	2	2	2	1	2		64,4	0,621	0,1353	0,0767	0,3697	0,0393	1,1377	1,3060	1,8237

Grupo	Ano	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	CE	SI	Ca	Mg	Na	K	SAR	CROSS	Ca/Mg
	2	2	2	1	3		59,1	0,582	0,1250	0,0773	0,3457	0,0340	1,0867	1,2460	1,7867
	2	2	2	1	4		87,0	0,718	0,1887	0,0840	0,4133	0,0320	1,1210	1,2520	2,3003
	2	2	2	1	5		123,1	0,947	0,3270	0,1247	0,4623	0,0320	0,9907	1,0933	2,5823
	2	2	2	2	1		109,3	0,912	0,1747	0,1670	0,4743	0,0960	1,1467	1,4260	1,0443
	2	2	2	2	2		78,1	0,686	0,1250	0,0947	0,4280	0,0383	1,2833	1,4827	1,3313
	2	2	2	2	3		84,6	0,723	0,1360	0,0833	0,4687	0,0347	1,4033	1,5887	1,7193
	2	2	2	2	4		136,9	1,103	0,2207	0,0997	0,7503	0,0327	1,8670	2,0447	2,2643
	2	2	2	2	5		221,5	1,655	0,5507	0,1893	0,8880	0,0267	1,4573	1,5650	2,8860
	3	1	1	1	1		74,7	0,692	0,1837	0,1077	0,2837	0,1173	0,7433	0,9913	1,7403
	3	1	1	1	2		46,0	0,525	0,1490	0,0757	0,2483	0,0517	0,7483	0,8980	2,0107
	3	1	1	1	3		43,7	0,463	0,1257	0,0640	0,2373	0,0353	0,7697	0,8960	2,0220
	3	1	1	1	4		54,3	0,534	0,1650	0,0720	0,2660	0,0303	0,7760	0,8810	2,3627
	3	1	1	1	5		113,5	0,994	0,4423	0,1117	0,4167	0,0227	0,8450	0,9167	3,7210
	3	1	1	2	1		78,2	0,740	0,2010	0,1447	0,2830	0,1113	0,6870	0,9240	1,3823
	3	1	1	2	2		49,5	0,498	0,1167	0,0883	0,2517	0,0413	0,7890	0,9483	1,3947
	3	1	1	2	3		49,3	0,501	0,1147	0,0720	0,2833	0,0310	0,9307	1,0743	1,5987
	3	1	1	2	4		84,3	0,734	0,1887	0,0930	0,4267	0,0263	1,1623	1,2933	2,0610
	3	1	1	2	5		158,1	1,334	0,5603	0,1427	0,6067	0,0243	1,0383	1,1173	3,8040
	3	1	2	1	1		94,5	0,852	0,2250	0,1303	0,3517	0,1446	0,8387	1,1093	1,7087
	3	1	2	1	2		63,7	0,591	0,1213	0,0730	0,3413	0,0553	1,1047	1,3060	1,6633
	3	1	2	1	3		55,9	0,539	0,1227	0,0633	0,3217	0,0313	1,0650	1,2100	1,9287
	3	1	2	1	4		60,4	0,552	0,1383	0,0647	0,3187	0,0307	1,0167	1,1450	2,1033
	3	1	2	1	5		143,7	1,176	0,4913	0,1437	0,5190	0,0217	0,9530	1,0293	3,2383
	3	1	2	2	1		120,9	1,073	0,3410	0,2023	0,3877	0,1420	0,7997	1,0610	1,5683
	3	1	2	2	2		77,1	0,669	0,1473	0,1003	0,3763	0,0457	1,0740	1,2533	1,4630
	3	1	2	2	3		71,2	0,636	0,1357	0,0833	0,3807	0,0368	1,1357	1,3010	1,6363
	3	1	2	2	4		82,1	0,702	0,1657	0,0930	0,4183	0,0253	1,1957	1,3337	1,9200
	3	1	2	2	5		162,3	1,256	0,5037	0,1347	0,5990	0,0190	1,0850	1,1587	3,6937
	3	2	1	1	1		94,5	0,815	0,2303	0,1190	0,3707	0,0950	0,8950	1,1030	1,9363
	3	2	1	1	2		63,2	0,611	0,1540	0,0660	0,3517	0,0390	1,0750	1,2200	2,3543
	3	2	1	1	3		48,6	0,506	0,1137	0,0677	0,2997	0,0247	0,9933	1,1257	1,6860
	3	2	1	1	4		76,0	0,712	0,1993	0,0817	0,3967	0,0343	1,0693	1,1920	2,4460
	3	2	1	1	5		105,0	1,000	0,4017	0,1367	0,4337	0,0283	0,8493	0,9333	2,8880
	3	2	1	2	1		85,0	0,799	0,1857	0,1767	0,3313	0,1060	0,7797	1,0263	1,0610
	3	2	1	2	2		50,3	0,546	0,1180	0,0887	0,3000	0,0397	0,9443	1,1123	1,3633
	3	2	1	2	3		63,3	0,572	0,1283	0,0723	0,3350	0,0360	1,0510	1,2037	1,7773
	3	2	1	2	4		65,7	0,639	0,1437	0,0783	0,3840	0,0330	1,1657	1,3147	1,9220
	3	2	1	2	5		102,9	0,849	0,2013	0,0863	0,5340	0,0270	1,4033	1,5373	2,3170
	3	2	2	1	1		105,2	0,956	0,3137	0,1363	0,3980	0,1080	0,8973	1,1107	2,1590
	3	2	2	1	2		59,3	0,582	0,1360	0,0703	0,3437	0,0327	1,0857	1,2300	1,9343
	3	2	2	1	3		49,3	0,520	0,1117	0,0767	0,3017	0,0300	0,9870	1,1363	1,5250
	3	2	2	1	4		71,8	0,668	0,1753	0,0790	0,3883	0,0250	1,1053	1,2277	2,1990
	3	2	2	1	5		89,8	0,778	0,2513	0,1027	0,4040	0,0200	1,0030	1,0943	2,5150
	3	2	2	2	1		92,4	0,807	0,1640	0,1473	0,4023	0,0937	1,0517	1,3163	1,1243
	3	2	2	2	2		77,4	0,700	0,1373	0,0990	0,4250	0,0390	1,2383	1,4270	1,3840
	3	2	2	2	3		68,5	0,612	0,1250	0,0760	0,3720	0,0393	1,1777	1,3537	1,6960
	3	2	2	2	4		77,6	0,664	0,1500	0,0750	0,4083	0,0307	1,2217	1,3677	2,0060
	3	2	2	2	5		123,8	1,003	0,2773	0,1103	0,5890	0,0273	1,3453	1,4670	2,5060
61		GL	190		QME=	640	0,047	0,0181	0,0007	0,0068	0,0002	0,0199	0,0236	0,2443	
		N.O.	3		Prob =	ns	ns	ns	0,3929	0,3553	0,3117	ns	ns	ns	

Parâmetros relativos ao complexo de troca da amostras recolhidas após a colheita do milho, no último ano do ensaio (6ª amostragem), em 2006

