

RICARDO JOAQUIM MURTEIRA DE CARVALHO

**EFEITO DA INTRODUÇÃO DE CEREAIS EM PASTAGENS
DE TREVO SUBTERRÂNEO**

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

1998

RICARDO JOAQUIM MURTEIRA DE CARVALHO

**EFEITO DA INTRODUÇÃO DE CEREAIS EM PASTAGENS
DE TREVO SUBTERRÂNEO**

*Dissertação apresentada à Universidade de
Évora para obtenção do Grau de Doutor em
Ciências Agrárias especialidade de Fitotecnia.*



95-953

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

1998

« ... e como espero que a ciência
tenha sempre um atractivo
o de não dar do que existe
conceito definitivo ... »

Agostinho da Silva (1990, *in* «Uns Poemas de Agostinho»)

A meus pais,
a meus filhos e também à minha mulher.

ERRATA

Pág	Linha	Onde se lê	Deve ler-se
I	3	semeadas	semeados
13	13	especificas	específicas
22	11	400 - 500 kg/ha mês	400 - 500 kg/ha. mês
29	5	pastagem	pastagens
44	19	preciso	precioso
53	18	cresceram	crescerem
60	21	que	quer
63	3	ele	ela
76	12	foram	forem
109	26	ajustamento	ajustamentos
117	Quadro III.3		Precipitação do mês de Março 30.0
127	23	possuiu	possuir
160	Equação N°6	$Y = 33527.4 + 35.4x_1 + \dots$	$Y = - 33527.4 + 35.4x_1 + \dots$
161	3	refira	refiram
178	Quadro IV.26	1993/199	1993/1994
197	3	deste	desde
203	3	independentemente	independentemente
278	Quadro IV.84	841 c	841 ab
281	9	associada	associado
292	Quadro IV.87	13 813 c	13 813 C
320	1	... (... referido).	... (... referido muito pequenos em termos reais).

Na página 193, por lapso aquando da composição do trabalho, surge-nos a Fig.36 no lugar da indicada na legenda. Assim, deve considerar-se correcta a Fig.22 tal como apresentamos nesta errata.

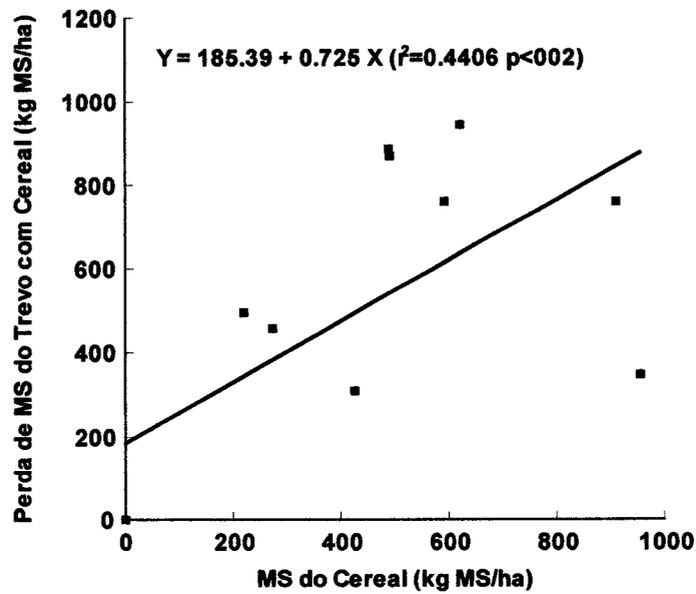


Figura 22. Perda de produção do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg MS/ha) (Y) em função da produção do cereal (Kg MS/ha) (X). Período da Primavera.

AGRADECIMENTOS

Muito obrigado:

Ao Prof. Doutor Mário de Carvalho por ter aceite ser nosso orientador, bem como pelos ensinamentos, apoio e estímulo dispensados ao longo do trabalho, manifestados através de inúmeras e oportunas sugestões, sempre com total disponibilidade, empenho e vontade de ensinar.

Ao Professor Doutor Gottlieb Basch, pela disponibilidade na abordagem de alguns aspectos relacionados com este trabalho, bem como pelo estímulo e sugestões transmitidos.

Aos Eng^{os}. João Montes, Carlos Balsa e Jorge Teigão, bem como aos alunos estagiários, Juliano Gomes, Paulo Calheiros, Pedro Figueiredo (Graciosa), Francisco Raimundo e Jorge Zambujo, pela preciosa ajuda prestada, aquando da realização das diversas tarefas relacionadas com os seus Trabalhos de Fim de Curso.

Aos Eng^{os}. Técnicos Agrários Sr. Manuel Figo, Sr. Francisco Carolino e Sr^a. D. Helena Mafalda Carolino, pela colaboração prestada nas tarefas de campo e apoio laboratorial.

Aos Professores Doutores Maria do Rosário G. de Oliveira, J. Efe Serrano e Manuel Cancela d'Abreu, pela colaboração enquanto responsáveis pelos Laboratórios de Física de Solos, de Pastagens e Tecnologia de Forragens e de Nutrição Animal, bem como pelos esclarecimentos prestados.

Aos Auxiliares Técnicos de Laboratório D. Ana do Carmo Valério, D. Bertina Souto e Sr. Francisco Valente, pelo precioso auxílio nas muitas determinações analíticas efectuadas.

À D. Fátima, responsável pelo processamento do texto, pela dedicação e profissionalismo postos na elaboração do mesmo, e também pela paciência.

Ao Engº João Paulo Mendes pela colaboração prestada no arranjo final deste trabalho.

À Professora Doutora Maria Ermelinda Lourenço, pela leitura final de parte deste trabalho e também pelas oportunas sugestões.

À Drª. Maria de Lurdes Batista, minha amiga, que prontamente aceitou a fazer a revisão do texto como contrapartida de alguma informação nele contido.

Ao Sr. José António Janota Barradas, meu amigo, funcionário do Serviço de Reprografia e Publicações da Universidade de Évora, pela impressão e encadernação deste trabalho.

Aos Engºs. Calado Barros, Pedro Alpendre, Godinho Calado e Nuno Ribeiro, pela amizade, conselhos e estímulo que me souberam dar.

Aos Colegas que, de forma simpática nos manifestaram o seu interesse, transmitindo-nos assim o necessário e indispensável apoio.

Aos Familiares e Amigos, que com o seu desempenho e amizade, ficaram também ligados a este trabalho.

A Todos, por tudo.

ÍNDICE

RESUMO.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
ÍNDICE DE QUADROS.....	XI
GLOSSÁRIO.....	XXIII
I INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
1. AS ZONAS MEDITERRÂNICAS.....	3
1.1. <i>Origem e caracterização ambiental</i>	3
1.2 <i>O clima mediterrânico</i>	5
1.3. <i>Os solos da Bacia Mediterrânica</i>	7
2. ACTIVIDADES PRODUTIVAS NA ZONA MEDITERRÂNICA.....	8
2.1. <i>Breve introdução histórica</i>	8
2. 2. <i>As pastagens de sequeiro na zona Mediterrânica</i>	10
2.2.1 <i>Pastagens Naturais</i>	12
2. 2. 2. <i>Montado</i>	13
2 .2. 3. <i>Pastagens Semeadas</i>	15
2. 2. 4. <i>Espécies e cultivares utilizadas</i>	17
2. 2. 5. <i>Produtividade das pastagens</i>	19
2. 2. 6. <i>Valor alimentar das pastagens</i>	22
2.2.6.1 <i>Digestibilidade</i>	23
2.2.6.2. <i>Proteína Bruta</i>	26
2.2.7. <i>Produção animal em zonas Mediterrânicas</i>	29
2.2.8 <i>A produção de forragens</i>	31
2.2.8.1. <i>As forragens conservadas: problemas com a sua obtenção e utilização</i>	31
2.2.9. <i>Os cereais como opção forrageira</i>	34
2.2.9.1 <i>Espécies utilizadas</i>	39
2.2.9.2. <i>Produtividade</i>	43
2.2.9.3. <i>Qualidade</i>	45
3. RELAÇÕES ENTRE PLANTAS	49
3.1 <i>As comunidades vegetais</i>	49
3.2. <i>Competição entre plantas</i>	50
3.2.1. <i>Factores da técnica cultural que influenciam a competição</i>	54
3.2.1.1. <i>Densidade populacional (população)</i>	54

3.2.1.2. Distribuição espacial das plantas	61
3.3. A competição para os diversos factores de crescimento	63
3.3.1. Competição para a radiação solar	63
3.3.1.1. Índice de área foliar (IAF)	65
3.3.1.2. O índice de área foliar nas pastagens	67
3.3.1.3. Disposição das folhas	68
3.3.1.4. Altura das plantas	70
3.3.1.5. A interceptão da radiação solar em culturas associadas	71
3.3.2. Competição para a água	74
3.3.2.1. Eficiência de utilização da água (WUE)	78
3.3.3. Competição para os nutrientes	80
3.3.3.1. Competição para o azoto	81
3.3.3.2. Competição para o fósforo e o potássio	86
3.3.3.3. A fertilização em culturas associadas	90
3.3.4. Interação entre factores	95
3.4. Complementaridade entre espécies	98
3.5. A associação de espécies	100
3.6. Considerações finais	107
III. MATERIAL E MÉTODOS	113
1. LOCALIZAÇÃO	113
2. CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA	114
2.1. Caracterização do Solo	114
2.2. Caracterização Climática	116
3. TÉCNICA CULTURAL	120
3.1. Instalação da pastagem	121
4. PARÂMETROS MEDIDOS	122
4.1. Produção de Matéria Seca (MS/ha)	122
4.2. Análises físico-químicas	123
4.2.1. Teor de Matéria Seca (MS)	123
4.2.2. Digestibilidade da Matéria Orgânica em Percentagem da Matéria Seca (DOMD)	123
4.2.2.1. Energia Metabolizável (EM)	124
4.2.3. Proteína Bruta (PB)	124
4.3. Regeneração da pastagem no ano seguinte	124
5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO	125
6. ENSAIOS REALIZADOS	126
6.1. Ensaio de Espécies	126
6.1.1. Tratamentos e delineamento experimental	127
6.1.2. Instalação	128
6.2. Ensaio de Densidades / Entrelinhas	129

6. 2. 1. <i>Tratamentos e delineamento experimental</i>	130
6.2.2.. <i>Instalação</i>	131
6. 3. <i>Ensaio de Adubações</i>	132
6. 3.1. <i>Tratamentos e delineamento experimental</i>	133
6.3.2. <i>Instalação</i>	133
6. 4. <i>Ensaio de Frequência de Cortes</i>	134
6.4.1. <i>Tratamentos e delineamento experimental</i>	135
6.4.2. <i>Instalação</i>	136
IV. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	139
1. ENSAIO DE ESPÉCIES	139
1. 1. <i>Produção de Inverno</i>	139
1. 1. 1. <i>Cereal</i>	139
1. 1. 1. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	139
1.1.1.2. <i>Proteína Bruta</i>	144
1. 1. 1. 3. <i>Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável</i>	148
1. 1. 2. <i>Trevo subterrâneo</i>	152
1. 1. 2. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	153
1. 2. 2. <i>Proteína Bruta</i>	161
1. 1. 2. 3. <i>Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável</i>	169
1. 1. 3. <i>Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cereal)</i>	175
1. 1. 3. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	175
1. 1. 3. 2. <i>Proteína Bruta</i>	181
1. 1. 3. 3. <i>Energia Metabolizável</i>	185
1. 2. <i>Produção de Primavera</i>	191
1. 2. 1. <i>Trevo subterrâneo</i>	191
1. 2. 1. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	191
1. 2. 1. 2. <i>Proteína Bruta</i>	201
1. 2. 1. 3. <i>Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável</i>	205
1. 2. 2. <i>Cereal</i>	210
1. 2. 2. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	210
1. 2. 2. 2. <i>Proteína Bruta</i>	216
1. 2. 2. 3. <i>Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável</i>	219
1. 2. 3. <i>Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cereal)</i>	223
1. 2. 3. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	223
1. 2. 3. 2. <i>Proteína Bruta</i>	228
1. 2. 3. 3. <i>Energia Metabolizável</i>	232
1. 3. <i>Produção Total</i>	237
1. 3. 1. <i>Cereal</i>	237

1. 3. 1. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	237
1. 3. 1. 2. <i>Proteína Bruta</i>	239
1. 3. 1. 3. <i>Energia Metabolizável</i>	241
1.3.2. <i>Trevo Subterrâneo</i>	243
1 3. 2. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	243
1. 3. 2. 2. <i>Proteína Bruta</i>	247
1. 3. 2. 3. <i>Energia Metabolizável</i>	250
1.3.3. <i>Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cereal)</i>	253
1.3.3.1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	253
1. 3. 3. 2. <i>Proteína Bruta</i>	257
1. 3. 3. 3. <i>Energia Metabolizável</i>	260
1. 4. <i>Regeneração da pastagem</i>	264
1. 5. <i>Conclusões</i>	267
2. ENSAIO DE DENSIDADES / ENTRELINHAS	271
2. 1. <i>Primeiro corte de Inverno</i>	271
2. 1. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	271
2. 1. 2. <i>Proteína Bruta, Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável</i>	273
2. 2. <i>Produção de Inverno</i>	275
2. 2. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	275
2. 2. 1. 1. <i>Cevada</i>	275
2. 2. 1. 2. <i>Trevo subterrâneo</i>	279
2. 2. 1. 3. <i>Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cevada)</i>	281
2. 2. 2. <i>Proteína Bruta; Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável</i>	286
2. 3. <i>Produção de Primavera</i>	294
2. 3. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	294
2. 3. 1. 1. <i>Cevada</i>	294
2. 3. 1. 2. <i>Trevo subterrâneo</i>	296
2. 3. 1. 3. <i>Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cevada)</i>	297
2. 3. 2. <i>Proteína Bruta, Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável</i>	299
2. 4. <i>Produção Total</i>	302
2. 4. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	302
2. 4. 1. 1. <i>Cevada</i>	302
2. 4. 1. 2. <i>Trevo subterrâneo</i>	304
2. 4. 1. 3. <i>Produção conjunta (trevo subterrâneo + cevada)</i>	304
2. 4. 2. <i>Proteína Bruta e Energia Metabolizável</i>	307
2. 5. <i>Regeneração da pastagem no ano seguinte</i>	313
2. 6. <i>Conclusões</i>	314

3. ENSAIO DE ADUBAÇÕES	316
3. 1. <i>Primeiro corte de Inverno</i>	316
3. 1. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	316
3. 1. 1. 1. <i>Cevada</i>	316
3. 1. 2. <i>Proteína Bruta, Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia</i> <i>Metabolizável</i>	317
3. 2. <i>Produção de Inverno</i>	318
3. 2. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	318
3. 2. 2. <i>Proteína Bruta, Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia</i> <i>Metabolizável</i>	320
3. 3. <i>Produção de Primavera</i>	322
3. 3. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	322
3. 3. 2. <i>Proteína Bruta, Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia</i> <i>Metabolizável</i>	323
3. 4. <i>Produção Total</i>	325
3. 4. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	325
3. 4. 2. <i>Proteína Bruta, Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia</i> <i>Metabolizável</i>	326
3. 5. <i>Regeneração da pastagem no ano seguinte</i>	333
3. 6. <i>Conclusões</i>	335
4. ENSAIO DE FREQUÊNCIA DE CORTES	336
4. 1. <i>Produção de Matéria Seca</i>	336
4. 1. 1. <i>Cevada</i>	336
4. 1. 2. <i>Trevo subterrâneo</i>	337
4. 1. 3. <i>Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cevada)</i>	338
4. 2. <i>Regeneração da pastagem no ano seguinte</i>	338
4. 3. <i>Conclusões</i>	339
V. CONCLUSÕES FINAIS.....	341
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	345
ANEXOS.....	387

RESUMO

Este trabalho teve por objectivo estudar o aumento da produtividade de Inverno de pastagens de sequeiro à base de trevo subterrâneo, através da introdução de cereais (aveia, cevada e triticale), semeadas em linhas na pastagem. Os estudos da introdução das espécies, sua densidade e compasso, a fertilização, bem como da forma de utilização, decorreram durante os anos de 1991/1992 a 1995/1996, e determinaram a realização dos Ensaio de Espécies, Densidades/ Entrelinhas, Adubações e Frequência de Cortes.

O efeito da introdução das espécies referidas foi avaliado nos anos de 1991/1992 a 1994/1995. Verificaram-se aumentos da produtividade conjunta (trevo subterrâneo + cereal) da pastagem para o período de Inverno, Primavera e, conseqüentemente na produção total. Para além dos aumentos de produtividade registados, verificou-se ainda uma diminuição da variação da produção dentro e entre anos, conferindo a estes sistemas Mediterrânicos um factor de estabilização da produção de grande importância. De entre as espécies estudadas, a aveia e a cevada proporcionaram melhores resultados que o triticale, mostrando-se a aveia superior à cevada nos anos com Invernos mais húmidos, enquanto esta obteve produções superiores nos anos secos para o referido período. A introdução de uma mistura destas duas espécies, poderia ser uma estratégia a adoptar como forma de garantir uma maior estabilidade da produção face à irregularidade das condições climáticas, carecendo, no entanto esta hipótese de ser previamente estudada.

Com a realização do ensaio de Densidades / Entrelinhas (1992/1993 e 1993/1994), pretendeu-se estudar qual a técnica cultural a utilizar na introdução da cevada em linhas na pastagem, relativamente à densidade populacional (100 e 200 sementes/m²) e ao espaçamento entre linhas (20 e 40 cm). Das densidades testadas, a mais elevada (200 sementes/m²), foi a que conduziu a melhores resultados independentemente da entrelinha utilizada. Os resultados sugerem-nos ainda que, sendo o balanço energético resultante da aplicação da técnica

francamente positivo, a densidade de sementeira a utilizar poderá ser aumentada para além dos valores estudados, pelo que em estudos futuros esta hipótese deverá ser objecto de análise.

Nas condições testadas, o Ensaio de Adubações (1992/1993 a 1994/1995), no qual foram aplicados três níveis de azoto (0, 20 e 40 unidades de N/ha) e três níveis de fósforo (0, 40 e 80 unidades de P_2O_5 /ha), parece indicar-nos que, pelo menos para o primeiro ano, a introdução da cevada em linhas numa pastagem de trevo subterrâneo não exigirá reforços na adubação para além daqueles que são os aconselhados pelo nível de nutrientes no solo e a produção esperada na pastagem.. A realização de ensaios continuados no mesmo local, poderão ajudar a fornecer informação definitiva, que poderá ser completada com a introdução de animais em pastoreio, o que aproximará mais as condições de ensaio da realidade.

O estudo sobre a melhor forma de aproveitamento da pastagem para o período de Inverno, feito através do ensaio de Frequência de Cortes (1995/1996), no qual foram testados a introdução da cevada (trevo subterrâneo + cevada; trevo subterrâneo s/ cevada), revelou-nos que não haverá necessidade de alterar a forma de condução do pastoreio numa pastagem, pelo facto da cevada ter sido introduzida, pelo que a gestão dos recursos poderá ser feita em função das necessidades do efectivo, sem que isso determine uma redução na produção.

Nenhum dos tratamentos em estudo prejudicou, de forma significativa, a regeneração da pastagem no ano seguinte, pelo que em relação a este aspecto não existirá qualquer limitação à generalização da técnica de introdução de cereais em linhas numa pastagem de sequeiro à base de trevo subterrâneo, com a finalidade de aumentar a sua produtividade de Inverno.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curvas médias de crescimento da pastagem no sequeiro Alentejano.....	21
Figura 2. Influência da densidade populacional na produção de forragem (produção por unidade de área e produção por planta).....	55
Figura 3. Influência da densidade populacional na produção de grão (produção por unidade de área e produção por planta).....	56
Figura 4. Influência da produção de MS do cereal (Kg MS/ha) (X) na perda de produção de MS do trevo subterrâneo (Y) (Kg MS/ha). Período de Inverno.....	155
Figura 5. Perda de produção do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Y) em função da sua produção em estreme (X) (Kg MS/ha). Período de Inverno.....	156
Figura 6. Influência dos dias grau de crescimento (base 8° C) (X) na produção relativa do trevo subterrâneo (Y). Período de Inverno.	159
Figura 7. Influência da produção do cereal (Kg MS/ha) (X) no teor relativo de PB (%) do trevo subterrâneo (Y). Período de Inverno.	163
Figura 8. Perda de produção de PB do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg PB/ha) (Y) em função da sua produção de PB em estreme (Kg PB/ha) (X). Período de Inverno.....	164
Figura 9. Perda de produção de PB do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg PB/ha) (Y) em função da produção de PB do cereal (Kg PB/ha) (X). Período de Inverno.	165
Figura 10. Perda de produção de EM do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (MJ/ha) (Y) em função da sua produção de EM em estreme (MJ/ha) (X). Período de Inverno.	171
Figura 11. Perda de produção de EM do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (MJ/ha) (Y) em função da produção de EM do cereal (MJ/ha) (X). Período de Inverno.	172
Figura 12. Influência da produção de MS do cereal (Kg MS/ha) (X) na produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (Y). Período de Inverno.	176

Figura 13. Influência da produção de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (X) na produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (Y). Período de Inverno.	177
Figura 14. Período de Inverno. Produção do trevo subterrâneo em estreme e da associação (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) e respectivos desvios para a produção média dos quatro anos $\left[\left(\frac{\text{Produção do ano} - \text{Produção média}}{\text{Produção média}} \right) * 100 \right]$. Desvios positivos (+) ; Desvios negativos (-).	180
Figura 15. Produção conjunta (trevo subterrâneo + cereal) de PB (Kg PB/ha) (Y) em função da produção conjunta (trevo subterrâneo + cereal) de MS (Kg MS/ha) (X). Período de Inverno.	182
Figura 16. Influência da produção de PB do cereal (Kg PB/ha) (X) na produção de PB conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg. PB/ha) (Y). Período de Inverno.	183
Figura 17. Influência da produção de PB do trevo subterrâneo (Kg PB/ha) (X) na produção de PB conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg PB/ha) (Y). Período de Inverno.	184
Figura 18. Produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y) em função da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg. MS/ha) (X). Período de Inverno.	187
Figura 19. Influência da produção de EM do cereal (MJ/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Período de Inverno.	188
Figura 20. Influência da produção de EM do trevo subterrâneo (MJ/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Período de Inverno.	188
Figura 21. Perda de produção do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg MS/ha) (Y) em função da sua produção em estreme (Kg MS/ha) (X). Período da Primavera.	192
Figura 22. Perda de produção do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg MS/ha) (Y) em função da produção do cereal (Kg MS/ha) (X). Período da Primavera.	193
Figura 23. Influência da precipitação ocorrida nos meses de Fevereiro (após o último corte de Inverno) e Março (mm) (X) na produção de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.	196
Figura 24. Influência da precipitação ocorrida no mês Março (mm) (X) na produção relativa de trevo subterrâneo em estreme (razão entre a produção de Primavera e a produção de Inverno) (Y). Período da Primavera.	198

Figura 25. Influência da precipitação ocorrida no mês Março (mm) (X) na produção relativa de trevo subterrâneo em estreme (razão entre a produção de trevo subterrâneo de Primavera e a produção total de trevo subterrâneo) (%) (Y). Período da Primavera.....	199
Figura 26. Perda de PB do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg PB/ha) (Y) em função da sua produção de PB em estreme (Kg PB/ha) (X). Período da Primavera.	204
Figura 27. Perda de PB do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg PB/ha) (Y) em função da produção de PB do cereal (Kg PB/ha) (X). Período da Primavera.....	205
Figura 28. Perda de EM do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (MJ/ha) (Y) em função da sua produção de EM em estreme (MJ/ha) (X). Período da Primavera.....	209
Figura 29. Perda de EM do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (MJ/ha) (Y) em função da produção de EM do cereal (MJ/ha) (X). Período da Primavera.....	209
Figura 30. Diferença da produção de MS do triticale (Kg MS/ha) (Y) para a produção média de MS da aveia e cevada (Kg MS/ha) (X). Período da Primavera.	213
Figura 31. Influência da precipitação dos meses de Fevereiro (após cortes de Inverno) e Março (mm) (X) na produção de MS da aveia (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.....	214
Figura 32. Influência da precipitação dos meses de Fevereiro (após cortes de Inverno) e Março (mm) (X) na produção de MS da cevada (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.....	215
Figura 33. Influência da precipitação dos meses de Fevereiro (após cortes de Inverno) e Março (mm) (X) na produção de MS do triticale (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.....	215
Figura 34. Período da Primavera. Produção do trevo subterrâneo em estreme e da associação (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) e respectivos desvios para a produção média dos quatro anos $\left[\left(\frac{\text{Produção do ano} - \text{Produção média}}{\text{Produção média}} \right) * 100 \right]$. Desvios positivos (+) ; Desvios negativos (-).....	225
Figura 35. Influência da produção de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (X) na produção de MS conjunta (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.	226
Figura 36. Influência da produção de MS do cereal (Kg MS/ha) (X) na produção de MS conjunta (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.	226

Figura 37. Influência da precipitação de Março (mm) (X) na produção relativa do conjunto das duas espécies (%) (Y). Período da Primavera.....	227
Figura 38. Influência da produção de PB do trevo subterrâneo (Kg PB/ha) (X) na produção de PB conjunta (Kg PB/ha) (Y). Período da Primavera.	229
Figura 39. Influência da produção de PB do cereal (Kg PB/ha) (X) na produção de PB conjunta (Kg PB/ha) (Y). Período da Primavera.....	230
Figura 40. Influência da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (X) na produção de PB conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg PB/ha) (Y). Período da Primavera.....	231
Figura 41. Influência da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Período da Primavera.	233
Figura 42. Influência da produção de EM do trevo subterrâneo (MJ/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Período da Primavera.	235
Figura 43. Influência da produção de EM do cereal (MJ/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Período da Primavera.	236
Figura 44. Perda de produção de MS do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg MS/ha) (Y) em função da sua produção de MS em estreme (Kg MS/ha) (X). Produção total.	244
Figura 45. Perda de produção de MS do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg MS/ha) (Y) em função da produção de MS do cereal (Kg MS/ha) (X). Produção total.	245
Figura 46. Perda de produção de PB do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg PB/ha) (Y) em função da sua produção de PB em estreme (Kg PB/ha) (X). Produção total.	248
Figura 47. Perda de produção de PB do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg PB/ha) (Y) em função da produção de PB do cereal (Kg PB/ha) (X). Produção total.....	249
Figura 48. Perda de produção de EM do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (MJ/ha) (Y) em função da sua produção de EM em estreme (MJ/ha) (X). Produção total.....	251
Figura 49. Perda de produção de EM do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (MJ/ha) (Y) em função da produção de EM do cereal (MJ/ha) (X). Produção total.....	251
Figura 50. Influência da produção de MS do cereal (Kg MS/ha) (X) na produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (Y). Produção total.....	254

Figura 51. Influência da produção de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (X) na produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (Y). Produção total.....	254
Figura 52. Produção total. Produção do trevo subterrâneo em estreme e da associação (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) e respectivos desvios para a produção média dos quatro anos $\left[\left(\frac{\text{Produção do ano} - \text{Produção média}}{\text{Produção média}} \right) * 100 \right]$. Desvios positivos (+) ; Desvios negativos (-).....	257
Figura 53. Influência da produção total de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (X) na produção total de PB conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg PB/ha) (Y). Produção total.....	258
Figura 54. Influência da produção total de PB do cereal (Kg PB/ha) (X) na produção total de PB conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg PB/ha) (Y). Produção total.....	259
Figura 55. Influência da produção total de PB do trevo subterrâneo (Kg PB/ha) (X) na produção total de PB conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg PB/ha) (Y). Produção total.....	259
Figura 56. Influência da produção total de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (X) na produção total de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Produção total.....	261
Figura 57. Influência da produção total de EM do cereal (MJ/ha) (X) na produção total de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Produção total.....	263
Figura 58. Influência da produção total de EM do trevo subterrâneo (MJ/ha) (X) na produção total de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Produção total.....	263
Figura 59. Influência das temperaturas médias dos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro (°C) (X) na regeneração do trevo subterrâneo no ano seguinte (n°. de plantas emergidas/m ²) (Y).....	265
Figura 60. Influência da precipitação ocorrida nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro, (mm) (X) na regeneração do trevo subterrâneo no ano seguinte (n°. de plantas emergidas/m ²) (Y).....	267
Figura 61. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m ²) (X) na sua produção de MS (Kg MS/ha) (Y). Primeiro corte de Inverno.	272
Figura 62. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m ²) (X) na sua produção de MS (Kg MS/ha) (Y). Período de Inverno.	276

Figura 63. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m ²) (X) na produção de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (Y). Período de Inverno.....	279
Figura 64. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m ²) (X) na produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (Y). Período de Inverno.	282
Figura 65. Período de Inverno. Efeito da introdução da cevada na produção conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) e respectivos desvios para a produção média dos dois anos $\left[\left(\frac{\text{Produção do ano} - \text{Produção média}}{\text{Produção média}} \right) * 100 \right]$	285
Figura 66. Influência da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (X) na produção de PB conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg PB/ha) (Y). Período de Inverno.....	287
Figura 67. Influência da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (MJ/ha) (Y). Período de Inverno.	289
Figura 68. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m ²) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (MJ/ha) (Y). Período de Inverno.	293
Figura 69. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m ²) (X) na sua produção de MS (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.....	295
Figura 70. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m ²) (X) na produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.	297
Figura 71. Influência da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (X) na produção de PB conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg PB/ha) (Y). Período da Primavera.....	300
Figura 72. Influência da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (MJ/ha) (Y). Período da Primavera.	301
Figura 73. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m ²) (X) na sua produção total de MS (Kg MS/ha) (Y). Produção total.	303
Figura 74. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m ²) (X) na produção total de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (Y). Produção total.	305

Figura 75. Produção total. Efeito da introdução da cevada na produção conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) e respectivos desvios para a produção média dos dois anos	
$\left[\left(\frac{\text{Produção do ano} - \text{Produção média}}{\text{Produção média}} \right) * 100 \right]$306
Figura 76. Influência da produção total de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (X) na produção total de PB conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg PB/ha) (Y). Produção total.....	308
Figura 77. Influência da produção total de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (X) na produção total de EM conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (MJ/ha) (Y). Produção total.....	310
Figura 78. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m ²) (X) na produção total de EM conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (MJ/ha) (Y). Produção total.....	312
Figura 79. Variação do teor de Azoto do solo (ppm N/NO ₃) (Y) em função da produção total de MS da cevada (Kg MS/ha) (X). Produção total.....	329
Figura 80. Variação do teor de Fósforo do solo (ppm) (Y) em função da produção total de MS da cevada (Kg MS/ha) (X). Produção total.....	330
Figura 81. Variação do teor de Fósforo do solo (ppm) (Y) em função da produção total de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (X). Produção total.....	331
Figura 82. Relação entre a produção de MS da cevada (Kg MS/ha) (X) e a produção de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (Y). Produção total.....	332

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro II.1.	Valores de temperatura e precipitação referentes ao período de 1961a1990. Posto Meteorológico de Évora (INMG).	6
Quadro III.1.	Dados analíticos físicos e químicos do solo.....	115
Quadro III.2.	Valores de temperatura e precipitação referentes ao ano agrícola 1991/1992. Posto Meteorológico de Évora (INMG).....	116
Quadro III.3.	Valores de temperatura e precipitação referentes ao ano agrícola 1992/1993. Posto Meteorológico de Évora (INMG).....	117
Quadro III.4.	Valores de temperatura e precipitação referentes ao ano agrícola 1993/1994. Posto Meteorológico de Évora (INMG).....	118
Quadro III.5.	Valores de temperatura e precipitação referentes ao ano agrícola 1994/1995. Posto Meteorológico de Évora (INMG).....	118
Quadro III.6.	Valores de temperatura e precipitação referentes ao ano agrícola 1995/1996. Posto Meteorológico de Évora (INMG).....	119
Quadro III.7.	Calendário das operações culturais. Ensaio de Espécies.	128
Quadro III.8.	Calendário das operações culturais. Ensaio de Densidades/ Entrelinhas.....	131
Quadro III. 9.	Calendário das operações culturais. Ensaio de Adubações.....	134
Quadro III. 10.	Calendário das operações culturais. Ensaio de Frequência de Cortes.	136
Quadro IV.1	Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) dos cereais. Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.	140
Quadro IV.2.	Interacção ano x espécie para a produção de MS/ha (kg) dos cereais. Primeiro corte de Inverno.....	141
Quadro IV.3.	Interacção ano x espécie para a produção de MS/ha (kg) dos cereais. Período de Inverno.	141

Quadro IV.4	Efeito dos tratamentos nos teores de PB (%) dos cereais e nas quantidades de PB/ha (kg) produzidas a partir destas. Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.	144
Quadro IV.5.	Interação ano x espécie para a produção de PB/ha (kg) a partir dos cereais. Primeiro corte de Inverno.	146
Quadro IV.6.	Efeito dos anos nos teores de PB (%) dos cereais e na sua produção de PB/ha (kg). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.	147
Quadro IV.7.	Interação ano x espécie para a produção de PB/ha (kg) a partir dos cereais. Período de Inverno.	148
Quadro IV.8.	Efeito dos tratamentos na DOMD (%) dos cereais e na EM/ha (MJ) produzida pelos mesmos . Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.	149
Quadro IV.9.	Efeito dos anos na DOMD dos cereais e na sua produção de EM/ha (MJ). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.	150
Quadro IV.10.	Interação ano x espécie para a produção de EM/ha (MJ) a partir do cereal. Primeiro corte de Inverno.	151
Quadro IV.11.	Interação ano x espécie para a produção de EM/ha (MJ) a partir dos cereais. Período de Inverno.	152
Quadro IV.12.	Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) do trevo subterrâneo. Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.	153
Quadro IV.13.	Interação ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) do trevo subterrâneo. Primeiro corte de Inverno.	158
Quadro IV.14.	Interação ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) do trevo subterrâneo. Período de Inverno.	158
Quadro IV.15.	Efeito dos tratamentos no teor de PB (%) do trevo subterrâneo e na sua produção de PB/ha (kg). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.	162
Quadro IV.16.	Efeito dos anos no teor de PB (%) do trevo subterrâneo e na sua produção de PB/ha (kg). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.	166
Quadro IV.17.	Interação ano x tratamento para o teor de PB (%) do trevo subterrâneo. Período de Inverno.	167

Quadro IV.18. Interação ano x tratamento na produção de PB/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Primeiro corte de Inverno.....	167
Quadro IV.19. Interação ano x tratamento para a produção de PB/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.....	168
Quadro IV.20. Efeito dos tratamentos na DOMD (%) do trevo subterrâneo e na sua produção de EM/ha (MJ). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.	169
Quadro IV.21. Interação ano x tratamento para DOMD (%) do trevo subterrâneo. Primeiro corte de Inverno.....	173
Quadro IV.22. Interação ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Primeiro corte de Inverno.....	173
Quadro IV.23. Interação ano x tratamento para a DOMD (%) do trevo subterrâneo. Período de Inverno.....	174
Quadro IV.24. Interação ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.....	174
Quadro IV.25. Efeito dos tratamentos na produção de matéria seca conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (kg/ha). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.	175
Quadro IV.26. Interação ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Primeiro corte de Inverno.....	178
Quadro IV.27. Interação ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Inverno.	179
Quadro IV.28. Efeito dos tratamentos na produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.	181
Quadro IV.29. Interação ano x tratamento para a produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Primeiro corte de Inverno.	184
Quadro IV.30. Interação ano x tratamento para a produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Inverno.	185

Quadro IV.31. Efeito dos tratamentos na produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das espécies (trevo subterrâneo + cereal). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.	186
Quadro IV.32. Interação ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Primeiro corte de Inverno.....	189
Quadro IV.33. Interação ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Inverno.	190
Quadro IV.34. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha do trevo subterrâneo. Período de Primavera.	191
Quadro IV.35. Coeficientes de regressão entre a perda de produção de trevo subterrâneo nos talhões com cereal (diferenças para a produção de trevo subterrâneo extreme) e a produção de cereal (Cr1) e entre essa perda e a produção de trevo subterrâneo nos talhões sem cereal (Cr2) quer para a produção de Inverno, quer para a produção de Primavera.....	193
Quadro IV.36. Interação ano x tratamento para a produção MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período da Primavera.	195
Quadro IV.37. Influência da precipitação do mês de Março (mm) na produção relativa do trevo subterrâneo (Produção de Primavera / Produção total) (%).....	200
Quadro IV.38. Efeito dos tratamentos no teor de PB (%) do trevo subterrâneo e na sua produção de PB/ha (kg) . Período de Primavera.....	201
Quadro IV.39. Interação ano x tratamento para o teor de PB (%) do trevo subterrâneo. Período de Primavera.	202
Quadro IV.40. Interação ano x tratamento para a produção de PB/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período de Primavera.	203
Quadro IV.41. Efeito dos tratamentos no teor de DOMD (%) do trevo subterrâneo e na sua produção de EM/ha (MJ). Período de Primavera.	206
Quadro IV.42. Interação ano x tratamento para a DOMD (%) do trevo subterrâneo. Período da Primavera.	207
Quadro IV.43. Interação ano x tratamento para a EM/ha (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Período de Primavera.	207