Grupo	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	Ca	Mg	Na	K	CTC	S Bases	GSB	PST	Ca/Mg					
					1	10.12	5.07	A	0.82	0.41	24.00	16.42	68.27	3.40	a	2.17			
					2	12.12	5.28	A	0.63	0.31	26.83	18.34	67.75	2.40	b	2.58			
					3	10.10	4.05	B	0.84	0.36	26.22	15.35	58.24	3.20	a	2.71			
1		GL	2		QME=	15	0.60	lsd	0.05	0.06	15.80	23.22	96.62	0.16	lsd	0.68			
		N.O.	24		Prob =	0.318	0.055	0.651	0.141	ns	0.229	0.296	0.112	0.021	0.492	0.256			
					1	11.28	4.74		0.76	0.38	25.92	17.16	65.72	3.00		2.62			
					2	10.28	4.86		0.76	0.34	25.44	16.24	63.79	3.00		2.35			
2		GL	2		QME=	15	0.60		0.05	0.06	15.80	23.22	96.62	0.16		0.68			
		N.O.	36		Prob =	0.386	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns		0.306			
					1	11.05	4.72		0.76	0.36	25.96	16.88	64.98	3.00		2.64			
					2	10.51	4.88		0.77	0.36	25.41	16.52	64.53	3.00		2.33			
4		GL	4		QME=	7	4.63		0.08	0.00	49.82	21.39	23.67	0.48		1.22			
		N.O.	36		Prob =	ns	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns		0.301			
					1	11.79	4.61		0.74	0.37	26.31	17.51	65.96	2.90		2.90			
					1	10.78	4.87		0.78	0.40	25.53	16.82	65.49	3.10		2.34			
					2	10.31	4.83		0.77	0.35	25.60	16.26	64.00	3.10		2.38			
					2	10.25	4.90		0.75	0.33	25.29	16.23	63.58	3.00		2.32			
6		GL	4		QME=	7	4.63		0.08	0.00	49.82	21.39	23.67	0.48		1.22			
		N.O.	18		Prob =	ns	ns		ns	0.089	0.032	ns	ns	ns		ns			
					1	11.47	a	4.12	b	0.71	b	0.37	25.82	16.66	63.79	2.80	b	2.90	a
					2	10.09	b	5.48	a	0.82	a	0.36	25.54	16.75	65.73	3.20	a	2.07	b
8		GL	8		QME=	2	lsd	0.84	lsd	0.03	lsd	0.01	13.18	2.59	47.77	0.47	lsd	0.53	lsd
		N.O.	36		Prob =	0.0027	0.741	0.0002	0.499	0.024	0.091	ns	ns	0.268	0.022	0.373	0.0012	0.393825	
					1	11.70		4.06		0.69	0.40	25.89	16.85	64.21	2.70		3.05		
					1	10.87		5.42		0.82	0.37	25.96	17.48	67.23	3.30		2.18		
					2	11.24		4.18		0.72	0.34	25.76	16.47	63.36	2.90		2.75		
					2	9.32		5.55		0.81	0.34	25.13	16.02	64.22	3.20		1.95		
10		GL	8		QME=	2	0.84		0.03	0.01	13.18	2.59	47.77	0.47		0.53			
		N.O.	18		Prob =	0.129	ns		ns	ns	ns	0.190	ns	ns	ns		ns		
					1	11.74		3.89		0.70	0.36	25.87	16.69	63.80	2.80		3.20		
					1	10.35		5.55		0.81	0.36	26.04	17.08	66.16	3.20		2.08		
					2	11.19		4.35		0.71	0.38	25.78	16.63	63.77	2.80		2.61		
					2	9.83		5.41		0.82	0.35	25.04	16.41	65.30	3.30		2.06		
12		GL	8		QME=	2	0.84		0.03	0.01	13.18	2.59	47.77	0.47		0.53			
		N.O.	18		Prob =	ns	0.200		ns	0.294	ns	ns	ns	ns		0.135			
					1	12.35		3.62		0.65	0.36	25.47	16.99	65.46	2.60		3.68	a	
					1	11.22		5.60		0.83	0.38	27.16	18.02	66.46	3.10		2.11	bc	
					1	11.04		4.50		0.73	0.43	26.31	16.70	62.96	2.80		2.42	bc	
					1	10.51		5.24		0.82	0.37	24.76	16.93	68.01	3.40		2.26	bc	
					2	11.13		4.15		0.75	0.35	26.27	16.38	62.14	2.90		2.72	b	
					2	9.49		5.51		0.79	0.35	24.93	16.14	65.86	3.20		2.05	bc	
					2	11.34		4.20		0.68	0.33	25.24	16.55	64.57	2.80		2.79	b	
					2	9.15		5.59		0.82	0.33	25.33	15.90	62.58	3.20		1.85	c	
14		GL	8		QME=	2	0.84		0.03	0.01	13.18	2.59	47.77	0.47		0.53	lsd		
		N.O.	9		Prob =	ns	0.178		0.269	0.308	0.210	ns	0.173	ns		0.040	0.78765		

Parâmetros relativos ao complexo de troca da amostras recolhidas após a colheita do milho, no último ano do ensaio (6ª amostragem), em 2006

Grupo	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	Ca	Mg	Na	K	CTC	S Bases	GSB	PST	Ca/Mg									
					1	7.71 c	5.52 a	0.69 b	0.51 a	23.53 b	14.44 b	61.67 b	3.00 ab	1.69 b									
					2	9.76 b	3.79 b	0.78 a	0.29 b	24.22 b	14.61 b	60.50 b	3.20 a	2.71 a									
					3	14.86 a	5.10 a	0.81 a	0.29 b	29.30 a	21.06 a	72.10 a	2.80 b	3.06 a									
16		GL	32		QME=	3	lsd	0.79	lsd	0.02	lsd	0.01	lsd	4.44	lsd	3.95	lsd	41.37	lsd	0.33	lsd	0.62	lsd
		N.O.	24		Prob =	0.000	1.048	0.000	0.521	0.012	0.077	0.000	0.046	0.000	1.238	0.000	1.168	0.000	3.782	0.046	0.336	0.000	0.462254
					1	7.97	5.33	0.66	0.53	23.83	14.49	61.05	2.80	1.72									
					1	9.96	3.71	0.77	0.30	24.30	14.74	60.96	3.20	2.85									
					1	15.92	5.17	0.84	0.32	29.63	22.25	75.16	2.90	3.28									
					2	7.46	5.71	0.72	0.48	23.23	14.38	62.29	3.10	1.66									
					2	9.57	3.86	0.79	0.27	24.13	14.48	60.03	3.30	2.57									
					2	13.80	5.02	0.78	0.26	28.97	19.87	69.04	2.70	2.83									
18		GL	32		QME=	3	0.79	0.02	0.01	4.44	3.95	41.37	0.33	0.62									
		N.O.	12		Prob =	0.188	ns	0.261	ns	ns	0.102	0.142	ns	ns									
					1	7.72	5.49	0.69	0.50	23.87	14.40	60.76	2.90	1.78									
					1	9.87	3.69	0.78	0.29	24.33	14.63	60.67	3.20	2.81									
					1	15.55	4.98	0.80	0.29	29.67	21.62	73.51	2.80	3.33									
					2	7.71	5.55	0.70	0.52	23.20	14.48	62.58	3.00	1.60									
					2	9.65	3.88	0.78	0.28	24.10	14.59	60.32	3.20	2.61									
					2	14.17	5.21	0.82	0.29	28.93	20.50	70.70	2.90	2.78									
20		GL	32		QME=	3	0.79	0.02	0.01	4.44	3.95	41.37	0.33	0.62									
		N.O.	12		Prob =	0.365	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns									
					1	7.98	5.34	0.65	0.51	23.67	14.49	61.44	2.80	1.79									
					1	10.15	3.67	0.77	0.31	24.67	14.89	60.66	3.10	2.98									
					1	17.23	4.82	0.81	0.30	30.60	23.16	75.78	2.70	3.93									
					1	7.95	5.33	0.68	0.56	24.00	14.50	60.66	2.90	1.66									
					1	9.77	3.76	0.78	0.30	23.93	14.60	61.26	3.30	2.73									
					1	14.61	5.53	0.88	0.34	28.67	21.35	74.54	3.10	2.63									
					2	7.45	5.64	0.74	0.48	24.07	14.31	60.08	3.10	1.77									
					2	9.60	3.71	0.79	0.28	24.00	14.38	60.67	3.30	2.64									
					2	13.88	5.14	0.79	0.28	28.73	20.09	71.24	2.80	2.74									
					2	7.48	5.78	0.71	0.48	22.40	14.45	64.50	3.20	1.55									
					2	9.54	4.01	0.78	0.26	24.27	14.58	59.39	3.20	2.50									
					2	13.73	4.90	0.77	0.24	29.20	19.65	66.85	2.60	2.92									
22		GL	32		QME=	3	0.79	0.02	0.01	4.44	3.95	41.37	0.33	0.62									
		N.O.	6		Prob =	ns	ns	ns	ns	0.197	ns	ns	ns	0.188									
					1	8.41	3.86 c	0.70 b	0.53	23.60	13.50 c	57.54 d	3.00 b	2.32									
					1	10.11	3.57 c	0.69 b	0.27	24.50	14.64 bc	59.56 d	2.80 bc	2.95									
					1	15.88	4.93 b	0.74 b	0.29	29.37	21.84 a	74.27 a	2.50 c	3.44									
					2	7.02	7.19 a	0.69 b	0.48	23.47	15.37 b	65.80 bc	3.00 b	1.07									
					2	9.42	4.00 c	0.87 a	0.30	23.93	14.59 bc	61.43 cd	3.70 a	2.47									
					2	13.85	5.26 b	0.89 a	0.29	29.23	20.28 a	69.94 ab	3.10 b	2.67									
24		GL	32		QME=	3	0.79	lsd	0.02	lsd	0.01	4.44	lsd	41.37	lsd	3.95	lsd	41.37	lsd	0.33	lsd	0.62	
		N.O.	12		Prob =	ns	0.000	0.737	0.039	0.108	0.171	ns	0.019	1.652	0.007	5.349	0.041	0.476	0.246				
					1	8.35	4.05 DE	0.62	0.58	23.73	13.58	57.36	2.60	2.18									
					1	9.68	3.29 E	0.68	0.29	24.20	13.94	57.68	2.80	3.10									
					1	17.07	4.85 CD	0.79	0.32	29.73	23.02	77.60	2.70	3.88									
					1	7.59	6.62 B	0.71	0.49	23.93	15.41	64.74	3.00	1.26									

Parâmetros relativos ao complexo de troca da amostras recolhidas após a colheita do milho, no último ano do ensaio (6ª amostragem), em 2006

Grupo	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	Ca	Mg	Na	K	CTC	S Bases	GSB	PST	Ca/Mg	
		1	2	2		10.24	4.13	DE	0.87	0.31	24.40	15.55	64.23	3.60	2.61
		1	2	3		14.77	5.50	C	0.90	0.31	29.53	21.48	72.73	3.10	2.68
		2	1	1		8.48	3.67	E	0.77	0.49	23.47	13.42	57.71	3.30	2.45
		2	1	2		10.54	3.85	E	0.70	0.25	24.80	15.34	61.43	2.90	2.81
		2	1	3		14.69	5.02	C	0.68	0.26	29.00	20.66	70.93	2.40	3.00
		2	2	1		6.45	7.75	A	0.68	0.47	23.00	15.34	66.87	2.90	0.87
		2	2	2		8.59	3.88	E	0.87	0.29	23.47	13.63	58.64	3.70	2.33
		2	2	3		12.92	5.03	C	0.87	0.26	28.93	19.08	67.16	3.10	2.67
26		GL	32		QME= 3	0.79	lsd	0.02	0.01	4.44	3.95	41.37	0.33	0.62	
		N.O.	6		Prob =	0.344	0.055	0.867	0.210	ns	ns	0.253	0.259	0.212	0.253
		1	1	1		8.55	3.51		0.67	0.51	23.33	13.24	57.29	2.90	2.62
		1	1	2		10.01	3.40		0.69	0.27	24.53	14.37	58.61	2.80	3.11
		1	1	3		16.67	4.75		0.75	0.28	29.73	22.46	75.51	2.50	3.87
		1	2	1		6.88	7.47		0.72	0.48	24.40	15.56	64.23	2.90	0.94
		1	2	2		9.74	3.98		0.87	0.31	24.13	14.90	62.72	3.70	2.50
		1	2	3		14.44	5.21		0.85	0.30	29.60	20.79	71.52	3.00	2.80
		2	1	1		8.27	4.21		0.73	0.56	23.87	13.76	57.78	3.10	2.01
		2	1	2		10.21	3.74		0.68	0.27	24.47	14.90	60.50	2.80	2.79
		2	1	3		15.09	5.11		0.72	0.30	29.00	21.22	73.03	2.50	3.02
		2	2	1		7.15	6.90		0.67	0.48	22.53	15.19	67.37	3.00	1.19
		2	2	2		9.09	4.03		0.87	0.29	23.73	14.28	60.15	3.70	2.44
		2	2	3		13.26	5.32		0.93	0.28	28.87	19.77	68.37	3.20	2.54
28		GL	32		QME= 3	0.79		0.02	0.01	4.44	3.95	41.37	0.33	0.62	
		N.O.	6		Prob =	ns	ns	0.357	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		1	1	1	1	8.63	3.70	0.59	0.51	22.93	13.42	58.56	2.60	2.52	
		1	1	1	2	10.01	2.97	0.62	0.28	23.73	13.88	58.37	2.60	3.60	
		1	1	1	3	18.42	4.20	0.75	0.30	29.73	23.67	79.46	2.60	4.92	
		1	1	2	1	7.34	6.99	0.71	0.51	24.40	15.55	64.33	3.00	1.05	
		1	1	2	2	10.28	4.36	0.91	0.33	25.60	15.89	62.94	3.60	2.35	
		1	1	2	3	16.03	5.45	0.86	0.29	31.47	22.64	72.11	2.80	2.93	
		1	2	1	1	8.06	4.40	0.65	0.60	24.53	13.74	56.16	2.70	1.84	
		1	2	1	2	9.35	3.61	0.73	0.34	24.67	13.99	56.99	2.90	2.59	
		1	2	1	3	15.71	5.50	0.82	0.34	29.73	22.37	75.74	2.80	2.84	
		1	2	2	1	7.83	6.26	0.70	0.48	23.47	15.26	65.15	3.10	1.47	
		1	2	2	2	10.20	3.90	0.82	0.29	23.20	15.22	65.53	3.60	2.87	
		1	2	2	3	13.51	5.55	0.93	0.33	27.60	20.32	73.35	3.40	2.43	
		2	1	1	1	8.47	3.32	0.75	0.51	23.73	13.05	56.02	3.20	2.72	
		2	1	1	2	10.01	3.83	0.76	0.26	25.33	14.86	58.84	3.00	2.62	
		2	1	1	3	14.91	5.31	0.75	0.27	29.73	21.24	71.55	2.50	2.81	
		2	1	2	1	6.42	7.96	0.72	0.46	24.40	15.57	64.14	2.90	0.83	
		2	1	2	2	9.19	3.60	0.83	0.29	22.67	13.91	62.51	3.70	2.65	
		2	1	2	3	12.84	4.97	0.83	0.30	27.73	18.93	70.92	3.10	2.68	
		2	2	1	1	8.49	4.02	0.80	0.47	23.20	13.78	59.40	3.40	2.19	
		2	2	1	2	11.08	3.86	0.64	0.24	24.27	15.82	64.01	2.70	2.99	
		2	2	1	3	14.46	4.72	0.62	0.26	28.27	20.07	70.31	2.20	3.20	
		2	2	2	1	6.47	7.54	0.63	0.48	21.60	15.12	69.59	2.90	0.91	
		2	2	2	2	7.99	4.15	0.92	0.28	24.27	13.34	54.76	3.70	2.00	
		2	2	2	3	13.00	5.08	0.92	0.23	30.13	19.22	63.39	3.00	2.65	
30		GL	32		QME= 3	0.79		0.02	0.01	4.44	3.95	41.37	0.33	0.62	
		N.O.	3		Prob =	ns	ns	0.301	0.295	0.289	ns	ns	ns	ns	ns