Quadro IV.44. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha dos cereais. Período de Primavera.	210
Quadro IV.45. Interação ano x espécie para a produção MS/ha (kg) a partir dos cereais. Período de Primavera.	212
Quadro IV.46. Efeito dos tratamentos no teor de PB (%) dos cereais e na sua produção de PB/ha (kg). Período de Primavera.	216
Quadro IV.47. Interação ano x espécie para a produção de PB/ha (kg) a partir dos cereais. Período de Primavera.	218
Quadro IV.48. Efeito dos tratamentos na DOMD(%) dos cereais e na sua produção de EM/ha (MJ). Período de Primavera.	219
Quadro IV.49. Efeito dos anos na DOMD (%) dos cereais e na sua produção de EM/ha (MJ). Período de Primavera.	221
Quadro IV.50. Interação ano x espécie na DOMD (%) dos cereais. Período de Primavera.	221
Quadro IV.51. Interação ano x espécie na produção de EM/ha (MJ) a partir dos cereais. Período de Primavera.	222
Quadro IV.52. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Primavera.	223
Quadro IV.53. Interação ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período da Primavera.	224
Quadro IV.54. Efeito dos tratamentos na produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Primavera.	228
Quadro IV.55. Interação ano x tratamento para a produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Primavera.	231
Quadro IV.56. Efeito dos tratamentos na produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Primavera.	233
Quadro IV.57. Interação ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Primavera.	234

Quadro IV.58. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha dos cereais. Produção Total.	237
Quadro IV.59. Interação ano x espécie para a produção de MS/ha (kg) a partir dos cereais. Produção Total.	239
Quadro IV.60. Efeito dos tratamentos na produção de PB/ha (kg) a partir dos cereais. Produção Total.	240
Quadro IV.61. Interação ano x espécie na produção de PB/ha (kg) a partir dos cereais. Produção Total.	240
Quadro IV.62. Efeito dos tratamentos na produção de EM/ha (MJ) a partir dos cereais. Produção Total.	241
Quadro IV.63. Interação ano x espécie na produção de EM/ha (MJ) a partir dos cereais. Produção Total.	242
Quadro IV.64. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.	243
Quadro IV.65. Interação ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.	246
Quadro IV.66. Efeito dos tratamentos na produção de PB/h (kg) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.	247
Quadro IV.67. Interação ano x tratamento para a produção de PB/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.	250
Quadro IV.68. Efeito dos tratamentos na produção de EM/h (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.	250
Quadro IV.69. Interação ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.	252
Quadro IV.70. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Produção Total.	253
Quadro IV.71. Interação ano x tratamento para a produção de MS/h (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Produção Total.	255
Quadro IV.72. Efeito dos tratamentos na produção de PB/h (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Produção Total.	258

Quadro IV.73. Efeito dos anos na produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Produção Total .	260
Quadro IV.74. Efeito dos tratamentos na produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Produção Total.....	261
Quadro IV.75. Interacção ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Produção Total.	262
Quadro IV.76. Efeito dos tratamentos na regeneração do trevo subterrâneo (nº plantas emergidas/m2).....	264
Quadro IV.77. Efeito dos anos na regeneração do trevo subterrâneo (nº plantas emergidas/m2).	265
Quadro IV.78. Interacção ano x tratamento para a regeneração do trevo subterrâneo (nº plantas emergidas/m2).	266
Quadro IV.79. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir da cevada. Primeiro corte de Inverno.....	271
Quadro IV.80. Efeito dos tratamentos no teor de PB(%), DOMD (%) da cevada bem como na PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) produzidas a partir desta. Primeiro corte de Inverno.	274
Quadro IV.81. Interacção ano x densidade para a produção de PB/ha (kg) a partir da cevada. Primeiro corte de Inverno.	275
Quadro IV.82. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir da cevada, do trevo subterrâneo e do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada) Período de Inverno.	276
Quadro IV.83 . Interacção ano x densidade para a produção de MS/ha (kg) a partir da cevada. Período de Inverno.	277
Quadro IV.84. Interacção ano x entrelinha para a produção de MS/ha (kg) a partir da cevada. Período de Inverno.	278
Quadro IV.85. Interacção ano x densidade para a produção de MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.	280
Quadro IV.86. Interacção ano x densidade para a produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.	284

Quadro IV.87. Efeito dos tratamentos sobre a PB(%) e DOMD (%) da cevada e do trevo subterrâneo e sobre a PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) produzidos a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.....	286
Quadro IV.88. Interação ano x densidade para a produção de PB/ha (kg) a partir da cevada. Período de Inverno.	287
Quadro IV.89. Interação ano x densidade para a produção de PB/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.	288
Quadro IV.90. Interação ano x densidade para a produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.	289
Quadro IV.91. Interação ano x densidade para a produção de EM/ha (MJ) a partir da cevada. Período de Inverno.	290
Quadro IV.92. Interação ano x entrelinha para a produção de EM/ha (MJ) a partir da cevada. Período de Inverno.	290
Quadro IV.93. Interação ano x densidade para a produção de EM/ha (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.	291
Quadro IV.94. Interação ano x densidade para a produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.	292
Quadro IV.95. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período da Primavera.	294
Quadro IV.96. Interação ano x densidade para a produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (cevada + trevo subterrâneo). Período de Primavera.	298
Quadro IV.97. Efeito dos tratamentos sobre a PB(%) e DOMD (%) da cevada e do trevo subterrâneo e sobre a PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) produzidas a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período da Primavera.....	299
Quadro IV.98. Efeito dos tratamentos na produção total MS/ha (kg) a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Produção Total.....	302

Quadro IV.99. Interação ano x densidade para a produção de MS/ha (kg) a partir da cevada. Produção Total.	303
Quadro IV.100. Interação ano x densidade para a produção de MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.	304
Quadro IV.101. Efeito dos tratamentos sobre a produção PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) a partir da cevada, trevo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Produção Total.	307
Quadro IV.102. Interação ano x densidade para a produção de PB/ha (kg) a partir da cevada. Produção Total.	308
Quadro IV.103. Efeito dos anos na produção de PB/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.	309
Quadro IV.104. Interação ano x densidade para a produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Produção Total.	309
Quadro IV.105. Interação ano x densidade para a produção de EM/ha (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.	311
Quadro IV.106. Interação ano x densidade para a produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Produção Total.	312
Quadro IV.107. Efeito dos tratamentos na regeneração do trevo subterrâneo no ano seguinte (n° plantas emergidas/m ²).	314
Quadro IV.108. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir da cevada. Primeiro corte de Inverno.	316
Quadro IV.109. Efeito dos tratamentos sobre o teor de PB (%), e DODM (%) da cevada e na sua produção de PB/ha (kg) e EM/ha (MJ). Primeiro corte de Inverno.	317
Quadro IV.110. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.	318
Quadro IV.111. Efeito dos tratamentos sobre o teor de PB(%) e DOMD (%) da cevada e do trevo subterrâneo e sobre a PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) produzidos pela cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.	320

Quadro IV.112. Efeito dos tratamentos sobre a produção de MS/ha (kg) da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período da Primavera.	322
Quadro IV.113. Efeito dos tratamentos sobre o teor PB (%) e DOMD (%) da cevada e trevo subterrâneo e sobre a PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) produzidas pela cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Produção de Primavera.	323
Quadro IV.114. Efeito dos tratamentos na produção MS/ha (kg) a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (Trevo subterrâneo + cevada). Produção Total.	325
Quadro IV.115. Efeito dos tratamentos sobre a produção de PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto (trevo subterrâneo + cevada). Produção Total.....	326
Quadro IV.116. Variação do teor de Azoto no solo antes e depois da cultura.	328
Quadro IV.117. Teor do solo em Fósforo antes da instalação para os anos de ensaio (ppm).	329
Quadro IV.118. Variação do teor de Fósforo no solo antes e depois da cultura (ppm).	330
Quadro IV.119.Efeito dos tratamentos na regeneração do trevo subterrâneo no ano seguinte (nº plantas emergidas/m2).	334
Quadro IV.120. Efeito dos anos na regeneração do trevo subterrâneo no ano seguinte.	335
Quadro IV.121. Efeitos dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir da cevada. Período de Inverno.	336
Quadro IV.122. Efeitos dos tratamentos na produção M.S./ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.	337
Quadro IV.123. Efeito dos tratamentos na produção de MS./ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.	338
Quadro IV.124. Efeito dos tratamentos na regeneração do trevo subterrâneo no ano seguinte (nº de plantas emergidas/m2).	339

Anexos

Quadro 1. Ensaio de Espécies. Valores dos quadrados médios nas análises de variância relativas à produção a partir dos cereais.	387
Quadro 2. Ensaio de Espécies. Valores dos quadrados médios nas análises de variância relativas à produção a partir do trevo subterrâneo.	388
Quadro 3. Ensaio de Espécies. Valores dos quadrados médios nas análises de variância relativas à produção a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal).	389
Quadro 4. Ensaio de Densidades/Entrelinhas. Valores dos quadrados médios nas análises de variância relativas à produção a partir dos cereais.	390
Quadro 5. Ensaio de Densidades/Entrelinhas. Valores dos quadrados médios nas análises de variância relativas à produção a partir do trevo subterrâneo.	391
Quadro 6. Ensaio de Densidades/Entrelinhas. Valores dos quadrados médios nas análises de variância relativas à produção a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal).	392
Quadro 7. Ensaio de Adubações. Valores dos quadrados médios na análise de variância relativa à produção dos cereais.	393
Quadro 8. Ensaio de Adubações. Valores dos quadrados médios na análise de variância relativa à produção do trevo subterrâneo.	394
Quadro 9. Ensaio de Adubações. Valores dos quadrados médios na análise de variância relativa à produção do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal).	395
Quadro 10. Ensaio de Frequência de cortes. Valores dos quadrados médios na análise de variância.	396

GLOSSARIO

C:N	- Razão carbono / azoto
CTCR	- Capacidade de troca catiónica das raízes
DMS	- Digestibilidade da matéria seca
DODM	- Digestibilidade da matéria orgânica em percentagem da matéria seca
EM	- Energia metabolizável
ET	- Evapotranspiração
ha	- Hectare
IAF	- Índice de área foliar
K	- Potássio
MS	- Matéria seca
N	- Azoto
NNP	- Azoto não proteico
P	- Fósforo
PB	- Proteína bruta
SAW	- Disponibilidade momentânea de água no solo
T	- Transpiração
WU	- Quantidade de água utilizada pela planta / cultura
WUE	- Eficiência de utilização da água

I INTRODUÇÃO

Observando as curvas médias de produção de pastagens de sequeiro, nas condições mediterrânicas, vemos que elas apresentam uma forma bastante irregular, com níveis de produção elevados em épocas bem marcadas do ano, alternando com períodos nos quais a produção é escassa ou mesmo nula, particularmente no período de Inverno, já que, no período do Verão, existe a possibilidade do recurso a outras fontes alimentares.

Esta irregularidade na produção, devida essencialmente a condicionalismos de natureza climática, torna os nossos sistemas de produção animal a partir de ruminantes, dependentes da produção de forragens conservadas, para os períodos de escassez. Esta dependência coloca dificuldades de natureza técnica e estrutural na obtenção das mesmas, com reflexos imediatos quer ao nível dos custos de produção, que são aumentados, quer ao nível produtivo, visto que os alimentos conservados nem sempre asseguram planos alimentares adequados.

O cultivo de cereais com dupla finalidade (forragem + grão) e para aproveitamento em verde através de cortes múltiplos ou em pastoreio directo é uma forma tradicional da sua utilização como alternativa forrageira. De facto os cereais de sementeira Outono –Inverno, com grande capacidade de adaptação edafo-climática, com a sua facilidade de instalação e estabelecimento, com uma relativamente boa produção e a facilidade de aproveitamento, constituem um recurso de grande interesse estratégico na programação alimentar nos períodos de escassez referidos, nomeadamente durante o Inverno.

A introdução de cereais em linhas nas pastagens de sequeiro à base de leguminosas, poderá permitir o aumento da produtividade das referidas pastagens no período de Inverno, pois estes,

possuindo um zero vegetativo baixo (0°C), asseguram uma produção considerável neste período. O aproveitamento dessa produção, através do pastoreio directo, poderá contribuir para diminuir as necessidades de suplementação durante o período de Inverno. O desenvolvimento de técnicas de sementeira directa, permitindo a introdução anual dos cereais na pastagem sem a necessidade de recurso à mobilização do solo e sem provocar a sua destruição, possibilita a esta hipótese que os custos de produção sejam relativamente baixos quando comparados com os sistemas nos quais existe a necessidade de recurso à suplementação.

Para testar a viabilidade da técnica, levámos a efeito na zona de Évora, num solo cartografado como Px (representativo na zona e onde é previsível o aumento das áreas dedicadas às pastagens), durante os anos de 1991/1992 a 1995/1996, ensaios com a finalidade de estudar qual o cereal de entre a aveia, cevada e triticales, que nos permite a obtenção de melhores resultados, quando introduzido em linhas numa pastagem de sequeiro com trevo subterrâneo (Ensaio de Espécies). A partir do segundo ano estudaram-se vários aspectos da técnica cultural a adoptar, nomeadamente no que respeita às densidades populacionais e sua distribuição espacial (Ensaio de Densidades / Entrelinhas), assim como os níveis de azoto e fósforo necessários para assegurar os objectivos pretendidos (Ensaio de Adubações). Como pensamos ser importante, conhecer qual a melhor forma de aproveitamento da pastagem sujeita a esta técnica, delineámos também um ensaio (Ensaio de Frequência de Cortes), afim de concluirmos acerca da melhor forma de exploração da produção obtida, particularmente para o período de Inverno. Neste conjunto de ensaios o cereal utilizado foi a cevada. Para avaliar os efeitos que a introdução do cereal em linhas na pastagem, poderá ter sobre a posterior regeneração da leguminosa e portanto na sua conservação ao longo de anos sucessivos de utilização da técnica, efectuámos todos os anos seguintes aos dos ensaios, uma contagem do número de plantas emergidas de trevo subterrâneo.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. AS ZONAS MEDITERRÂNICAS

1.1. Origem e caracterização ambiental

A dispersão espacial e o facto das condições climáticas características do clima mediterrânico terem surgido pela primeira vez no Plistocénico (AXELROD, 1973) explicam para CASTRI (1981) a grande heterogeneidade que se verifica na composição das comunidades vegetais e animais dos ecossistemas Mediterrânicos, consequência de:

- As zonas Mediterrânicas serem zonas de transição entre regiões temperadas e tropicais de ecossistemas áridos e húmidos;
- serem zonas que estiveram sujeitas a várias transformações de natureza paleoclimática, e as quais provocaram avanços e retracções na evolução das comunidades vegetais;
- com excepção de algumas zonas, a sua topografia irregular e o acentuado relevo permitirem o aparecimento de pequenas zonas isoladas de depressão (vales);
- haver condições favoráveis à existência de microclimas e áreas de diferente riqueza em água;

- grande diversidade de tipos de solos, desde os menos aos mais evoluídos, resultado dos diferentes processos pedogenéticos, diferentes substratos geológicos e sujeitos a fenómenos erosivos resultantes da intervenção do Homem;
- espécies de diferentes origens biogeográficas coexistindo nos ecossistemas Mediterrânicos como resultado de uma adaptação ao “aparecimento” do clima mediterrânico;
- os diferentes estados evolutivos de uma determinada área Mediterrânica corresponderem aos diversos graus de intervenção do Homem ao longo dos tempos.

Como resultado desta heterogeneidade espacial e temporal surgem, por vezes, em pequenas áreas e na mesma comunidade, espécies de diferente origem filogenética, de diferente grau de evolução e ecologicamente distintas. De igual modo, e para o mesmo autor, se explicam as diferentes formas de utilização do solo.

Na Bacia Mediterrânica surgiram, ao longo da história, numerosas civilizações: Etruscos, Fenícios, Gregos, Romanos, Árabes, Otomanos entre outras (Le HOUÉROU, 1971) o que terá constituído uma fonte de progresso interessante (RIBEIRO, 1972). A forte pressão demográfica humanizou bastante a paisagem, mas foi acompanhada pela inerente necessidade de produção de alimentos, que colocou em competição diversos sistemas de uso da terra, tendo conduzido, por vezes, à excessiva exploração do meio.

A grande diversidade bioclimática é, segundo Le HOUÉROU (1971), responsável por diferentes tipos de vegetação: floresta, maquis, garrigue, matorral, prados, e pastagens.

No que respeita à floresta, encontramos floresta de coníferas (*Pinus halepensis*, *P. brutia*, *P. Pinaster*, *P. Pinea*, *Junipens phoenica*), floresta de esclerófilas (*Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Quercus coccifera* ou *Quercus calliprinos*), floresta de caducifóleas (*P. faginea*, *Q. cerris*, *Q. pubescens*) ou floresta de altitude (*Pinus nigra*, *Cedrus atlantica*, *C. libani*, *Abies cephalonica*, *A. cilicica* *A. pinsapo*) (QUEZEL, 1976).

Mais de 100 espécies florestais e 500 forrageiras constituem a flora mediterrânica (TALAMUCCI e CHAULET, 1989). Esta extraordinária riqueza resultante não só das condições edafo-climáticas do meio, como também de factores de natureza civilizacional, social e até

religiosa permite encontrar, numa mesma região, uma grande variabilidade, quer estrutural, quer nas actividades produtivas existentes.

Para PORQUEDDU e SULAS (1998) as palavras - chave mais apropriadas para caracterizar os sistemas agro- pecuários Mediterrânicos serão «diversidade» e «adaptação» em relação ao clima, tipos de solo, geomorfologia, vegetação, espécies animais e tradições sócio-culturais diversas.

Para além desta grande heterogeneidade de sistemas, a Bacia Mediterrânica apresenta no entanto alguns elementos unificantes que a caracterizam:

- O clima, com os seus traços fundamentais;
- a generalização de algumas culturas: trigo, vinha e olival.

Para BRAUDEL (1987) há ainda que registar sempre «um rebanho em movimento», donde se conclui da importância que na região sempre teve a exploração de ovinos, primeiros animais a ser domesticados (BOUTONNET, 1986), bem como a produção de pastagens e forragens que lhes estão associadas.

1.2 O clima mediterrânico

Segundo KOPPEN (1923) o clima mediterrânico ou sub-tropical seco caracteriza-se por possuir um Verão seco onde a precipitação do mês mais seco deve ser inferior a 1/3 da precipitação do mês mais chuvoso, devendo as chuvas do mesmo serem ainda inferiores a 300 mm.

A falta de chuvas em parte da Primavera e no Verão, a falta de conjugação temperatura/humidade (principal factor de crescimento das plantas) nesta época, e a concentração da precipitação na estação fria condicionam certas actividades vegetais.

Para AZEVEDO (1997), em Portugal continental o clima é sempre mediterrânico, do tipo Cs da classificação de KOPPEN, variando de xeromediterrânico no Sul a udomediterrânico no Noroeste e nas montanhas do Centro, apresentando algumas regiões a variedade Cfs, clima

mediterrânico de transição entre o mediterrânico e o atlântico. O clima é temperado com um Verão quente e seco e um Inverno chuvoso com temperaturas moderadas.

Conforme podemos observar através do Quadro II.1., as chuvas concentram-se de meados de Outubro até ao princípio da Primavera. Os Invernos, ainda que apresentem um abaixamento de temperaturas, tanto mais acentuado quanto a continentalidade, podem considerar-se amenos e ainda que não permitam o crescimento de algumas espécies, não impedem o crescimento de muitas outras culturas como, por exemplo, muitas gramíneas. A Primavera é muito curta e excessivamente irregular quanto a chuvas. No Verão regista-se sempre deficiência de água para as culturas.

Quadro II.1. Valores de temperatura e precipitação referentes ao período de 1961 a 1990.

Posto Meteorológico de Évora (INMG).

MÊS	T. MINÍMA	T. MÉDIA	T. MÁXIMA	PRECIPITAÇÃO	PRECIPITAÇÃO TRIMESTRE	PRECIPITAÇÃO ACUMULADA
SET.	15.7	21.6	27.4	26.8		26.8
OUT	12.9	17.3	21.7	69.2		96
NOV	9.1	12.7	16.3	79.6	175.6	175.6
DEZ	6.6	9.9	13.1	84.6		260.2
JAN	6.1	9.4	12.8	87.5		347.7
FEV	6.7	10.2	13.7	85.9	258	433.6
MAR	7.7	11.8	15.9	57		490.6
ABR	8.9	13.4	17.8	56		546.6
MAI	11.1	16.3	21.6	38.3	151.3	584.9
JUN	14	20.1	26.2	28.7		613.6
JUL	16	23	30	7.5		621.1
AGO	16.1	23.2	30.2	3.7	39.9	624.8

Entendido desta forma, os cerca de 2% de terras emersas do Mundo que possuem este tipo de clima, situam-se na Bacia Mediterrânica, Califórnia, Chile, África do Sul e algumas regiões do Sul da Austrália (CASTRI, 1981).

1.3. Os solos da Bacia Mediterrânica

Do ponto de vista edáfico, a Bacia Mediterrânica caracteriza-se por uma grande extensão de formações sedimentares calcárias solubilizadas e lexiviadas e por rochas vulcânicas, sendo pouco frequentes as formações aluvionares. Predominam, portanto, os solos pouco profundos e pobres em matéria orgânica (TALAMUCCI et CHAULET, 1989). No nosso país, mais de 30% da área é ocupada por litossolos, podzóis, regossolos e afloramentos rochosos (CARDOSO, 1973), predominando os solos pouco profundos e com deficiente drenagem (aspecto este agravado com a concentração de precipitações no período de menor evapotranspiração), com níveis muito baixos de matéria orgânica e de reacção ácida. Assim, o solo é normalmente uma outra grande limitação ao crescimento vegetal, resultado da sua grande vulnerabilidade face à aleatoriedade climática (LAPEYRONIE, 1982).

Para AZEVEDO (1987), convém lembrar a extraordinária inter-relação que se verifica na grande maioria dos solos portugueses entre as suas características e as da rocha-mãe que lhes deu origem. Cerca de 40% do território é constituído por granito, gneisses, pórfiros e outras rochas cristalofílicas afins, cerca de 30% por xistos, cerca de 20% por areias arenitos e grés, e cerca de 7% por calcários. Segundo o autor não abundam em Portugal os solos de boa qualidade: os de textura grosseira derivados de grés e das areias ocupam cerca de um sexto da superfície do País; as áreas de aluviões cobrem menos de 3% do território e os barros (Barros Castanho-Avermelhados, Calcários Pardos, Vermelhos Mediterrânicos e Barros Pretos) ocupam menos de 8%.

2. ACTIVIDADES PRODUTIVAS NA ZONA MEDITERRÂNICA

2.1. Breve introdução histórica

Pode dizer-se, segundo TALAMUCCI e CHAULET (1989), que o começo da agricultura aconteceu na parte Sudeste da Bacia Mediterrânica, sobre os relevos da Síria, Irão e Anatólia tal como na Palestina e Egipto. Do lado Este da Bacia, os Fenícios, Gregos, Cartagineses e mais tarde os Romanos transportaram os conhecimentos para Oeste.

A produção animal terá surgido simultaneamente (CAMPS, 1960) e, nas zonas menos favoráveis foi possível a partir da valorização de recursos mediterrânicos tais como:

- Relevo que permitiu a utilização sucessiva de diferentes ecossistemas através da prática da transumância, sem necessidade do recurso a alimentos conservados, técnica que segundo HAUDRICOURT (1975) é de origem nórdica;

- a cerealicultura com o seu afolhamento bienal clássico utilizando os animais os pousios, os restolhos de cereais, a palha e mesmo o grão em caso de necessidade, dando em troca as suas produções, o trabalho e, assegurando com as fezes parte da reciclagem de nutrientes;

- as leguminosas originárias da zona Mediterrânica (HAUDRICOURT e HÉDIN, 1987) utilizadas no seu estado espontâneo e algumas delas já trabalhadas pelo Homem e utilizadas em consociação com os cereais (ex. vícias).

Podem então distinguir-se:

- a exploração intensiva integrada na exploração agrícola desenvolvida principalmente perto das grandes cidades (GRIGG, 1974);

- a exploração extensiva baseada na condução dos rebanhos através dos espaços não intervencionados pelo Homem e tirando partido do conhecimento das plantas, animais e tempo, rebanhos esses de ovinos que são animais pouco exigentes, bons a caminhar, de

fácil condução e produtores de uma matéria prima então estratégica - a lã (BOUTONNET, 1986).

A generalização das formas de exploração na zona do Mediterrâneo estiveram sempre, ao longo dos séculos, relacionadas com as interacções (migrações populacionais, trocas comerciais, conquistas etc.), que fizeram alterar as proporções entre terra arável, zonas de pastagem e floresta.

A superfície florestal foi progressivamente reduzida tendo aumentado as áreas de terra arável até ao século XVI, sendo de realçar o facto de nalguns sistemas - *Montado* ou *Dehesas* - estas duas actividades coexistirem (HUBERT, 1988).

A explosão demográfica que terá tido o seu máximo por 1830, tornou prioridade a produção de cereais, frutos e legumes, mesmo em zonas marginais, reduzindo as áreas disponíveis para os rebanhos, que passaram a ter na altura um papel de fornecedores de serviços - tracção (bovinos) e fornecedores de estrume (ovinos).

Os efeitos das grandes transformações económicas - industrialização, abertura do mercado mundial, subida do nível de vida e conseqüente aumento na procura de produtos de origem animal - sobre a utilização dos espaços agrícola e natural, provocaram situações distintas ao Norte e a Sul.

A Norte a agricultura, como a vida, concentrou-se nas zonas mais favoráveis, privilegiadas do ponto de vista do mercado e especializou-se nos produtos de grande valor comercial (primores, fruta, vinha, flores). A produção animal intensificou-se com base na produção de forragens semeadas (azevém, luzerna, trevos). A transumância até então a principal forma de condução dos rebanhos, reduziu-se ou desapareceu e os recursos forrageiros espontâneos deixaram de ser aproveitados. Surge então a concentração do Homem, animais e capital em pequenas superfícies privilegiadas, em oposição às zonas então produtivas e, agora, consideradas como marginais.

A Sul a pressão demográfica e a sedentarização, resultado da colonização da zona, provocou também desequilíbrios. A instalação de grandes explorações agrícolas extensivas a

produzir para os mercados com constante aumento da procura, levou a que, face à escassez de recursos, se registre uma tendência para a sobreutilização destes, com consequências perigosas comprometendo desta forma os equilíbrios ecológicos fundamentais (CRESPO, 1988).

2. 2. As pastagens de sequeiro na zona Mediterrânica

Para MOREIRA (1990), pastagens são culturas ou comunidades de plantas geralmente herbáceas, aproveitadas, predominantemente no próprio local em que crescem, pelos animais em pastoreio e, portanto sujeitas directamente à sua acção de desfoliação, pisoteio e dejectão. O conceito de pastagem entendido desta forma cria uma estreita relação e simultaneamente uma dependência mútua entre a produção animal com base nos ruminantes e a produção de pastagens e forragens.

Durante muito tempo as necessidades de consumo não foram suficientes para pressionar a produção no sentido da intensificação, pelo que a produção animal estava baseada, em termos de recursos alimentares, no aproveitamento de zonas incultas, nos resíduos e subprodutos dos cereais e nas zonas de pousios de duração variável, conforme as rotações utilizadas.

Durante largos anos, em Portugal, a preocupação de atenuar a situação deficitária na produção de cereais, concentrou os esforços no aumento da produção de trigo, panorama perfeitamente ilustrado pela denominada «Campanha do Trigo» no final dos anos vinte, remetendo a actividade pecuária para um lugar secundário.

O aumento do consumo de carne e outros produtos de origem animal, resultante da melhoria das condições de vida das populações, num período que tem o seu início após a II Guerra Mundial, levou à necessidade de aumento dos efectivos e à melhoria das formas de produção dos mesmos, o que terá sido assegurado, no aspecto alimentar, pelo aumento da utilização de alimentos concentrados, que beneficiaram então de uma relação artificial de preços (produtos pecuários de ruminantes/rações) favorável à sua utilização, não se tendo verificado nesta época significativo aumento das áreas destinadas à produção de pastagens e forragens.

No início da década de oitenta, o aumento dos preços dos alimentos concentrados e a necessidade de aproximação gradual da nossa política agrícola à da UE e ao mercado internacional, constituíram-se como um incentivo indirecto ao desenvolvimento da produção de pastagens e forragens.

A adesão de Portugal à UE, e a consequente adopção das medidas da PAC ao nosso país poderá contribuir para um decréscimo das áreas ocupadas com cereais. A criação, no âmbito da mesma política, dos prémios à produção de carne de novilho, à vaca aleitante e o aumento das quotas leiteiras, terão contribuído para o aumento dos efectivos bovinos (INE, 1993). Os efectivos ovino e caprino nacionais sofreram nos últimos anos um crescimento progressivo (INE, 1993) resultado por um lado, da criação de prémios específicos e, por outro lado, pela constatação da existência de mercados comunitários deficitários na produção de carne de ovino.

Ainda, segundo a mesma fonte (INE, 1993), também as áreas destinadas às pastagens permanentes e às culturas forrageiras sofreram entre os anos 1979 e 1989 um acréscimo significativo, passando a ocupar 33.7% da superfície agrícola utilizada em 1989 quando em 1979 essa ocupação era de 24.8%.

O facto dos fundos estruturais do FEOGA privilegiarem, entre outros objectivos, a modernização das estruturas agrárias, as ajudas a zonas desfavorecidas, a fixação das populações rurais e a protecção e melhoria do ambiente, contribuiu para que as zonas desfavorecidas fossem ocupadas com pastagens e forragens visando a produção pecuária extensiva.

Face aos aspectos de natureza técnica e conjuntural apresentados, o aumento da importância atribuído às pastagens e forragens é perfeitamente justificado, não só pela função histórica no equilíbrio dos sistemas de agricultura, como também pela importância que assumem na preservação do solo e recursos hídricos e sobretudo pelas vantagens de natureza ambiental (fauna, paisagem e povoamento rural) resultantes da integração da produção animal e culturas de lavradio na exploração agrícola.

2.2.1 Pastagens Naturais

Como resultado da grande expressão que a cultura de cereais tem tido ao longo dos tempos na região do Alto Alentejo, as áreas de pastagem foram sempre remetidas para as zonas de menor aptidão, que foram abandonadas ou desflorestadas (CRESPO, 1980).

Os pousios de duração mais ou menos prolongada, em função do tipo de rotação praticada, são também áreas aproveitadas para pastoreio. São zonas de fraca produtividade e baixa qualidade, com uma composição florística prejudicada pelas técnicas culturais utilizadas nos cereais (aplicação de herbicidas, mobilizações profundas) ou pelas más técnicas de aproveitamento (sobreutilização, mau manejo), compostos normalmente por uma população baixa de espécies anuais autóctones (*Trifolium cherleri*, *Trifolium hirtum*, *Trifolium glomerata*, *Ornithopus compressus*) e algumas gramíneas também anuais (*Lolium*, *Hordeum*, *Poa*) bem adaptadas, mas não melhoradas de forma a poder assegurar, com correctas opções de manejo, produções aceitáveis (LOSADA e PRIETO, 1989).

O aspecto mais importante, do ponto de vista das limitações ao crescimento e desenvolvimento vegetal, que o clima mediterrânico apresenta é a nula ou praticamente inexistente ocorrência de precipitação, no período de temperaturas mais altas, criando assim uma situação de seca mais ou menos prolongada mas que existe sempre. Por outro lado, a maior percentagem de precipitação ocorre concentrada na estação fria, pelo que o óptimo térmico só acontece, simultaneamente com o óptimo hídrico, num curto período de tempo.

Os aspectos referidos são em parte os grandes responsáveis pela selecção das espécies que constituem a vegetação natural destas zonas, todas elas possuidoras de mecanismos de adaptação, principalmente face a períodos mais ou menos longos de seca (NAHAL, 1977), das quais se destacam as cinerófitas.

Nas condições edafo-climáticas já descritas, as pastagens naturais de sequeiro são constituídas essencialmente por leguminosas e gramíneas anuais com capacidade de ressementeira natural, podendo surgir, nalgumas zonas favoráveis, associadas a leguminosas e gramíneas vivazes (CRESPO, 1975).

A melhoria da produtividade destas zonas, quantitativa e qualitativamente, poderá ser conseguida:

- Recorrendo a técnicas de correcção e ou fertilização dos solos, sempre que potencialmente a zona apresente na sua composição espécies com interesse (CARTER, 1983);
- reforçando a presença de algumas espécies presentes em menor quantidade, através da utilização de técnicas de sementeira directa (CARTER, 1983), assim como a introdução de novas espécies com interesse face às condições edafo-climáticas existentes (CARTER, 1983).

2. 2. 2. Montado

A grande diversidade de sistemas e actividades produtivas permitidas nas zonas Mediterrânicas, resultado de alguns contrastes físicos e bióticos, assume aspectos de complementaridade, oferecendo recursos diversificados com grande adaptação dos efectivos animais aos modos de exploração e condições específicas do meio.

A produção de pastagens e forragens surge-nos baseada nos recursos espontâneos ou semeados, integrada em sistemas de produção de cereais ou nos denominados sistemas agro-silvo-pastoris predominando na nossa região a floresta de *Quercus Suber* (sobreiro) estreme ou em associação com *Quercus ilex* (azinheira) – *Montado*, cuja produção de pastagem, sobretudo à base de plantas herbáceas, que lhe está associada de forma espontânea ou não, é aproveitada pelas diversas espécies pecuárias, exploradas em sistemas extensivos (BELLIDO, 1989).

A origem do *Montado* remonta pelo menos à Idade Média, havendo contudo referências escritas à sua existência de há mais de 1000 anos, sendo o seu estado actual resultado da acção conjunta e continuada de múltiplos factores, destacando-se a situação geográfica e a sua história

(LLORCA e RUIZ, 1987). O montado é um agrobiossistema caracterizado pela sua diversidade (MONTERO; SAN MIGUEL; ALIA, 1991).

Como produções indirectas podemos destacar o grande valor paisagístico e recreativo, a protecção do solo e vegetação num meio climática e litologicamente difícil, a manutenção de um importantíssimo património genético, o baixo risco de incêndio quando comparado com outros sistemas florestais e o enorme valor histórico e cultural.

Nas produções directas do montado, para além da cortiça, de importância capital quer ao nível da economia da exploração quer ao nível da economia do país, podemos considerar o fruto - *Bolota* - alimento pobre em proteínas mas muito rico em hidratos de carbono, produzido em quantidade variável de zona para zona e de ano para ano, mas dum interesse estratégico enorme, não só na alimentação de suínos (constituição de unidades de produção de suíno em extensivo aproveitando a bolota com o porco ibérico) mas também de ruminantes, uma vez que surge numa época do ano (Outubro a Janeiro) na qual o nível alimentar conseguido através da produção de pastagens é baixo. Segundo MONTOYA (1989), as produções de bolota no montado de azinho, o de maior interesse do ponto de vista alimentar, podem situar-se perto de 500 kg/ha/ano.

A rama das árvores obtida directa ou indirectamente como resultado das podas, constitui-se como uma importante reserva permanente de alimento, que pode utilizar-se em qualquer época do ano (RODRIGUEZ BERROCAL, 1978).

A produção de pastagem natural no montado é baseada num tipo de vegetação herbácea tipicamente mediterrânica composta por plantas anuais, caracterizando-se por uma ausência de produção no período estival e por um período invernal também com escassa ou nula produção, devido às baixas temperaturas. No entanto, os efeitos ambientais criados sob o coberto das árvores impõem modificações, que se traduzem em alterações e melhoria da composição florística, permitindo assim um melhor aproveitamento (SALGUEIRO, 1973; MONTOYA, 1988).

A escassa produção agrícola do montado, ainda que se tenha insistido em tempos na produção de cereais sob o seu coberto, estará pois vocacionada para a utilização animal sobretudo em aproveitamento directo em determinadas épocas do ano, (Outono e Inverno), e utilizando para tal, não só a pastagem produzida, como também alguns cereais com melhor aptidão forrageira, como a aveia e a cevada.

Nas áreas de montado prejudicadas sob o ponto de vista da produção de pastagens, fará sentido o recurso às técnicas de melhoria já apontadas para as pastagens naturais. CRESPO (1975) aponta a possibilidade de em Portugal e a Sul do Tejo se melhorarem as condições de exploração numa boa parte dos cerca de 200 000 ha de montados de sobro e azinho existentes, através da instalação de pastagens permanentes.

2.2.3. Pastagens Semeadas

Até tempos relativamente recentes, o Homem não necessitou de dispensar às pastagens os cuidados que dispensava com outras culturas, não procurando melhorar estas áreas (CRESPO, 1975). A pressão demográfica e o crescente aumento de procura dos produtos de origem animal, impuseram, já nos séculos XVII e XVIII, que se comesçassem a verificar as primeiras preocupações sobre a necessidade de semear certas espécies pratenses, que possibilitassem a melhoria da produtividade das pastagens. No entanto, segundo DAVIES (1954), citado por CRESPO (1975), seria no final do século XIX que teria arrancado verdadeiramente o uso das pastagens semeadas.

Em 1889, na Austrália, Arnos William Howard, observa no distrito de Mount Barker «uma planta que seria capaz de resolver não só o problema da fertilidade dos solos, como também aumentar a produtividade das pastagens da zona». Este acontecimento teve influência decisiva sobre as pastagens semeadas nas zonas de sequeiro com clima mediterrânico. Howard referia-se ao trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L.) planta que viria mais tarde a constituir a base de muitos milhões de hectares de pastagens de sequeiro em diversas regiões de clima mediterrânico. É conveniente notar que, segundo CRESPO (1975), não obstante ter sido a Austrália o local de descoberta do trevo subterrâneo, o seu centro de origem está situado na região Mediterrânica da Europa, tendo ido parar àquele Continente, possivelmente como impureza de sementes, em fardos de feno ou até na lã ou excrementos de ovinos oriundos desta região.

Em Portugal, onde o trevo subterrâneo e outras espécies usadas no estabelecimento de pastagens de sequeiro ocorreu espontaneamente, a sua utilização é relativamente recente não obstante Alexandre Herculano, segundo CRESPO (1975), ter escrito em 1874 que, «No Sul do

Reino o prado artificial que poderia tornar altamente progressiva a rotação bienal, ainda não passou duma curiosidade», para acrescentar - «Num país mediocrementemente cerealífero, ao menos com relação às praganas, esgotamos os terrenos férteis com tristes rotações bienais e trienais, em que raramente figuram as espécies de fouce». Para CRESPO (1975), o que foi dito há mais de cem anos por Alexandre Herculano continuava actual. As nossas alternativas produtivas no sequeiro, continuavam a ser baseadas fundamentalmente na produção de cereais, com pouca expressão no melhoramento das pastagens, constituindo as pastagens naturais, ou pousios e restolhos dos cereais, a base de sustentação dos ruminantes.

A partir de meados da década de 60, devido ao aumento na procura de produtos de origem animal e ao aumento do seu preço, deu-se início a um programa de divulgação e fomento das pastagens de sequeiro à base de trevo subterrâneo. Segundo CRESPO (1975), entre 1965 e 1975, ter-se-ão instalado em Portugal cerca de 40 mil hectares de pastagens à base de trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L.). Este apreciável crescente ter-se-á mantido até ao início dos anos oitenta (1981) a que se seguiu um decréscimo acentuado (INE, 1981 a 1987).

O insucesso na instalação e manejo de algumas áreas de pastagens, conjuntamente com a alteração da relação de preço entre os alimentos compostos, ou as suas principais matérias primas, e os preços dos produtos pecuários, terão sido os responsáveis pelo retrocesso verificado no referido programa. De facto, segundo a mesma fonte (INE, 1987), entre 1970 e 1981, registou-se um aumento de 381% na produção de alimentos compostos para animais. Terá, no entanto, permanecido a ideia da importância sobre o papel e interesse da instalação de pastagens, quando devidamente acompanhadas com culturas forrageiras para conservar, na possibilidade do aumento dos efectivos pecuários. Paralelamente, a instalação de pastagens temporárias ou permanentes terá papel importante também na recuperação da fertilidade dos solos, permitindo assim, não só a utilização de áreas de solos cujo aproveitamento para outras culturas seria problemático, como também um contributo notável no controlo de certas doenças, pragas e graus de infestação quando incluídas em rotações com cereais (CRESPO, 1975).

2. 2. 4. Espécies e cultivares utilizadas

No estabelecimento de pastagens temporárias e permanentes no sequeiro mediterrânico, podem utilizar-se várias espécies e cultivares de leguminosas e gramíneas sobretudo anuais, e esporadicamente vivazes (TALBOT *et al.* 1939 ; CRESPO, 1975).

Muitas, senão a maioria das espécies que constituem as pastagens anuais de sequeiro, são espécies originárias da Bacia Mediterrânica. São espécies perfeitamente adaptadas às características climáticas da zona, principalmente no que respeita a precipitação e temperatura, tendo desenvolvido, para assegurarem a sua presença, mecanismos específicos de adaptação, de entre os quais destacamos:

- Grande capacidade de produção de semente;
- capacidade de ressementeira natural;
- Capacidade de produção de sementes com elevado grau de dureza.

De entre as leguminosas anuais utilizadas na instalação das pastagens de sequeiro assume principal importância, pela generalização da sua utilização, o trevo subterrâneo que compreende três espécies com interesse (MOREIRA,1980):

- *Trifolium subterraneum* L., mais divulgado em solos ácidos e de texturas «ligeiras» ou francas;
- *Trifolium brachycalycinum* Katzen & Morley em solos de pH neutro, pouco ácido ou pouco alcalino e de texturas «pesadas»;
- *Trifolium yanninicum* em solos com problemas de drenagem que encharquem no Inverno.

Existe um razoável número de cultivares de trevo subterrâneo comercializadas, perfeitamente caracterizadas (BARNARD, 1972; CRESPO, 1975; SALGUEIRO, 1979), conseguindo-se, assim, a escolha em função das condições edafo-climáticas existentes.

Para além do trevo subterrâneo, outras leguminosas anuais são utilizadas nas nossas condições de sequeiro como o *Trifolium hirtum* All. (trevo rosa), *Trifolium incarnatum* L. (trevo encarnado), *Trifolium cherleri* L. (trevo entaçado) e *Ornithopus compressus* L. (serradela brava), espécies rústicas e bem adaptadas do ponto de vista edafo-climático, muito utilizadas como espécies pioneiras do trevo subterrâneo (CRESPO, 1975).

Em condições de pH do solo neutro ou alcalino e em texturas argilosas é vantajosa a utilização de luzernas anuais, destacando-se *Medicago rugosa* Desr. e *Medicago truncatula* Gaertn (ARNON, 1972).

A utilização de leguminosas vivazes como o trevo branco (*Trifolium repens* L.), trevo morango (*Trifolium fragiferum* L.), trevo violeta (*Trifolium pratense* L.) e a luzerna (*Medicago sativa* L.) é limitada nas nossas condições de sequeiro, tendo apenas os trevos referidos algumas possibilidades de utilização em pastagens de sequeiro a implantar em solos de baixa, que conservem certa humidade no início do Verão ou em regiões com precipitação, pelo menos, durante nove meses (CRESPO, 1975).

Para MOREIRA (1980), nas nossas condições as gramíneas terão menor importância que as leguminosas nas pastagens de sequeiro, devido sobretudo a serem mais exigentes no que respeita à fertilidade do solo.

O azevém bastardo (*Lolium rigidum* Gaud.) é para CRESPO (1975) a gramínea anual com mais interesse para utilizar nas pastagens de sequeiro, já que possui capacidade de ressementeira natural produzindo quantidade apreciável de sementes duras. A sua utilização deverá ser cautelosa quando em rotação com cereais pois poderá tornar-se uma infestante de difícil controle. De entre as espécies vivazes, a escolha deverá recair sobre as que apresentem simultaneamente boa resistência à secura estival e apreciável crescimento no período invernal (CRESPO, 1975; SALGUEIRO, 1979). As mais utilizadas são o panasco ou «pé-de-galo» (*Dactylis glomerata* L.),

a festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.), o azevém perene (*Lolium perenne* L.), a alpista tuberosa (*Phalaris tuberosa* L. var. *stenoptera*) e com menor generalização a erva da estepe (*Ehrharta calycina* Sm.).

2. 2. 5. Produtividade das pastagens

Para VILLAX (1963) a existência de uma estação seca bem marcada, coincidindo com a estação quente, e de uma estação fria e chuvosa, condicionam no sequeiro mediterrânico, a produção de pastagens limitando-a quase exclusivamente às espécies anuais, desenvolvendo-se no semestre chuvoso (espécies cinerófitas).

Nestas condições climáticas a produção de pastagem ao longo do ano é bastante irregular com cerca de 15-35% do total anual a ser produzido desde o início das chuvas (Outubro - Novembro) até Fevereiro e os restantes 65-85% a acontecerem de Fevereiro até final do período de crescimento (Maio) (CRESPO, 1975); com ritmos de crescimento respectivamente de 5.30 kg MS/ha dia a 60-160 kg MS/ha dia.

A irregularidade na distribuição da precipitação, verifica-se não só ao longo do ano como também entre anos, afectando desse modo as quantidades de MS produzida (BRAUDEL, 1987; BOURBOUZE, 1987).

Continuando a citar CRESPO (1975), para que se registre boa produção no período Outono - Inverno é necessário que as chuvas efectivas ocorram cedo na estação, enquanto a duração do dia e as temperaturas amenas facilitam o crescimento. Se as primeiras chuvas ocorrem tarde, a produção é afectada (até 30%), o que pode acontecer simultaneamente com uma Primavera seca na qual as chuvas terminam cedo, reduzindo-se também significativamente a produção (até 35%). Para OLEA *et al.* (1989) a precipitação de Outono tem maior influência que a anual e de Primavera na produção de pastagens, principalmente no que respeita às gramíneas, já que as leguminosas estarão mais dependentes da precipitação anual (BIDDISCOMBE, 1987). ESPEJO DIAZ *et al.* (1989) registaram, no entanto, baixas produções de Primavera em pastagens de sequeiro na Extremadura (Espanha) nos anos com escassa ou nula ocorrência de precipitação no

mês de Março, ainda que a precipitação anual tivesse sido elevada, evidenciando desta forma a relação entre a produção de pastagem neste período e a precipitação ocorrida no referido mês.

Em relação à temperatura, esta condiciona também a disponibilidade de pastagem, sobretudo no Inverno e nas zonas mais frias, levando a uma paragem no crescimento de espécies importantes nas nossas pastagens, como o azevém anual e o trevo subterrâneo (OLEA *et al.*, 1989). Segundo RU *et al.* (1997), a temperatura é normalmente o factor mais limitante ao desenvolvimento inicial das pastagens no período de Inverno e início da Primavera, pelo que a oferta alimentar neste período é escassa e pouco acessível (plantas pouco desenvolvidas). As temperaturas óptimas para o desenvolvimento do trevo subterrâneo são 20-25°C (FUKAI e SILSBURY, 1976), referindo COCKS (1973), 17°/25°C como as temperaturas nocturnas/diurnas óptimas para o seu desenvolvimento.

Para MOREIRA (1980), verifica-se um certo crescimento da vegetação no Inverno que, para algumas espécies, é tanto maior quanto mais ameno este for, (temperatura média do mês mais frio de 8-11°C).

Outro elemento do clima a considerar, é a ocorrência de geadas durante um período relativamente longo (Novembro a Março), com diferentes intensidades e frequências, mas intervindo também na taxa de crescimento das pastagens (MOREIRA, 1980).

Com estas características climáticas, que determinam a utilização sobretudo de espécies anuais e esporadicamente algumas vivazes com marcada dormência estival, o período do final da Primavera e todo o Verão (Junho-Setembro) é caracterizado pela ausência de produção de pastagem no sequeiro (MOREIRA, 1980).

Como resultado das condicionantes edafo-climáticas apontadas, a produção de pastagens na nossa zona ocorre com grande sazonalidade, surgindo níveis de produção elevado em épocas bem marcadas do ano (Primavera) alternando com outros períodos em que a produção é escassa ou mesmo nula (Inverno e Verão). Tal pode ser ilustrado pelas curvas médias de produção de pastagens em sequeiro através do gráfico da Figura 1:

Gramíneas = 2000 kg MS/ha; Leguminosas = 1800 kg Ms/ha

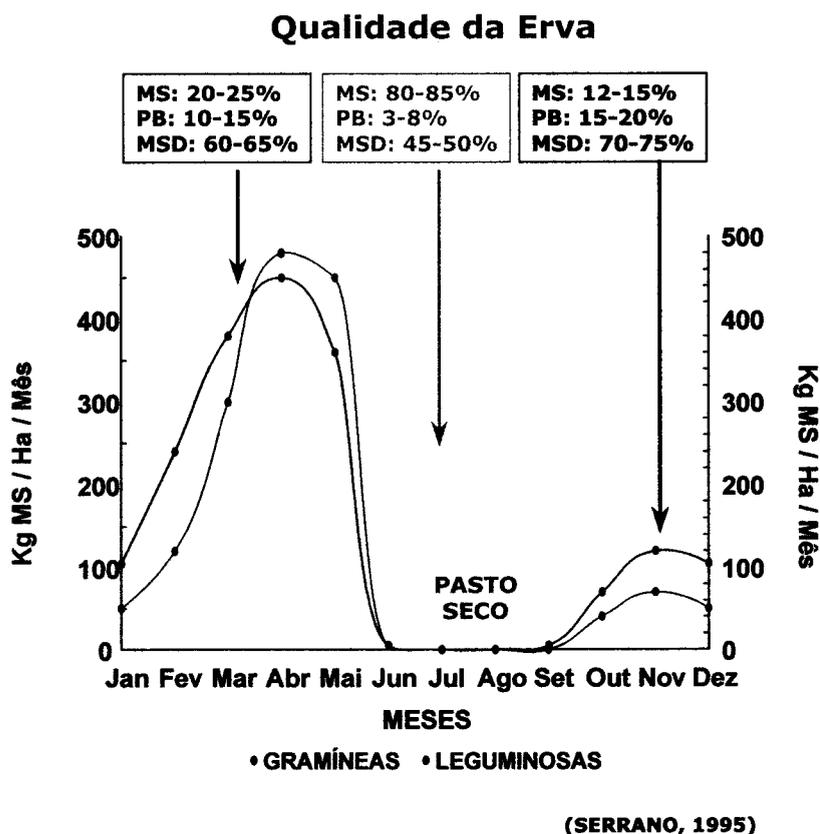


Figura 1: - Curvas médias de crescimento da pastagem no sequeiro Alentejano.

Face ao utilizador - ruminante - em sistemas de produção de pastagens de sequeiro na zona mediterrânica, a abordagem das produções de matéria seca deve ser feita por épocas de produção, tal a descontinuidade com que acontece, possibilitando desta forma a compreensão dos sistemas de produção animal nela baseados. No entanto, a produção total de matéria seca por ano (kg MS/ha/ano) constitui-se sempre como um auxiliar precioso na avaliação da capacidade de suporte das pastagens.

A grande diversidade que caracteriza os sistemas de produção no sequeiro mediterrânico conjuntamente com a variação interanual já apontada, permitem-nos encontrar valores para a produção total de matéria seca por ano pouco constantes. OLEA *et al.* (1989) aponta para pastagens na «dehesa» (S.O. Península Ibérica) valores médios anuais de 1 440 kg/ha de MS em

pastagens naturais, as quais sujeitas a técnicas de melhoria (fertilização e ou introdução de espécies) aumentam o seu potencial para 2 500 kg/ha de MS.

Para CRESPO (1975), as potencialidades de produção das pastagens semeadas de sequeiro variam conforme as características edafo-climáticas locais entre 3 e 9 toneladas MS/ha. ano referindo MOREIRA (1980), produções anuais entre as 3-5 toneladas MS/ha situando-nos nós, na nossa região, mais próximos do limite inferior que do superior.

De acordo com o gráfico da Figura 1., SERRANO (1995) apresenta para as condições de sequeiro alentejano, produções de MS/ha de 2 000 kg e 1 800 kg respectivamente para gramíneas e leguminosas.

A grande irregularidade de produção ao longo do ano traduzida no mesmo gráfico é notória, se nos debruçarmos sobre as produções mensais que variam de 0 a 100 kg MS/ha mês nos meses de Verão e Inverno podendo atingir os 400-450 kg/ha mês nalguns meses de Primavera. O período de Inverno é, no entanto, o mais crítico, pois no Verão pode existir a possibilidade de aproveitamento dos resíduos das culturas – *agostadouros* – atenuando assim a irregularidade de produção.

2. 2. 6. Valor alimentar das pastagens

Os alimentos possuem distintas capacidades de assegurar as necessidades de manutenção, crescimento, produção e reprodução dos animais (VAN SOEST, 1982).

Para ULYATT (1981) o valor alimentar de uma pastagem é medido pela resposta produtiva dos animais ao total de pastagem consumida quando a quantidade não é limitante, podendo traduzir-se pela expressão seguinte segundo OSBOURNE (1981):

Valor alimentar = Produção animal = f (ingestão voluntária x valor nutritivo).

O valor alimentar entendido desta forma está relacionado com factores de natureza animal que de alguma forma podem afectar a ingestão voluntária.

Por sua vez o valor nutritivo é para ULYATT (1973) a resposta produtiva do animal por unidade de ingestão, dependendo quer da proporção de nutrientes digeridos, quer ainda da

eficiência com que eles são absorvidos e utilizados nos tecidos animais (ULYATT, 1981). Desta forma o valor nutritivo pode expressar-se como a produção animal/unidade de ingestão, digestibilidade da matéria seca, digestibilidade da matéria orgânica ou relação entre energia retida/energia metabolizável (ULYATT, 1981).

Segundo CORBETT (1969), a digestibilidade da matéria orgânica na matéria seca (DOMD), constitui o melhor critério para apreciação do valor energético das forragens, considerado por MILFORD e MINSON (1965) e DEMARQUILLY (1978) o factor limitante primário do seu valor nutritivo. Para RAYMOND (1968), a elevados níveis de digestibilidade correspondem normalmente elevadas eficiências de utilização da energia metabolizável (EM).

Sendo a energia, para VAN SOEST (1982), o factor mais limitante para ruminantes, determinando as necessidades noutros nutrientes, o valor nutritivo aparece normalmente expresso através da energia.

Assim : E.M.(energia metabolizável) = 0.16 x DOMD (digestibilidade da matéria orgânica na matéria seca) (MAAF 1975).

Os animais domésticos são alimentados em sistemas que visam maximizar a sua produtividade, pelo que os recursos alimentares são avaliados na sua capacidade para poder assegurar as respostas por parte do animal, principalmente no que diz respeito aos seus conteúdos energéticos e em proteína bruta (PB) já que as deficiências em minerais e vitaminas podem ser asseguradas através da suplementação (VAN SOEST, 1982).

2.2.6.1 Digestibilidade

A proporção de alimento proveniente da pastagem que é digerido é o maior componente do valor nutritivo. (RAYMOND, 1969).

A digestibilidade está intimamente relacionada com a fase do ciclo da planta e, de um modo geral, é alta nos estados iniciais de desenvolvimento diminuindo à medida que se avança no ciclo,

variando a forma de diminuição com a espécie (DAVIES, 1966). Segundo DEMARQUILLY (1982) os valores da DOMD poderão variar de 50 a 85%.

Factores climáticos tais como a temperatura e a radiação solar influenciam a digestibilidade. Segundo VAN SOEST (1982), o principal efeito da temperatura é provocar de uma forma geral em todas as espécies, uma acumulação de elementos estruturais. Assim, as temperaturas elevadas estimulam a actividade metabólica, o que irá provocar uma redução na quantidade de metabolitos no conteúdo celular, pelo que os produtos resultantes da fotossíntese são mais rapidamente transformados em elementos estruturais, com o consequente aumento na lenhificação das paredes celulares (VAN SOEST, 1982). As plantas que se desenvolvem com temperaturas mais baixas, apresentam normalmente um menor grau de lenhificação das suas paredes celulares, tendo por isso valores mais elevados de digestibilidade.

No que diz respeito à radiação solar, a quantidade interceptada, a intensidade e o fotoperíodo, são parâmetros que influenciam a digestibilidade das forragens, sendo de destacar o efeito negativo que a duração da noite tem sobre a qualidade das mesmas, pois os nutrientes durante este período são metabolizados sem que haja contrapartida em termos de produção.

A fertilização de um modo geral tem pouca influência sobre a digestibilidade da matéria orgânica (DOMD) das forragens (RAYMOND, 1969; DEMARQUILLY, 1977). Tanto nas gramíneas como nas leguminosas a proporção de caules aumenta com o evoluir do ciclo de desenvolvimento, diminuindo a digestibilidade destes e, ainda que a digestibilidade das folhas se possa manter elevada, a diminuição provocada pelo aumento dos caules sobrepõe-se, originando a diminuição da digestibilidade da planta inteira com a maturidade (TILLEY e TERRY, 1964).

A diminuição da digestibilidade é originada por modificações na composição química da planta: os carboidratos estruturais (celulose e hemicelulose) que têm digestão lenta, aumentam rapidamente nos caules e lentamente nas folhas; a lenhina que é indigestível e quando associada aos carboidratos da parede celular reduz a sua digestibilidade, possui igual comportamento nos caules e folhas; os açúcares rapidamente fermentescíveis (açúcares solúveis e pectinas) diminuem mais rapidamente nos caules que nas folhas, onde permanecem quase constantes; a proteína bruta diminui também mais rapidamente nos caules que nas folhas (ULYATT, 1981).

Como consequência do exposto, com o avançar da maturação da planta a proporção de caules aumenta, aumentando também os seus componentes de digestibilidade pelo que estes dois

efeitos são os responsáveis pela diminuição da digestibilidade da planta inteira. Assim, nas gramíneas e ainda segundo DEMARQUILLY (1982), os valores da DOMD poderão atingir os 80 – 85%, nas fases iniciais de desenvolvimento diminuindo gradualmente com a idade, principalmente a partir da fase do emborrachamento para os cereais (MOREIRA, 1986). A DOMD da planta após recrescimento é sempre inferior à da planta explorada no início do primeiro ciclo de vegetação (DEMARQUILLY, 1982).

Nas leguminosas (trevo subterrâneo) DEMARQUILLY (1982), regista valores de DOMD de 83% no início do ciclo, diminuindo (0.4 pontos/dia) até 60-62% no aparecimento do botão floral. A planta quando explorada após recrescimento apresenta valores mais baixos de DOMD comparativamente com o primeiro ciclo de exploração. A diminuição da digestibilidade parece ser nesta fase mais lenta (0.15-0.3 pontos/dia).

A variação da digestibilidade, deverá sempre ser tomada em consideração nas decisões sobre a época e forma de aproveitamento das pastagens. Para MINSON *et al.* (1964) e RAYMOND (1969), em situações de pastoreio directo o problema coloca-se principalmente ao nível da digestibilidade dos rebentos e da quantidade de alimento disponível. Após cada aproveitamento o alimento disponível é composto por uma mistura de caules, folhas e manta morta, com a digestibilidade a baixar de corte para corte, mas sempre de uma forma gradual.

Se a forma de aproveitamento é o corte único e posterior conservação então a estratégia terá que ter muito mais em conta a maturação das plantas, visando sempre conseguir a época de corte que conduza ao máximo de produção com qualidade aceitável.

Para PURSER (1981), a discussão sobre o valor nutritivo das pastagens na zona mediterrânica poderá basear-se essencialmente nas variantes da digestibilidade. Assim, a digestibilidade durante o Inverno e início da Primavera apresenta valores uniformemente altos para a maior parte das plantas, atingindo a DOMD valores próximos de 80%. Na fase final da Primavera, em fases avançadas do ciclo a digestibilidade desce rapidamente. Esta diminuição é mais acentuada nas gramíneas do que nas leguminosas podendo atingir nestas fases 0.5% / dia (HUME e PURSER, 1975). No início do Verão ROSSITER (1966) e HUME e PURSER (1975), encontram valores de 50-60% para a digestibilidade da matéria seca (DMS), enquanto para OZANNE *et al.* (1976) os valores de DMS no final da estação serão de 40-50%. Parece pois existirem bons e maus Verões do ponto de vista alimentar, residindo a diferenças entre eles na

forma como o fecho da estação influi na secagem das plantas – rápida - mau Verão; lenta - bom Verão.

Para CANCELA d'ABREU (1992), em ensaios realizados na Herdade da Mitra – Évora, a DOMD de uma pastagem de trevo subterrâneo, apresenta valores de 64,6% no Outono, 72,2% no Inverno, 78,7% no início da Primavera diminuindo para 62,8% no fim da estação e 47,9% no Verão. SERRANO (1995), apresenta, para o sequeiro alentejano, valores de DMS que variam de 45-50% no Verão, 60-65% na Primavera e 70-75% no Outono-Inverno.

2.2.6.2. Proteína Bruta

O total de azoto (N) na planta multiplicado por 6,25 dá-nos o seu conteúdo em proteína bruta (PB), incluindo azoto proteico ou proteínas e azoto não proteico (NNP). O NNP inclui substâncias tais como ácidos nucleicos, ácidos aminados e até mesmo nitratos. Compreende 5 a 50% do N total, sob forma solúvel em água na sua maior parte, encontrando-se 5-10% do N total sob forma insolúvel, em combinação com a lenhina, sendo indigestível (VAN SOEST, 1982).

Para MANGAN (1982) a proteína da forragem pode vir caracterizada nas seguintes fracções:

- Fracção 1 - Compreende cerca de 75% do total de proteínas da folha contidas nos cloroplastos, 50% das quais são solúveis. A sua alta concentração nos cloroplastos e a sua presença generalizada nas plantas marinhas e terrestres, fazem desta fracção a mais abundante e a maior fornecedora de proteína para os ruminantes (MANGAN, 1982);
- Fracção 2 - é uma complexa mistura de proteínas citoplasmáticas e dos cloroplastos. Constituem os restantes 25% de proteínas da folha, são de alta qualidade mas em termos absolutos o seu contributo para o total de proteína ingerida pelos ruminantes não assume grande importância (MANGAN, 1972; NUGENT e MANGAN, 1978);
- Fracção 3 - engloba as proteínas das membranas dos cloroplastos, núcleo e mitocôndrias, são insolúveis em água, e o seu valor nutritivo parece ser inferior ao da fracção 1 (MANGAN, 1982).

Segundo DEMARQUILLY (1982) o teor de proteína das pastagens e forragens pode variar em função da idade e estado vegetativo das plantas. As folhas são mais ricas que os caules e o seu conteúdo diminui mais lentamente com a idade.

Nos estados iniciais de desenvolvimento as plantas apresentam normalmente teores altos de PB, pois segundo HADJICHRISTODOULOU (1976) o azoto é extraído sobretudo nessas fases. Para MOREIRA (1986), citando MEYER *et al.* (1957), SMITH (1960), KLEBESEDEL (1969), KILCHER e TROELSEN (1973), ABREU *et al.* (1982), os diferentes estados de desenvolvimento dos cereais são acompanhados por uma apreciável descida nos teores de PB. Existe uma acentuada queda no teor de PB das folhas com o avançar da maturação, enquanto que os caules mantêm sensivelmente os mesmos valores nas fases mais avançadas. Esta variação nos teores das folhas e caules conjuntamente com a sua participação relativa na produção total de matéria seca são os factores que determinam a evolução para o valor em PB da planta inteira segundo MOREIRA (1986).

Estes aspectos não se revestirão de grande importância para os períodos de utilização de Inverno, uma vez que, nesta fase, como já vimos as plantas possuem valores de PB elevados, não sendo este parâmetro factor limitante à produção animal que suporta (McKELL *et al.*, 1960).

CANCELA d'ABREU (1992), trabalhando nas condições do sequeiro alentejano com pastagens naturais e à base de leguminosas (trevo subterrâneo e serradela), encontrou valores de PB entre 4 e 34%, variando estes com a época do ano e o tipo de pastagem. Assim, refere valores de PB para pastagens de trevo subterrâneo de 21.3 a 24.5% para o período de Inverno e de 17.2% para o início da Primavera. SERRANO (1995) também nas condições do sequeiro alentejano, refere valores de PB de 3-8% no Verão, 10-15% na Primavera e 15-25% no Outono-Inverno.

Com a diminuição da relação folhas/caule que acompanha a maturação das plantas, os teores em PB baixam também dependendo no entanto de:

- Ciclo de exploração - a exploração em ciclos sucessivos, desde que permita a manutenção de uma elevada relação folha/caule, torna menos acentuada, a diminuição com a idade;
- família e espécie vegetal - as leguminosas são mais ricas que as gramíneas;

- fertilização azotada - aumenta o conteúdo nas gramíneas. A influência da adubação azotada depende dos níveis utilizados, do período do ano, do clima e da espécie vegetal.

O teor de proteína bruta das plantas, durante o Inverno e início da Primavera, aumenta normalmente com a fertilização azotada (BLASER, 1967; JONES e WOODMANSEE, 1979). Este aspecto não é relevante pois os teores de PB são normalmente elevados nesta fase, mesmo sem haver fertilização (JONES e WOODMANSEE, 1979).

Segundo alguns autores, os teores de PB dos cereais variam pouco entre eles desde que aproveitados na mesma data e fase de desenvolvimento (BROWN e ALMODARES, 1976; CANNELL e JOBSON, 1968). Não obstante, MOREIRA (1986) refere grande disparidade entre autores no que respeita ao teores de PB encontrados para forragens obtidas a partir dos cereais em idênticos estados de desenvolvimento. No geral, à medida que a quantidade produzida aumenta devido ao atraso no corte ou melhores condições de crescimento, o teor de PB diminui (CANNELL e JOBSON, 1978; LAWES e JONES, 1971; KILCHER e TROELSON, 1973; CIHA, 1983).

Para OLEA *et al.* (1989), em zonas de pastagem do S.O. de Espanha, os níveis de PB começam por ser de 17-18% no Outono e Inverno, sofrem uma primeira redução em Fevereiro até 13-14% e uma segunda que se inicia em Abril e é progressiva até Junho, altura em que pastagem seca totalmente e se chegam a atingir valores tão baixos de PB como 6.5% a 7%. Níveis tão baixos de PB (3-7%) na pastagem (que só acontecem no Verão, em pastagens onde a fertilização ou a introdução de espécies não têm significado e quando o animal não pode exercer o seu poder de selecção em pastoreio) são limitantes, alterando a ingestão voluntária e determinarão a necessidade de intervenção através de técnicas de melhoria da pastagem (fertilização e ou introdução de espécies). Para BLATER e WILSON (1963), a PB abaixo de determinados níveis, pode funcionar como factor limitante da digestibilidade das forragens, devido à consequente diminuição da actividade microbiana ao nível do rúmen.

Para MINSON (1981), a forma mais barata de corrigir uma pastagem deficiente em PB é a inclusão ou o aumento da presença da leguminosa, não esquecendo a influência que poderá ter, no caso das gramíneas, a fertilização azotada.

2.2.7. Produção animal em zonas Mediterrânicas

Tradicionalmente, na maior parte das zonas de clima mediterrânico, a produção animal baseada em ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos) utiliza como recursos alimentares as zonas de pastagem natural integrada em rotação com os cereais (pousios), as zonas incultas de pastagem permanente, a produção resultante da vegetação natural ou introduzida sob o coberto dos montados, os resíduos e subprodutos dos cereais (restolhos e palha) e as zonas de pastagem semeadas que aumentaram significativamente a sua expressão em Portugal nos últimos anos.

A marcada sazonalidade que acontece na produção de pastagem nas zonas de sequeiro mediterrânico limitam a produtividade animal, pelo que esta acompanha a curva de produção de pastagem em sequeiro, provocando períodos de limitações quase comprometedoras, tal o grau de restrição alimentar (qualitativa e quantitativa) que ocorre.

O tipo de pastagem característico da zona, descrito por ROSSITER (1966) como sendo baseada essencialmente em espécies anuais onde só esporadicamente surgem as vivazes, inicia o seu ciclo de produção no Outono após as primeiras chuvas. Ocorrendo nesta altura temperaturas relativamente altas, desde que as primeiras chuvas aconteçam cedo, este período permite um primeiro pico de produção de pastagem acompanhado normalmente por uma melhoria da condição corporal dos animais, que segundo CARTER e DAY (1970), pode permitir ganhos médios diários em ovinos da ordem das 120 gr/dia. Esta fase prolonga-se até ao início do Inverno, ou até ao momento em que se começam a registar temperaturas mais baixas acompanhadas com a ocorrência de geadas, que não permitem senão escasso ou nulo crescimento das espécies. Esta segunda fase é normalmente caracterizada por grandes restrições alimentares, em parte compensadas pelo aproveitamento de alguns produtos do montado nos sistemas que possuem este tipo de floresta, sobretudo a rama e a bolota, e também por elevado nível de suplementação (concentrados, palha e, forragens conservadas), e sempre aliados a perdas de condição corporal de expressão variável, em função da duração e forma como o Inverno ocorre e do nível de suplementação utilizado.

Em relação à bolota, não obstante apresentar valores proteicos baixos (5.6%) (OLEA *et al.* 1989), ela constitui-se como importante recurso alimentar (sobretudo devido ao seu valor energético), quando existe oferta de pastagem, que nesta época possui valores de PB relativamente altos (17-18%).

Na Primavera, a conjugação dos factores temperatura e precipitação promove a fase de mais intenso crescimento vegetal com elevada qualidade. Há normalmente melhoria da condição corporal dos animais, com ganhos diários que, segundo CARTER e DAY (1970), podem atingir 200-300 gr. A rapidez característica na secagem dos pastos, na fase final da Primavera, conduz em termos de produção animal, a acréscimos cada vez mais decrescentes, o que para os mesmos autores pode significar 240-40gr. ovelha dia. Esta fase quando baseada apenas no aproveitamento das pastagens de sequeiro prolonga-se por todo o Verão e início do Outono, até ao aparecimento das primeiras chuvas e início de novo ciclo de produção, caracterizando-se por enormes perdas de pastagem. Para ROSSITER (1966), essas perdas são devidas ao pisoteio, à fragmentação do material vegetal completamente seco e podem atingir até 50% do total de pastagem consumida ao longo de todo o ano. As perdas de condição corporal no final do Verão e início do Outono são notáveis nestes sistemas, tornando este período crítico para animais em pastoreio. A possibilidade de recurso ao regadio, possibilitando a instalação de pastagens à base de espécies vivazes ou o recurso à produção de forragens de Primavera-Verão (sorgo, milho), atenua as necessidades nesta fase. Nas explorações onde a produção de cereais existe, o aproveitamento dos restolhos contribui, durante parte do Verão, para reduzir os défices alimentares registados nesta fase. Segundo CANCELA d'ABREU e FREITAS (1988), em ovinos, é possível assegurar as suas necessidades de manutenção desde que a oferta alimentar dos restolhos permita aos animais exibirem o seu poder de selecção em pastoreio e desde que os animais pastoreiem em períodos curtos de tempo.

A sazonalidade na produção de pastagens que ocorre no Alentejo, é determinada essencialmente por factores de natureza climática, apresentando épocas de produção elevada alternando com outros períodos em que a produção é escassa ou mesmo nula. Esta situação provoca ao longo do ano a falta de coincidência entre as disponibilidades de forragem e as necessidades dos efectivos pecuários.

JARRIGE (1979), sugere uma melhor ligação entre os sistemas forrageiros e os sistemas de produção animal, que se traduza na adaptação recíproca das raças animais aos recursos vegetais e na adaptação recíproca dos períodos de maiores necessidades alimentares com os períodos de maior oferta alimentar. Mesmo considerando que nos incluímos num sistema de recursos diversificados como atrás descrevemos, é essencial haver uma forte adaptação dos efectivos às condições específicas do meio.

A variação da condição corporal, que dentro de certos limites e para certas espécies e raças podemos manipular, não dispensa que tenhamos que recorrer durante períodos mais ou menos longos (4 a 7 meses) a reservas alimentares conservadas, como forma de conseguir planos alimentares equilibrados. Naturalmente, quanto maior a utilização dos alimentos conservados, mais cara se torna a produção animal deles dependentes.

2.2.8 A produção de forragens

2.2.8.1. As forragens conservadas: problemas com a sua obtenção e utilização

A produção de alimentos conservados sob a forma de feno ou silagem assume particular importância nos nossos sistemas de produção, minimizando as consequências da escassez de alimentos que se regista em determinadas fases do ano (Inverno e Verão).

Feno

Os fenos de gramínea (aveia, cevada e triticale) associada ou não a uma leguminosa (ervilhaca ou tremocilha) têm sido tradicionalmente as opções utilizadas como forragens conservadas na nossa região.

Na Península Ibérica, segundo PARDO e GARCIA (1984), a utilização dos cereais como opção forrageira remonta há já muitos anos como prática corrente, destacando-se a aveia pela sua capacidade de adaptação e potencialidade para a produção de matéria seca, aproveitada em corte único durante a formação do grão.

A sobrevalorização das nossas condições climáticas para a prática da fenação fez com que esta fosse a técnica de conservação de alimentos até agora mais generalizada nos nossos sistemas de produção de forragem (SERRANO e ALMEIDA, 1987).

Nas nossas condições climáticas, a falta de água no solo, juntamente com o aumento de temperatura que acontecem por vezes repentinamente, têm como consequência o precipitar do

ciclo de desenvolvimento das espécies, acompanhado de um rápido declínio do seu valor nutritivo (digestibilidade e proteína), conduzindo naturalmente a época de fenação com qualidade para o mês de Abril (SERRANO e ALMEIDA, 1987).

A irregularidade climática nesta época, com precipitações frequentes dificulta a obtenção de alimento conservado sob esta forma, aumentando as perdas durante o processo. Estas são devidas à lavagem, prolongamento do tempo de secagem e, finalmente, à necessidade de maior manuseamento da forragem aumentando assim as perdas mecânicas. Para contornar estes obstáculos, o agricultor adia normalmente a época de fenação para Maio-Junho, época na qual tem mais garantias de efectuar a conservação com êxito, assegurando uma maior produção de matéria seca, mas obtendo normalmente feno de má qualidade (ARNON, 1972; AVILEZ, 1975; SERRANO e ALMEIDA 1987; BENTO, 1990).

Silagem

A ensilagem é o método de conservação no qual a forragem sofre maiores alterações químicas (SERRANO, 1981). As maiores exigências em termos de conhecimentos técnicos, que este método de conservação exige por parte do agricultor, juntamente com a sua não divulgação por parte dos organismos oficiais responsáveis, foram talvez as principais razões que impediram a generalização da técnica como forma de conservação de forragens.

A sua menor dependência das condições climatéricas para ser levada a cabo, comparativamente com a fenação, fez com que, sobretudo a partir da II Guerra Mundial, a ensilagem começasse a ganhar expressão no nosso país, como forma de conservação de forragens. Para esta situação terá também contribuído a generalização da informação técnica na base da qual o método se apoia.

Os dois mais generalizados métodos de conservação de forragem - fenação e ensilagem - afectam os componentes mais digestíveis da planta (glúcidos solúveis e proteína) reduzindo o seu valor nutritivo. A eficiência de ambos os métodos estará dependente do controlo e capacidade de executar correctamente as várias fases do processo conservativo.