Matéria orgânica do solo (%) (MO) antes da sementeira do milho em 2004, 2005, 2006 e no ano seguinte (2007) e na diferença no teor de MO no final do ensaio e antes da sua instalação (2007-2004)

Grupo	Mob	RH	Sal	Rep	Prof	2004		2005		2006		2007		2007-2004	
					1	1.315		1.481		1.455		1.879		0.565	a
					2	1.265		1.223		1.134		1.272		0.006	c
					3	1.102		1.04		1.033		1.026		-0.076	d
					4	0.698		0.7		0.765		0.798		0.100	b
16		GL	48		QME=	0	lsd	0.01	lsd	0.01	lsd	0.01		0.02	
		N.O.	24		Prob =	0.0000	0.741	0.0000	0.499	0.000	0.091	0.000		0.000	
					1	1.377		1.542		1.42		1.968			
					1	1.337		1.278		1.143		1.3			
					1	1.166		1.117		1.053		1.084			
					1	0.772		0.779		0.809		0.872			
					2	1.253		1.421		1.491		1.79			
					2	1.194		1.168		1.125		1.243			
					2	1.038		0.963		1.013		0.968			
					2	0.624		0.621		0.722		0.724			
		1			1	1.357		1.492	a	1.515	a	2.021	a	0.663	a
		1			2	1.292		1.238	b	1.165	c	1.283	c	-0.008	de
		1			3	1.115		1.119	c	1.05	de	1.071	d	-0.044	de
		1			4	0.733		0.705	e	0.752	f	0.88	e	0.147	c
		2			1	1.272		1.47	a	1.396	b	1.737	b	0.466	b
		2			2	1.239		1.207	b	1.102	d	1.26	c	0.021	d
		2			3	1.088		0.961	d	1.016	e	0.981	d	-0.108	e
		2			4	0.663		0.695	e	0.778	f	0.716	f	0.052	cd
20		GL	48		QME=	0	lsd	0.01	lsd	0.01	lsd	0.01		0.02	
		N.O.	12		Prob =	ns	0.741	0.0333	0.499	0.007	0.091	0.003		0.028	
		1	1		1	1.403		1.552		1.432		2.143			
		1	1		2	1.38		1.277		1.165		1.305			
		1	1		3	1.172		1.16		1.075		1.113			
		1	1		4	0.785		0.758		0.772		0.938			
		2	1		1	1.35		1.532		1.408		1.793			
		2	1		2	1.293		1.28		1.12		1.295			
		2	1		3	1.16		1.073		1.032		1.055			
		2	1		4	0.76		0.8		0.847		0.805			
		1	2		1	1.312		1.433		1.598		1.898			
		1	2		2	1.203		1.2		1.165		1.262			
		1	2		3	1.058		1.078		1.025		1.028			
		1	2		4	0.682		0.652		0.733		0.822			
		2	2		1	1.193		1.408		1.383		1.682			
		2	2		2	1.185		1.135		1.085		1.225			
		2	2		3	1.017		0.848		1		0.907			
		2	2		4	0.567		0.59		0.71		0.627			
			1		1	1.335		1.442		1.464		1.907			

Matéria orgânica do solo (%) (MO) antes da sementeira do milho em 2004, 2005, 2006 e no ano seguinte (2007) e na diferença no teor de MO no final do ensaio e antes da sua instalação (2007-2004)