Para ARNON (1972) serão vantagens da ensilagem em relação à fenação:

- Menor sujeição a condições climatéricas imprevisíveis (precipitação);

- menores perdas quando bem executada;
- valorização de alimentos que de outra forma são dificilmente consumidos pelos animais;
- não sujeição a riscos de fogo.

Para o mesmo autor serão vantagens da fenação:

- Menor volume de investimentos em equipamentos e infra-estruturas;
- menores exigências de programação e organização;
- menores riscos por erros de execução;
- maior facilidade e menores riscos de utilização.

A necessidade de conservar forragens resulta como já ilustrámos, da falta de coincidência a cada momento entre as disponibilidades de produção e as necessidades de consumo, tendo estas normalmente baixas flutuações ao longo do ano, ao passo que a produção apresenta curvas bastante irregulares (MOREIRA, 1980).

As técnicas de conservação de alimentos forrageiros são sempre tarefas prioritárias na exploração e assentam em cadeias mecanizadas que obrigam a um capaz apetrechamento do parque de máquinas, de forma a possibilitar uma execução rápida e correcta, para além de exigirem sempre a existência de infra-estruturas (fenis e silos), mais ou menos elaborados.

A conservação de forragens vai portanto acompanhada de custos de obtenção, variáveis de exploração para exploração em função do método eleito, mas que terão sempre as respectivas consequências em relação ao aumento dos custos de produção da actividade animal para a qual se destinam. Por outro lado, a sua eficácia ao nível da produção animal é também variável, pois a manutenção de planos alimentares elevados com recurso a estas nem sempre é possível, tal é a dificuldade em produzi-las com alto valor alimentar (CARVALHO e SERRANO, 1988).

2.2.9. Os cereais como opção forrageira

Nas nossas condições de produção em pastagens de sequeiro à base de espécies anuais, constituem períodos críticos de produção de pastagens o Outono, (em anos em que as primeiras chuvas ocorrem tarde) o Inverno e o Verão. O Inverno continua, por falta de condições para o crescimento vegetal, sobretudo para algumas espécies, (leguminosas) segundo MOULE (1971), a ser o período mais limitante em todo o sistema de produção animal baseado na produção de pastagens, obrigando ao recurso a alimentos conservados durante períodos mais ou menos longos.

O aumento da densidade de sementeira das gramíneas pratenses que entram na constituição da pastagem em mistura com leguminosas, entre elas o azevém (*Lolium multiflorum* Lam. e *Lolium rigidum* Gaud.), como forma de tirar partido de um maior potencial produtivo destas espécies comparativamente com as leguminosas durante o período de Outono - Inverno (PARDO e GARCIA, 1984), não nos parece a melhor solução.

De facto esse aumento, para além de ir acompanhado de um significativo aumento dos custos de produção motivado pelo elevado custo de aquisição da semente, iria também incrementar os problemas de competição entre as espécies constituintes. O mais rápido crescimento inicial do azevém, juntamente com o prolongamento do seu estado vegetativo, (afilhamento continuado) pelo período da Primavera, permitiria eventualmente um aumento de oferta alimentar no período de escassez mas aumentaria seguramente os aspectos competitivos com o trevo subterrâneo no que respeita à radiação solar e sobretudo à água, que nos sistemas Mediterrânicos, se constitui como factor limitante para este período, impedindo-o de exibir o seu potencial produtivo numa época na qual as condições ambientais o favorecem. Por outro, lado o azevém beneficia com solos férteis e bons teores de matéria orgânica (MOREIRA, 1980) podendo as suas produções ser muito baixas em solo pobres ou com níveis baixos de fertilização bem como com teores baixos de humidade (PARDO e GARCIA, 1984). Utilizado como espécie forrageira para além das condicionantes já referidas, é de mais difícil instalação e de crescimento o desenvolvimento inicial mais lento que os cereais sobretudo em condições de limitação, pelo que a sua utilização visando quer a antecipação da produção de alimento quer o aumento de produção deste nos períodos críticos (Outono-Inverno) se revele de menor interesse que os cereais (aveia, cevada e triticales) segundo STANSER (1937), FAIRES (1941) e CROCKETT

(1952). Refira-se ainda que, em sistemas que incluem cereais em rotação com as pastagens temporárias ou forragens, o azevém pode-se constituir como um problema agravado no que diz respeito ao controle de infestantes, como resultado quer da sua grande capacidade de infestação quer dos problemas relacionados com o controle desta – técnicos e económicos (ORLANDO e RAMEAU, 1992; CARVALHO, comunicação pessoal).

A utilização dos cereais de Outono-Inverno como opção forrageira, tem tido ao longo dos tempos grande importância, constituindo prática corrente em condições ambientais diversas, incluindo as zonas de clima mediterrânico.

A generalização dessa prática é devida, segundo MOULE (1971 a), ao facto de os cereais serem pouco exigentes em temperatura para o seu crescimento, sendo o seu «zero vegetativo», de 0°C e possuírem boa resistência às baixas temperaturas. São apenas prejudicados a temperaturas inferiores a -8°C, o que nas nossas condições não acontece, beneficiando no entanto, segundo BELLIDO (1991), de temperaturas mais elevadas que os favorecem sobretudo nas fases iniciais de desenvolvimento. Para DROUSHIOTIS (1989) a importante contribuição dos cereais para a alimentação animal nos sistemas agro-pecuários com características mediterrânicas resulta da sua maior resistência à secura e às baixas temperaturas comparativamente com as leguminosas forrageiras.

Em condições de clima mediterrânico, à excepção dos anos em que a chuva ocorre tarde no Outono, estas culturas cumprem o seu ciclo cultural, em condições de sequeiro, numa época de boas disponibilidades hídricas, com rendimento de razoável regularidade (HUGUES, 1956; COFFMAN, 1961). Já no que respeita à tolerância ao encharcamento o seu comportamento varia com a espécie sendo algumas mais sensíveis (trigo e cevada), outras mais tolerantes (aveia, triticale e centeio).

Para ALMEIDA (1975) a reacção do solo (pH) a que os cereais se adaptam variam de 5 a 8 sendo notável a plasticidade de alguns, nomeadamente a aveia, (5 a 7).

Para MARQUES DE ALMEIDA (1975) o cultivo de cereais forrageiros para utilização em verde, através de cortes múltiplos ou por pastoreio, é a forma mais tradicional de utilização dos cereais como cultura forrageira – *Ferrejo*. MOREIRA (1986), citando o mesmo autor (1975), refere a grande importância dos cereais como opção forrageira, prática que, remontará a meados do século passado.

A cultura de cereais em estreme com aproveitamento em corte único tal como a consociação com leguminosas anuais (*vicia*, *lupinus*), tendo em vista a sua a conservação sob a forma de fenos ou ensilados, tem ganho interesse. Segundo CRESPO (1986), baseado em estimativa da época, a área ocupada no nosso país com culturas forrageiras de sementeira Outono-Inverno ascenderia a cerca de 340.000ha.

Os cereais de Inverno, ainda que alguns deles evidenciem um comportamento distinto na fase vegetativa, são plantas de porte erecto nos quais a estrutura foliar adopta essa postura (MOREIRA, 1986). Tais características permitem-lhes possuir, segundo o mesmo autor, grande eficiência fotossintética em estados avançados do desenvolvimento, através de elevados índices de área foliar.

Estas particularidades morfo-fisiológicas explicarão, para os cereais cultivados nas nossas condições, o porquê da sua exploração preferencial em corte único nas fases finais do seu desenvolvimento quando utilizados como opção forrageira. CRESPO (1978), refere o interesse dos cereais forrageiros utilizados em Portugal, quer consociados com leguminosas quer com gramíneas, quer ainda em cultura estreme, referindo as várias hipóteses de exploração e registando para o triticales a superioridade que este evidenciou em termos de produção de MS/ha quando explorado num só corte, comparativamente com tal prática efectuada em dois períodos de utilização – Inverno e Primavera.

MOREIRA (1986), cita entre outros (BURTON e PRINE, 1958; HOLT, 1962; EAGLES *et al.*, 1979 e McDONALD e STEPHEN, 1979) que consideraram que explorando a aveia forrageira com um só corte se obtinham produções de MS/ha significativamente mais elevadas. O autor, comparando o comportamento da aveia explorada em dois cortes ou corte único, não conseguiu encontrar produções de MS/ha para o período de Inverno superiores a 1-1.5t MS/ha, ficando-se no geral por 0.5t MS/ha. MAÇÃS *et al.* (1993), na avaliação preliminar de um grupo de germoplasma da ENMP, encontrou grande variabilidade no material estudado. Assim, enquanto nalguns genótipos explorados em corte único a sua produção foi inferior à soma dos dois cortes, outros mais tardios revelaram-se nitidamente aptos para exploração em corte único.

Mesmo considerando o sacrifício de parte da produção de MS/ha, comparativamente com os sistemas de exploração em corte único, os cereais forrageiros que assumem como já referimos um papel estratégico de grande importância ao assegurarem significativas quantidades de MS produzida no período Outono-Inverno, poderão ser explorados nesse período, em plena fase vegetativa em cortes múltiplos, quer mecânicos quer em pastoreio directo. Pretende-se em tal situação tirar o máximo de partido do seu potencial de crescimento para essa fase do ano, tão crítica em produção de pastagem nas condições Mediterrânicas, mesmo sacrificando parte da sua produção nos períodos seguintes. Este sistema de exploração, tal como o que permite explorar os cereais com dupla finalidade, forragem de Inverno e grão, (DUNPHY *et al.*, 1984; CARVER *et al.*, 1991 e BONACHELA, 1995) é possível em plena fase vegetativa do seu desenvolvimento, aproveitando a sua capacidade de afilamento, que lhe possibilita o recrescimento após o corte. O cereal é cortado ou pastoreado sem que se verifique a remoção dos meristemas terminais, que permitem o posterior recrescimento e diferenciação no desenvolvimento. Se o aproveitamento é demasiado intenso ou se faz não respeitando as regras de crescimento e para além da fase vegetativa (encanamento), então a produção nas fases seguintes é prejudicada, ou porque a planta sofreu um desequilíbrio do ponto de vista vegetativo e as suas reservas não lhe permitem conjuntamente com a superfície foliar diminuída, o recrescimento (utilização intensiva) ou, então, o aproveitamento foi feito já em pleno período reprodutivo e a planta, já está nessa fase impedida de responder satisfatoriamente, porque orienta todo o seu processo de desenvolvimento para a produção de semente. De facto, para SMITH e NELSON (1969), BOOYSEN e NELSON (1975) e COUTTS *et al.* (1984) a diminuição da área fotossintetizante afecta a produção de hidratos de carbono e a taxa de recrescimento.

Existem para MORRIS e GARDNER (1958), e SHARROW e MOTAZEDIAN (1987) e REDMON *et al.* (1995), efeitos contraditórios do corte ou pastoreio no recrescimento posterior, que se devem atribuir a interações entre as práticas de manejo imprimidas e as condições climáticas. Assim, serão de considerar aspectos importantes tal como o efeito da precipitação na produção de MS/ha de Primavera, após os cortes de Inverno.

Nas condições mediterrânicas, diversos autores encontraram distintas respostas dos cereais após o corte de Inverno. DROUSHIOTIS (1984), encontrou reduções na produção enquanto que ANDERSON (1985), registou diferentes respostas entre anos, resultados que são confirmados também por BONACHELA *et al.* (1995). Não obstante não haver muita informação acerca dos efeitos que o aproveitamento de Inverno nos cereais tem na utilização da água, tudo parece

indicar que a quantidade e a distribuição da precipitação são factores importantes na produção dos cereais utilizados como forragem em várias épocas ou com dupla finalidade – forragem e grão – e que de alguma forma poderão contribuir para ajudar a explicar as respostas aos cortes de Inverno. A redução da área foliar provocada pelos cortes de Inverno nas fases de afilamento/início de alongamento dos caules, reduz o recrescimento posterior após os cortes, (DUNPHY *et al.*, 1982, BONACHELA, 1991), podendo limitar também a utilização da água nessa fase. Ficará assim prejudicado o padrão de utilização da água com o conseqüente efeito negativo na produção de MS (BONACHELA, 1995).

PUMPHREY (1979), ao estudar os efeitos do pastoreio de Inverno nos cereais, sugere aproveitamentos feitos no cedo e não de forma muito intensiva tendo em vista aproveitamentos posteriores. Para este autor, o atraso nos cortes ou o aumento da intensidade dos mesmos potencia as reduções na produção de MS nas épocas seguintes. Para tornar a prática favorável do ponto de vista de utilização, MAÇÃS (1993) e BONACHELA (1995), referem a importância da escolha de cultivares com rápido crescimento permitindo uma quantidade apreciável de produção no Inverno e de desenvolvimento lento ou possuidora de “growing point” baixo, que evite o corte do meristema de crescimento de forma a poder recrescer na Primavera.

WINTER e MUSICK (1991), referem que no Texas cerca de 75 a 90% da área semeada com trigo de Inverno em regadio é utilizada para pastoreio de bovinos. HOLLIDAY (1956), DUNPHY *et al.* (1984), e CARVER *et al.* (1991), fazem referência à utilização da cultura dos cereais na região das Grandes Planícies (EUA), com um duplo aproveitamento (pastoreio de Inverno e aproveitamento final para forragem ou grão). POYSA (1985), refere igual tipo de aproveitamento no Canadá, ANDERSON (1985) no Norte de África e DANN *et al.* (1977) na Austrália. A utilização dos cereais explorados com dupla finalidade é prática comum em diversas outras regiões como as Ilhas Britânicas, Nova Zelândia, África do Sul e Uruguai (HOLLYDAY, 1956), assim como em zonas de clima mediterrânico (Portugal e Espanha), sendo de destacar, segundo BONACHELA *et al.* (1995) a importante contribuição desta forma de exploração para o aumento da produção de forragem de Inverno. Para CHRISTIANSEN *et al.* (1989), o pastoreio de Inverno, desde que moderado e realizado no período vegetativo, não afecta a produção final de grão para o trigo. Para CUTTLER *et al.* (1949), o pastoreio de Inverno seria até conveniente, sobretudo por reduzir a tendência para a acama de algumas variedades de cereais de palha alta.

No Alentejo, com a utilização de variedades de ciclo longo e palha alta, quando as épocas de sementeira eram antecipadas, o pastoreio moderado de Inverno foi utilizado, como prática corrente nos cereais, para evitar a forte tendência que essas variedades, nas condições de cultivo então praticadas apresentavam para acamar. Estava então patente a ideia de proceder a uma «prática cultural» necessária, à qual se adicionavam os efeitos positivos de poder dessa forma atenuar as carências alimentares dos efectivos (sobretudo em ovinos), sem grande prejuízo na produção final (forragem ou grão).

QUINTANA e PRIETO (1977), na Extremadura Espanhola, concluíram não ter havido prejuízo na produção final de aveia pastoreada moderadamente no Inverno em pleno período vegetativo.

HEATH *et al.* (1973) e GEORGE *et al.* (1982), citados por MOREIRA (1986), referem o interesse da sementeira de cereais sobre luzernais instalados como forma de conseguir o aumento da produção de alimento de Inverno, ou então no último ano do luzernal, reforçando a quantidade de alimento produzido nesse último ano de produção, sobretudo no Inverno. A utilização de cereais (aveia, cevada, trigo e triticale), como cultura acompanhante de leguminosas pratenses, tem-se revelado com interesse, no fornecimento de alimento de Inverno sem prejuízo na produção de trevo subterrâneo (SANTHIRASEGARAM e BLACK, 1968), aumentando a produção de forragem no primeiro aproveitamento e sobretudo antecipando o período de aproveitamento da pastagem (PETERS, 1961; WAKEFIELD e PEARSON, 1964; KUST, 1968; SCHMID e BEHRENS, 1972; JANSON e KNIGHT 1973; De PUIS, 1983).

Nas pastagens de sequeiro à base de espécies anuais, sobretudo leguminosas, a introdução de cereais como prática anual, poderá revestir-se de interesse na nossa região, visando o aumento da produtividade da pastagem no período de Inverno, tornando assim os nossos sistemas de produção animal menos dependentes dos alimentos conservados.

2.2.9.1 Espécies utilizadas

Os cereais de Outono-Inverno permitem, como descrevemos, variadas possibilidades de aproveitamento. Para PORQUEDDU e SULAS (1998) eles são de uma importância estratégica muito grande, pois sendo de fácil adaptação e instalação, e podendo ser utilizados de várias

formas , (forragem, grão, e aproveitamento misto), conferem ao sistema um maior grau de flexibilidade, sobretudo por assegurarem no período de Inverno quantidades de forragem que tornam os sistemas de produção animal menos dependentes da suplementação. Mesmo considerando o facto de, como culturas anuais, necessitarem normalmente de consideráveis quantidades de semente, fertilizantes e energia para a sua instalação, são de elevado interesse estratégico na programação do manejo alimentar ao longo do ano.

A facilidade de estabelecimento, a garantia da produção em épocas de escassez (Outono e Inverno), e a facilidade e versatilidade no aproveitamento são as principais características responsáveis pela utilização dos cereais como cultura forrageira. A maior precocidade no aparecimento e desenvolvimento quer de folhas quer da fase de afilamento é, para WHAN *et al.* (1991) a principal responsável pela elevada taxa de crescimento absoluto nos cereais. Para estes autores, existem no entanto, diferenças entre espécies e variedades, pelo que, mesmo semelhantes morfológicamente, instalados e utilizados nas mesmas datas, podem diferir substancialmente nas suas produções.

Todos os cereais cultivados para grão (trigo, cevada, aveia, centeio e triticale), quer em cultura estreme, quer misturados, podem ser utilizados como forrageiros (PARDO e GARCIA, 1984).

Na nossa região, o trigo, pelas suas exigências do ponto de vista edafo-climático, pelas suas características relacionadas com a fisiologia e anatomia do crescimento e pela valorização do grão, não tem sido utilizado, numa forma generalizada, na produção de forragem.

O centeio, com grande expressão noutras zonas do país onde exhibe um bom potencial de crescimento no período de Outono-Inverno, não se constitui no Alentejo, como cereal de boa aptidão forrageira. As condições climáticas tenderão a acelerar o ciclo de desenvolvimento desta espécie, antecipando o período reprodutivo e promovendo o rápido espigamento com a consequente perda de valor nutritivo. Por outro lado, o alto porte das plantas e a sua fraca capacidade de afilamento e rebentação após o corte são inconvenientes face à forma de utilização (QUINTANA e PRIETO, 1977).

A aveia é, de entre os cereais, a espécie mais utilizada como forrageira (WHEELER 1968; QUINTANA e PRIETO, 1982). A sua grande plasticidade de adaptação às condições edafo-climáticas é para FRIBOURG (1973), notável. Requer grandes quantidades de água (é o cereal

cereal mais exigente para produção de 1 kg de matéria seca, possuindo segundo BELLIDO (1991), um coeficiente de transpiração elevado (600 mm), sendo contudo mais tolerante às condições de encharcamento que a cevada, tolerando também melhor os solos ácidos. Possui boas características como cereal forrageiro, nomeadamente uma boa relação folha/caule e ainda grande capacidade de recrescimento sobretudo no período vegetativo. Para TRINDADE e MOREIRA (1987) essa capacidade será na aveia superior à evidenciada pelo triticales. A superioridade das suas produções médias, comparativamente com este, serão devidas segundo os mesmos autores, a uma maior taxa de crescimento diário. Utiliza-se, como já descrevemos, em estreme para aproveitamento em cortes múltiplos ou com dupla finalidade (pastoreio de Inverno e corte final para conservar ou para grão) ou consociada com leguminosas anuais de sementeira outonal (ervilhaca e tremocilha) sendo nesta modalidade explorada com um único corte para posterior conservação (feno ou silagem).

A grande variedade de genótipos hoje existentes permite a sua escolha de forma objectiva face ao tipo de aproveitamento da cultura. Segundo MAÇÃS *et al.* (1993) foram identificados genótipos, como as cvs “S. Mateus” e “St. Aleixo”, com produção repartida por dois cortes e exibindo rápido crescimento inicial (precoces), que permitem uma produção elevada no Inverno com boa capacidade de recrescimento. Outros, como a cv “Boa-Fé”, foram identificados pelos mesmos autores com aproveitamento preferencial para corte único no fim do ciclo vegetativo.

A cevada é uma espécie bastante sensível à acidez e encharcamento dos solos, tolerando melhor a salinidade e as condições de falta de humidade (FRIBOURG, 1973), por possuir um ciclo de desenvolvimento curto ainda que o seu coeficiente de transpiração se situe nos 500 - 550 mm (BELLIDO, 1991).

É uma espécie com utilização mais limitada que a aveia, podendo ser utilizada também para pastoreio de Inverno embora com produções mais baixas segundo QUINTANA e PRIETO (1982). No entanto, a sua melhor adaptação à secura comparativamente com a aveia e o triticales poderá ser um factor a ponderar, pois é nos anos secos que a produção das leguminosas tende a ser menor (FISCHER, 1989). ROYO e TRIBÓ (1997), citando HADJICHRISTODOULOU (1983), referem a capacidade que a cevada possui de atingir produções relativamente elevadas mesmo em condições de «stress» hídrico. A sua resistência à secura é superior ao triticales e à aveia e é devida a uma elevada eficiência transpiratória que se traduz numa maior quantidade de

carbono acumulado por unidade de água transpirada (LOPEZ-CASTAÑEDA e RICHARDS, 1994).

A sua aptidão para o pastoreio de Inverno está relacionada para BELLIDO (1991), com o seu bom desenvolvimento vegetativo nessa fase, associada a uma boa capacidade de afilamento. Para LOPEZ-CASTAÑEDA e RICHARDS (1994), estes aspectos são os responsáveis pela superioridade da cevada em relação ao triticale e à aveia no que respeita ao crescimento inicial. O elevado e rápido crescimento inicial, ao reduzir a evaporação de água a partir do solo, deixa maior quantidade desta disponível para a transpiração. O maior desenvolvimento radical permite a exploração de elevado volume de solo com a consequente maior extracção de água e nutrientes. Segundo os mesmos autores, ao possuir ciclo mais curto, não é tão utilizada para consociar com leguminosas para corte único e posterior conservação, pois a sua precocidade, acompanhada de uma quebra no valor nutritivo impede a obtenção de um bom alimento.

De entre as variedades de cevada hexástica existentes destacamos a cv «Sereia», de estatura média, muito precoce, com bom desenvolvimento inicial e boa produtividade (EPAC, 1997).

O triticale, por ser o cereal de mais recente criação é aquele cuja utilização como cultura a forrageira menos generalizada está. Para CHAUHAN e BAJPAI (1972), a sua capacidade de adaptação a solos marginais, com grande tolerância à acidez, justificará a importância da cultura não só para a produção de grão mas também, segundo NASS *et al.* (1975), como cultura forrageira, sobretudo em zonas onde a temperatura é demasiado baixa e o período de crescimento curto. O seu curto período vegetativo e a baixa capacidade de afilamento são factores que limitam a sua utilização para forragem aproveitada em cortes múltiplos, pois nestas condições a sua capacidade de recrescimento é baixa, comparativamente com a cevada e aveia (HADJICHRISTODOULOU, 1984). MILLER *et al.* (1993), recomenda a fase de aparecimento do primeiro nó detectável, como o limite de utilização do triticale como forragem sujeito a vários cortes. SHARROW (1990) e GARCIA del MORAL (1992), citados por ROYO e TRIBÓ (1997), consideram importante para além da fase fenológica de corte, a duração da fase de recrescimento e a distinta capacidade de recrescimento das cultivares.

Segundo ROMANO (1987) os triticales precoces, nomeadamente a variedade Borba, tendo um crescimento muito rápido na época Outono-Inverno, podem permitir o pastoreio no cedo,

contribuindo desta forma para aumentar a quantidade de alimento produzido neste período do ano.

2.2.9.2. Produtividade

Quando nos debruçamos sobre os valores de produção obtidos, com cereais cultivados em estreme para forragem, verificamos que os valores são muito dispares e variam sobretudo com a forma de utilização (número e épocas de corte), e condições do meio.

CRESPO (1986), indica valores de produção de 3 a 9 t MS/ha para consociações de aveia (*Avena*) e ervilhaca (*Vicia spp*) conservados sob a forma de feno, ou mais raramente silagem, e utilizados posteriormente nos períodos críticos, em que é necessária a suplementação nas regiões do Sul de Portugal. Para MOREIRA (1980), devem ser esperadas para o mesmo tipo de culturas exploradas em corte único para conservação (feno ou silagem), produções entre 4 e 8 t MS/ha. QUINTANA e PRIETO (1982), obtiveram para as mesmas consociações, na Extremadura (Espanha), 2 500 a 5 000 kg/ha de feno, confirmando os valores obtidos por CABALLERO e LOPEZ (1980) na mesma região.

DEVUYST *et al.* (1975) conseguiram obter, em condições belgas, produções de 10 t MS/ha com cereais forrageiros num só corte. ROMANO e VINTE UM (1981) obtiveram em Elvas, utilizando uma cultivar tardia de aveia (Boa-Fé), uma produção de 18t MS/ha. MAÇÃS *et al.* (1993), estudando um grupo de germoplasma de aveia da ENMP - Elvas obtiveram valores de 10-12 t MS/ha para o aproveitamento em corte único, realizado na fase de maturação leitosa/pastosa.

Para DROUSHIOTIS (1984), qualquer interrupção no crescimento em pleno período vegetativo, mesmo produzindo forragem de excelente qualidade, resulta numa diminuição na produção total de MS/ha. A redução da área foliar com efeitos negativos no desenvolvimento radical conjuntamente como o atraso na maturação causada pelo corte seriam os responsáveis. GARDNER e ROGERS (1956), afirmam haver reduções no recrescimento em cereais à medida que se avança no ciclo de desenvolvimento e se passa para o período reprodutivo. Para GARDNER e WIGGANS (1960), estes efeitos negativos serão agravados em anos secos.

CRESPO (1978), ao estudar o comportamento de cereais de Inverno (aveia, cevada e triticale) em estreme e como opção forrageira em dois cortes ou corte único, encontrou vantagens na produção de MS/ha com esta última forma de exploração. Houve grande variação, quer entre anos quer entre variedades no que respeita à produção de MS/ha. A distribuição dessa produção pelos dois cortes (Fevereiro/Março, corte do recrescimento) também foi diferente em função dos anos. Nota-se, no entanto, uma certa complementaridade entre as épocas no que respeita ao seu contributo para a produção total o que se será devido à elevada plasticidade que as espécies e variedades estudadas possuem. Assim, as produções de MS/ha de Inverno variam em função do ano, espécie e variedade de 580 a 4 600 kg M.S./ha. Os cortes após recrescimento apresentaram produções de 88 até 4 500 kg MS/ha. Registou-se a tendência para as variedades que expressaram maior potencial produtivo no período de Inverno, diminuírem a sua produção após o recrescimento. Por outro lado, a um reduzido crescimento de Inverno segue-se normalmente grande capacidade produtiva após o corte.

Face à descontinuidade na produção de pastagem de sequeiro e sendo o período de Inverno um dos mais críticos em termos de produção de alimentos, a utilização dos cereais como alternativa forrageira poderá interessar muito mais, em termos estratégicos, quando explorados em cortes múltiplos, como já apontámos, que em corte único. Desta forma, a produção absoluta por ano apenas nos dá uma indicação do seu potencial, sendo a produção por corte ou época de cortes um auxiliar preciso, em termos do planeamento alimentar ao longo do ano.

MAÇÃS *et al.* (1993), no ensaio atrás referido, obtiveram cerca de 5t MS/ha com um primeiro corte efectuado no Inverno e 7t MS/ha no corte de Primavera indicando valores de 11-12 t MS/ha quando a aveia é utilizada em corte único. QUINTANA e PRIETO (1982), em trabalhos realizados em Espanha com cevada, aveia, centeio e triticale explorados em vários cortes (Inverno e Primavera), obtiveram para o aproveitamento de Inverno valores entre 550 – 1000 kg MS/ha e para o aproveitamento de Primavera valores de cerca de 7 t MS/ha. HOLT (1961), ao estudar o comportamento de aveia sujeita a várias intensidades e número de cortes durante o período de Inverno, encontrou produções de MS/ha da ordem das 1.8 - 2.2 ton./ha. DROUSHIOTIS (1984) registou também a menor produção de MS/ha da cevada explorada em cortes múltiplos comparativamente com outras formas de exploração (corte ao afilamento + produção de grão; corte ao afilamento + feno), conseguindo produções de 3.4 t MS/ha. Refere o autor, no entanto, que nas zonas com baixa capacidade de produção de pastagem no Inverno e nas quais há necessidade de recurso à suplementação, a melhor forma será explorar os cereais em

cortes múltiplos, tirando partido da oferta repartida de alimento com valores elevados de digestibilidade e proteína bruta.

2.2.9.3. Qualidade

Destinando-se as forragens a um utilizador - animal - a digestibilidade e composição das plantas, entre outros parâmetros, são de fundamental importância face à sua utilização.

Os cereais de sementeira Outono-Inverno, utilizados como forragem em corte único efectuado geralmente em fases adiantadas de maturação do grão, tendem a conduzir a valores elevados de produção, que não são acompanhados por parâmetros elevados no que respeita ao seu valor alimentar.

A qualidade da forragem conservada está dependente das características da planta que lhe dá origem na altura do corte, contribuindo para a sua variação, a espécie, a variedade, o estado de maturação, e duma forma geral, as técnicas culturais efectuadas. Conforme já referimos, a digestibilidade e, conseqüentemente, o valor energético da forragem de cereais, sofre uma quebra desde o período vegetativo até a fase em que normalmente é cortada (grão leitoso/pastoso). Esta diminuição será devida ao aumento nos constituintes da parede celular que se regista segundo DEMARQUILLY (1970) até à fase de grão leitoso, bem como ao aumento da proporção dos caules na constituição da planta.

MAÇÃS *et al.* (1993), obtiveram valores de digestibilidade *in vitro* (perpsina + celulose) para aveia, explorada em corte único, de cerca de 40%. Ainda segundo DEMARQUILLY (1970), os valores da digestibilidade da matéria orgânica *in vivo* sofrem um decréscimo ao longo do ciclo tendo obtido com trigo, cevada e aveia valores de 60-61%, entre a floração e a maturação do grão.

Nas ervilhacas, para TREVIÑO *et al.* (1979), regista-se ao longo do seu ciclo de desenvolvimento um aumento dos constituintes da parede celular que explicam também o abaixamento da digestibilidade. Estará pois aqui para QUINTANA e PRIETO (1982) a justificação para os baixos valores de digestibilidade (55-60%) que a maior parte dos fenos obtidos de consociações destas espécies apresentam.

Nas condições de exploração, o agricultor, por razões de oportunidade e segurança ou por opção visando maior quantidade, atrasa a época de corte, e dessa forma, obtém alimento prejudicado no seu valor, já que também no que respeita aos teores de PB eles variam nestas espécies da mesma forma, pelo que nem a introdução da leguminosa em adiantado estado de maturação é suficiente, com a sua pequena contribuição, para elevar os teores de PB da forragem (BENTO, 1992) que para QUINTANA e PRIETO (1982), se situam entre 8.5 a 10%.

Quando os cereais semeados em estreme se destinam a ser explorados em cortes múltiplos efectuados em pleno período vegetativo, os seus valores de digestibilidade são mais elevados.

MOREIRA (1986), citando EAGLES *et al.* (1979), refere para a aveia valores de digestibilidade da matéria seca acima de 80% até ao início do estado de folha superior visível, decaindo depois até valores de 55%, referindo ainda que, e segundo CHRISTENSEN *et al.* (1977) e CHERNEY e MARTEN (1982 a), a cevada apresenta valores superiores à aveia e triticale. ABREU (1986) encontrou para a aveia explorada em cortes vários a partir de Março e até à fase de maturação do grão valores de DOMD de 75% até 55%. MAÇÃS *et al.* (1993) apresentam valores de digestibilidade *in vitro* (pepsina + celulase) da aveia que vão desde os 76% (1º corte a 27/01) a 58.5% (cortes em Maio), registando valores próximos dos 40% quando a aveia foi aproveitada em corte único na fase de maturação pastosa do grão. Ainda para os mesmos autores e para QUINTANA e PRIETO (1982), os valores de PB são de 19.5% - 22% e de 7.5 - 8% para cortes efectuados em aveia, cevada, centeio e triticale respectivamente no Inverno e Primavera. POYSA (1985) e ROYO *et al.* (1993) referem valores de PB de 22- 29% para forragem proveniente de corte efectuado ao triticale no final do afilhamento, confirmando o que HEGER e EGGUM (1991) defendem ao considerarem esta espécie com um considerável potencial. PARDO e GARCIA (1984), citando Anónimo (1977) e KUNP (1974), referem para a aveia valores de digestibilidade da matéria seca e proteína bruta de 74% e 22% respectivamente, em aproveitamentos de Inverno. ANDREWS *et al.* (1991), encontram para a aveia e o triticale valores da DOMD de 79% e 77% respectivamente, nos cortes efectuados no período de Inverno.

Existirão, pois, para além das diferenças entre os valores para as distintas fases de desenvolvimento, diferenças entre espécies e cultivares no que respeita aos valores de digestibilidade e energia produzida (DEMARQUILLY, 1982 e MOREIRA, 1986). No entanto, segundo (SPURWAY *et al.*, 1984; MULDOON, 1986), a forragem proveniente destes cereais,

quando utilizados na sua fase vegetativa (até ao encanamento), apresentam uma digestibilidade elevada, registando-se apenas pequenas diferenças entre espécies e cultivares.

Para CARNIDE *et al.* (1991), o triticales na fase de emborrachamento apresenta valores de DOMD entre os 65% e os 79%, enquanto que para a aveia refere valores de 55% a 69%, e valores de proteína bruta de 20.5 a 23% para o triticales e 15% para a aveia. DENTINHO *et al.* (1994), com cortes efectuados também na fase de emborrachamento, encontraram para o triticales valores de DOMD de 68% aos quais correspondiam 8,6 MJ/kg MS de energia metabolizável. Os teores de PB registados foram para a mesma fase de aproveitamento de 12-13%. QUEIROGA *et al.* (1998) referem para o triticales explorado em segundo corte na Primavera, valores de PB superiores à aveia e que se situam nos 9- 11%. Para ANDREWS *et al.* (1991), os valores de DOMD para o triticales e aveia explorados no mesmo período não diferem significativamente tendo sido respectivamente de 77 e 79%.

MARTIN POLO *et al.* (1989), ao estudarem cereais de Inverno como opção forrageira utilizados desde o início do encanamento até à fase final do espigamento, encontraram valores de PB 24.7 a 8%, de DOMD de 75 a 50% com produções de EM (MJ/kg MS) de 12.5 a 7. MOREIRA (1986) encontrou produções de EM/ha de 36.6 - 60.8 MJ para a aveia explorada em corte único, comparativamente com 26.7 - 52.4 MJ quando explorada em dois cortes.

Em relação às quantidades de proteína bruta produzida por hectare, MOREIRA (1996), ao estudar cereais como opção forrageira em corte único na fase final de maturação do grão, registou valores de 340-376 kg PB/ha para a aveia e 309-393 kg PB/ha para o triticales. Em relação à forma de exploração, o mesmo autor (1986) encontrou produções de PB/ha de 656 kg e 548 kg quando a aveia foi explorada em corte único ou dois cortes respectivamente. CARNIDE *et al.* (1991), registou para os mesmos cereais explorados na mesma fase respectivamente 406-340 kg PB/ha . DROUSHIOTIS (1984), encontrou para cevadas exploradas em cortes múltiplos produções de 700 kg PB/ha.

Sintetizando poderemos pois dizer que nas nossas condições:

- A produção de pastagens de sequeiro constituídas à base de espécies anuais é bastante irregular, com períodos de escassez dos quais se destacam pela escassa ou nula produção o Inverno e o Verão;
- a produção animal baseada nessas mesmas pastagens só é possível com recurso a forragens conservadas ou pastoreadas directamente nos períodos mais críticos;
- a conservação de forragens (feno e silagem), para além do seu custo, coloca problemas de natureza técnica ou infraestrutural, ao nível da empresa, que dificultam a sua obtenção.

Qualquer que seja o método de conservação utilizado, ele representa sempre acréscimos nos custos de produção, acréscimos esses nem sempre acompanhados por alimento de qualidade, o que vai ter consequências a nível da produção animal a que se destina.

Os cereais de Outono-Inverno constituem-se, pelas suas características, como espécies importantes quer no estabelecimento das consociações com leguminosas anuais exploradas em corte único, quer no estabelecimento dos denominados ferrejos para aproveitamento estratégico em cortes múltiplos no Inverno, quer ainda no seu aproveitamento com dupla finalidade (pastoreio e produção de grão). Ainda que, a sua utilização em cortes múltiplos possa ser acompanhada por uma diminuição na produção total de MS/ha, como resultado da interrupção no crescimento, a importância estratégica resultante da obtenção de alimento num período de escassez como é o Inverno poderá compensar essas perdas.

A instalação de cereais visando o seu aproveitamento como forragem, ocupa na exploração, áreas que de outra forma poderiam ser utilizadas com outras culturas mais rentáveis. Assim, poderia ser interessante estudar a introdução anual dos cereais de Outono-Inverno, em pastagens de sequeiro, recorrendo a técnicas de sementeira directa, de baixo custo. O aproveitamento da sua produção de Inverno através do pastoreio directo, tornando os nossos sistemas de produção animal menos dependentes dos alimentos conservados, poderá contribuir para uma redução dos custos com a conservação de alimentos, libertando áreas da exploração para a produção de outras culturas.