Grupo	Mob	RH	Sal	Rep	Prof	2004	2005	2006	2007	2007-2004
				1	2	1.276	1.205	1.15	1.257	
				1	3	1.121	1.033	1.028	1.046	
				1	4	0.73	0.715	0.787	0.809	
				2	1	1.294	1.521	1.447	1.852	
				2	2	1.255	1.241	1.118	1.286	
				2	3	1.082	1.047	1.038	1.006	
				2	4	0.667	0.685	0.743	0.787	
			1	1	1	1.417	1.535	1.457	1.99	
			1	1	2	1.358	1.272	1.143	1.263	
			1	1	3	1.195	1.122	1.017	1.08	
			1	1	4	0.783	0.8	0.79	0.872	
			1	2	1	1.337	1.548	1.383	1.947	
			1	2	2	1.315	1.285	1.142	1.337	
			1	2	3	1.137	1.112	1.09	1.088	
			1	2	4	0.762	0.758	0.828	0.872	
			2	1	1	1.253	1.348	1.472	1.823	
			2	1	2	1.193	1.138	1.157	1.252	
			2	1	3	1.047	0.945	1.04	1.012	
			2	1	4	0.677	0.63	0.785	0.747	
			2	2	1	1.252	1.493	1.51	1.757	
			2	2	2	1.195	1.197	1.093	1.235	
			2	2	3	1.028	0.982	0.985	0.923	
			2	2	4	0.572	0.612	0.658	0.702	
			1	1	1	1.407	1.467	1.538	2.053	
			1	1	2	1.323	1.215	1.207	1.28	
			1	1	3	1.133	1.107	1.003	1.098	
			1	1	4	0.77	0.715	0.755	0.898	
			1	2	1	1.308	1.518	1.492	1.988	
			1	2	2	1.26	1.262	1.123	1.287	
			1	2	3	1.097	1.132	1.097	1.043	
			1	2	4	0.697	0.695	0.75	0.862	
			2	1	1	1.263	1.417	1.39	1.76	
			2	1	2	1.228	1.195	1.093	1.235	
			2	1	3	1.108	0.96	1.053	0.993	
			2	1	4	0.69	0.715	0.82	0.72	
			2	2	1	1.28	1.523	1.402	1.715	
			2	2	2	1.25	1.22	1.112	1.285	
			2	2	3	1.068	0.962	0.978	0.968	
			2	2	4	0.637	0.675	0.737	0.712	
			1	1	1	1.51	1.567	1.447	2.15	
			1	1	2	1.45	1.253	1.213	1.293	
			1	1	3	1.183	1.177	0.987	1.133	

Matéria orgânica do solo (%) (MO) antes da sementeira do milho em 2004, 2005, 2006 e no ano seguinte (2007) e na diferença no teor de MO no final do ensaio e antes da sua instalação (2007-2004)

Grupo	Mob	RH	Sal	Rep	Prof	2004	2005	2006	2007	2007-2004
		1	1	1	4	0.777		0.75	0.713	0.933
		1	1	2	1	1.297		1.537	1.417	2.137
		1	1	2	2	1.31		1.3	1.117	1.317
		1	1	2	3	1.16		1.143	1.163	1.093
		1	1	2	4	0.793		0.767	0.83	0.943
		2	1	1	1	1.323		1.503	1.467	1.83
		2	1	1	2	1.267		1.29	1.073	1.233
		2	1	1	3	1.207		1.067	1.047	1.027
		2	1	1	4	0.79		0.85	0.867	0.81
		2	1	2	1	1.377		1.56	1.35	1.757
		2	1	2	2	1.32		1.27	1.167	1.357
		2	1	2	3	1.113		1.08	1.017	1.083
		2	1	2	4	0.73		0.75	0.827	0.8
		1	2	1	1	1.303		1.367	1.63	1.957
		1	2	1	2	1.197		1.177	1.2	1.267
		1	2	1	3	1.083		1.037	1.02	1.063
		1	2	1	4	0.763		0.68	0.797	0.863
		1	2	2	1	1.32		1.5	1.567	1.84
		1	2	2	2	1.21		1.223	1.13	1.257
		1	2	2	3	1.033		1.12	1.03	0.993
		1	2	2	4	0.6		0.623	0.67	0.78
		2	2	1	1	1.203		1.33	1.313	1.69
		2	2	1	2	1.19		1.1	1.113	1.237
		2	2	1	3	1.01		0.853	1.06	0.96
		2	2	1	4	0.59		0.58	0.773	0.63
		2	2	2	1	1.183		1.487	1.453	1.673
		2	2	2	2	1.18		1.17	1.057	1.213
		2	2	2	3	1.023		0.843	0.94	0.853
		2	2	2	4	0.543		0.6	0.647	0.623

Teor de humidade gravimétrica do solo (v/v)

rupo	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	19/abr/2005	19/out/2005	10/mai/2006	
					1	20.07	18.56	15.9	
					2	20.48	17.89	17.3	
					3	17.67	18.02	16.1	
1		GL	2		QME=	11	4.53	20.10	
		N.O.	32		Prob =	0.130	ns	ns	
		1				18.9	17.75	16.8	
		2				19.91	18.56	16	
2		GL	2		QME=	11	4.53	20.10	
		N.O.	48		Prob =	0.274	0.204	ns	
		1				17.2 b	17.56 B	15.3 b	
		2				21.61 a	18.75 A	17.6 a	
4		GL	4		QME=	18	lsd	5.41	lsd
		N.O.	48		Prob =	0.007	2.421	0.066	1.012
								0.027	1.862237
		1	1			17.04	17.63	15.8	
		1	2			20.76	17.88	17.8	
		2	1			17.37	17.49	14.7	
		2	2			22.45	19.63	17.3	
6		GL	4		QME=	18	5.41	10.80	
		N.O.	24		Prob =	ns	0.118	ns	
		1				18.75 b	17.91	16	
		2				20.06 a	18.4	16.8	
8		GL	8		QME=	2	lsd	2.58	
		N.O.	48		Prob =	0.003	0.734	0.169	
								22.69	
								ns	
		1	1			17.62 b	17.03 b	16.1	
		1	2			20.18 a	18.47 a	17.5	
		2	1			19.88 a	18.78 a	16	
		2	2			19.95 a	18.33 a	16	
10		GL	8		QME=	2	lsd	2.58	
		N.O.	24		Prob =	0.004	1.038	0.020	
								1.069	
								ns	
		1	1			16.73	17.15	15.2	
		1	2			17.68	17.96	15.3	
		2	1			20.77	18.66	16.9	
		2	2			22.45	18.84	18.2	
12		GL	8		QME=	2	2.58	22.69	
		N.O.	24		Prob =	0.285	ns	ns	
		1	1	1		16.12	16.66	15.6	
		1	1	2		17.96	18.59	16	
		1	2	1		19.12	17.4	16.7	

Teor de humidade gravimétrica do solo (v/v)

grupo	RH	Mob	Sal	Prof	Rep	19/abr/2005	19/out/2005	10/mai/2006
	1	2	2			22.4	18.35	19
	2	1	1			17.34	17.65	14.8
	2	1	2			17.4	17.33	14.6
	2	2	1			22.42	19.92	17.1
	2	2	2			22.49	19.33	17.4
14		GL	8		QME=	2	2.58	22.69
		N.O.	12		Prob =	0.296	ns	ns
				1		15.88 d	19.7 a	12.1 c
				2		18.4 c	16.13 b	15.9 b
				3		19.5 b	15.95 b	19.3 a
				4		23.84 a	20.85 a	18.4 a
16		GL	48		QME=	2	lsd 7.96	lsd 16.83
		N.O.	24		Prob =	0.000	0.852	0.000
							1.638	0.000
								2.38135
	1			1		15.19 g	18.52	11.5 E
	1			2		17.38 ef	15.65	15.4 CD
	1			3		18.56 de	15.29	21.7 A
	1			4		24.47 a	21.53	18.7 B
	2			1		16.57 f	20.88	12.6 DE
	2			2		19.42 cd	16.6	16.4 BC
	2			3		20.44 c	16.6	17 BC
	2			4		23.22 b	20.16	18 BC
18		GL	48		QME=	2	lsd 7.96	lsd 16.83
		N.O.	12		Prob =	0.001	1.205	0.149
								0.061
								2.809288
	1			1		13.68 E	17.6 b	11.5
	1			2		16.45 D	15.83 b	14.6
	1			3		17.68 C	15.96 b	18.4
	1			4		21 B	20.84 a	16.5
	2			1		18.08 C	21.8 a	12.7
	2			2		20.35 B	16.42 b	17.1
	2			3		21.32 B	15.93 b	20.2
	2			4		26.68 A	20.85 a	20.2
20		GL	48		QME=	2	lsd 7.96	lsd 16.83
		N.O.	12		Prob =	0.088	1.005	0.036
							2.316	ns

Condutividade hidráulica saturada do solo de Guelph (Ks-PG) a 5 e a 10 cm de altura (Ks – 5 cm; Ks – 10 cm). Determinações efetuadas a 20 cm de profundidade, após dois anos de aplicação dos tratamentos

Matriz completa com valores a eliminar em destaque								
Talhões	Sistema	Regime Hidrico	Salinidade	Rep	Ks	Ks-5cm	Ks-10 cm	
1	1	1	1	1	0.07	0.21	0.41	
2	1	1	2	1	2.07	4.80	10.43	
5	1	2	1	1	2.07	0.62	4.94	
6	1	2	2	1	0.81	0.21	1.88	
11	1	1	1	2	-0.05	0.63	0.73	
12	1	1	2	2	50.78	102.8	236.5	
15	1	2	1	2	1.89	20.57	30.85	
16	1	2	2	2	-0.82	5.14	5.14	
3	2	1	1	1	1.30	0.42	3.13	
4	2	1	2	1	-0.15	1.17	1.23	
7	2	2	1	1	-2.02	9.39	8.34	
8	2	2	2	1	-0.12	2.06	2.47	
9	2	1	1	2	102.38	3.65	208.62	
10	2	1	2	2	-0.01	0.42	0.52	
13	2	2	1	2	-1.64	10.28	10.28	
14	2	2	2	2	-271.4	2250	2423	
Matriz com os valores que foram eliminados estimados pelo MSTAT-C								
Talhões	Sistema	Regime Hidrico	Salinidade	Rep	Ks	Ks-5cm	Ks-10 cm	
1	1	1	1	1	0.07	0.21	0.41	
2	1	1	2	1	2.07	4.80	10.43	
5	1	2	1	1	2.07	0.62	4.94	
6	1	2	2	1	0.81	0.21	1.88	
11	1	1	1	2	-0.05	0.63	0.73	
12	1	1	2	2	1.716	11.8	21.1	
15	1	2	1	2	1.89	20.57	30.85	
16	1	2	2	2	-0.82	5.14	5.14	
3	2	1	1	1	1.30	0.42	3.13	
4	2	1	2	1	-0.15	1.17	1.23	
7	2	2	1	1	-2.02	9.39	8.34	
8	2	2	2	1	-0.12	2.06	2.47	
9	2	1	1	2	0.171	3.65	-6.58	
10	2	1	2	2	-0.01	0.42	0.52	
13	2	2	1	2	-1.64	10.28	10.28	
14	2	2	2	2	-0.354	7.27	10.9	

Produção de grão de milho (Grão g m⁻²), de matéria seca total (MST g m⁻²) e no índice de colheita (INC)

Grupo	Mob	RH	Sa1	Rep	Grão 2004	MST 2004	INC 2004	Grão 2005	MST 2005	INC 2005	Grão 2006	MST 2006	INC 2006
				1	757	1673	0.459	713.3	991.1	0.7	480	1064	0.451
				2	663	1438	0.469	599.6	916.3	0.637	466	1185	0.401
				3	632	1462	0.455	641.0	979.5	0.641	564	1273	0.452
1				QME=	10785	176195	0.01	12747.79	4150.79	0.00	9372.38	42923.29	0.00080
		N.O.	8	Prob =	0.240	ns	ns	0.325	0.242	0.127	0.294	0.329	0.105
				1	664.8	1576.9	0.427	414.6	675.3	0.612	553.45	1270.4	0.441
				2	702.8	1471.7	0.495	888.0	1249.3	0.707	453.4	1077.1	0.429
2				QME=	10785	176195	0.01	12747.79	4150.79	0.00	9372.38	42923.29	0.00
		N.O.	12	Prob =	ns	ns	0.169	0.009	0.002	0.025	0.066	0.127	0.150
				1	664	1523	0.455	613.8	934.5	0.637	482.9	1313.1	0.366
				2	703	1526	0.468	688.8	990.1	0.683	524.0	1034.4	0.504
4				QME=	3798	13542	0.00	2345.71	8588.21	0.00	18775.72	81286.17	0.00
		N.O.	12	Prob =	0.198	ns	ns	0.019	0.216	0.086	0.043	0.075	0.000
				1	676	1606	0.428	379.2	655.3	0.577	522.9	1415.2	0.365
				2	654	1548	0.425	450.0	695.2	0.647	584.0	1125.7	0.517
				1	653	1440	0.481	848.3	1213.7	0.697	442.9	1211.0	0.367
				2	753	1504	0.51	927.7	1285.0	0.718	463.9	943.2	0.492
6				QME=	3798	13542	0.00	2345.71	8588.21	0.00	18775.72	81286.17	0.00
		N.O.	6	Prob =	0.072	ns	ns	ns	ns	0.298	ns	ns	0.350
				1	722	1659	0.439	647.5	957.2	0.659	524.92	1213.9	0.438
				2	645	1390	0.483	655.1	967.4	0.66	481.92	1133.6	0.432
8				QME=	6574	62561	0.00	10644.58	11404.71	0.00	5164.27	24150.79	0.00
		N.O.	12	Prob =	0.053	0.034	0.070	ns	ns	ns	0.181	0.241	ns
				1	652	1580	0.418	376.2	615.7	0.612	573.8	1304.8	0.445
				1	677	1574	0.435	453.0	734.8	0.612	533.1	1236.0	0.437
				2	792	1738	0.46	918.8	1298.7	0.707	476.1	1123.0	0.432
				2	613	1206	0.531	857.2	1200.0	0.708	430.7	1031.2	0.427
10				QME=	6574	62561	0.00	10644.58	11404.71	0.00	5164.27	24150.79	0.00
		N.O.	6	Prob =	0.018	0.036	0.227	0.139	0.037	ns	ns	ns	ns
				1	704	1748	0.405	645.8	965.3	0.647	493.7	1336.5	0.367
				1	625	1297	0.504	581.7	903.7	0.627	472.0	1289.7	0.365
				2	741	1569	0.473	649.2	949.0	0.672	556.1	1091.3	0.51
				2	666	1483	0.462	728.5	1031.2	0.693	491.8	977.5	0.498
12				QME=	6574	62561	0.00	10644.58	11404.71	0.00	5164.27	24150.79	0.00
		N.O.	6	Prob =	ns	0.118	0.030	0.127	0.138	0.333	ns	ns	ns
				1	675.3	1726	0.397	362.3	619.3	0.583	554.2	1463.3	0.373
				1	676.7	1486	0.460	396.0	691.3	0.57	491.6	1367.0	0.357
				2	629.3	1433	0.440	390.0	612.0	0.64	593.4	1146.3	0.517
				2	678.0	1663	0.410	510.0	778.3	0.653	574.7	1105.0	0.517
				1	732.7	1770	0.413	929.3	1311.3	0.71	433.3	1209.7	0.36
				1	573.0	1109	0.548	767.3	1116.0	0.683	452.5	1212.3	0.373
				2	851.7	1706	0.507	908.3	1286.0	0.703	518.9	1036.3	0.503
				2	654.0	1302	0.513	947.0	1284.0	0.733	409.0	850.0	0.48
14				QME=	6574	62561	0.00	10644.58	11404.71	0.00	5164.27	24150.79	0.00
		N.O.	3	Prob =	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.179	ns	0.136