3. RELAÇÕES ENTRE PLANTAS

3.1 As comunidades vegetais

Em ambientes naturais a monocultura pura raramente acontece, uma vez que o ambiente favorece o estabelecimento de comunidades vegetais constituídas por várias espécies e variedades de plantas. Mesmo em culturas conduzidas pelo Homem, que se pretendem monófitas como por exemplo os cereais para grão, é difícil não considerar a existência de espécies indesejáveis que com a cultura estabelecem as suas relações.

Ou por razões de natureza agronómica ou tendo em vista a finalidade da cultura, o Homem utiliza a associação de espécies e variedades, constituindo as forragens e pastagens um exemplo ilustrativo destas «comunidades artificiais».

Teoricamente as populações de duas espécies podem interactivar de forma distinta produzindo-se sobre cada uma delas efeitos benéficos ou prejudiciais. Estabelecem-se assim, segundo ODUM (1976), interacções de vários tipos desde aquelas nas quais nenhuma das populações afecta a outra – neutralismo, até às mutualistas donde resultam obrigatoriamente efeitos favoráveis para ambas. Assim, e segundo o mesmo autor, espécies com semelhantes necessidades não poderão coabitar sem que a competição entre elas se estabeleça, quer de forma directa, quer indirecta quando um recurso comum a ambas está em quantidades limitantes. Para KREBS (1978) as interacções tanto se estabelecem entre duas ou mais espécies, como entre membros da mesma espécie.

Para DONALD (1963), os exemplos de cooperação entre plantas são escassos. Este relacionamento entre plantas é para o mesmo autor invariavelmente competitivo e quase sempre imposto pelo Homem na sua tentativa de tirar o máximo de partido dos recursos disponíveis - planta e ambiente.

3.2. Competição entre plantas

Para MILNE (1961) o significado etimológico do verbo latino *competere*, que seria «procurar adquirir a mesma coisa que outro», encontra-se actualizado no significado da palavra competição ou seja, concorrer com outrem na mesma pretensão.

MATHER (1961) considera que a competição implica a presença de um ser que fazendo parte integrante do ambiente e possuindo necessidades e actividades tão similares aos outros, o seu impacto é suposto ser-lhes prejudicial. ODUM (1983), refere que as interacções competitivas envolvem geralmente factores tais como o espaço, água, nutrientes e luz.

A componente ambiental e a interacção entre este e as plantas são importantes para ASPINALL e MILTHORPE (1959), que consideram que a planta durante o seu crescimento modifica o ambiente em seu redor influenciando o crescimento das outras. BLACK (1966) e SANGAKKARA e ROBERTS (1989), consideram que numa pastagem semeada constituída por mais que uma espécie, cada planta individualmente tenta garantir o acesso aos diversos factores de crescimento para o seu estabelecimento e desenvolvimento. Assim, as espécies mais competitivas, exibindo geralmente um maior crescimento logo a partir do estado de plântula, conseguem obter a maior parte dos recursos, modificando desta forma o ambiente da comunidade.

Para BLEASDALE (1960), duas plantas estão em competição entre elas quando o crescimento de ambas ou de cada uma delas é reduzido, ou a sua forma modificada comparativamente com o crescimento e forma exibidos quando as plantas crescem isoladamente.

Para CLEMENTS (1929), citado por ZIMDAHL (1980), existem dois pontos fundamentais a considerar na competição entre plantas:

- O grau de competição aumenta com a semelhança entre plantas nas necessidades e habitat e será tanto maior quanto menor for a capacidade de adaptação das plantas às suas interacções;
- o grau de competição entre plantas de diferentes espécies varia directamente com as suas semelhanças vegetativa e de habitat.

Desta forma, duas plantas não competirão entre si enquanto a água, nutrientes, e radiação solar estiverem acima das necessidades de ambas, iniciando-se a competição logo que um dos factores esteja abaixo do total das necessidades de ambas (DONALD, 1963).

DONALD (1963), acrescenta ainda que, a competição não acontece simplesmente porque um dos factores está abaixo das necessidades. Se todas as plantas de uma comunidade se encontram num ambiente deficitário e sendo o ambiente de cada uma delas independente do das outras, não existirá competição.

A competição é, portanto, uma interacção entre organismos ou conjuntos de organismos que se afectam mutuamente de forma negativa. Pode desenvolver-se entre indivíduos da mesma espécie – competição intraespecífica – ou entre indivíduos de espécies diferentes – competição interespecífica, considerando HAYNES (1980) que, sendo a competição tão intensa quão semelhantes forem as necessidades das plantas, então a competição intraespecífica será mais intensa que a competição interespecífica.

Para HARPER (1964) a forma, tolerância e persistência das espécies pode ser profundamente alterada pela proximidade de plantas vizinhas da mesma ou de espécies diferentes. Assim, plantas crescendo isoladamente ou em cultura pura poderão apresentar comportamento distinto daquele que poderão adoptar quando misturadas.

Existem duas formas de resposta das plantas a um aumento de densidade populacional, ou aumentando a taxa de mortalidade das plantas, ou aumentando a plasticidade individual quer no desenvolvimento quer na capacidade reprodutiva (HARPER e GAJIC, 1961). É, desta forma, introduzido o conceito de plasticidade que explicará por exemplo, a manutenção da produção mesmo reduzindo por vezes a densidade populacional para metade, permitindo-se assim que as plantas individualmente se aproximem mais do seu potencial produtivo (HARPER, 1960; PALMBLAD, 1967).

DONALD (1963) achava surpreendente a forma como o Homem, conduzindo uma cultura com determinados objectivos produtivos, consegue criar condições para um grau de competição tão intenso que provoca nas plantas individualmente comportamentos verdadeiramente anormais. Esta forte competição intraespecífica, só é possível de ultrapassar, segundo ETHERINGTON (1975), devido à grande capacidade individual de modificação do comportamento (plasticidade).

Sendo a competição um processo no qual as populações se afectam negativamente, se as espécies presentes forem muito semelhantes, a que está em desvantagem competitiva, pode mesmo chegar a ser extinta. De facto, segundo o Princípio de GAUSE ou Princípio da Exclusão Competitiva, duas espécies ecologicamente idênticas não poderão coexistir.

SAKAI (1961), considera que a capacidade competitiva está relacionada com características genéticas, influenciadas por interacções de natureza ambiental.

Quando WIT (1960) aborda a questão da competição para um mesmo espaço, entenderá o termo «espaço» como significado para factores de crescimento, e o mesmo será dizer água, nutrientes, radiação solar e todos os outros factores presentes no meio, nomeadamente a capacidade que a planta possui para assimilar dióxido de carbono e utilizar os produtos resultantes da fotossíntese. De facto, para DONALD (1963), a competição pelo espaço em sentido puramente físico, raramente existe.

BLACK *et al.* (1969), concluíram que a competição entre plantas depende da morfologia, diferente capacidade de resposta às condições ambientais, capacidade para extrair água e nutrientes do solo entre outros factores. Para PAVLYCHENKO e HARRINGTON (1934 e 1935), citados por ZIMDAHL (1980), o desenvolvimento do sistema radical poderá ser mais importante que a antecipação da germinação na criação de uma suficiente superfície de absorção em cereais. As raízes, como órgão funcionais vitais nas plantas, terão influência na capacidade competitiva com especial importância nas fases iniciais de desenvolvimento.

A zona radical é, para CLEMENTS (1907), citado por ZIMDAHL (1980), o principal centro das interacções competitivas, considerando o mesmo, ser a competição entre os órgãos aéreos das gramíneas, com folhas erectas, insignificante.

Para BERNARDO (1995), nas plantas que competem fundamentalmente por luz, água e nutrientes, o desenvolvimento dos sistemas radicais (explorando um maior volume de solo relativamente à água e nutrientes) e o crescimento das estruturas aéreas (captando maior quantidade de radiação e ensombrando os outros organismos), constituem respostas adaptativas que conferem vantagens competitivas aos seus detentores e prejudicam os outros.

Para MATHER (1961) a associação entre duas ou mais espécies de plantas nem sempre resulta apenas em competição, exemplificando com a associação simbiótica entre leguminosas e gramíneas. Segundo HARPER (1961) duas espécies de plantas podem coexistir se as suas populações são controladas independentemente por um ou mais dos seguintes mecanismos:

- Diferentes necessidades em nutrientes (leguminosas e não leguminosas);
- diferentes causas de mortalidade ou no caso das pastagens, diferentes sensibilidades ao pastoreio;
- sensibilidade a diferentes produtos tóxicos;
- necessidade para o mesmo factor de crescimento (radiação solar, água e nutrientes) manifestada em épocas diferentes.

De facto, ODUM (1983) defende que da competição entre espécies podem resultar ajustamentos equilibrados mesmo entre espécies com semelhantes hábitos e morfologia, desde que utilizem diferentes recursos ou exibam o seu potencial numa forma mais activa em épocas diferentes.

Em zonas ocupadas com pastagens, nomeadamente as naturais, estabelecem-se comunidades vegetais bastante complexas com desenvolvimento de plantas em estratos vários, conforme as espécies e seus hábitos de crescimento. Para DONALD (1963), se as espécies tolerantes para o ensombramento cresceram a níveis baixos da canópia e se as suas raízes com variável e suficiente grau de penetração e distribuição conseguirem explorar de uma forma aceitável a humidade e os nutrientes, essas comunidades complexas tirarão realmente partido da sua complexidade maximizando o aproveitamento das condições ambientais .

Em suma, quando duas espécies estão associadas:

- A produção da mistura será geralmente inferior à produção da espécie mais produtiva em estreme;
- a produção da mistura será geralmente superior à produção da espécie menos produtiva em estreme;

- a produção da mistura poderá ser superior ou inferior à média das produções das duas espécies em estreme;

Não é evidente para ROBERTS (1942), ABERG (1943), ERDMANN, (1947) e DONALD, (1963) que duas espécies possam explorar o ambiente de forma melhor que uma só delas.

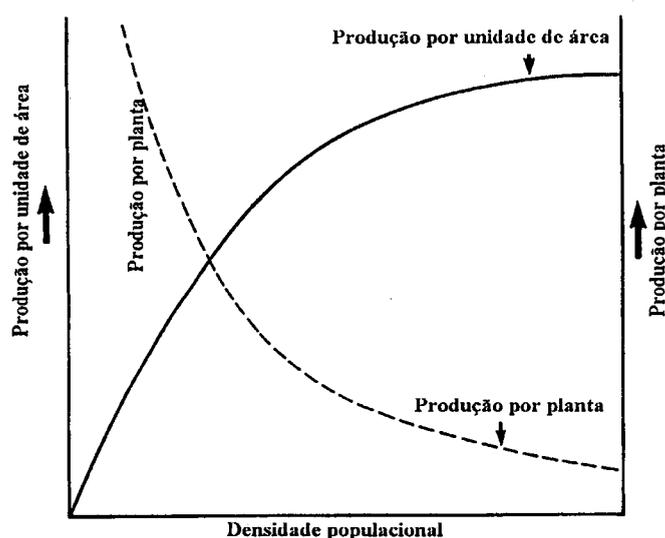
3.2.1. Factores da técnica cultural que influenciam a competição

3.2.1.1. Densidade populacional (população)

Para ODUM (1976), os organismos vivendo num dado espaço, estão associados entre si em comunidades bióticas. A comunidade biótica é constituída por grupos mais pequenos, ligados entre si – as populações. A palavra população derivando do termo latino *populus* possui em ecologia um significado ampliado, encerrando a definição de grupo de organismos ocupando um espaço determinado. O conceito de unidade ecológica permite-nos considerar a população não só formada por indivíduos da mesma espécie, mas também considerar a existência de grupos constituídos por várias espécies.

As plantas cultivadas não crescem isoladas mas sim em populações nas quais o seu relacionamento é próximo. Daí que, as culturas arvenses estudem normalmente a população com toda a sua dinâmica e não o indivíduo, sem esquecer no entanto a sua identidade anatómica e fisiológica. Estas populações são normalmente quantificadas em termos de número de plantas por unidade de área, sendo também importante ter em atenção, a forma como elas se distribuem no terreno (HARPER, 1983).

Ao iniciar-se o estudo de uma população, a densidade deve ser muitas vezes o primeiro atributo populacional a prender a atenção. Entendida como a grandeza da população em relação a uma unidade de espaço (ODUM, 1976), a densidade é muito variável existindo, no entanto, limites inferiores e superiores para a grandeza das populações, que impedem que esta seja infinitamente variável. Dentro desses largos limites, a densidade variará de acordo com as interacções entre os factores limitantes e a população, resultando, então a competição entre espécies e entre indivíduos da mesma espécie.

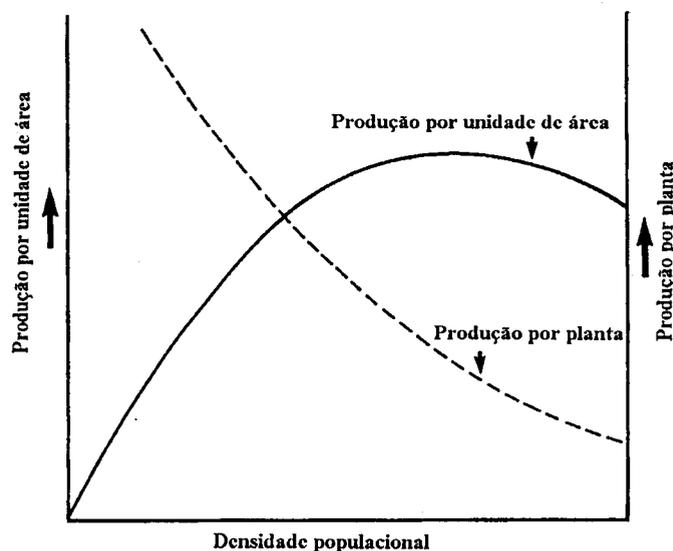


(Adaptado de HARPER 1983)

Figura 2. Influência da densidade populacional na produção de forragem (produção por unidade de área e produção por planta) .

A variação da densidade populacional, ao produzir efeitos na produção final, tem constituído motivo de interesse quer para o agricultor quer em numerosos programas de investigação e desenvolvimento. Ainda para HARPER (1983), a relação entre a produção final e a densidade populacional poderá ser traduzida de uma forma assintótica como a representada na Figura 2.

A produção de forragem por unidade de área aumenta linearmente com a densidade até determinado nível a partir do qual, os acréscimos começam a ser cada vez menores até o valor máximo de produção ser alcançado. A partir deste ponto, a qualquer aumento da densidade populacional não corresponde aumento da produção por unidade de área. A produção por indivíduo, que começa por ser elevada a níveis populacionais baixos, vai diminuindo à medida que a densidade populacional aumenta.



(Adaptado de HARPER 1983)

Figura 3. Influência da densidade populacional na produção de grão (produção por unidade de área e produção por planta).

No caso da produção de grão (Figura 3), a forma parabólica da curva traduz o abaixamento da produção por unidade de área quando a densidade populacional aumenta para além de um valor ótimo.

Um dos efeitos mais importantes, dentro das acções dependentes da densidade, é a competição (ODUM, 1976). À medida que a densidade populacional aumenta, há uma intensificação da competição pela radiação, água, nutrientes e espaço. Como resultado dessa competição, acontece uma redução na produção individual e, em casos extremos, poderá acontecer a própria eliminação de alguns indivíduos. A competição constitui-se então como um dos reguladores mais eficazes das populações vegetais.

A baixas densidades populacionais o efeito competitivo não se fará sentir, mas a utilização dos recursos não será feita também numa forma eficiente, enquanto que com densidades populacionais muito elevadas e para além do ótimo estabelecido em função dos objectivos da cultura, a competição entre plantas será muito acentuada.

Em populações compostas por várias espécies a densidade variará nesta amplitude com a interacção entre espécies e a acção de factores limitantes.

DONALD (1963) considerava como aspectos importantes na competição, a quantidade ou intensidade e o momento em que esta se começa a registar, distinguindo a competição intra e entre plantas. Com baixas densidades a competição não existirá nas fases iniciais de desenvolvimento, começando a verificar-se e a aumentar progressivamente à medida que avançamos no ciclo vegetativo da planta. SANGAKKARA e ROBERTS (1989), consideram também que as espécies não competirão entre si para o mesmo espaço biológico nas fases mais iniciais do seu desenvolvimento. Na floração e formação de semente, o número total de inflorescências poderá ser tão elevado que leve à existência de competição entre elas. Assim, com plantas largamente espaçadas entre si a eficiência da produção de semente baixará conduzindo à formação de reduzido número de sementes com baixo peso por semente. A competição dentro da planta dominará no caso de baixas densidades. Utilizando densidades populacionais extremamente elevadas, mesmo nos estádios evolutivos iniciais, formação dos primórdios florais, a competição é intensa funcionando paralelamente a competição entre e dentro de plantas. A competição entre plantas surge na fase de formação dos primórdios florais reduzindo o número de primórdios formados mesmo em populações moderadamente densas. Esta redução do número de primórdios florais formados, está relacionada com a capacidade competitiva da planta à medida que a competição entre plantas aumenta, numa altura em que as sementes formadas por inflorescência, quer por unidade de área alcançam um máximo.

A competição dentro da planta e entre plantas actuarão de forma combinada visando a obtenção da máxima produção de semente por planta. DONALD desta forma confirma na planta o conceito de plasticidade avançado por HARPER (1960) e PALMBLAD (1967) já antes referido, e que permite à planta tirar partido do seu potencial produtivo como resposta à densidade populacional.

DONALD (1951), relaciona para o trevo subterrâneo a densidade com a produção biológica, introduzindo no estudo o factor tempo e concluindo que a densidade óptima para a obtenção da máxima produção dependia da data de colheita. Se a cultura é conduzida até à maturação, existe uma ampla gama de densidades que conduzem à obtenção da máxima produção biológica suportada por determinado genótipo num ambiente particular, embora uma baixa densidade seja suficiente. Por outro lado, se a cultura se destina a fornecer um corte cedo, então a

produção será tanto mais elevada quanto maior for a densidade utilizada (DONALD, 1954). Trabalhando com trevo subterrâneo e utilizando duas densidades e diferentes espaçamentos entre plantas, ROSSITER (1959) citado por DONALD (1963), encontrou diferenças de comportamento entre cultivares para cada densidade. Assim, utilizando espaçamentos maiores entre plantas a produção de semente aumentou com o atraso na floração das cultivares, enquanto que em pastagens instaladas com menores espaçamentos entre plantas se passou o inverso. O principal factor responsável por este comportamento é, para o autor, o teor de água disponível no solo que sendo suficiente para as plantas muito espaçadas limitou no entanto a produção das cultivares mais tardias à maturação, na população mais elevada.

Para RU *et al.* (1997), o crescimento inicial da pastagem é influenciado pela densidade populacional. Assim, existirá um aumento na produção de matéria seca com o aumento da densidade de plantas, o que aliás, é suportado também por ABD EL- MONEIM e COCKS (1986), que atribuem a este aspecto cerca de 92% da variação da produção de MS no período de Inverno, em pastagens de trevo subterrâneo. Com elevadas densidades, as plantas são mais pequenas (DONALD, 1954), e após a emergência alcançam mais rapidamente o índice de área foliar (IAF) máximo comparativamente com as situações de baixas densidades (STERN e DONALD, 1962), sendo a produção de MS a partir do trevo subterrâneo aumentada com a densidade populacional nas fases iniciais de desenvolvimento (DONALD, 1954).

Nestes casos a determinação da densidade óptima a utilizar é muito mais difícil que nas situações em que a cultura atinge a maturidade, passando a decisão por questões de natureza económica relacionadas com o custo de aquisição da semente e pela avaliação do valor dessa produção antecipada. Este princípio geral poderá ser estendido aos cereais utilizados como forrageiros (aveia, cevada e tritcale) para os quais a densidade de sementeira utilizada na instalação é normalmente mais elevada que nas culturas destinadas à obtenção de grão. A explicação poderá estar no facto de quanto mais cedo for efectuado o corte menos intensa até esse momento será a competição entre plantas, o que se traduz numa menor quebra de produção por planta.

Assim, a dependência que os sistemas de produção animal das zonas Mediterrânicas possuem relativamente aos alimentos conservados de elevado custo de produção e ou aquisição, poderia ser diminuída beneficiando dos aumentos de produtividade de Inverno conseguidos com o aumento das densidades de sementeira do trevo subterrâneo, ou com os cereais quando

instalados na pastagem, RU *et al.* (1997). Se a primeira hipótese, nos nossos sistemas se torna pouco exequível, pelos elevados custos da semente, os baixos preços de aquisição da semente dos cereais bem como os custos reduzidos com a sua instalação poderão ser amplamente compensados pela quantidade de alimento produzido com a sua utilização.

LANG *et al.* (1956), NELSON e OHLROGGE (1957) e SOWELL *et al.* (1961) encontraram, para o milho, uma forte interação entre densidade e genótipo, considerando ser o genótipo o factor que maior influência teria na determinação da densidade óptima de sementeira. PUCKRIDGE e DONALD (1967) concluíram que a competição para a radiação solar era o factor que controlava o crescimento no trigo (*Triticum aestivum* L.) a diferentes densidades, verificando também a capacidade que a espécie possui de compensar baixas densidades populacionais através do aumento da taxa de afilhamento e do aumento de peso de cada planta.

No que respeita à utilização dos cereais como cultura acompanhante de pastagens, SIMMONS *et al.* (1992) sugerem densidades de 80 - 90 kg/ha de aveia e cevada. DUHALDE e FORJAN (1988) não encontraram efeitos negativos significativos no estabelecimento de uma pastagem de luzerna e festuca com a utilização de 150- 200 plantas/m² e 200 - 350 plantas /m² de trigo como cultura acompanhante. A densidade de sementeira utilizada com as culturas acompanhantes da luzerna apresenta valores que vão desde os 54 kg/ha (PETERS, 1961) até aos 168 kg/ha (JANSON e KNIGHT, 1973). JAMRISKA (1989), registou aumentos de produção total de MS/ha produzida, quer no primeiro corte efectuado quer na totalidade do ano de estabelecimento, com utilização de 30, 60 e 100 kg/ha de cevada e aveia utilizadas como culturas acompanhantes de luzerna (*Medicago sativa*). JAMRISKA e SUROVCIK (1991), utilizando os mesmos cereais com iguais densidades como culturas acompanhantes, verificaram no entanto que o aumento de produção de MS/ha produzido pela luzerna era apenas superior no ano do seu estabelecimento, baixando nos anos seguintes à medida que as densidades de sementeira do cereal aumentaram. SMITH *et al.* (1954), já haviam referido que o aumento da densidade de sementeira de aveia de 18 para 108 kg/ha era acompanhado por uma significativa diminuição na presença de luzerna. Idênticos resultados foram encontrados por BUL *et al.* (1954), utilizando a aveia como cultura acompanhante do trevo subterrâneo. A produção quer do trevo subterrâneo quer das infestantes baixou quando a densidade de sementeira da aveia variou dos 20 aos 110 kg/ha.

LANINI *et al.* (1991), com base em trabalhos sobre a utilização da aveia como cultura acompanhante de luzerna, sugerem densidades de sementeira variáveis em função dos objectivos pretendidos. A variação da densidade de sementeira de luzerna de 18 para 36 kg/ha, quando instalada com aveia como cultura acompanhante, não alterou nem a produção total de forragem nem a composição da mesma (LANINI *et al.*, 1991). Para o mesmo autor, a utilização de 40 - 80 kg/ha de aveia como cultura acompanhante de luzerna conduziu a aumentos significativos na produção de MS/ha. Assim LANINI (comunicação pessoal), sugere que densidades de sementeira de 50 - 60 kg/ha dos cereais como culturas acompanhantes de pastagens são suficientes para provocar aumentos de produção de MS/ha.

Para MEIJER (1987), o estabelecimento da densidade óptima a utilizar nos cereais, como culturas acompanhantes de pastagens, guarda relação com os aspectos relacionados com a intercepção da radiação solar. Ao utilizar 110 e 160 kg/ha de trigo como cultura acompanhante no ano de instalação de uma pastagem de *Poa pratensis* L e *Festuca rubra* L., verificou que o desenvolvimento da mesma era prejudicado se > 85% da radiação solar era interceptada, aconselhando então, ou a redução da densidade de sementeira, ou a utilização de variedades de fecho de canópis tardio.

Tudo parece pois indicar que a densidade populacional óptima a utilizar nos cereais (cevada, aveia, triticale, trigo) quando instalados como cultura acompanhante de espécies pratenses (luzerna ou trevo subterrâneo), dependerá sempre duma situação de compromisso que: tenha em consideração a competição para a radiação solar que existe entre as espécies presentes; que possa eventualmente permitir uma redução no grau de infestação que no ano de instalação quer nos anos seguintes; que permita um aumento significativo de produção absoluta ou em determinadas épocas sem comprometer a reinstalação das leguminosas nos anos seguintes; que se situe dentro de limites possíveis de aplicar tendo em atenção o aspecto económico.

A introdução da cultura acompanhante, bem como a utilização de densidades de sementeira elevadas serão pois possíveis devido, não só à competição não ser nos estados iniciais de desenvolvimento, muito intensa, como também ao facto dos aproveitamentos feitos nesta fase com remoção de grande parte da área foliar, atenuarem os aspectos competitivos existentes.

A forma e época de utilização da cultura acompanhante parece, face ao já citado, de toda a importância. SCHMID e BEHRENS (1972), encontraram reduções na densidade de luzerna quando a densidade de sementeira da aveia como cultura acompanhante atingiu os 72 kg/ha. LANINI *et al.* (1991) verificaram que a redução na densidade da luzerna quando se lhe associava aveia ia diminuindo com os cortes efectuados desaparecendo esse efeito depressivo nos anos seguintes.

Quando o objectivo principal da cultura acompanhante é a obtenção de um aumento da oferta alimentar em épocas de escassez (Inverno) ou mesmo a antecipação da primeira utilização, parece pois viável a sua utilização adoptando densidades de sementeira relativamente elevadas que sirvam os objectivos pretendidos (obtenção de alimento, redução grau infestação) e que simultaneamente garantam a persistência das espécies instaladas na pastagem.

3.2.1.2. Distribuição espacial das plantas

A ocorrência e a sobrevivência de organismos na natureza é muitas vezes devida quer à competição, ou às relações com outra população e comunidade, como à acção directa de factores físicos e químicos. A resposta das plantas (seres fixos) às condições ambientais limita-se portanto às alterações do crescimento e da estrutura, estando posta de parte a mudança de hábitos como acontece com os animais. Assim, o efeito que a população exerce na comunidade e no ecossistema dependerá da qualidade dos organismos envolvidos bem como da quantidade, isto é, da densidade populacional. Por outro lado, a imobilidade das plantas torna importante para efeitos de competição, o espaçamento entre indivíduos, pelo que a sua distribuição espacial é de considerar quando se aborda a competição (KREBS, 1978).

A maior parte das culturas são instaladas através de semeadores mecânicos ou plantadores, em linhas, e utilizando as densidades consideradas óptimas. A distância entre linhas é normalmente superior à distância entre plantas na linha. Fazendo variar a distância entre linhas para uma determinada população, a distribuição espacial das plantas é alterada.

Para HARPER (1983), haverá teoricamente uma mais eficiente utilização dos recursos e um atraso no início da competição dentro da planta, quando se utilizam menores espaçamentos entre

linhas o que proporciona uma maior distância entre plantas na linha. Para o mesmo autor, um menor distanciamento entre plantas na linha, resultado da utilização de grandes espaçamentos entre linhas, conduz a uma insuficiente interceptação da radiação solar mesmo em fases iniciais do desenvolvimento da cultura e antecipa o começo da competição entre folhas na linha.

Se o sistema radical for considerado como local determinante em termos de competição entre plantas, então a grande concentração de raízes que pode acontecer quando se utilizam plantas pouco distanciadas na linha, pode aumentar a competição para os nutrientes e a água no solo.

PASCAL, ROBERTSON e LANGLEY (1977) não encontraram abaixamentos de produção significativos ao utilizarem populações de batata irregularmente distribuídas.

HOLLIDAY (1963), citado por DONALD (1963), estudou em cereais o efeito da variação da entrelinha e encontrou aumentos médios de 5 a 7% na produção de grão quando utilizou espaçamentos pequenos, abaixo dos 17-20 cm, tendo obtido ligeiro decréscimo na produção quando a distância entre linhas se situou acima dos 20 cm e até aos 40 cm. A utilização de semeadores de precisão na instalação de cereais de Inverno conduzem à obtenção apenas de ligeiros acréscimos de produção devidos possivelmente a uma mais favorável distribuição espacial das plantas, que no entanto não compensarão os maiores investimentos em equipamento específico e a menor operacionalidade dos mesmos (ROEBUCK e TRENERRY, 1978).

Parece pois que para o caso dos cereais, a sua plasticidade de comportamento, para a qual contribuirá bastante a capacidade de afilamento, não permitirá que se registem efeitos benéficos significativos com a regularidade da distribuição.

BLACK (1957) demonstrou, para o trevo subterrâneo, a diferença de comportamento das plantas desenvolvendo-se em populações com diferentes espaçamentos entre si. Assim, com baixas populações, a planta desenvolve-se adoptando um porte prostrado com pouco mais que uma camada de folhas evitando desta forma a existência de ensombramento. Em pastagens densas a planta apresenta-se com um porte erecto formando a comunidade uma canópia de folhas bastante fechada. As plantas menos espaçadas entre si são mais pequenas com menos caules, folhas, inflorescências e sementes que as mais espaçadas. Parece pois existir uma tendência para os vários caracteres da planta diminuírem de expressão à medida que a densidade populacional aumenta.

Poderá então concluir-se que muitas culturas, nas quais se incluem os cereais, ao apresentarem capacidade para exibirem crescimento compensatório suficiente para atenuar os efeitos, quer de um aumento de competição, quer da antecipação do período em que ele se inicia motivados pela utilização de maiores espaçamentos entre linhas, não sofrerão efeitos negativos com a irregularidade de distribuição a não ser para densidades populacionais muito reduzidas.

Quando, para se atingir objectivos de natureza vária como, por exemplo, o aumento de produção de alimento em determinada fase do ano (Inverno) recorreremos à instalação de uma gramínea (cereal) nas pastagens de leguminosas, as formas de o fazer será instalar a mistura de forma regular por toda a zona, generalizando desta forma os problemas de competição entre espécies ou segundo FAIREY e LEFKOVICH (1990) utilizar a cultura em faixas com dimensões variáveis fazendo alternar zonas de espécies distintas com diferentes exigências edafo-climáticas e distintas formas de crescimento e porte. A dimensão das faixas, segundo os mesmos autores, dependerá das espécies que compõem a cultura, das técnicas de manejo e objectivos a atingir com a mesma bem como das condições ambientais.

Poder-se-á encarar assim a introdução de cereais de sementeira Outono- Inverno, em linhas sobre a pastagem já instalada, limitando dessa forma os eventuais problemas competitivos à zona da linha conseguindo-se os objectivos propostos em termos de oferta alimentar assegurada. Os efeitos negativos que a utilização desta técnica poderá provocar nas restantes espécies presentes na pastagem, deverão ser compensados pelos aumentos de produtividade conseguidos através do cereal e não deverão de forma alguma contribuir para a sua degradação ou colocar em risco a sua persistência.

3.3. A competição para os diversos factores de crescimento

3.3.1. Competição para a radiação solar

Segundo BISCOE e GALLAGHER (1975), parece evidente que nas fases iniciais de desenvolvimento das culturas, a taxa de produção de matéria seca é proporcional à quantidade de radiação interceptada. A radiação solar fornece a energia para a fotossíntese de cujo processo deriva o potencial para a produção final das culturas (LOOMIS e WILLIAMS, 1963; WARREN

WILSON, 1969; GOUDRIAAN, 1982). O crescimento vegetal estará dependente da radiação solar devido por um lado à quantidade de energia fixada ser linearmente proporcional à quantidade de radiação interceptada (RICHIE, 1980) pelo que a elevadas taxas de fotossíntese corresponderá maior acumulação de matéria seca e por outro lado à medida que a intensidade da radiação aumenta, a temperatura do solo aumentaria também e o crescimento estará directamente relacionado com esta até se atingir um óptimo (LEHEN BAUER, 1914), citado por KIRKHAM (1982).

A quantidade de biomassa acumulada resultante da diferença entre os ganhos produzidos pela fotossíntese e as perdas com a respiração tem sido directamente relacionada, em elevado número de culturas, com a quantidade total de radiação interceptada (WARREN WILSON, 1969; KINIRY *et al.*, 1989; SINCLAIR e HORIE, 1989), sendo a forma de medir esta relação, a quantidade de matéria seca produzida por unidade de radiação solar interceptada, traduzida segundo os mesmos autores pela eficiência de utilização da radiação solar.

Para DONALD (1951), a radiação solar é o factor que determina a produção quer de um genótipo em particular quer da comunidade. Assim, estando a água e os nutrientes em quantidades suficientes ao ponto de não existir competição para estes factores, a radiação solar constitui-se como a única limitação à produção. A melhoria quantitativa e qualitativa na utilização dos fertilizantes conjuntamente com o aumento das áreas regadas tornou esta situação cada vez mais generalizada nos nossos sistemas de agricultura. Nestes sistemas se enquadram a produção de cereais e pastagens com recurso a elevados níveis de fertilização quer em sequeiro quer em regadio, onde o factor que regulará a produção será a utilização da radiação solar (BLACKMAN e BLACK 1959 ; STAHLER, 1984).

A competição para a radiação solar assume também grande importância quando a água ou os nutrientes estão abaixo das necessidades (DONALD, 1958).

A competição para a radiação solar ocorre sempre que uma planta ensombra outra ou ainda dentro da planta quando a disposição das folhas é de modo a provocar sombra nalguma delas. De facto, considerando HAYNES (1980) que, a maior parte da radiação solar interceptada por uma cultura é absorvida pelas folhas, então a altura das plantas bem como a «arquitectura» das folhas assume grande importância no que respeita ao estabelecimento das relações de competição para a radiação, dentro e entre plantas.

Para DONALD (1963), a competição para a radiação solar mais do que uma competição entre espécies ou plantas dentro da mesma espécie, será uma competição entre folhas. Segundo ZIMDAHL (1980), já CLEMENTS (1907) havia considerado que a quantidade e sobretudo a forma como as folhas se dispõem eram factores decisivos na capacidade competitiva das plantas.

A competição para a radiação solar ocorre quer nas culturas para grão quer nas pastagens e só não se verificará em plantas isoladas até determinada fase do crescimento, ou em zonas áridas onde a deficiência em água limita a densidade populacional. Para DONALD (1961), numa planta mesmo crescendo isoladamente a competição para a radiação solar existe logo que as folhas de níveis inferiores começam a ser ensombradas. Segundo o mesmo autor o efeito do ensombramento pode manifestar-se de forma tão severa que leva mesmo à morte das folhas dos níveis mais baixos o que não acontece, em igualdade de circunstâncias, com a competição para os nutrientes ou a água (ETHERINGTON, 1975). A explicação estará no facto de a radiação não poder ser redistribuída dentro da planta como acontece com outros factores de crescimento.

ZIMDAHL (1980), refere que para CLEMENTS (1929), a competição para a radiação solar, em casos extremos nos quais a densidade populacional é muito elevada, pode ocorrer imediatamente após a emergência.

Uma cultura quer a sua finalidade seja para grão, quer seja para pastagem, desenvolve normalmente em poucas semanas área foliar suficiente para captar toda a radiação solar disponível. A maximização da produção numa pastagem só será possível se a área fotossintetizante utilizar com eficácia toda a radiação solar disponível considerando BROUGHAM (1958) que em comunidades com semelhante dinâmica a relação entre intercepção da radiação e crescimento, dependerá de factores vários tais como as espécies presentes, fase de desenvolvimento e estação do ano.

3.3.1.1. Índice de área foliar (I A F)

A quantidade de folhas presente, é um importante parâmetro para o estudo da intercepção e utilização da radiação por parte das culturas em geral e das pastagens em particular.

A introdução por WATSON (1947) do conceito de «índice de área foliar» (IAF) permite compreender que, mais do que as diferentes eficiências de transformação da folha, é a superfície desta

por unidade de área que influencia a fotossíntese e portanto o crescimento vegetal. De facto, segundo SHIBLES E WEBER (1966) e, HORIE e UDAGAWA (1970), a fracção da radiação solar interceptada por uma cultura depende essencialmente do seu índice de área foliar.

MONSI e SAEKI (1953), KASANAGA e MONSI (1954) e DAVIDSON e PHILLIP (1958), citados por DONALD (1963), interpretaram a intercepção da radiação solar por uma canópis de folhas através da Lei de BEER:

$$I = I_{oc}^{-KL}$$

I = intensidade da radiação solar num índice de área foliar de L

I_0 = intensidade da radiação solar acima da cultura

L = índice de área foliar

K = coeficiente de extinção

A lei de BEER permite concluir que a intensidade da radiação vai diminuindo à medida que penetra na vegetação. Somente as folhas do nível superior da planta têm acesso à quantidade total da radiação emitida, pois a intensidade da radiação solar vai diminuindo à medida que descemos no nível da canópis, devido à absorção e à reflexão pelas folhas dos vários níveis. Este gradiente é expresso como o coeficiente de extinção da radiação (K), que está relacionado com a estrutura da vegetação, particularmente no que respeita à forma de disposição das folhas (HAYNES, 1980). As dicotiledóneas, como o trevo, que apresentam uma horizontalidade no posicionamento das suas folhas, absorvem a maior parte da radiação apenas em poucas camadas de folhas, possuindo um coeficiente de extinção elevado ($K > 1$). Por outro lado, nas gramíneas, com folhas colocadas em posição mais vertical, a radiação é distribuída ao longo da canópis, sendo conseqüentemente o coeficiente de extinção baixo ($K < 1$).