Anexo III - A

Valores diários registados de evapotranspiração de referência (ETo), de precipitação e das dotações referentes ao RH 1 e ao RH 2, desde o dia da sementeira do milho ao último dia do balanço hídrico, relativo aos três anos de rega do ensaio.

Data	2004				2005				2006			
	ETo (mm) ¹	Precipitação (mm)	Dot. RH 1 (mm)	Dot. RH 2 (mm)	ETo (mm) ²	Precipitação (mm)	Dot. RH 1 (mm)	Dot. RH 2 (mm)	ETo (mm) ¹	Precipitação (mm)	Dot. RH 1 (mm)	Dot. RH 2 (mm)
27-Abr					4,8							
28-Abr					4,5							
29-Abr					4,2							
30-Abr					4,9							
01-Mai					4,4							
02-Mai					4,8		16,0	18,8				
03-Mai					4,2							
04-Mai					5,2		10,8	11,1				
05-Mai					5,8		4,9	5,0				
06-Mai					5,6							
07-Mai					5,2							
08-Mai					4,9		14,6	14,9				
09-Mai					4,5		10,8	11,1				
10-Mai					4,1	0,4						
11-Mai					3,3	1,8						
12-Mai					3,9	22,4						
13-Mai	4,1				3,6	0,4						
14-Mai	5,5				4,5							
15-Mai	5,6				4,7							
16-Mai	6,2				3,1	0,8						
17-Mai	5,9		6,4	5,9	5,2							
18-Mai	6,0		6,4	5,9	4,6							
19-Mai	6,2		7,0	5,4	5,1		12,0	17,8				
20-Mai	4,6				6,1							
21-Mai	3,2		14,0	10,7	5,0							
22-Mai	4,4				5,3							
23-Mai	3,6	1,4			4,7							
24-Mai	3,6	4,8			5,6		11,9	17,6				
25-Mai	3,4	0,2	7,4	6,3	4,9							
26-Mai	5,3		7,3	6,2	5,9							
27-Mai	5,7				5,7		9,4	10,9				
28-Mai	5,5				4,4							
29-Mai	5,6				2,1							
30-Mai	6,0				4,4		10,0	11,6				
31-Mai	6,3				4,3		10,0	11,6				
01-Jun	6,3		4,3	6,9	4,7		5,8	7,7				
02-Jun	6,5		8,7	13,9	5,5		5,8	7,7				
03-Jun	6,7		5,7	6,7	5,6		5,8	7,7				
04-Jun	6,8		11,5	13,4	5,2							
05-Jun	6,4				5,3							
06-Jun	6,5				5,4		5,8	7,7				
07-Jun	6,2		4,3	6,9	7,2		5,2	7,1	6,4		7,4	7,4
08-Jun	6,3		4,3	6,9	7,2		5,2	7,1	6,1			
09-Jun	6,8				5,6		5,2	7,1	5,3		10,3	10,3
10-Jun	6,2				5,2				5,3			
11-Jun	7,0				5,9				6,0			
12-Jun	7,0				5,5				5,9	1,3		
13-Jun	7,0				4,4				4,7			
14-Jun	7,7				5,3		8,4	11,7	3,1	15,9		
15-Jun	7,6				5,1		8,4	11,7	4,3	6,7		
16-Jun	6,6				5,5		8,4	11,7	2,3	3,3		
17-Jun	7,2				5,4				3,0	4,9		
18-Jun	8,1				5,6				5,3			
19-Jun	7,1				4,6				6,2			
20-Jun	7,2				5,4		8,4	11,7	6,0		6,2	6,2
21-Jun	6,0		13,1	20,1	5,4		5,4	9,3	5,8		6,2	6,2
22-Jun	6,2		6,1	8,9	4,4		5,4	9,3	6,0		6,2	6,2
23-Jun	6,2				5,8		5,4	9,3	6,7		6,2	6,2
24-Jun	7,2				5,0		5,4	9,3	6,2		6,2	6,2
25-Jun	6,9		5,6	7,8	5,5				6,1			
26-Jun	7,4		5,6	7,8	5,4				6,0		6,6	6,6
27-Jun	7,9		5,5	7,7	5,2				5,9		6,6	6,6
28-Jun	7,6		5,2	8,5	5,5		5,4	9,3	6,1		6,6	6,6
29-Jun	7,9				5,5				5,9		6,6	6,6
30-Jun	8,9				5,6		4,5	7,1	5,8		6,6	6,6
01-Jul	8,4		6,8	11,5	5,5		4,5	7,1	6,0		6,9	6,9
02-Jul	7,7		6,8	11,5	5,6		4,5	7,1	5,7			
03-Jul	7,2		6,8	11,5	5,7				5,9		6,9	6,9
04-Jul	7,5				5,7				6,1		6,9	6,9
05-Jul	7,6		6,7	11,4	5,5		4,5	7,1	6,4		13,1	19,4
06-Jul	7,5		3,3	5,2	5,9		7,0	8,5	6,2			
07-Jul	6,5		3,4	5,2	5,6		7,0	8,5	6,5		13,1	19,4
08-Jul	6,4		3,4	5,3	5,9		7,0	8,5	6,4			
09-Jul	6,8				5,8		7,0	8,5	6,4			
10-Jul	6,5				5,5		7,0	8,5	5,0			
11-Jul	7,1				6,1				7,3			
12-Jul	6,6		5,7	6,4	5,8		7,0	8,5	7,3			
13-Jul	6,8		5,7	5,9	5,8		7,0	8,5	6,2		18,3	22,0
14-Jul	7,2				6,0		4,0	5,7	6,4		18,3	21,9
15-Jul	7,0		6,4	6,7	5,7		4,0	5,7	5,9			
16-Jul	7,3		6,4	6,7	5,8		4,0	5,7	6,0			
17-Jul	7,1				5,9		4,0	5,7	6,1			
18-Jul	7,0		6,3	6,8	5,8		4,0	5,7	4,1	2,1		

Valores diários registados de evapotranspiração de referência (Eto), de precipitação e das dotações referentes ao RH 1 e ao RH 2, desde o dia da sementeira do milho ao último dia do balanço hídrico, relativo aos três anos de rega do ensaio.