O IAF óptimo situa-se no ponto no qual todas as folhas estão a contribuir de forma positiva ou neutra para o crescimento (KASANAGA e MONSI, 1954; DAVIDSON e DONALD, 1958). O balanço entre a fotossíntese e a respiração é positivo, ou pelo menos não é negativo. Se a área foliar continua a aumentar para além deste ponto, a intensidade da radiação na base da cultura decresce, e então nas folhas inferiores o consumo energético com a respiração é superior à acumulação a partir da

continua a aumentar para além deste ponto, a intensidade da radiação na base da cultura decresce, e então nas folhas inferiores o consumo energético com a respiração é superior à acumulação a partir da fotossíntese, conduzindo mesmo à morte das folhas a um ritmo igual ao aparecimento de novas folhas. A quantidade de matéria seca acumulada diminui, caracterizando DAVIDSON e DONALD (1958) este estado no qual a produção de matéria seca é inferior à registada no IAF óptimo, como sendo a área foliar máxima possível de atingir e permanecendo estática.

Existirá pois para cada cultura um IAF óptimo, definido por DAVIDSON e DONALD (1958) e BACK (1963) para o trevo subterrâneo, como 4.5. Este valor encontra-se dentro dos valores 4 –5 referidos por BISCOE e GALLAGHER (1977), como sendo o IAF a partir do qual mais de 80% da radiação solar incidente será interceptada pela canópia. Segundo os mesmos autores, qualquer factor que restrinja a taxa de expansão foliar até este valor ser alcançado, limitará a produção de matéria seca. De igual modo, no final do período de crescimento activo a senescência rápida das folhas afectará também de forma negativa a produção de matéria seca.

DUNCAN (1972) concluiu que, para a cultura do milho e trabalhando com várias populações, a eficiência fotossintética era maximizada quando se atingiam valores de IAF entre os 3.5 e 4.5. Para o mesmo autor a população influenciará o IAF e o aumento deste implicará, até determinados valores serem atingidos, um aumento de radiação solar interceptada pela canópia.

3.3.1.2. O índice de área foliar nas pastagens

O IAF óptimo varia com as relações competitivas entre folhas e com a intensidade luminosa.

Nas fases iniciais de desenvolvimento, se não existirem limitações de água e nutrientes, uma pastagem de trevo subterrâneo desenvolver-se-á a um ritmo de produção de matéria seca elevado e relacionado com a densidade populacional, a área foliar e a correspondente capacidade de intercepção da radiação solar (BLACK, 1957; DAVIDSON e DONALD, 1958). Nesta fase, a competição entre folhas para a radiação solar é quase inexistente. Assim, as pastagens com densidades mais elevadas atingirão mais rapidamente o índice de área foliar óptimo.

A área foliar das pastagens está sujeita a alterações devidas à intervenção do animal, que remove a planta inteira ou só parte da sua área foliar. Daí que, a correcta utilização das pastagens esteja dependente da dinâmica imposta em termos de índice de área foliar. Segundo DONALD

mantida num óptimo de área foliar tal, que o ritmo de produção de novas folhas seja igual ao ritmo de remoção.

Não será fácil conduzir na prática as regras de manejo que o conceito teórico recomenda, no entanto ele permite-nos sensibilizar para os efeitos negativos quer de baixas quer de muito elevadas áreas foliares. Para os autores anteriormente citados, a pastagem reagirá ao aproveitamento feito, tendo em consideração a área foliar existente antes e após o corte. Se a área foliar é baixa, qualquer redução da mesma conduzirá a ritmos de crescimento baixos. Quando o corte é feito de forma a reduzir a área foliar um pouco abaixo do índice de área foliar óptimo, pouca alteração irá provocar na taxa de crescimento. O limite de remoção da área foliar que permite a maior recuperação na produção de folhas será pois até ao índice de área foliar óptimo.

Parece pois evidente que qualquer pastagem sujeita a cortes frequentes e que provoquem significativas reduções na área foliar terá taxas de crescimento reduzidas. De igual forma, os sistemas baseados em formas de pastoreio que alternem períodos de grande aumento da área foliar com aproveitamentos que reduzem drasticamente a área foliar, estarão também prejudicados, umas vezes por o índice de área foliar estar acima e outras porque estará abaixo do índice de área foliar óptimo. De facto, a manutenção do índice de área foliar óptimo de uma pastagem sujeita ao pastoreio directo não será fácil pois a capacidade de remoção estará limitada ao efectivo que só dificilmente terá possibilidades de momentaneamente remover toda a área excedente. Por outro lado, a capacidade selectiva dos animais em pastoreio determinará, por imperativos de conservação da pastagem, a necessidade da remoção da área foliar abaixo dos níveis óptimos de forma a impedir o pastoreio selectivo.

3.1.3. Disposição das folhas

A competição para a radiação solar está relacionada, segundo DONALD (1963), com a disposição das folhas e o seu arranjo em camadas. A «arquitectura» da canópia, nomeadamente no que respeita ao ângulo de inserção das folhas, assume por isso, um papel fundamental na intercepção da radiação solar, por parte das plantas.

As espécies diferem no que respeita à disposição e arranjo das suas folhas. Para STERN e DONALD (1962), e HAYNES (1980), numa pastagem de trevo subterrâneo as folhas adoptam uma

disposição quase horizontal de forma a concentrar-se a sua área foliar e produção de matéria seca num extracto reduzido e a baixo nível. Para os mesmos autores as gramíneas, nomeadamente os cereais para grão, apresentam disposições foliares com distintos ângulos segundo o genótipo, estado de desenvolvimento e condições ambientais (densidade e nutrição incluídos), mas quer a sua área foliar, quer a matéria seca produzida encontram-se normalmente distribuídas por toda a altura da planta. WATSON e WITTS (1959), trabalhando com dois genótipos de beterraba sacarina concluíram que a competição para a radiação solar era menos intensa na cultivar que apresentava as folhas dispostas de forma a criar ângulos de abertura reduzida, o que foi interpretado como o resultado de um menor ensombramento entre folhas.

WARWICK e BRIGGS (1978) observaram que, das duas formas de *Poa annua* L. , apenas a que apresentava porte prostrado era utilizada nos relvados devido, não só a uma maior resistência ao pisoteio, como também, à sua melhor adaptação, possivelmente relacionada com a intercepção da radiação. Observaram ainda os autores que as formas erectas orientavam grande parte da sua energia para a reprodução o que não acontecia com a forma prostrada.

DONALD (1968) e SMITH (1976), descreveram ideótipos de trigo especialmente adaptados para as regiões secas, surgindo como desejáveis os que apresentavam folhas pequenas, finas e erectas, tendo concluído dos seus estudos que a orientação das linhas da cultura ao permitir diferentes disposições da folha na planta, eram também importantes para, de acordo com os ideótipos sugeridos, conseguir as folhas tipo.

Se, considerando o caso de culturas puras, a excessiva verticalidade na disposição das folhas poderá não trazer evidentes vantagens, o facto desta disposição permitir, segundo STERN e DONALD (1962b), um aumento da intensidade da radiação em camadas mais baixas, junto ao solo, reveste-se do maior interesse no caso de culturas associadas onde o porte e disposição das folhas de gramíneas (cereais para grão) poderão permitir o desenvolvimento do trevo que lhes poderá estar associado, sem que a competição para a luz tenha influência demasiado negativa no desenvolvimento deste.

3.3.1.4. Altura das plantas

STERN e DONALD (1962 b), encontraram situações de quase total desaparecimento do trevo em pastagens com gramíneas, após a aplicação de azoto ter favorecido o desenvolvimento destas. A influência do porte e altura das plantas na competição para a luz já havia sido referida por CLEMENTS (1929), citado por ZIMDAHL (1980), ao considerar que em plantas de muito semelhante porte um milímetro de diferença pode ser importante se tal permitir que uma folha ensombre outra. Para BLACK (1958), a competição para a luz no trevo subterrâneo iniciar-se-á logo nas fases iniciais de desenvolvimento e será determinada pelo tamanho da semente, uma vez que sementes de maior calibre originarão, na germinação, cotilédones maiores e, conseqüentemente, plantas mais competitivas para a luz. TRENATH (1974), citado por HAYNES (1980), considera que, provavelmente o aspecto de maior importância na determinação da capacidade competitiva para a radiação, será a altura das plantas, pelo que, numa associação de espécies, o componente que possuir a sua área foliar ao nível mais alto da canópia, terá vantagens na competição para a radiação solar.

Trabalhando com trevo subterrâneo *cv*s *Yarloop* e *Bacchus Marsh*, duas cultivares que em cultura pura apresentam igual potencial produtivo, BLACK (1960 a) encontrou diferenças de comportamento quando associadas. Assim a cultivar *Yarloop* quando em mistura com a cultivar *Bacchus Marsh* assegurou cerca de 80% da produção total facto que estará relacionado com o maior comprimento do pecíolo que aquela apresenta, o que lhe permite exercer grande dominância através da maior quantidade de radiação solar interceptada pelas suas folhas, situadas no nível superior da canópia.

A importância da altura da planta na capacidade competitiva para a radiação solar revela-se também no controle de infestantes pelas culturas com maior porte. MOOLANI e SLIFE (1960) e MOOLANI *et al.* (1964), referem ser a altura do milho e soja o factor de maior importância no controle de *Amaranthus hybridus*, enquanto que STAHLER (1948) considerou ser a altura do sorgo e da soja os factores determinantes no controle de *convolvulus arvensis*, através do ensombramento desta.

No estabelecimento e manutenção de pastagens à base de leguminosas (luzerna e trevo subterrâneo) o recurso a gramíneas de porte mais elevado como cultura acompanhante, apresenta justificação também pela diminuição do grau de infestação (JUNG *et al.*, 1991; SIMMONS *et al.*, 1995).

SIMMONS *et al.* (1995), utilizando variedades de cevada e aveia de diferentes estaturas como culturas acompanhantes na instalação de luzerna (*Medicago sativa* L.), encontraram produções de matéria seca de luzerna aumentadas quando acompanhadas com variedades de menor estatura. Estes resultados suportam o conceito de que culturas acompanhantes de menor porte serão menos competitivas para as espécies de porte mais reduzido como a luzerna ou trevo subterrâneo (FLANAGAN e WASHKO, 1950; BRINK e MARTEN, 1986 b; NICKEL *et al.*, 1990; SIMMONS *et al.*, 1992).

3.3.1.5. A intercepção da radiação solar em culturas associadas

É possível encontrar uma grande diversidade de canópias, resultantes das várias associações de espécies diferindo em altura, dimensões, forma e orientação das folhas, instaladas segundo as distintas técnicas culturais e distribuídas no terreno de diferentes formas. Por outro lado, as características e hábitos de crescimento dos componentes da mistura, podem alterar o seu comportamento em resposta à presença de outras espécies que com elas competem.

Para NORMAN (1974), WILLEY (1979 a,b) e FRANCIS (1989), dada a diversidade encontrada, haverá necessidade de abordar a intercepção da radiação solar considerando uma componente temporal e outra espacial. A utilização de técnicas culturais que não permitam a exploração do espaço disponível durante todo o período de desenvolvimento da cultura levarão a uma incompleta intercepção da radiação solar, o que no caso de nenhum dos outros factores limitar o crescimento se traduzirá em perdas na produção.

Para CARBERRY e MUCHON (1992), os dois principais componentes da intercepção da radiação solar ao longo do tempo são a duração do ciclo cultural e a taxa de desenvolvimento foliar entre a emergência e um valor adequado do IAF, que permita interceptar o máximo de radiação. Quando a estação de crescimento é curta, culturas de ciclo curto e elevada taxa de desenvolvimento foliar, estarão perfeitamente adaptadas, podendo no entanto desaproveitar recursos na fase final de uma estação longa. Poucas espécies de ciclo longo possuem elevadas taxas de desenvolvimento foliar verificando-se nestas situações longos períodos nos quais parte da radiação solar não é aproveitada, nomeadamente nas fases iniciais de desenvolvimento (KEATING *et al.*, 1982 e WALLACE *et al.*, 1990). Assim, a combinação entre uma espécie de ciclo curto e elevada taxa de desenvolvimento, e

outra de ciclo longo e baixa taxa de desenvolvimento poderá proporcionar a oportunidade de aumentar a capacidade de intercepção da radiação solar ao longo da estação.

Para REDDY *et al.* (1989) o modelo de intercepção da radiação solar nestas associações seguiria nas fases iniciais, o da espécie de rápido desenvolvimento inicial quando em cultura pura e, adoptaria mais tarde, o da espécie de mais lento desenvolvimento e de ciclo mais longo. A quantidade de radiação solar acumulada é aumentada comparativamente com a espécie de ciclo curto em cultura pura devido, por um lado, ao prolongado ciclo de desenvolvimento e, por outro, ao facto de a espécie de ciclo curto sofrer pouca competição para a radiação solar.

Para KEATING e CARBERRY (1993), não se tirarão grandes vantagens na associação entre espécies com semelhantes taxas de crescimento e iguais ciclos de desenvolvimento. Ainda que a capacidade de intercepção da radiação seja diminuída quando um dos componentes é colhido, ou por possuir ciclo mais curto ou por apresentar elevado crescimento inicial, existirá sempre um benefício com a associação de espécies com ciclos de desenvolvimento diferentes. No entanto, a utilização de espécies de rápida instalação e elevado crescimento inicial, poderá proporcionar, nalguns sistemas de produção, a quantidade de biomassa necessária para alguns períodos, rentabilizando não na totalidade da estação mas sim só em parte dela, a intercepção da radiação solar.

No que respeita à intercepção da radiação, a introdução de uma espécie de porte elevado em linhas num sistema com carácter permanente (pastagem) e constituído essencialmente por outras de porte mais baixo, produz alterações na estrutura da canópia, tornando-a mais heterogénea. A intercepção de uma maior quantidade de radiação em culturas associadas compostas por espécies com distinto porte é referida por NATARAJAN e WILLEY, (1980 b) e KUSHWAHA e DE (1987), que referem ser este aspecto particularmente relevante durante o período vegetativo. As distintas formas de distribuição espacial possíveis nas associações de espécies ainda que com idênticos ciclos de desenvolvimento, conduzem naturalmente a diferentes capacidades de intercepção da radiação solar devidas ao arranjo vertical das folhas e arquitectura da canópia. Será pois possível aumentar a capacidade de intercepção da radiação solar escolhendo a melhor distribuição espacial para as espécies presentes.

Para REDDY *et al.* (1989), alterando a distribuição espacial em linhas numa associação de espécies, o balanço das quantidades de radiação interceptadas pelos componentes é também alterado, não aumentando no entanto a quantidade total, comparativamente com a espécie mais eficiente

instalada em estreme e com uma população óptima. WILLEY (1979 a) já havia concluído que a vantagem na associação de espécies resultaria para o caso, não de uma maior quantidade de radiação interceptada, mas sim de uma maior eficiência de utilização desta mesma radiação, resultante dos distintos comportamentos das espécies aos diferentes regimes da radiação, que ocorrem ao longo do ano (HAYNES, 1980).

Para alguns autores, em comunidades naturais não existem normalmente canópias que satisfaçam perfeitamente no que respeita à interceptação da radiação (KANEMASU e ARKIN, 1974). Assim, o estabelecimento e maneio de determinadas associações de espécies considerando a interceptação da radiação, deveria incluir segundo WILLEY (1979), FORDHAM (1983) e TRENBATH (1986), espécies que proporcionassem canópias verticais com folhas terminais que não interceptem a totalidade da radiação, permitindo a sua penetração em toda a canópia. Estas condições não serão asseguradas quando alguma das espécies presentes se possa identificar em termos do seu ideótipo como competidora, pois ao serem plantas altas, folhosas e sem grande capacidade de afilamento, facilmente provocam o ensombramento das menos agressivas que lhes estão associadas, tirando vantagem no que respeita à absorção de água e nutrientes (DONALD e HAMBLIN, 1976).

Particularizando para as associações entre cereais e trevo subterrâneo, as folhas erectas dos cereais permitem a penetração da radiação através da canópia. No entanto e segundo EVANS e WARDLAW (1976), HAWKINS (1982) e CALDWELL (1987), a alteração do comportamento das espécies em associação face à radiação solar, poderá provocar ensombramento de uma delas com consequências de natureza fisiológica e morfológica. Para estes autores as folhas de plantas sujeitas ao ensombramento são finas, alongadas e procuram uma disposição mais horizontal. A taxa de fotossíntese nestas folhas é baixa a elevadas intensidades de radiação, mas não sofre alterações a baixas intensidades, podendo mesmo ser aumentada. A baixa quantidade de radiação interceptada pela espécie de menor porte seria compensada pela superior taxa fotossintética que estas espécies possuem quando sujeitas a baixas intensidades de radiação.

TRENBATH (1986) demonstra as vantagens na produção de assimilatos que apresentam as associações entre espécies de porte alto, folhas erectas e alta capacidade fotossintetizante e espécies de baixo porte, folhas prostradas e baixa capacidade fotossintetizante.

Geralmente o ensombramento e a redução na produção de assimilatos (estritamente relacionada com a produção de MS) manifesta-se numa forma mais atenuada na fase vegetativa que na fase reprodutiva (EVANS e WARDLAW, 1976). ODUM (1983) exemplificou com trevo branco e trevo morango, a possibilidade de coexistência das duas espécies ainda que entre elas haja uma forte competição para a radiação solar. A diferente morfologia bem como o distinto “timing” exibido por cada uma das espécies em relação à sua taxa máxima de crescimento são os aspectos que permitem a referida coexistência. Resulta daqui para RAO e WILLEY (1983 b) a vantagem temporária na associação de uma espécie de ciclo curto, ou aproveitada apenas na sua fase vegetativa, com outra de ciclo longo ou de aproveitamento diferenciado e mais tardio, que desta forma não verá o seu desenvolvimento prejudicado.

Para além dos efeitos directos na fotossíntese e evapotranspiração, a interceptação e utilização da radiação solar apresenta ainda efeitos indirectos no crescimento das culturas, tais como a possibilidade de criação de microclimas ao nível da vegetação, alterando favoravelmente o desenvolvimento de determinadas espécies que de outra forma não poderiam encontrar o seu óptimo térmico durante algumas fases do ano (NATARAJAN e WILLEY 1986). A introdução de cereais de sementeira Outono-Invernal em linhas numa pastagem de trevo subterrâneo, poderá mediante o maior porte daqueles favorecer o desenvolvimento nos níveis inferiores do trevo subterrâneo, através do aumento de temperatura durante o Inverno, devido a uma maior interceptação da radiação emitida por parte do solo.

Convirá no entanto referir que, as várias formas de exploração da pastagem (corte ou pastoreio directo), permitem de alguma forma alterar a competição entre espécies presentes, atenuando as vantagens competitivas que geralmente as gramíneas detêm por possuírem maior altura e ritmos de crescimento superiores nalguns períodos do ano, comparativamente com as leguminosas, de porte mais prostrado, menos competidoras para a radiação, e portanto, com grande susceptibilidade para serem ensombradas.

3.3.2. Competição para a água

A água é um factor essencial para todas as formas de vida, manifestando-se a sua importância numa série de funções vitais para as plantas. A deficiência hídrica limita o

crescimento da maior parte das culturas ao ponto de ser um dos factores que determina os limites da distribuição geográfica das mesmas.

O facto da água se poder constituir como um dos factores limitantes ao desenvolvimento e crescimento vegetal, particularmente no sistemas de sequeiro Mediterrânico, faz com que a produção de pastagens e forragens seja frequentemente sujeita a condições de “stress” hídrico resultante da irregularidade na distribuição da precipitação ocorrida.

SLAYTER (1955) ao estudar na Austrália, em condições de sequeiro com baixos valores absolutos de precipitação, o comportamento de algodão, amendoim e sorgo para grão, concluiu que estas culturas diferiam na sua capacidade para explorar a água disponível. A diferença de comportamento evidenciada nas distintas espécies é devida, segundo o autor, ao maior ou menor desenvolvimento do seu sistema radical, e à eficiência no controle da transpiração.

Para TURNER e JONES (1980), o ajustamento osmótico confere a algumas espécies a possibilidade de resistirem ao “stress” hídrico enquanto que a outras não. Assim, segundo BURCH e JOHNS (1978), citados por HAYNES (1980), no trevo, o fraco controle na transpiração ao nível das folhas, conduz a baixos potenciais hídricos, aumentando a sua senescência. A senescência das folhas, será então para esta espécie, o principal mecanismo de compensação entre a transpiração e a absorção de água, quando esta atinge níveis baixos no solo, contrariamente ao que sucede com a festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.), na qual o seu mecanismo osmótico permite prolongar o período de activo crescimento, através da manutenção de elevados potenciais hídricos nas folhas (HAYNES, 1980), pelo que de um modo geral as gramíneas, farão uma mais eficiente utilização da água do solo que as leguminosas. DONALD (1963), por outro lado, relaciona a capacidade das plantas explorarem a água disponível, com a sua taxa de crescimento, o seu desenvolvimento radical e com a antecipação da fase em que as suas necessidades em água são maiores.

MORESHET *et al.* (1996) referem que duas plantas vizinhas podem competir para factores de crescimento acima e abaixo da superfície do solo. Para ETHERINGTON (1975), no que diz respeito à competição para a água, o volume de solo explorado bem como a eficiência da exploração são aspectos importantes, considerando que as plantas que possuem maior área foliar e produzem mais biomassa com igual absorção, são normalmente mais competitivas.

CALDWELL (1987), afirmou ser a competição ao nível das raízes mais acentuada que na parte aérea e PAVLYCHENKO (1962), citado por RADOSEVICH e HOLT (1984), concluíra que a mais severa competição entre culturas e infestantes se estabelecia para a água no solo.

Ainda segundo MORESHET *et al.* (1996), a diferença de comportamento entre duas plantas no que respeita à sua capacidade para explorar a água do solo estará relacionada com o distinto grau de penetração das raízes no solo, com a diferente densidade das mesmas a igual profundidade, bem como a sua permeabilidade, sustentando que raízes mais profundas permitirão o acesso a água que não estará acessível a raízes menos desenvolvidas de outras plantas.

Outras características fisiológicas das raízes, tais como as distintas conductâncias hidráulicas e o potencial osmótico (MORESHET *et al.*, 1996), podem permitir a uma planta utilizar maior quantidade de água do solo.

DONALD (1963), considera que quanto mais favoráveis foram as condições ambientais em relação aos diversos factores de crescimento, maior será a população óptima a estabelecer, pelo que, em culturas anuais as densidades óptimas serão menores em ambientes secos e superiores em condições mais favoráveis de humidade. Assim, à medida que as quantidades de água disponível aumentam maior poderá ser o número de plantas que asseguram as suas necessidades sem sofrerem «stress». Para MILTHORPE (1961), quando maior for a área foliar conseguida pela planta antes de estar em competição com outra, mais desenvolvido será também o seu sistema radical e menores serão portanto os efeitos negativos provocados pela falta de humidade. Por outro lado, quanto maior for a densidade populacional menores serão as plantas, nomeadamente as suas raízes e, portanto maior será o teor de humidade no qual o «stress» hídrico se começa a verificar. Ainda segundo MILTHORPE (1961), em cultura pura as plantas são afectadas simultaneamente enquanto que na mistura de espécies o comportamento pode ser distinto, sobrevivendo em qualquer dos casos as de embriões mais desenvolvidos com uma mais rápida emergência, uma mais alta taxa de crescimento e as que conseguiram maior desenvolvimento das suas raízes.

Para DONALD (1963), citando (HAYNES e SAYRE, 1956), existirá pois, uma interacção entre a densidade populacional e a capacidade de competição para a água, estando essa interacção bastante relacionada com o tipo de desenvolvimento radical. CARMI e HEUER (1981), CARMI

(1993) e Ne SMITH *et al.*, (1992), mostraram que qualquer redução no desenvolvimento das raízes tem influência no desenvolvimento da parte aérea reduzindo-o. De facto, BROUWER (1977), sustenta que a absorção de nutrientes é prejudicada pela redução no peso das raízes, pelo que consequentemente, o desenvolvimento foliar é reduzido. O crescimento de duas espécies é bastante influenciado pelo volume de solo disponível para as suas raízes e a totalidade de biomassa produzida por cada uma das espécies, quando crescem conjuntamente é menor que a produzida por cada uma delas crescendo isoladamente num igual volume de solo.

Será importante também referir WIESE e VANDIVER (1970), que registaram grande capacidade competitiva para a água, em solos secos, em espécies que tinham evidenciado crescimentos reduzidos em solos com teores elevados de humidade. Por outro lado espécies que haviam, segundo os mesmos autores, evidenciado elevados crescimentos em ambientes favoráveis, foram as mais afectadas quando colocadas sob «stress» hídrico.

Em condições mediterrânicas este aspecto reveste-se da maior importância na escolha das espécies a utilizar nos vários tipos de produção vegetal, incluindo as pastagens onde os mecanismos de adaptação simultaneamente com as formas de utilização são essenciais em zonas com uma estação seca bem longa.

A competição para a água surge, muitas vezes, simultaneamente com outras formas de competição nomeadamente para o azoto e para a luz, sendo estes três factores considerados de principal importância e interagindo de forma que qualquer alteração no nível de cada um, modifica a capacidade de resposta das plantas para os outros (KURTZ *et al.*, 1947, 1952, e LOF 1976).

Para RADOSEVICH e HOLT (1984), em condições de limitação de água, a competição entre plantas pode ser mais importante para esta que para a radiação solar.

MORRIS e GARRITY (1993) desenvolveram trabalhos em regiões semi-áridas, nos quais se verificaram aumentos de produção com a utilização de culturas associadas em situação de «stress» hídrico. Para WILLEY (1979), a estratégia de estudo em regiões semi-áridas aborda a discussão sobre a absorção e utilização de água pelas culturas. Pretende-se evitar que ambas as espécies venham a competir em situações de défice de água e, portanto, utiliza-se uma espécie com a sua população normal e outra com uma densidade populacional abaixo do óptimo e

visando ser colhida antes da primeira, diminuindo ou anulando a competição nesta primeira fase de desenvolvimento.

3.3.2.1. Eficiência de utilização da água (WUE)

MORRIS e GARRITY (1993), referem três variáveis importantes na relação hídrica entre plantas e que definem da seguinte forma :

- Disponibilidade momentânea de água no solo (*SAW*);
- Quantidade de água utilizada pela planta / cultura (*WU*);
- Eficiência de utilização da água (*WUE*).

Poder-se-á considerar ainda (ΔWU) como a diferença na absorção de água quando consideradas as culturas associadas relativamente às culturas puras.

Para REES (1986a), NATARAJAN e WILLEY (1980a), KUSHWAHA e DE (1987), HULUGALLE e LAL (1986) as diferenças registadas na água utilizada (*WU*) são sobretudo devidas às disponibilidades de água existentes e a outros factores tais como *SAW*, parecendo não haver grandes diferenças na água utilizada (*WU*) em culturas associadas e em cultura pura, ou seja, a grandeza (ΔWU) atrás definida tende para zero. JENA e MISRA (1988), sugerem no entanto que existirão diferenças sempre que as espécies diferirem na forma de distribuição das suas raízes.

Na relação *WU/SAW*, que traduzirá a capacidade de absorver água num dado momento e para determinada disponibilidade, não haverá diferenças quando comparadas as culturas associadas e as culturas puras. No entanto para SINGH *et al.* (1988), esta relação diminuirá à medida que a *SAW* aumenta.

Para MORRIS E GARRITY (1993), a associação de espécies melhorará a *WUE* estando aqui talvez uma das razões que levam a recomendar estas culturas para zonas semiáridas, onde o «stress» hídrico ocorre com frequência.

Os efeitos benéficos da associação de espécies poderá relacionar-se mais com a eficiência na utilização da água (*WUE*) do que com a quantidade de água absorvida (*WU*). As razões pelas quais a *WUE* seria aumentada pela associação de espécies poderão ser:

- Pelo facto de nestas associações aumentar a transpiração como fracção da evapotranspiração (*T/ET*) devido à população total ser normalmente superior às populações utilizadas em cultura estreme e, como tal, logo nos estádios iniciais de desenvolvimento o *IAF* será também superior sendo a proporção da radiação solar interceptada superior e reduzindo-se a evaporação de água a partir do solo (READY e WILLEY, 1981). O aumento da *WUE* em culturas associadas cujas espécies componentes possuam diferentes hábitos de crescimento de forma a poderem interceptar maior quantidade de radiação é também registado por NATARAJAN e WILLEY (1980b) e por KUSHWAHA e DE (1987). A relação entre o crescimento vegetativo e a *WUE* é referida por REES (1986b) ao verificar que quando nas fases iniciais ele é exagerado as reservas hídricas são rapidamente esgotadas potenciando o “stress” hídrico durante as fases reprodutivas a baixando a *WUE*. Por outro lado HULUGALLE e LAL (1986), verificaram que em condições extremas de “stress” hídrico o crescimento vegetativo é prejudicado sendo portanto reduzido também o grau de cobertura do solo mesmo em culturas associadas;

- porque a espécie componente da associação com *WUE* superior absorverá grande quantidade da água à disposição e aumentará dessa forma a sua percentagem de contribuição para a produção total. Assim a contribuição das espécies dominantes para a produção total será sempre superior à das espécies dominadas. O componente da mistura que possui características físicas que a possibilitam dominar, poderá absorver maior *SAW* e possuir *WUE* superior aumentando assim o ΔWUE da associação;

- pelo estabelecimento de um ambiente criado pela associação de duas espécies de diferente porte e dinâmica de crescimento, com influência directa e positiva na quantidade de biomassa produzida por unidade de água transpirada (eficiência de transpiração). Da associação de uma espécie com porte elevado e outra de estatura mais reduzida resultará um efeito de quebra ventos por parte da espécie de porte alto, criando junto da espécie de porte mais baixo condições que tendem a elevar a humidade relativa. Por outro lado o ensombramento parcial poderá implicar um abaixamento da temperatura do ar. Estes dois efeitos influirão na *WUE* (IRRI, 1978);

- a *WUE* é favorecida pela irregularidade devida à associação de espécies de diferente estatura em cuja canópis o vento penetra mais profundamente que nos casos em que esta é regular em altura (JONES, 1976).

3.3.3. Competição para os nutrientes

Os ecossistemas naturais de diferentes «status» no que respeita aos nutrientes condicionam a distribuição e comportamento das espécies. A maior parte delas foram melhoradas e seleccionadas para atingir objectivos produtivos ou reprodutivos elevados, pelo que consequentemente possuem também elevadas necessidades em nutrientes. Para ETHERINGTON (1975), ainda que as espécies possuam por vezes amplas capacidades de adaptação em função das suas necessidades e tolerância fisiológica, vêem no entanto a sua distribuição e comportamento limitados por aspectos de natureza competitiva.

O sucesso competitivo pode resultar directamente da maior capacidade de absorção e utilização dos nutrientes, que pode conduzir a uma dominância em relação à radiação solar, pois as plantas mais competitivas para os nutrientes apresentam um crescimento foliar mais rápido. Segundo ETHERINGTON (1975), geralmente as plantas que conseguem uma maior produção de matéria seca ou área foliar por quantidade de nutriente extraído, serão também as que serão mais competitivas quando esse nutriente está em quantidades limitadas, tendo WILLIS (1963) demonstrado, por outro lado, que haverá limitação da capacidade competitiva, quando existe deficiência nalgum nutriente.

Para DONALD (1963), embora a competição possa ocorrer para qualquer nutriente essencial para o crescimento das plantas, aqueles que normalmente surgem como limitantes são o azoto, o fósforo e o potássio.

DONALD (1951), demonstrou o facto de plantas do mesmo genótipo terem iguais possibilidades de retirar uma fracção do factor para o qual estão a competir. DRAPALA e JOHNSON (1961), tornaram evidente, a existência de competição entre as plantas para o azoto e os efeitos daí resultantes.

Para LEE (1960), citado por DONALD (1963), no caso da cevada as variedades mais competitivas para a água e nutrientes conseguiam uma mais eficiente exploração do solo devido ao seu sistema radical.

LANG *et al.* (1956), e DONALD (1963), citando CHIPMAN e MACKAY (1960), confirmaram a existência de uma relação entre a densidades populacional e a competição para os nutrientes. Assim, parece evidente que só densidades populacionais elevadas assegurarão a máxima produção quando o nível de fertilidade é elevado e de igual forma à medida que a densidade aumenta a resposta à aplicação de um determinado nutriente continua a verificar-se até se atingir um nível elevado de aplicação.

Quando passamos a abordar uma comunidade, onde espécies distintas estão presentes com o seu diferente comportamento, a competição entre elas para os vários factores de crescimento vai-se estabelecer sendo em parte a responsável pela complexa dinâmica que estas associações naturalmente apresentam. Esta competição entre espécies quando presentes em associação nas pastagens, pode explicar em parte a sua variação na composição botânica ao longo do tempo.

As relações de competição que se estabelecem entre espécies, poderão ir desde a coexistência entre elas até à exclusão das menos adaptadas ou competitivas para determinado nutriente. ETHERINGTON, (1975), admite ainda a existência de uma situação intermédia, na qual o desenvolvimento da planta é limitado pela deficiência em determinado nutriente introduzindo o conceito de relação da capacidade de extracção com o desenvolvimento vegetativo.

3.3.3.1. Competição para o azoto

O azoto é um nutriente que frequentemente limita o crescimento vegetal em culturas anuais, mesmo nos anos secos (MARTIN, 1958; Mc KEILL *et al.*, 1960; DUNCAN e REPERT, 1961). Daí que, segundo MARTIN (1958), as espécies vegetais respondam ao fornecimento de azoto quer através da fixação simbiótica quer através da fertilização. Vários autores concluíram já da importância e da forma como as gramíneas respondem à fertilização azotada.

O azoto é para LOPEZ BELLIDO (1991), o principal nutriente mineral e o que mais influencia o rendimento dos cereais. Para WHYTE *et al.* (1959) é a disponibilidade de azoto

assimilável que condiciona a produtividade de culturas forrageiras com gramíneas. BROCKMAN *et al.* (1971) estudando gramíneas forrageiras exploradas em cortes múltiplos, concluiu que a quase totalidade da variação nas produções de azoto total foi devida aos níveis de fertilização utilizadas bem como aos níveis de azoto no solo. A resposta da produção de MS de gramíneas forrageiras foi para SPARROW (1979), muito evidente e quase linear para aplicações até 300 kg N/ha/ano.

A resposta às adubações azotadas nos cereais, para as condições mediterrânicas, é para CARVALHO e BASCH (1996) bastante influenciada pela precipitação anual uma vez que esta influencia não só as perdas de azoto como o potencial produtivo da cultura. Assim, ROMANO e VINTE UM (1981) obtiveram aumentos de produção de matéria seca da aveia altamente significativos em função da adubação azotada enquanto que MOREY *et al.* (1969) apenas registaram ligeiros aumentos de produção (3.35 a 6.6 kg MS/kg N).

A produção de leguminosas aumenta também com a adubação azotada, se bem que a aplicação de azoto mineral diminuirá a fixação simbiótica (WALKER *et al.*, 1956). HAYNES (1980), citando PATE e DART (1961) e DIATLOFF (1974), refere que, tanto o crescimento da leguminosa como a fixação simbiótica de azoto por parte desta, aumentam com a aplicação de doses moderadas daquele nutriente, adiantando no entanto que, a quantidade de nódulos efectivos diminuía com o aumento das quantidades aplicadas.

O azoto em culturas associadas

Quando gramíneas e leguminosas estão associadas, as gramíneas extraem praticamente todo o azoto disponível ficando o trevo quase só dependente do azoto obtido através da fixação simbiótica. Para JONES (1979), quando em associação, as gramíneas são mais competitivas para os nutrientes que as leguminosas, beneficiando de uma maior eficiência na absorção permitida pelo seu sistema radical. Para BLASSER e BRADY (1949), em pastagens à base de associações de gramíneas com leguminosas, a fertilização azotada estimularia o desenvolvimento das gramíneas em detrimento das leguminosas. MOUAT e WALKER (1959), confirmaram estes resultados em trevos e verificaram que a aplicação de azoto proporcionou às gramíneas a possibilidade de aumentarem a sua competitividade para os nutrientes, facto que BLASSER e BRADY (1949) já haviam verificado através do aumento da extracção de potássio por parte de gramíneas estimulados pela adubação azotada. Esse aumento de competitividade das gramíneas é

devida, segundo STERN e DONALD (1962), ao mais eficiente sistema radical em termos de absorção de nutrientes. A redução na produção de trevo na mistura seria devida portanto a este aumento da capacidade competitiva das gramíneas, como resposta à aplicação de azoto. De facto, para HAYNES (1980), a capacidade competitiva das gramíneas em relação às leguminosas, aumenta com a disponibilidade de azoto.

COOKE *et al.* (1965), KLETER (1968), LUTWICK (1977) e WEEDA (1970), mostraram que a percentagem de leguminosas em pastagens com gramíneas era reduzida com a aplicação de fertilizantes azotados, o que poderia ser explicado pela dominância que as gramíneas conseguem sobre as leguminosas e resultante da aplicação de azoto (NUTTALL, 1990). O mesmo autor registou ainda um aumento da produção total da pastagem constituída por uma mistura de mistura de luzerna e bromus após a aplicação de azoto, sendo este aumento explicado pelo aumento da contribuição da gramínea.

O azoto em culturas maioritariamente constituídas de leguminosas associadas com gramíneas eventualmente um cereal, deverá pois ser abordado em termos de fixação, libertação, transformação e ganhos e perdas do sistema (STERN, 1993), e tendo ainda em atenção que o aumento da fertilização azotada tende a aumentar a capacidade competitiva da gramínea.