Data	2004				2005				2006			
	Eto (mm) ¹	Precipitação (mm)	Dot. RH 1 (mm)	Dot. RH 2 (mm)	Eto (mm) ²	Precipitação (mm)	Dot. RH 1 (mm)	Dot. RH 2 (mm)	Eto (mm) ¹	Precipitação (mm)	Dot. RH 1 (mm)	Dot. RH 2 (mm)
19-Jul	6,6				6,1		4,0	5,7	6,2			
20-Jul	6,5				5,9		5,8	8,6	5,8			
21-Jul	6,6		5,2	6,0	6,4		5,8	8,6	6,5			
22-Jul	6,1				5,6		5,8	8,6	6,5			
23-Jul	6,0		9,8	11,6	6,2		5,8	8,6	6,3	0,3		
24-Jul	6,9		9,8	11,6	5,9		5,8	8,6	6,6			
25-Jul	8,8		9,7	11,6	5,7		5,8	8,6	6,4		19,3	28,0
26-Jul	9,3		4,9	5,8	5,8		5,8	8,6	6,7			
27-Jul	8,2		4,6	5,9	5,3		5,8	8,6	6,5		26,9	39,0
28-Jul	7,7		4,6	6,0	5,3		5,8	8,6	6,1		6,8	9,9
29-Jul	7,4		5,0	5,0	5,7		6,1	8,5	6,3			
30-Jul	5,9		10,1	10,1	5,4		6,1	8,5	6,6			
31-Jul	6,2		10,1	10,1	5,6		6,1	8,5	7,1		6,7	8,0
01-Ago	6,7		5,1	5,1	5,7				6,7		13,3	16,0
02-Ago	6,8		9,5	10,7	6,0		6,1	8,5	6,3			
03-Ago	5,8		9,1	11,5	6,6				6,9		34,8	41,9
04-Ago	7,1		5,5	6,2	6,4				6,3			
05-Ago	6,7		11,1	12,4	6,1		9,1	11,2	5,8			
06-Ago	7,0		12,2	13,9	5,6		9,1	11,2	6,5			
07-Ago	6,3		6,7	7,7	5,6				5,7		30,1	39,0
08-Ago	4,8		6,7	7,7	5,0		9,1	11,2	6,2			
09-Ago	2,1		14,0	16,1	5,2		9,1	11,2	6,6		39,3	51,0
10-Ago	3,9		14,6	17,0	3,7		9,1	11,2	5,5			
11-Ago	4,3		13,1	15,8	4,9		9,1	11,2	6,0		13,9	18,0
12-Ago	6,0		5,9	7,3	5,8				6,9			
13-Ago	6,0		12,3	15,6	5,6				5,7			
14-Ago	6,5		12,7	16,7	5,1				6,0		4,8	8,0
15-Ago	6,7		6,4	8,3	5,7				5,8			
16-Ago	4,7		4,2	5,8	5,3		7,1	9,3	4,1		13,9	23,1
17-Ago	5,3		8,5	11,7	5,7		7,1	9,3	4,5	11,3		
18-Ago	2,9		5,9	7,3	5,7				3,6		4,8	8,0
19-Ago	4,8		11,9	14,7	3,1				4,3			
20-Ago	5,7		11,9	14,7	5,6				5,1			
21-Ago	5,6				5,8				5,5			
22-Ago	4,5				5,3				5,1			
23-Ago	5,7				5,1				6,4		4,3	6,4
24-Ago	6,4		5,2	6,4	5,1				6,0		4,3	6,4
25-Ago	6,7		5,2	6,4	5,2				6,6		4,3	6,4
26-Ago	6,5		10,4	12,9	5,6				6,6			
27-Ago	6,1		5,8	7,0					5,7			
28-Ago	6,9		5,9	7,1					5,9		8,3	11,0
29-Ago	6,5		5,8	7,0					5,8			
30-Ago	5,8								5,5		19,4	25,9
31-Ago	5,4								5,6		26,5	35,3
01-Set	5,1		9,1	12,6					5,2			
02-Set	2,6		9,1	12,6					5,1			
03-Set	3,3								4,6			
04-Set	4,3								4,9		36,3	53,8
05-Set	4,8								4,8			
06-Set	4,1								4,7			
07-Set	4,1								4,4			
08-Set	4,0								3,9		6,1	9,0
09-Set	4,8								5,2			
10-Set	4,6		6,5	9,5					5,4			
11-Set	5,0								4,0		25,1	36,7
12-Set	5,3								4,3			
13-Set	4,5								3,8			
14-Set	4,1								5,6		3,5	5,2
15-Set	5,0								5,3			
16-Set	4,8								4,2			
17-Set	4,9								4,0			
18-Set	4,9								4,1			
19-Set	4,7								3,7			
20-Set	3,9								4,1			
21-Set	4,4								2,3	33,5		
22-Set	3,9								3,1			
23-Set	4,0								3,3	1,9		
24-Set	3,1								2,9			
25-Set	4,00								3,6			
26-Set	4,20								3,4			
27-Set	5,60								4,0			
28-Set									3,0			
29-Set									2,0			
30-Set									1,8	3,4		
Total	817	6	520	641	645	26	446	596	624	85	546	712

¹ Valores médios de Eto de duas estações meteorológicas: estação meteorológica do Caia (COTR) e de Sagrajas - fonte dos dados de Sagrajas: Governo da Extremadura, Espanha <http://www.juntaex.es/consejerias/aym/riegos/datos/Sagrajas.htm> (acedido em 3 de novembro de 2006).

² Valores de Eto da estação meteorológica de Sagrajas.

Anexo III-B

Simulação da composição média em iões ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$), razão de adsorção de sódio (SAR) e relação Ca/Mg, da água de rega nos três anos do ensaio.

Ano / iões	RH 2	RH 2	RH 1	RH 1
	Sal. 2	Sal. 1	Sal. 2	Sal. 1
2004				
Na	5,78	2,94	5,65	2,88
Mg	7,85	1,32	7,70	1,31
Ca	1,02	1,01	1,02	1,01
2005				
Na	6,31	3,44	6,17	3,37
Mg	8,68	1,33	8,48	1,34
Ca	0,87	0,86	0,87	0,86
2006				
Na	6,85	3,73	6,93	3,65
Mg	9,50	1,50	9,62	1,67
Ca	1,10	1,09	1,10	1,09
iões	Teor médio da água (3 anos) em iões ($\text{mmol}_c\text{L}^{-1}$)			
Na	6,3	3,4	6,3	3,3
Mg	8,7	1,4	8,6	1,4
Ca	1,0	1,0	1,0	1,0
SAR	2,9	3,1	2,9	3,0
Ca/Mg	0,11	0,71	0,12	0,68



UNIVERSIDADE DE ÉVORA
INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO
E FORMAÇÃO AVANÇADA

Contactos:

Universidade de Évora
Instituto de Investigação e Formação Avançada - IIFA
Palácio do Vimioso | Largo Marquês de Marialva, Apart. 94
7002-554 Évora | Portugal
Tel: (+351) 266 706 581
Fax: (+351) 266 744 677
email: iifa@uevora.pt