No caso de culturas associadas onde a leguminosa predomina, as principais fontes de azoto são o azoto atmosférico fixado pela leguminosa, o azoto proveniente do solo sob a forma orgânica ou inorgânica e o azoto aplicado sob a forma de fertilizante. Por outro lado, as perdas acontecem com a colheita da produção, por lavagem e por volatilização. No caso da associação de uma gramínea (cereal) com a leguminosa com maior expressão na mistura, o balanço e análise do azoto no sistema estará pois relacionado com dois processos importantes: fixação e transferência.

A fixação de azoto pela leguminosa quando associada a gramíneas, dependerá das espécies e cultivares presentes na mistura, da fenologia e morfologia destas, das densidades populacionais utilizadas bem como da forma como essas populações se distribuem no terreno. MYERS e WOOD (1987) e PEOPLES e HERRIDGE (1990), estimam que a quantidades de azoto fixado pela leguminosa podem variar de 50 a 300 kg/ha. HEICHEL e HENJUM (1991), sugerem valores de fixação de cerca de 15 kg N/ha por tonelada de leguminosa produzida.

É de fundamental importância o papel das leguminosas como fornecedoras de azoto na pastagem. O azoto fixado nos nódulos torna-se imediatamente disponível para a leguminosa e posteriormente para as gramíneas associadas na pastagem, através da fracção orgânica do solo.

A transferência de azoto da leguminosa para a cultura acompanhante poderá abordar-se nas hipóteses de transferência no próprio ano e durante o desenvolvimento da cultura, ou através de processos indirectos para as culturas ou anos seguintes. No entanto, segundo SIMPSON (1965), o trevo subterrâneo com 18 meses de instalação não libertou nenhum azoto senão após ter completado o seu ciclo, transferindo então no período Verão-Outono entre 1 a 4% do azoto fixado após o primeiro ano de instalação. A transferência directa de azoto da leguminosa para a cultura acompanhante dependerá das espécies, das suas proporções na associação, do vigor e duração do período vegetativo e da maior ou menor precocidade das espécies componentes à maturação. Para OFORI e STERN (1987), as quantidades transferidas poderão situar-se entre os 25 e 155 kg N/ha. BROPHY *et al.* (1987), relacionam essa transferência com a distribuição espacial das espécies e KESSEL e ROSKOSKY (1988), entendem não haver relação entre a transferência de azoto e a distância entre linhas.

Para HEICHEL e HENJUM (1991), as leguminosas forrageiras associadas a gramíneas não só são auto suficientes em relação ao N como ainda tem a possibilidade de transferir apreciáveis quantidades deste nutriente para as gramíneas que as acompanham. A proporção de N nas leguminosas proveniente da fixação simbiótica aumenta progressivamente após o ano de instalação. A transferência de N é máxima no segundo ano e diminui à medida que a presença da leguminosa na mistura diminui também. Será maior em culturas plurianuais que em culturas anuais, concluindo os mesmos autores que a via privilegiada de transferência será a indirecta e provavelmente resultante da morte e reciclagem de leguminosas e seus produtos. A senescência das folhas de leguminosas anuais como o trevo subterrâneo, contribui, segundo HAYNES (1980), para aumentar a transferência de azoto para as gramíneas que lhe possam estar associadas.

Esta hipótese reforça o já anteriormente afirmado por PEOPLES e HERRIDGE (1990), para os quais a transferência directa de azoto de leguminosas para outras não leguminosas como acompanhantes não seria um processo comum e rápido. No entanto, TOW *et al.* (1997), citando DILZ e MULDER (1962), HENZELL (1962), e SIMPSON (1965), referem-se à transferência de N da luzerna para gramíneas associadas durante o seu crescimento, enquanto que RANELLS e WAGGER (1997), referem que, mesmo tratando-se de culturas anuais, as gramíneas beneficiam

da sua associação com leguminosas, no que respeita à nutrição azotada. A explicação para este rápido processo de transferência de N estará na alteração da razão C:N, que acontece em associações de gramíneas e leguminosas. A diminuição da razão C:N permite então que a mineralização do N seja mais efectiva e rápida comparativamente com o que acontece com a gramínea em estreme, aumentando os níveis de N inorgânico no solo.

Para OFORI e STERN (1987), com a leguminosa a desenvolver-se normalmente, o balanço em azoto do sistema, será positivo, e:

- O fornecimento de azoto através da fertilização não é um desperdício já que no final do ciclo cerca de metade do azoto contido na leguminosa, será de origem atmosférica;
- o ensombramento da leguminosa pela cultura acompanhante, de maior porte, reduz a quantidade de azoto fixado. A adopção de técnicas culturais correctas de forma a atenuar a competição para a radiação solar, pode permitir a continuação da fixação simbiótica de forma significativa e de importância para o sistema;
- se o nível de azoto não for muito alto então a leguminosa pode utilizar esse azoto sem que o sistema simbiótico de fixação seja prejudicado;
- a aplicação de pequenas quantidades de azoto como fertilizante estimula não só a cultura acompanhante (gramíneas) como também a leguminosa, estimulando o sistema de fixação simbiótica.

Para além dos níveis de azoto no solo, ou das quantidades deste elemento aplicadas sob a forma de fertilizante, a fonte mais importante parece no entanto ser a que provém da fixação através da leguminosa.

Convém no entanto referir que segundo PARDO e GARCIA (1984), a fixação simbiótica de 100 kg de azoto equivalerá a 400 kg de fertilizante sob a forma Nitro-amoniacal (26%), pois a eficiência de utilização desse azoto é superior, uma vez que se encontra na planta sob a forma orgânica não sofrendo as perdas que ocorrem aquando da aplicação de fertilizantes. Para HEICHEL (1989), em culturas associadas de gramíneas e leguminosas podem verificar-se elevadas quantidades de N fixado simbioticamente, pelo que a sua transferência para as

gramíneas poderá assumir grande importância em alguns sistemas de agricultura, ao permitir a redução de significativas quantidades de fertilizantes azotados a aplicar.

3.3.3.2. Competição para o fósforo e o potássio

Ao estudarem a importância da competição para os nutrientes, em associações de trevo branco e gramíneas, não só em relação ao azoto mas também ao fósforo e potássio, MOUAT e WALKER (1959), concluíram que o fósforo aumenta a produção de trevo quer em estreme quer associado. Para LUTWICK e SMITH (1977), a fertilização com fósforo nem aumenta a produção total nem afecta a composição florística da pastagem.

HALVORSON (1984), tentando estudar os efeitos da adubação azotada e fosfatada em misturas de gramíneas e leguminosas, não encontrou diferenças significativas na produção total de forragem. No que respeita à composição florística tudo parece indicar que as alterações se processarão de uma forma lenta e gradual após vários anos de aplicação de fósforo.

Conseguir-se-á desta forma encontrar explicação para os aumentos da percentagem de leguminosas verificados, quer em pastagens naturais quer em pastagens instaladas à base de trevo subterrâneo, após a aplicação anual de 80 kg/ha de P_2O_5 . (LOURENÇO *et al.*, 1989; DORDIO *et al.*, 1991).

OSMAN *et al.* (1977), consideram ser o crescimento inicial das leguminosas utilizadas na região Mediterrânica essencial para o sucesso no seu estabelecimento e desenvolvimento da capacidade competitiva para os nutrientes nomeadamente para o fósforo. A aplicação de níveis elevados deste nutriente (90 - 180 kg/ha P) determinou diferenças ao nível do tamanho e cor das folhas, como resultado de um crescimento vigoroso ocorrido, contrastando com as plantas testemunha que se apresentaram desde logo com cotilédones pouco desenvolvidos e amarelados. MACHADO *et al.* (1974), já haviam referido a importância dos cotilédones em termos fotossintéticos no trevo subterrâneo, sobretudo quando o desenvolvimento morfológico é prejudicado pelas baixas temperaturas e dias curtos que acontece no Inverno. De facto, a temperatura é reconhecidamente um dos factores determinantes no crescimento vegetal e relacionada com vários processos fisiológicos nomeadamente a absorção de nutrientes. Nas condições mediterrânicas, as baixas temperaturas de Inverno associadas à baixa intensidade da

radiação e aos dias curtos, por vezes com solos alagados, limitam bastante tanto a capacidade de absorção de fósforo como a fixação simbiótica de azoto (OSMAN *et al.*, 1975).

MOUAT e WALKER (1959), referem em relação ao potássio que, para além deste limitar o desenvolvimento do trevo se verificou ainda que houve larga resposta à sua aplicação quando o trevo em cultura estreme. A aplicação de potássio favorece ainda a produção de trevo quando associado a gramíneas com excepção para o caso do panasco onde se verificou uma redução da produção de trevo quando se passou de 112 para 224 kg/ha. O aumento dos teores de fósforo e potássio na planta como resposta à adubação com estes nutrientes verificou-se nas associações de trevo com azevém mas não quando associado ao panasco. As gramíneas possuem então comportamentos distintos quando associados com trevo e no que respeita à competição para os nutrientes.

A introdução do estudo do factor «corte» nos ensaios referidos (MOUAT e WALKER, 1959), permitiram concluir que, para além da competição para os nutrientes, existia também competição para a luz, interagindo, e ambos responsáveis assim pela redução da produção de trevo quando associado ao azevém, nos tratamentos que não eram sujeitos a corte.

O fósforo e o potássio em culturas associadas

Para ELGABALY e WIKLANDER (1949), as raízes de plantas com baixa capacidade de troca catiónica (CTCR), competem melhor para catiões monovalentes que as de elevada capacidade de troca. HAYNES (1980), citando DRAKE *et al.* (1951) e ASHER e OZANNE (1961), afirma que estes, após verificarem que a capacidade de troca catiónica das dicotiledóneas era sensivelmente o dobro das monocotiledóneas, compreenderam a razão pela qual as leguminosas quando associadas a gramíneas, eram menos competitivas para o potássio. GRAY *et al.* (1953), confirmaram a existência de uma relação directa entre a capacidade de troca catiónica das raízes de gramíneas e do trevo, e a competição para o potássio, e que, nas gramíneas as quantidades de potássio extraídas eram inversamente proporcionais à capacidade de troca catiónica das suas raízes.

MOUAT e WALKER (1959), concluíram que o comportamento competitivo das gramíneas e do trevo branco a elas associadas para o fósforo, era semelhante ao verificado para o potássio. Assim, segundo estes autores, a fraca capacidade competitiva do trevo relativamente ao fósforo, quando associado a gramíneas, resultaria da elevada capacidade de troca catiónica das suas raízes.

No entanto, se PAVLYCHENKO (1937), citado por ZIMDAHL (1980), considerava que a capacidade competitiva da planta estava relacionada com uma maior rapidez de estabelecimento, que lhe permitia explorar um maior volume de solo antes que as plantas associadas de mais lento estabelecimento então, neste caso, a agressividade competitiva das gramíneas associadas ao trevo branco para o fósforo e o potássio resultaria não tanto da capacidade de troca catiónica das suas raízes mas sim da rapidez de emergência, crescimento inicial e, sobretudo, morfologia das suas raízes (HAYNES, 1980).

Segundo EVANS (1977), citado por HAYNES (1980), no caso de culturas associadas compostas por gramíneas e leguminosas, as suas raízes competirão para a água e os nutrientes apenas na camada mais superficial, zona a partir da qual as raízes do trevo, por serem superficiais, não competem com a gramínea. Esta será então, a razão pela qual, as gramíneas possuem vantagem competitiva em relação ao trevo que lhes está associado, relativamente à absorção de água e nutrientes, principalmente os de menor mobilidade como o fósforo. HAYNES (1980), citando RABOTNOV (1977), atribui a fraca capacidade competitiva das leguminosas em geral para o fósforo e o potássio, ao facto dos seus sistemas radicais serem pouco ramificados, quando comparados com os das gramíneas, que por possuírem raízes mais desenvolvidas e densas, terão a possibilidade de explorar um maior volume de solo.

A influência do fósforo e do potássio em culturas associadas deverá ser analisada tendo em consideração dois processos agregados, ou seja, a absorção e a utilização dos nutrientes (MORRIS e GARRITY, 1993).

As extracções de fósforo de várias culturas associadas variaram de 6 a 42 kg P/ha sendo estes valores sempre superiores aos extraídos pela cultura que maior quantidade deste nutriente extraiu quando em estreme (DALAL, 1974; PALANIAPPAN, 1979; MASON *et al.*, 1986 e MORRIS e GARRITY, 1993, citando SURYATNA, 1976 e SELVARAJ, 1978).

Para os mesmos autores e no que respeita ao potássio, as quantidades extraídas situam-se entre os 41 e os 300 kg k/ha não se evidenciando para este nutriente a tendência tão clara das culturas associadas retirarem maiores quantidades que a cultura de maior consumo em estreme. Os trabalhos levados a cabo, aconteceram em solos com níveis distintos de P e K, onde as produções não foram limitadas por estes dois nutrientes, tendo-se verificado no entanto que as extracções aumentadas não foram acompanhadas por um aumento da eficiência de utilização. HEDJE e SARAF

(1978) e também MORRIS e GARRITY, 1993, citando SELVARAJ (1978) e SOUNDARARAJAN (1978), não obstante, verificaram que os níveis de P e K disponíveis no solo não foram afectados após dois anos de culturas associadas.

SURYATNA (1976), citado por MORRIS e GARRITY (1993), encontrou aumentos nas extracções de P e K quando culturas associadas de milho + soja e milho + arroz responderam com aumentos na MS produzida como resposta à aplicação de N o que suporta a sugestão que as extracções de P e K em culturas associadas serão determinadas pelo crescimento da cultura, desde que o solo contenha teores suficientes para assegurar essas produções. A relação entre a produção de MS e as extracções em P e K são explicadas por BARBER (1989), que considera serem estas mais sensíveis ao crescimento radical (superfície de absorção) que a factores relacionados com o solo.

Para MORRIS e GARRITY (1993), referindo SOUNDARARAJAN (1978), e para NATARAJAN e WILLEY (1980), no caso das culturas associadas, o crescimento das raízes será superior ao das culturas em estreme, e, segundo PATIL e PAL (1985), o período durante o qual elas se mantêm activas é também superior nas culturas associadas, estando as extracções em P e K relacionadas também com estes factos.

RAVICHANDRAN e PALANIAPPAN (1979), MARTIN e SNAYDON (1982) e AHLAWAT e KUMAR (1988), demonstraram que, mesmo com grandes disponibilidades de P e K, as extracções variam com as espécies e a competição entre estas para outros factores dominará os efeitos no crescimento. Quando uma espécie domina a outra, reduzindo-lhe o crescimento como resultado da competição para outros factores que não P e K, a absorção destes nutrientes pela cultura dominada é reduzido. Para os mesmos autores, a distribuição espacial das plantas ao alterar a competição entre espécies, provocará também efeitos na extracção de P e K.

A eficiência na exploração de determinado volume de solo e a absorção de nutrientes sem mobilidade no solo parece ser bastante melhorada, com a interpenetração dos sistemas radicais das distintas espécies que compõem as culturas associadas (LAI e LAWTON, 1962; NATARAJAN e WILLEY, 1980 a; REDDY e WILLEY, 1981; MARTIN e SNAYDON, 1982; ASHOKAN *et al.*, 1988).

Este não será no entanto o único mecanismo pelo qual a extracção de P é beneficiada com a associação de espécies. Para VANDERMEER (1989), pode haver uma sinergia positiva entre

espécies quando uma altera o ambiente em benefício de outras que lhe estão associadas. GARDNER e BOUNDY (1983), HORST e WASCHKIES (1987) e AE *et al.* (1990), verificaram que os exsudados das raízes de algumas espécies aumentavam a disponibilidade de P para ambos os componentes da mistura.

A aplicação de fertilizantes ou outro qualquer factor que favoreça o crescimento de um dos componentes da mistura favorece também a absorção de P e K por parte deste. WAHUA (1983), ao aplicar N em solos com deficiência neste nutriente, registou um aumento do poder competitivo da gramínea simultaneamente com uma redução no crescimento e na absorção de P e K por parte da espécie dominada.

A maior ou menor precocidade das espécies à maturação parece influenciar a sua capacidade de absorção de P e K quando em cultura associada. Assim, segundo DALAL (1974), NATARAJAN e WILLEY (1980 b), HEGDE e SARAF (1982 a, b), as espécies de maturação mais tardia possuem capacidade para extrair P e K após a espécie associada mais precoce à maturação ter sido colhida.

Por outro lado, SOUNDARARAJAN (1978), referido por MORRIS e GARRITY, e AHLAWAT e KUMAR (1988) verificaram que em culturas associadas, nas quais podem existir períodos curtos com competição elevada, as espécies mais precoces à maturação podem não sofrer a competição imposta pelo período de máximo crescimento da espécie de maturação mais tardia. Nestes casos as espécies de maturação mais tardia são compensadas pelo prejudicado crescimento inicial logo que a espécie mais precoce à maturação é colhida.

3.3.3.3. A fertilização em culturas associadas

DONALD (1963), cita DONALD e NEAL-SMITH (1938), que estudaram o comportamento de algumas gramíneas e leguminosas normalmente utilizadas na instalação de pastagens semeadas conjuntamente com culturas de cereais para grão e de ervilha em solos com baixos níveis de azoto e fósforo. As gramíneas pratenses (*Lolium rigidum* e *Phalaris tuberosa*) foram bastante afectadas pelo cereal, mas não pela ervilha, enquanto que o trevo subterrâneo não foi afectado no seu crescimento pelas gramíneas para grão (cevada e aveia) mas foi pela ervilha. Estes resultados parecem indicar que, se o azoto se encontrar no solo a níveis baixos, o principal factor de competição entre

gramíneas será o azoto, enquanto que as leguminosas competirão essencialmente pelo fósforo uma vez que têm a possibilidade de obter o azoto através da fixação simbiótica.

BITTMAN *et al.* (1991), ao estudarem os efeitos da adubação azotada (0, 57 e 114 kg N/ha) e fosfatada (0, 28,5 e 57 kg P/ha) no estabelecimento de luzerna (*Medicago sativa*) tendo o trigo como cultura acompanhante, concluíram que, as quantidades de N a aplicar deveriam satisfazer necessidades da cultura acompanhante enquanto que em relação ao P a sua aplicação seria determinada pelas necessidades da luzerna. Segundo os mesmos autores, o aumento da aplicação de N, ainda que tenha contribuído para aumentar as produções de trigo, conduziu a uma redução na produção de MS/ha de luzerna.

LECOMTE e PARACHE (1993), não encontraram efeitos significativos da aplicação de azoto numa pastagem (*Lolium perene*, *Phleum pratense* e *Trifolium pratense*) tendo a aveia e a ervilha (*Pisum sativum*) como culturas acompanhantes, o que reforça o sugerido por FAIREY (1991), ao aconselhar a utilização de luzerna (*Medicago sativa*) como cultura acompanhante de gramíneas pratenses (*Bromus inermis*, *Phelum pratense* e *Alopecurus pratensis*) quando se pretende evitar a aplicação de azoto.

Segundo PRINS *et al.* (1988), o recurso a fertilizantes azotados aumentou significativamente a partir de 1950 na Europa Ocidental, resultado da necessidade de suporte de sistemas intensivos, nomeadamente os relacionados com a produção animal à base de pastagens e forragens.

As alterações económicas e as pressões de natureza ambiental resultantes da legislação comunitária estimularam o interesse na utilização de leguminosas como forma de assegurar grande parte dos «inputs» em azoto, necessários aos vários sistemas produtivos (DOYLE, 1988; WILMAN, 1989; LEDGARD, 1991).

HOGLUND e BROCK (1978), entendem de facto que, a fixação simbiótica de azoto por parte das leguminosas pode ser considerada como a diferença entre as suas necessidades e a disponibilidade de azoto mineral no solo. Assim, para estes autores, existe uma correlação directa entre o nível de azoto mineral do solo e os níveis de nitratos na leguminosa e inversa com o nível de azoto utilizado pelas não leguminosas. Para os mesmos autores o nível de nitratos no solo varia ao

longo do ano sendo praticamente nulo no Inverno. Assim, a resposta da pastagem à fertilização azotada será máxima no final do Inverno, decrescendo a eficiência fixadora das leguminosas ao aumentar a quantidade de azoto fornecido ao solo.

BALL *et al.* (1978), confirmaram em pastagens de azevém e trevo branco a menor fixação de azoto por parte do trevo como resultado da aplicação de fertilizantes azotados.

Para BECANA e SPRENT (1987), as associações de gramíneas e leguminosas sujeitas a pastoreio podem ser entendidas como sistemas auto-regulados, onde o aumento de azoto aplicado ao solo sob forma de fertilizante provocará uma diminuição dos níveis de azoto fixado simbioticamente, aumentando a taxa de fixação simbiótica quando os níveis de azoto no solo são baixos. Para MILLER *et al.* (1982) e PAPASTYLIANOU (1990), poderá existir mesmo inibição total da fixação simbiótica de azoto por parte das leguminosas com a aplicação de azoto, simultaneamente com o favorecimento do crescimento das gramíneas em detrimento das leguminosas.

TALAMUCCI (1985), refere aumentos de produção de MS da ordem dos 25% com a associação de *T. squarorosum* e *T. resupinatum* à festuca alta, aumentos esses conseguidos sem recurso à fertilização azotada e comparados com a gramínea em cultura pura, beneficiando da aplicação de 80 unidades de azoto.

Podendo a fertilização azotada modificar as relações competitivas entre os componentes da mistura e, conseqüentemente, as vantagens que em termos produtivos se esperam das mesmas, os aspectos acima referidos devem ser tidos em consideração, pelo que a utilização de níveis moderados deste nutriente é sugerida por WILSON e TILMAN (1991) e HELENIUS e JOKINEN (1994).

CLEMENTS e DONALDSON (1998), ao estudarem a premente necessidade de reduzir custos na produção de cereais (forragem ou grão), referem que estes, quando instalados tendo o trevo branco como cultura acompanhante, asseguram os mesmos objectivos de produção com a aplicação de 50 Kg/ha de N, que a forma convencional de produção na qual os níveis de aplicação de N são bastante mais elevados (150-200 Kg N/ha). Para o caso de pastagens instaladas com recurso à utilização de um cereal como cultura acompanhante, LANINI (comunicação pessoal)

aconselha a aplicação de 33 kg N/ha para obter uma resposta positiva por parte deste, não tendo obtido aumentos significativos da produção para além deste nível de aplicação

Segundo WIGHT e BLACK (1972), a aplicação de fósforo só por si não poderá determinar o aumento de produção de MS de uma mistura de gramíneas e leguminosas, a não ser que simultaneamente se aplique azoto. LORENZ e ROGLER (1973 b) confirmam o anteriormente afirmado e HALVORSON e BAVER (1984), estudando o comportamento de culturas associadas (*Bromus x Medicago sativa*) face à aplicação de azoto e fósforo, concluíram que a aplicação de qualquer destes nutrientes era incapaz só por si de produzir aumentos significativos na produção de MS. Assim, o aumento da adubação azotada só produziu efeitos com níveis elevados de fósforo aplicado. Para além disso, a interação P x N só foi significativa para alguns dos anos do ensaio (os de mais baixa precipitação) o que deixa pressupor uma dependência dos resultados, das condições climáticas, nomeadamente da precipitação.

COOKE *et al.* (1965), e NUTTALL *et al.* (1990), trabalhando com pastagens à base de bromus (*Bromus inermis* L.) e luzerna (*Medicago media* Pers.), concluíram que 90 kg/ha de azoto e 20 kg/ha de fósforo asseguravam as necessidades desta mistura.

A resposta à aplicação destes dois nutrientes variou, no entanto, de acordo com a quantidade de precipitação ocorrida e também com o teor de humidade do solo. Assim, segundo os mesmos autores e no que respeita ao azoto, em anos secos e sem a aplicação deste nutriente a luzerna parece ser mais competitiva, possivelmente devido ao maior crescimento das suas raízes, que lhe possibilitam explorar um maior volume de solo, isto para além de poder fixar quantidades suficientes de azoto enquanto que a gramínea estará mais dependente da aplicação deste nutriente. A gramínea parece no entanto ser mais competitiva nos anos de maior ocorrência de precipitação, podendo dominar a mistura quando há aplicação de azoto e fósforo.

A forma de exploração da pastagem, no que respeita à utilização ou não dos animais em pastoreio, afecta naturalmente o balanço de azoto e dos outros nutrientes. A quantidade de azoto contido na matéria seca produzida pelas espécies presentes na associação variará com estas, (composição florística) com o local escolhido, fertilidade do solo e quantidade de precipitação ocorrida. No entanto, se considerarmos uma produção de 2 500 kg MS/ ha . ano com cerca de 2% N,

a essa produção corresponderão 50 kg N /ha/ano. Se a forma de exploração for o corte e posterior utilização fora da zona de produção, todo o azoto da cultura será exportado sem que seja de alguma forma restituído ao solo. No caso dessa produção ser aproveitada através do animal em pastoreio, então uma significativa parte do azoto extraído, será devolvido ao sistema, exceptuando-se apenas aquele que o animal vai reter. Para DEAN *et al.* (1975) e WOODMANSEE (1978), novilhos em crescimento terão capacidade para reter cerca de 17% do total de N ingerido. Da devolução efectuada através das fezes (30%) e urina (70%) distribuídos mais ou menos irregularmente pelo terreno em função do manejo praticado, o azoto contido nesta quase todo sob a forma de ureia (75%), transforma-se rapidamente em azoto mineral assimilável pelas plantas, enquanto que a forma orgânica sob a qual o azoto se encontra nas fezes é de mais demorada utilização.

Tal como para o caso do azoto o cálculo do balanço no solo do fósforo e do potássio é também influenciado pela forma como a biomassa produzida é explorada.

Assim, para uma mesma quantidade (2 500 kg/MS/ha ano) explorada em corte mecânico e posterior alimentação fora da zona de produção, seriam exportados sem qualquer restituição cerca de 7.5 kg de fósforo e aproximadamente 75 kg de potássio. A acção do animal, mediante o pastoreio directo, permite através das fezes e urina restituir ao solo parte dos nutrientes contidos na forragem ingerida. Essas restituições variam para o caso do fósforo em função do tipo de produção animal que aproveita a forragem, pois se na produção de carne de bovino ou ovino apenas 10% do fósforo nela contido são retidos, já na produção de leite essa retenção aumenta para 25% (PARDO e GARCIA, 1984). A mineralização do fósforo orgânico é menor que a do azoto, mas, no entanto, com a presença do animal a decomposição da matéria orgânica é facilitada (FLOATE, 1970).

Também em relação ao potássio o utilizador animal em pastoreio apenas retém uma parte do potássio ingerido com a forragem, restituindo ao solo cerca de 90% do mesmo (MIDDLETON, 1973).

A restituição ao solo de tão significativas quantidades de nutrientes, com os animais em pastoreio, será pois um factor a ter em conta no cálculo do balanço dos mesmos e influirão seguramente na estratégia a adoptar em termos das quantidades a aplicar através da fertilização das culturas (PARDO e GARCIA, 1984).

3.3.4. Interação entre factores

Para ZIMDAHL (1980), citando CLEMENTS (1929), a competição envolve normalmente mais do que um factor, com interacção entre eles, de tal forma que nas espécies dominantes a sua vantagem competitiva será resultante e, por vezes, superior mesmo à soma dos efeitos de cada um dos factores quando actuam isoladamente.

CHIPPINDALE (1932), citado por DONALD (1963), demonstra, com *Lolium italicum* e *Festuca pratensis*, a interacção existente entre a competição para a radiação e a competição para os nutrientes. A festuca, inicialmente dominada, quando liberta da competição para a radiação e após fertilização respondeu, crescendo vigorosamente. Estes resultados foram confirmados por DONALD (1958), e permitiram ao autor concluir que um efeito secundário da competição para um nutriente ou para a água é o acréscimo de crescimento, maior estatura, e conseqüentemente maior poder competitivo para a radiação solar. Por outro lado ainda, segundo DONALD (1963), a vantagem competitiva de uma espécie para o nutriente que é limitante pode causar um efeito benéfico tal que permita o ensombramento de outra. Assim, uma planta que sofra ensombramento, terá a sua capacidade fotossintética afectada o que proporcionará crescimento reduzido com rudimentar crescimento radical, o qual permite apenas baixa capacidade de absorção imposta pelo escasso volume de solo explorado.

Nestas condições a penalização será ampliada se considerarmos entretanto a existência de um aproveitamento. Então a planta em situação de desvantagem na competição para os distintos factores no solo, verá o seu recrescimento prejudicado pela redução no crescimento do seu sistema radical imposta pelo ensombramento. De igual forma uma planta sofrendo de competição para o azoto desenvolverá menor área foliar e terá a sua capacidade de intercepção da radiação afectada, mesmo que aparentemente não estivesse a sofrer de competição para este factor.

Em culturas associadas de leguminosas e não leguminosas, níveis elevados de azoto promoverão o crescimento em altura destas conduzindo a uma maior capacidade de intercepção da radiação solar, como resultado de um maior desenvolvimento da sua área foliar (CHUI e SHIBLES, 1984; CENPUKDEE e FUKAI, 1991). O ensombramento provocado às leguminosas, diminuirá o fornecimento de hidratos de carbono ao sistema radical, provocando a morte de tecido nodular, podendo assim aumentar a taxa de transferência de azoto da leguminosa para a gramínea, com a qual compete.

TRENBATH (1986), evidenciou perfeitamente os aspectos negativos causados pelo ensombramento na fotossíntese, de plantas de porte baixo. Menos evidentes serão os efeitos negativos do ensombramento parcial ao nível da fixação simbiótica do azoto nas leguminosas (ERIKSEN e WHITNEY, 1984). Segundo STEWART (1983) e NATARAJAN e WILLEY (1986), a natureza do «stress» hídrico poderá dificultar a interpretação destes fenómenos pelo que haverá uma série de mecanismos a intervir simultaneamente na relação entre espécies associadas. A este respeito, SANTHIRASEGARAM e BLACK (1968), registaram a influência dos altos níveis de radiação solar e os seus efeitos opostos na condição hídrica do trevo subterrâneo instalado na cultura do trigo, estando os mesmos dependentes das condições locais e sazonais de cultivo, ou seja, mesmo com altos níveis de radiação o crescimento do trevo subterrâneo pode ser reduzido se a condição hídrica for desfavorável.

SAKAI (1961), considerava a existência de uma capacidade competitiva geral que possibilitava a uma variedade a superioridade face às restantes e uma capacidade competitiva específica que permite a superioridade de uma variedade só quando comparada particularmente numa determinada mistura, distinguindo assim as variedades grandes competidoras e aquelas que apenas em situações específicas como tal se comportavam. A capacidade competitiva não estaria necessariamente e só associada a alguns caracteres morfológicos que tornam a planta competitiva para factores tais como a luz, água e nutrientes, mas também relacionada com caracteres genéticos àqueles agregados. Por outro lado será pouco provável que a capacidade competitiva dependa exclusivamente de características genéticas e seja independente de outros aspectos, nomeadamente os que podem proporcionar à planta alguma vantagem competitiva para os vários factores de crescimento. OKA (1960), citado por DONALD (1963), ao estudar a capacidade competitiva, entendendo-a como um carácter genético apenas, encontrou valores muito baixos de heritabilidade. O facto da competição poder ocorrer para factores vários, relaciona a capacidade competitiva com distintas características morfológicas na planta pelo que será difícil aceitar que todas estas características apresentem heritabilidades elevadas de forma a comandarem e assegurarem o sucesso competitivo, uma vez que o fenótipo das plantas apresenta uma forte dependência do ambiente.

O resultado da competição entre espécies em culturas associadas, será sempre a redução na disponibilidade dos recursos para as mesmas. Tal redução e, portanto, o nível de absorção será condicionado pela capacidade de interceptação de uma das espécies associadas. A maior quantidade de recursos retida por uma delas, será a expressão da maior capacidade competitiva das suas plantas e, portanto, reflectirá também a menor capacidade da espécie associada. Para DONALD (1963), TRENBATH (1976) e DAVIS e GARCIA (1983), a grande capacidade competitiva estaria relacionada com características tais como a altura da canópia, o ritmo de crescimento das raízes, ou segundo TRENBATH (1983), com o melhor estado sanitário da cultura ou poderá ainda estar relacionada com as técnicas culturais utilizadas. A capacidade competitiva pode pois ser modificada por factores de natureza ambiental. Exemplificando, leguminosas que são normalmente dominadas por cereais associados, são mais competitivas em situações de níveis baixos de azoto (OFORI e STERN, 1987 c).

O grau de competição traduz a capacidade que cada um dos componentes possui para extrair o factor limitante e a superioridade poderá assentar em características de natureza física e ou fisiológica. As raízes profundas de algumas leguminosas podem apresentar vantagens comparativamente com os cereais na capacidade para extrair água e nutrientes a certos níveis no solo. Esta vantagem encontra-se no entanto atenuada nas estações húmidas nas quais os cereais serão muito pouco afectados pelas leguminosas que lhes estão associadas (NATARAJAN e WILLEY 1985). As condições ambientais assumem portanto um papel importante na expressão do comportamento competitivo da planta, que resultará assim da interacção entre o genótipo e o ambiente. Assim, numa associação de duas ou mais espécies, existirá competição entre elas, resultando das várias interacções a determinação do seu crescimento relativo nas condições ambientais em que se desenvolvem. Daí que, para FUKAI e TRENBATH (1993), a melhor combinação entre espécies sujeita às técnicas culturais adoptadas para umas determinadas condições ambientais, possa apresentar resultados bem distintos num ambiente diferente.

Simultaneamente podemos considerar a existência de uma compatibilidade geral e outra específica, assentes em características morfológicas das quais resultam efeitos espaciais distintos que podem proporcionar às espécies capacidade para utilizarem diferencialmente, a água, nutrientes e radiação solar. RHODES e NGAH (1983), concluíram que a compatibilidade de algumas

gramíneas com os trevos poderia estar relacionada com o facto daquelas terem sido seleccionadas para caules erectos e folhas longas e rígidas. Os mesmos autores referem estar estes aspectos associados a modificações ao nível das raízes, que nestas condições de cultivo se apresentam menos densas e mais longas.

RHODES E MEE (1984) e FRAME e NEWBOLD (1986), consideraram que estes efeitos de compatibilidade podem apresentar-se com natureza temporal permitindo às espécies constituintes da mistura ritmos de crescimento diferenciados e complementares, podendo implicar estes ritmos de crescimento o controle das produções de trevo por parte das gramíneas. A este facto não será alheio o comportamento das espécies (trevos e gramíneas) a baixas temperaturas. O trevo evidenciando um desenvolvimento mais reduzido que as gramíneas a baixas temperaturas, estará competitivamente em desvantagem nas fases iniciais, exibindo o seu potencial com o aumento das temperaturas. CLEMENTS e DONALDSON (1998), referem este efeito de competição da cevada e da aveia em relação ao trevo branco no período de Inverno. O efeito competitivo da presença do cereal sobre o trevo subterrâneo durante o período de Inverno pode não ser no entanto, muito nefasto, pois como foi referido o trevo subterrâneo vê durante esse período a sua actividade vegetativa reduzida. Os autores atrás citados, não aconselham, no entanto, a instalação de cereais na Primavera quando em associação com o trevo branco, pois este exhibe então a sua fase de mais activo crescimento, evidenciando uma capacidade competitiva que os afecta negativamente.

3.4. Complementaridade entre espécies

A competição pode no entanto conferir ao sistema uma certa estabilidade, pois enquanto uma determinada espécie poderá sofrer qualquer situação de carência, a outra poderá compensar aproveitando outros recursos disponíveis. Este aspecto assume particular importância nas zonas marginais que, face à pressão demográfica, foram sendo utilizadas na produção de alimentos. Para WOOLLEY *et al.* (1991) a mistura de espécies é uma forma de, nestas condições, se poder maximizar a utilização de recursos, permitindo a intensificação do uso do solo numa forma sustentável, em oposição aos sistemas baseados na cultura pura, cada vez de mais difícil controle face não só à degradação do solo, como também ao aumento de problemas causados por inúmeras pragas e doenças.

A utilização diferenciada dos distintos recursos, minimizando os aspectos competitivos, é um exemplo generalizado da complementaridade. WILLEY *et al.* (1983) e MIDMORE *et al.* (1988 a), demonstraram a vantagem na utilização de misturas de espécies com diferente fenologia e desenvolvimento como forma de garantir uma maior eficiência no aproveitamento dos recursos naturais. HARRIS e RHODES (1989), citando HARRIS e HOGLUND (1980), referem o facto de as espécies constituintes de uma associação apresentarem as suas fases de crescimento mais activo em distintas épocas, como sendo o factor responsável pela superior produtividade das misturas de gramíneas e leguminosas comparativamente com as respectivas culturas em estreme, assegurando desta forma o desejado efeito de complementaridade. TOW *et al.* (1997), registaram o efeito de complementaridade entre *Digitaria eriantha* e *Medicago sativa* que evidenciaram uma marcada sazonalidade no crescimento devido às diferentes respostas á temperatura. Uma situação semelhante é possível no que respeita à associação do trevo subterrâneo e cereais nas condições mediterrânicas.

Outro aspecto relevante na complementaridade entre espécies, é a estabilização da produção entre anos, ou seja, a possibilidade de cada um dos componentes da mistura se «adaptar» às alterações de natureza climática que ocorrem sazonalmente ao longo do ano (VAN DIJK, 1973), assegurando cada uma delas, nos distintos períodos, a produção. Um dos componentes da mistura, acaba então por preencher a lacuna criada pela incapacidade parcial de manifestação do potencial produtivo da outra num determinado período (WILLIAMS, 1963).

A escolha de espécies e cultivares a utilizar nestas condições deve ser feita de forma a privilegiar as que evidenciam uma maior eficiência na utilização dos recursos por elas utilizados tendo em atenção os aspectos competitivos e a necessidade de se complementarem (THUNG e COCK, 1979; CENPUKDEE e FUKAY, 1992 a). Segundo DAVIS e WOOLLEY (1993), deve-se encontrar o equilíbrio competitivo óptimo entre os componentes da mistura e tentar reduzir a competição seleccionando para plantas menos competitivas e mais eficientes. O benefício resultaria então de se tentar privilegiar a complementaridade entre espécies com redução da competição.

Teoricamente será possível fazer a escolha das espécies a associar em função do seu tipo de sistema radical e visando a complementaridade, quer no que respeita às distintas capacidades para competirem para determinados tipos e formas de nutrientes (ex: fósforo), quer na zona de solo que

exploram. SMITH e ZOBEL (1991), constituíram «screenings» para as características de sistemas radicais, baseados no princípio de que em populações mistas, umas espécies desenvolvem sistemas radicais superficiais e outras mais profundantes explorando distintos nichos ou microambientais, tendo ZOBEL (1991) encontrado uma correlação estreita entre a profundidade do sistema radical e a resistência à secura. Ainda segundo ZOBEL (1991), se do ponto de vista do crescimento e características morfológicas é possível seleccionar para sistemas radicais que satisfaçam agronomicamente, o mesmo não acontecerá de uma forma imediata em relação a aspectos fisiológicos já que muitas dessas características são de natureza poligénica. JOBES e WOODMANSEE (1979), consideram ser também relevante, nas leguminosas em geral, o transporte para a superfície de nutrientes de camadas mais profundas do solo. O maior crescimento em profundidade das raízes destas espécies, permite-lhes extrair a níveis que os sistemas radicais dos cereais normalmente não exploram. Assim, a queda e senescência das folhas (muito acentuada no trevo sujeito a «stress hídrico»), e a sua posterior decomposição e incorporação no solo, tal como a decomposição das raízes, coloca à disposição daqueles, numa forma rápida, quantidades de nutrientes às quais não tinham acesso directo e imediato.

No caso concreto da utilização de cereais instalados sobre pastagens constituídas com base no trevo subterrâneo, onde aparentemente haverá uma espécie dominante (cereal), o objectivo será tirar partido dos «nichos» criados por esta e, neste caso, aproveitar para a produção animal a capacidade de suporte que a produção dos caules e folhas destas asseguram numa determinada época do ano. Por outro lado para DAVIS *et al.* (1986), no caso das pastagens à base de leguminosas, estas ainda que dominadas, asseguram a fixação de N.

3.5. A associação de espécies

As áreas destinadas à produção de alimentos permanecem fixas, ou terão cada vez maior tendência a diminuir, o que obriga os agricultores e técnicos a repensar os seus sistemas de produção tentando torná-los mais eficientes e ajustados às necessidades.

A melhoria da eficiência na utilização dos recursos naturais (ex: radiação) e outros factores (ex: fertilizantes) é possível através da utilização de culturas baseadas na associação de espécies. Para MIDMORE (1993), o manejo destas culturas deve obedecer a princípios naturais

básicos que permitam maximizar a complementaridade e sinergismo entre as espécies utilizadas. O sucesso das culturas associadas assenta, segundo o mesmo autor, na melhor repartição dos recursos naturais disponíveis, no espaço e no tempo, explorando a variabilidade existente entre características dos componentes da mistura tais como, a taxa de crescimento da canópia, a sua forma e altura, a sua adaptação em termos de fotossíntese à radiação solar e a capacidade dos sistemas radicais explorarem a distintas profundidades no solo. Ocasionalmente o comensalismo é conseguido quando uma espécie é beneficiada sem ter prejudicado ou beneficiado a outra de que pode ser exemplo, o fornecimento de azoto e a solubilização do fósforo por parte das leguminosas para a cultura acompanhante.

Tradicionalmente a bibliografia aborda, como já foi referido, as duas formas de competição numa cultura quer seja a resultante do grau de infestação presente quer seja a que pode resultar por exemplo da instalação de uma pastagem sob um cereal. No primeiro caso conhecido que é o efeito depressivo do tipo e grau de infestação na produção de grão, tenta-se resolver o problema utilizando técnicas culturais que permitam eliminar as populações de infestantes criando assim melhores condições para a cultura.

Para maximizar os recursos disponíveis ou a capitalizar no que respeita aos nutrientes, aspecto importante em zonas desfavorecidas, e ou, nas quais os «inputs» se pretendem reduzidos, será de considerar a associação de espécies, com as leguminosas a fixarem o azoto atmosférico que será aproveitado pelas gramíneas acompanhantes (cereais) no ano ou anos seguintes, assim como a libertarem compostos fosfatados das suas raízes.

Quando tentamos instalar pastagens em culturas de cereais pretendemos que, com ambas as comunidades, possamos atingir os objectivos que serão simultaneamente uma produção de matéria seca total e uma produção de grão pouco afectada, e garantir a instalação da pastagem que permanecerá no terreno no ano ou anos seguintes (De PUIS, 1983; JANSON e KNIGHT, 1973; KUST 1968; SCHMID e BEHRENS, 1972). Estes autores, e ainda WAKEFIELD e PEARSON (1964), procuram com a utilização da aveia, como cultura acompanhante, reduzir o grau de infestação em luzerna (*Medicago sativa* L.) sem aplicação de herbicidas. A morfologia e hábitos de crescimento que as espécies pratenses apresentam, geralmente de menor estatura que os cereais, sugerem-nos que, encarando a mistura de espécies como CLEMENTS (1929), citado por ZIMDAHL (1980), o cereal dominará pela sua maior estatura enquanto que as espécies de menor porte e, portanto, potenciais competidores sobretudo para a água e nutrientes, serão

grandemente prejudicados na sua capacidade competitiva e portanto suprimidas KENDAL e STINGER (1985).

Para KENDAL e STINGER (1985) em culturas associadas entre gramíneas e leguminosas a radiação solar seria o factor mais importante a considerar na competição entre espécies. Segundo HAYNES (1980), a competição seria determinada para este factor pela altura das plantas pela área foliar e pelos ângulos de disposição das folhas.

O início da competição entre espécies pode ser atrasado através da sua escolha de forma a permitir datas de instalação distintas. Se a escolha das espécies for correcta, a influência dos factores climáticos (ex: temperatura) no crescimento e desenvolvimento das espécies pode ser modificado.

A adopção das técnicas culturais correctas tais como a densidade populacional, a proporção relativa das diferentes espécies na mistura e a distribuição espacial das plantas, permitem o planeamento na divisão dos recursos disponíveis e o controle de alguns aspectos competitivos.

A forma de utilização da produção, através por exemplo do seu aproveitamento na fase vegetativa, permite a utilização de densidades populacionais mais elevadas visando a obtenção antecipada de determinada produção e reduzindo os efeitos negativos da competição.

A instalação de pastagens com cereal, pode ter nas nossas condições, benefícios que se prendem, por um lado, com a redução de custos e, por outro, com a produção da cultura acompanhante. A exploração do cereal como cultura acompanhante poderá fazer-se para grão, ou forragem verde, seja para conservar normalmente no fim do ciclo ou aproveitar a fase vegetativa através do pastoreio. Outras justificações da técnica residem no efeito protector que a cultura acompanhante pode exercer em relação às plântulas da leguminosa, em relação à competição com as infestantes, bem como o atenuar do efeito causado pelas temperaturas extremas.

WOLLENHAUPT *et al.* (1995), destacam a importância da utilização da aveia como cultura acompanhante, da luzerna (*Medicago sativa*) ao reduzir no ano de instalação a perda de solo por erosão.

Outros autores defendem a existência de competição forte exercida pela cultura acompanhante em relação à leguminosa, de menor porte, para os nutrientes, água e radiação solar (BROUGHAM, 1959; SANTHIRASEGARAM e BLACK 1965). PENDLETON *et al.* (1957)

registaram decréscimos de produção de cerca de 15% na cultura do milho para grão quando se instalou simultaneamente luzerna.

SANTHIRASEGARAM e BLACK (1968), encontraram decréscimos de produção de grão no trigo de 16 e 25% quando lhe associaram uma mistura de azevém e trevo subterrâneo. No entanto, JARVIS *et al.* (1958), não encontraram qualquer efeito depressivo na produção de cevada com a introdução de gramíneas e leguminosas pratenses em trabalhos que decorreram durante seis anos. A justificação para estes resultados poderá estar na inexistência, nas condições do ensaio, de competição para a água e nutrientes. No que respeita à competição para a radiação solar a cevada com um porte mais alto dominará, mas tal como as várias culturas de cereais para grão não utilizará toda a radiação solar disponível, facto que simultaneamente com a água e nutrientes como factores não limitantes, terá permitido o crescimento da pastagem sem afectar o cereal.

Mc GOWAN *et al.* (1973), ao estudar os efeitos da utilização de cevada no crescimento do trevo subterrâneo, verificou que os efeitos negativos registados na produção de trevo eram devidos principalmente à competição para a radiação solar, sobretudo no final do Inverno, início da Primavera e, quando a penetração da mesma através da cevada descia abaixo dos 60%.

Finalmente, a produção de semente e a conseqüente regeneração da pastagem no ano seguinte, poderá estar afectada se a competição exercida for demasiado forte.

PENDLETON e DUNGAN (1953), utilizando aveia e trevo encarnado verificaram que a maiores espaçamentos na entrelinha a aveia tornava-se menos competitiva podendo nestas condições as plantas tirarem melhor partido da radiação solar, água e nutrientes que em situações de entrelinhas mais apertadas. Em relação ao trevo encarnado a produção deste não sofreu alteração em anos normais com o espaçamento entre linhas, tendo no entanto a sua produção beneficiado na estação seca com maiores espaçamento entre linhas na aveia, pelo que a competição para a água terá sido nesta época o factor determinante.

HOEN e HORAM (1967), em condições mediterrânicas concluíram que alternando linhas de cereais e gramíneas pratenses atenuava os efeitos competitivos que aqueles exerciam, relacionando essa competição com o sistema radical e com a radiação solar. Assim, o desenvolvimento das espécies pratenses, quando instaladas conjuntamente com os cereais,

dependerá da distribuição espacial das plantas destes, beneficiando quer de um maior distanciamento entre linhas quer eventualmente de um maior distanciamento entre plantas na linha.

O crescimento da pastagem, quando associado a cereais, parece estar dependente como já foi abordado não só da distribuição espacial das plantas destes, como também da densidade de sementeira utilizada. BULA *et al.* (1954), fazendo variar a densidade de sementeira de aveia de 20 a 110 kg/ha não encontrou diferenças na produção total de matéria seca e grão mas registou decréscimos na produção de trevo e infestantes que lhe estavam associados e de 50% da produção total que chegaram a atingir diminuíram a sua contribuição para a produção até 10% com a utilização das maiores densidades de aveia.

SANTHIRASEGARAM E BLACK (1968), ao estudarem em condições mediterrânicas o crescimento de trevo subterrâneo instalado na cultura do trigo, verificaram que os efeitos nefastos registados na produção daquele ocorriam sobretudo na Primavera, época na qual a água se constitui como factor limitante, o que não aconteceu de Inverno, período no qual a competição por este factor não é tão intensa.

GENEST e STEPPLER (1973), demonstraram no entanto, que o maneio da cultura acompanhante através das várias hipóteses de utilização antecipada poderiam criar condições para as leguminosas receberem maior quantidade de radiação solar e humidade que quando o seu destino era a produção de grão.

A escolha da cultura acompanhante de leguminosas reveste-se segundo SIMMONS *et al.* (1995) da maior importância tendo em atenção o seu ciclo de desenvolvimento, época de corte ou utilização e densidade de sementeira utilizada. FLANAGAN e WASHKO (1950), BRINK e MARTEN, 1986b e NICKEL *et al.* (1990), verificaram com aveia e cevada como culturas acompanhantes que a altura das plantas influenciava a sua capacidade competitiva com a luzerna, concluindo SMITH *et al.* (1986) citado por SIMMONS *et al.* (1995), TESAR e MARBLE (1988) que o baixo porte, maturação precoce, ou a utilização em cortes vários ao longo do ano, retiravam poder competitivo aos cereais tornando-os uma opção de interesse quando utilizados como cultura acompanhante.

SULC *et al.* (1993), ao estudarem gramíneas pratenses e aveia como culturas acompanhantes no estabelecimento de luzerna (*Medicago sativa*), verificaram que geralmente as produções de MS/ha eram superiores com a utilização da aveia como cultura acompanhante com exceção nas condições favoráveis de precipitação nas quais o *L. perenne* como cultura acompanhante conduzia a produções superiores. Este mostrou-se bastante competitivo com a luzerna principalmente nos anos com quantidades adequadas de precipitação. De entre os azevéns estudados, o *L. multiflorum* foi o que se apresentou mais favorável pois possui um rápido estabelecimento e boa produção no ano de instalação, tendo sido o que menores efeitos negativos provocou na luzerna quer no que respeita à sua produção de MS/ha, quer na densidade desta no ano após o estabelecimento. De facto, MARTIN-JAVATO e GARCIA (1980) apenas observaram efeitos negativos da cultura acompanhante (aveia) na instalação e regeneração posterior da pastagem de trevo subterrâneo quando a aveia foi aproveitada para grão e utilizando densidades de sementeira elevadas (100 kg/ha).

A utilização de cereais (aveia, cevada, trigo e triticale) como cultura acompanhante de leguminosas pratenses tem-se revelado com interesse, sem efeitos depressivos na produção de grão (JARVIS *et al.*, 1958), no fornecimento de alimento de Inverno sem prejuízo da produção de trevo subterrâneo (SANTHIRASEGARAM e BLACK, 1968), aumentando a produção de forragem no primeiro aproveitamento a partir da aveia (De PUIS, 1983; JANSON e KNIGHT, 1973; KUST, 1968; PETERS, 1961; SCHMID e BEHRENS, 1972; WAKEFIELD e PEARSON, 1964) e como forma de reduzir o grau de infestação, utilizando aveia em prados de luzerna (JANSON e KNIGHT, 1973; PETERS, 1961; WAKEFIELD e PEARSON, 1964).

A cultura acompanhante pode conduzir a subseqüentes reduções na produção de luzerna (De PUIS, 1983; MOYER, 1985; PETERS, 1961; WADDINGTON e BITTMAN; 1984; WAKEFIELD e PEARSON, 1964). PETERS (1961), sustenta que o recurso a culturas acompanhantes não seria uma boa técnica em condições de sequeiro devido à competição para a água. Os exemplos contraditórios desta hipótese encontrarão explicação nos trabalhos de JANSON e KNIGHT (1973), os quais consideram ser as culturas acompanhantes e a luzerna mais competitivas em regadio que em sequeiro, possivelmente por aquelas nessas condições de crescimento diminuir a quantidade de radiação disponível para as espécies de menor porte.

Assim, PARDO e GARCIA (1984), recomendam pois a utilização do cereal como cultura acompanhante na instalação de pastagens de leguminosas, utilizando densidades de sementeira baixas do mesmo e aproveitando a sua fase vegetativa para efectuar cortes, situação na qual os efeitos seriam até independentes da densidade de sementeira utilizada.

Assegurar-se-ia desta forma o controle da competição, que seria assim reduzida, beneficiando a leguminosa do já citado efeito benéfico das temperaturas, conseguido com a utilização da cultura acompanhante. LANINI *et al.* (1991), obtiveram aumentos significativos na produção de MS resultante de um primeiro aproveitamento com a utilização de cerca de 30 kg de aveia semeada como cultura acompanhante de luzerna (*Medicago sativa* L.) com diminuição do grau de infestação e sem que os subsequentes abaixamentos de produção da leguminosa se continuassem a registar nos anos seguintes como haviam registado PETERS (1961) e De PUIS (1983). Os efeitos positivos da utilização de cereais de Outono - Inverno (cevada e aveia) como culturas acompanhantes de luzerna (*Medicago sativa* L.) e lotus (*Lotus corniculatus*), na redução do grau de infestação são também referidos por FREYMAN e BITTMAN (1990), NAGY (1994) e SIMMONS *et al.* (1995).

Para THOMSON (1979), as alterações da composição florística das pastagens, motivada muitas vezes pela dificuldade de manutenção da leguminosa e conseqüente alteração da relação gramínea/leguminosa, é um dos factores responsáveis pela redução da eficiência dos sistemas de produção animal com ruminantes.

A manutenção da estabilidade entre gramíneas e leguminosas forrageiras devido principalmente a estas serem menos competitivas que aquelas para a radiação, nutrientes e água (HAYNES, 1980), torna-se bastante difícil mesmo em misturas simples. As gramíneas requerem normalmente um adequado fornecimento em azoto quer seja fornecido pelo solo quer através da fertilização enquanto que as leguminosas podem fixar simbioticamente o azoto atmosférico. Se o azoto inorgânico é fornecido através da fertilização, a fixação do azoto atmosférico é bastante reduzida ou mesmo nula (DAVIDSON e ROBSON, 1985). Quando associadas de uma forma desordenada, em mistura, o balanço entre gramíneas e leguminosas é influenciado não só pela capacidade competitiva de cada uma das espécies como também pelo manejo e pelo factores

ambientais (DONALD, 1963; BALL e CRUSH, 1985). Para DONALD (1963), as formas convencionais de distribuição de gramíneas e leguminosas na mistura impedem a possibilidade de simultaneamente serem asseguradas as condições ótimas para o crescimento das várias espécies presentes.

O ordenamento das plantas fazendo alternar faixas de gramíneas e leguminosas puras ou instalando gramíneas em linhas sobre as leguminosas pode ser uma forma de assegurar as condições de desenvolvimento para cada um dos componentes da mistura (FAIREY e LEFKOVITCH, 1990).

Esta técnica permitirá:

1. Minimizar os aspectos competitivos entre as espécies componentes da mistura permitindo aumentar a sua contribuição para a produção total;
2. a optimização de algumas operações culturais que poderão assim ser dirigidas a cada um dos componentes da mistura;
3. que a proporção de cada um dos componentes na mistura seja logo à partida determinada e mantida ao longo do tempo;
4. a ressementeira independente das espécies sem necessidade de mobilização de toda a zona mediante a utilização de equipamento específico (semeador de sementeira directa por exemplo).

3.6. Considerações finais

A concentração das chuvas durante a estação fria, e a quase total ausência delas durante parte da Primavera e totalidade do Verão, condiciona a produção animal com ruminantes, baseada na produção de pastagens e forragens, nas condições do sequeiro mediterrânico (TALAMUCCI e CHAULET, 1989). Como resultado destas características climáticas, a produção de pastagens de sequeiro concentra-se essencialmente na Primavera, durante a qual são produzidos cerca de 65 a 85% da produção anual, alternando com outros nos quais a produção é escassa ou mesmo nula (CRESPO, 1975; SERRANO, 1995). Destes períodos de escassez, existindo para o Verão outras alternativas alimentares, o Inverno apresenta-se como o período, no

qual o recurso à suplementação dos efectivos é mais premente. Assim, a utilização de forragens conservadas durante períodos mais ou menos prolongados do ano (SERRANO e ALMEIDA, 1987), tem sido a estratégia adoptada para fazer face às variações intra e interanuais que se verificam na produção de pastagens. A dificuldade na obtenção destes alimentos, contribui para o aumento dos custos de produção e, por vezes devido ao seu baixo valor alimentar (BENTO,1990), não asseguram só por si, as necessidades dos vários tipos de produção animal aos quais se destinam.

O recurso à utilização dos cereais de sementeira Outono-Inverno, para aproveitamento directo através do pastoreio, é prática corrente em condições ambientais diversas, nomeadamente nas zonas de clima mediterrânico. Por outro lado, é referido por vários autores, entre eles DROUSHIOTIS (1984), o interesse que tem para as zonas Mediterrânicas, a utilização dos cereais explorados com dupla finalidade, ou seja, pastoreio de Inverno e produção de grão ou de forragem para conservar. Os cereais, semeados no Outono, resistindo bem às baixas temperaturas (MOULE, 1971; BELLIDO,1991), em condições normais, asseguram durante o período de Inverno, através da sua facilidade de instalação e do seu rápido crescimento, consideráveis quantidades de alimento de grande valor estratégico se considerarmos a época na qual é produzido, bem como a facilidade com que pode ser aproveitado (DROUSHIOTIS, 1984).

A associação de espécies surge não só como tentativa de aumentar a eficiência de utilização dos vários recursos envolvidos no crescimento vegetal (água, nutrientes e radiação solar), como também para garantir determinados objectivos de utilização da produção final, quer de natureza quantitativa quer qualitativa, sendo a produção de forragem com destino à alimentação animal um bom exemplo (WOOLEY *et al.*, 1991). Embora com maior expressão nas zonas de agricultura tropical, a associação de espécies constitui também nas zonas temperadas uma opção cultural bastante divulgada, sobretudo no caso da produção de pastagens e forragens, e tirando partido da associação de espécies pertencentes a duas grandes famílias: gramíneas e leguminosas (HAYNES, 1980). Algumas destas associações constituem-se como práticas bastante antigas, tendo nas zonas Mediterrânicas grande expressão o cultivo de cereais sob o coberto de olival ou em montados. Mais recentemente ganhou expressão a instalação de pastagens constituídas por misturas de duas ou mais espécies.

Com o recurso a culturas associadas de leguminosas com gramíneas, resultam para o sistema benefícios em termos de poupança nas quantidades de azoto a aplicar, devido não só às quantidades deste nutriente fixadas simbioticamente pelas leguminosas (MYERS e WOOD, 1987; PEOPLES e HERRIDGE, 1990; HEICHEL e HENJUM, 1991), como também às transferências que ocorrem destas para as gramíneas (HEICHEL e HENJUM, 1991), quer pela senescência das folhas BURCH e JOHNS (1978), citados por HAYNES (1980), quer reciclado pela intervenção dos animais em pastoreio (DEAN *et al.*, 1975; WOODMANSEE, 1978).

Assim, duas espécies com hábitos distintos em relação à capacidade e forma de ramificação, distribuição das folhas, diferente porte e forma das suas raízes, diferentes necessidades em nutrientes para além de outras características morfológicas e fisiológicas, assegurariam sempre uma maior produção que as culturas puras, devido à maximização no aproveitamento das condições ambientais (DONALD, 1963). No entanto, da associação de espécies com distinta morfologia e fisiologia, resultam alterações de comportamento que frequentemente se traduzem em competição entre elas HAYNES (19780). Para DONALD (1963), citando CLEMENTS (1929), quando isso acontece uma espécie dominará a relação, com a consequente vantagem das suas plantas em termos produtivos, enquanto a outra será dominada e a produção das suas plantas diminuirá.

No entanto, para MATHER (1961), a associação entre duas ou mais espécies de plantas nem sempre resulta apenas em competição, exemplificando com a associação simbiótica entre leguminosas e gramíneas. Duas plantas não competirão entre si se os factores de crescimento estiverem acima do somatório das necessidades de ambas, estabelecendo-se a competição com um grau tão intenso quanto a sua semelhança morfológica e fisiológica, bem como da coincidência no tempo das suas necessidades em relação a esses mesmos factores (HAYNES, 1980).

De facto, ODUM (1983), defende que da competição entre espécies podem resultar ajustamento equilibrados mesmo entre espécies com semelhantes hábitos e morfologia, desde que utilizem diferentes recursos ou exibam o seu potencial numa forma mais activa em épocas diferentes.

A existência de espécies tolerantes ao ensombramento, que poderão explorar a radiação solar mesmo situando-se a níveis baixos da vegetação (DONALD, 1963), conjuntamente com outras com diferentes capacidades de penetração e concentração das suas raízes (ZOBEL, 1991),

explicarão a grande complexidade das comunidades vegetais naturais tendo em vista um melhor aproveitamento dos recursos (radiação solar, água e nutrientes).

Os diferentes hábitos de crescimento das espécies presentes influenciam o seu comportamento competitivo determinando diferenças na quantidade e qualidade da forragem produzida. Para KENDALL e STRINGER (1985), a competição para a radiação solar é o factor de maior responsabilidade na competição entre espécies nas misturas de gramíneas com leguminosas, relacionando HAYNES (1980), essa capacidade com a altura e com a área e disposição das folhas.

DONALD (1963) e LUDLOW (1978), sugeriram a combinação de leguminosas com maior horizontalidade na disposição das suas folhas, com gramíneas com folhas mais erectas, como forma de minimizar os efeitos competitivos entre gramíneas e leguminosas quando cultivadas em conjunto.

A maior quantidade de volume de solo explorado pelo sistema radical das gramíneas comparativamente com as leguminosas, confere-lhes vantagem competitiva directa, para a água e os nutrientes, sobretudo os de menor mobilidade no solo como o fósforo, e indirecta através do maior crescimento daí resultante, para a radiação solar (EVANS, 1977).

As relações admitidas como possíveis poderão ser incrementadas, atenuadas, invertidas ou até suprimidas fazendo variar a densidade populacional ou o nível de qualquer um dos factores necessários para o crescimento.

Para ZIMDAHL (1980), citando AHLGREN e AAMODT (1939), quando duas espécies estão associadas numa pastagem, a produção por planta de ambas as espécies na mistura deverá ser inferior à produção por planta de cada uma delas quando em cultura pura. PAPADAKIS (1941), citado por DONALD (1963), defendeu a utilização de misturas de cereais com leguminosas para a produção de grão, ao verificar que a produção total da mistura era superior à média da produção dos seus constituintes quando em cultura pura, pelo que, independentemente desse aumento ser conseguido pelo cereal ou pela leguminosa, a instalação deste tipo de misturas garantiria um significativo sucesso. Para MANN e BARNES (1953), não haverá evidente benefício em termos de produção absoluta da mistura entre espécies pratenses e forrageiras, uma vez que ensaios realizados com azevém e trevos conduziram a resultados umas vezes superiores outras inferiores e algumas semelhantes à produção média das duas culturas puras.

Independentemente da obtenção ou não de vantagens com a mistura de espécies no que respeita à produção total absoluta, na instalação de pastagens essa mistura por vezes impõe-se pela necessidade de obtenção de produção em diferentes épocas, ou para tirar partido de algum crescimento sazonal de algumas das espécies, ou para prolongar o período de utilização dos picos de produção obtidos (WILLIAMS,1963; VAN DIJK,1973).

Diferenças sazonais entre espécies no que respeita aos períodos de mais activo crescimento, minimizam os aspectos competitivos, conferindo ao sistema um maior grau de estabilidade da produção, quer ao longo do ano quer entre anos (WILLEY *et al.*, 1983 ; MIDMORE *et al.*, 1988a). Estes aspectos assumem particular importância nas zonas de produção de pastagens no sequeiro mediterrânico, marcadas por grandes irregularidades na produção.

Diferenças na taxa de crescimento e estabelecimento, bem como na capacidade de recrescimento após aproveitamentos, alteram também a capacidade competitiva das plantas. A desvantagem competitiva das leguminosas para a interceptação da radiação e para a absorção de água e nutrientes, comparativamente com as gramíneas (cereais), de maior porte, é notória no que diz respeito à radiação, sobretudo nos períodos durante os quais estas apresentam ritmos de crescimento superiores (HAYNES, 1980). O pastoreio retira, no entanto, capacidade competitiva aos cereais, sobretudo se é efectuado em fases adiantadas do seu desenvolvimento (DUNPHY *et al.*,1982; BONACHELA,1991), pelo que as leguminosas, libertadas então dos efeitos competitivos provocados pelas gramíneas e beneficiando de condições climáticas favoráveis , asseguram noutros períodos do ano, grande parte da produção.

Para MIDMORE (1993) é possível aumentar a produtividade de alguns sistemas, através de um mais racional e efectivo aproveitamento dos recursos disponíveis, recorrendo à instalação de culturas baseadas na associação de espécies. A escolha de espécies e cultivares (THUNG e COCK,1979; CENPUKDEE e FUKAY,1992a), bem como das técnicas culturais mais ajustadas, maximizam a sua complementaridade e sinergismo, minimizando os aspectos competitivos permitindo, assim, uma mais eficaz utilização dos recursos no espaço e no tempo (HAYNES, 1980). A instalação de cereais como cultura acompanhante na instalação de leguminosas forrageiras e pastagens é referida por SCHMID e BEHRENS (1972) e TESAR e MARBLE (1988), melhorando a sua instalação e reduzindo o grau de infestação (TESAR e MARBLE ,1988; LANINI *et al.* ,1991). SIMMONS *et al.* (1992), referem a utilização de algumas variedades de aveia e cevada, que devido à sua baixa agressividade competitiva, se mostraram

interessantes, ao serem utilizadas como culturas acompanhantes de leguminosas pratenses. Nos sistemas Mediterrânicos, a instalação de cereais em linhas numa pastagem de sequeiro à base de leguminosas, poder-se-á revelar uma técnica com interesse, não só pelos aspectos já referidos, como também e sobretudo, pela quantidade de alimento por eles fornecido, aumentando a produtividade dessas pastagens num período de grandes carências alimentares como é o Inverno, com efeitos competitivos atenuados (DONALD,1963), devido á fase inicial de desenvolvimento na qual são aproveitados, assim como às baixas densidades de sementeira com que são instalados.

O maneiio destas culturas e sobretudo as diversas formas de aproveitamento podem alterar o comportamento das espécies no que respeita à compatibilidade entre elas (SHAEFFER, 1989). Para SMITH e NELSON (1969), as espécies com porte prostrado possuem maior capacidade de persistência que as de porte erecto face a frequentes cortes. Esta persistência será conferida pela maior capacidade fotossintetizante dos seus tecidos que favorece a disponibilidade de hidratos de carbono com vantagens do nível da taxa de crescimento e da ressementeira natural mesmo quando intensamente utilizadas. (SMITH e NELSON, 1969; SEANEY, 1973; BOOYSEN e NELSON, 1975; COUTS *et al.*, 1984).

MOOSO e WEDIN (1990) confirmou estas hipóteses demonstrando que a escolha das espécies, a densidade populacional, a sua distribuição espacial bem como outras técnicas culturais são importantes, quer ao nível das produções quer influenciando composição florística. BEUSELINCK *et al.* (1992) reforçaram estes aspectos colocando em evidência a importância ainda do maneiio das misturas, no que respeita à compatibilidade entre espécies.

III . MATERIAL E MÉTODOS

A realização deste trabalho conduziu à necessidade de instalação de quatro ensaios (Espécies, Densidades/Entrelinhas, Adubações e Frequência de Cortes). Como todos os ensaios foram instalados no mesmo local, e como em todos eles existe a pastagem de trevo subterrâneo, instalada sempre com recurso à mesma técnica cultural, existem vários aspectos comuns que são abordados antes da descrição individual de cada um dos ensaios.

1. LOCALIZAÇÃO

Os ensaios, que decorreram nos anos agrícolas de 1991/1992 a 1995/1996, foram instalados na Courela de Vale de Rodez Novo, situada a sensivelmente 10 km para Sudoeste de Évora, na freguesia de Nossa Senhora de Machede, no Concelho de Évora, apresentando uma altitude de 233 m, latitude 38°32'N e longitude 07°51'W.

Este pequeno prédio de cerca de 33 ha faz parte de um património rústico, suporte fundiário de uma empresa agro-pecuária cujas principais actividades produtivas são as culturas arvenses de sequeiro (cereais, forragens e oleaginosas) para além da produção de ovinos. Assim, os solos no local de ensaios têm sido explorados de uma forma relativamente intensa com a produção de cereais nos últimos cinquenta anos.

2. CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA

2.1. Caracterização do Solo

Os solos da zona na qual os ensaios foram implantados estão cartografados como sendo Solos Mediterrâneos Pardos de Xistos ou Grauvaques (Px) (CARVALHO CARDOSO, 1965).

O perfil de solo aberto no local dos ensaios, apresentou-se com características muito semelhantes às descritas por CARVALHO CARDOSO (1965), para este tipo de solos. Assim, verificámos a existência de:

Horizonte Ap – 20 cm de profundidade, de cor pardo-amarelado e com uma estrutura granulosa fina. Transição gradual para

Horizonte B - 20 – 43 cm, de cor pardo amarelado e com uma estrutura anisotrófica angulosa média moderada.

Segundo este autor, nos Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Não Calcários, a textura das camadas superficiais é ligeira, aumentando bastante a percentagem de argila no horizonte *B* fazendo com que estes solos tenham como característica genética principal a presença de um horizonte *B* do tipo «textural» de relativamente pequena insaturação, devido ao clima pouco húmido em que se situam. Nos solos cultivados deste agrupamento a percentagem de matéria orgânica é sempre baixa mas em incultos pode atingir valores elevados, decrescendo muito, em geral gradualmente com a profundidade. A relação C/N é normalmente baixa nos solos sujeitos a cultura, mas parece ser elevada nos incultos. A capacidade de campo tem valores moderados ou elevados e a capacidade utilizável aparenta ser baixa nos horizontes superficiais e mediana nos inferiores. Os horizontes inferiores são no entanto, dificilmente penetráveis pelas raízes pelo que, em condições naturais, não fornecerão às plantas quantidades importantes de humidade.

Os dados analíticos físicos e químicos de amostras recolhidas no local dos ensaios, são apresentados no quadro III. 1.

Quadro III. 1. Dados analíticos físicos e químicos do solo.

	HORIZONTE Ap	HORIZONTE B
Profundidade (cm)	0-20	20-43
Estrutura	Granulosa fina	Anisoforme
ANÁLISE TEXTURAL		
Areia grossa (%)	11.8	11.8
Areia fina (%)	55.3	43.1
Limo (%)	10.7	12.4
Argila (%)	22.1	32.8
Classe	Franco – argilo - arenosa	Franco – argilosa (transição para)
pH (H ₂ O)	5.88	4.84
pH (KCl)	6.30	4.95
Água a pF 2.54 (%)	24,23	25.1
Água a pF 4.2 (%)	7.3	4.53
Matéria Orgânica (%)	1.35	1.27
Fósforo (P ₂ O ₅) ppm	42	14
Potássio (K ₂ O) ppm	70	70

A opção de instalação dos ensaios nestes solos encontra justificação pela sua elevada representatividade no país e por ser um solo onde o aumento das áreas de pastagens é previsível. De facto segundo AZEVEDO (1997) os solos de xistos representam cerca de 30% do nosso território.

Nestes solos, e tendo em atenção a necessidade de adopção de sistemas produtivos perfeitamente coerentes com as actuais e futuras orientações da Política Agrícola na Comunidade, será de esperar que a sua ocupação possa eventualmente passar por sistemas produtivos que façam incluir o recurso ao aumento da instalação de áreas de pastagens e forragens.

2.2. Caracterização Climática

O Posto Meteorológico dos Currais é o que se situa mais próximo do local dos ensaios. No entanto devido à descontinuidade verificada no registo dos dados meteorológicos nesse posto, optámos por trabalhar e apresentar os dados relativos à Estação Meteorológica de Évora.

Assim apresentaremos para os anos de ensaios (1991/1992 a 1995/1996) os valores relativos aos elementos climáticos que consideramos de maior pertinência.

O ano de 1991/1992, como podemos observar no Quadro III.2, apresentou valores de temperatura média mensal próximos dos valores normais para o período de Inverno, tendo tido durante a Primavera temperaturas médias mensais superiores ao normal.

O valor da precipitação anual foi muito abaixo do valor normal, particularmente para o período de Setembro a Fevereiro. No mês de Março ocorreram apenas 13,1 mm de precipitação tendo-se registado nos meses de Abril e Maio precipitações relativamente mais elevadas ainda que abaixo do normal para estes meses.

Quadro III. 2. Valores de temperatura e precipitação referentes ao ano agrícola 1991/1992. Posto Meteorológico de Évora (INMG).

MÊS	T. MINÍMA	T. MÉDIA	T. MÁXIMA	PRECIPITAÇÃO	PRECIPITAÇÃO TRIMESTRE	PRECIPITAÇÃO ACUMULADA
SET.	16.9	22.5	28.1	24.3		24.3
OUT	11.1	15.4	19.7	42.2		66.5
NOV	8.5	12.3	16.2	14.9	81.4	81.4
DEZ	7	10.5	14.1	48.6		130
JAN	3.2	7.5	11.7	23.2		153.2
FEV	6	10.4	14.7	22.5	94.3	175.7
MAR	8.1	13.5	18.9	13.1		188.8
ABR	9.4	14.6	19.9	58.9		247.7
MAI	13.3	18.8	24.3	50.2	122.2	297.9
JUN	12.7	17.6	22.6	46.1		344
JUL	16.9	24.6	32.2	0.2		344.2
AGO	18.3	24.6	30.9	5.8	52.1	350

No ano de 1992/1993 (Quadro III.3), registaram-se temperaturas médias mensais do ar acima do normal, particularmente no período de Novembro a Janeiro. No período da Primavera as temperaturas foram ligeiramente mais baixas que o normal para a época.

O valor da precipitação anual foi abaixo dos valores normais tendo ocorrido apenas 5,6 mm de precipitação no mês de Novembro o que marcou negativamente este ano de ensaios ao atrasar bastante a emergência.

Quadro III.3. Valores de temperatura e precipitação referentes ao ano agrícola 1992/1993. Posto Meteorológico de Évora (INMG).

MÊS	T. MINÍMA	T. MÉDIA	T. MÁXIMA	PRECIPITAÇÃO	PRECIPITAÇÃO TRIMESTRE	PRECIPITAÇÃO ACUMULADA
SET.	13.9	20.4	27	21.4		21.4
OUT	11.1	14.9	18.9	69.6		91
NOV	10.2	14	17.9	5.6	96.6	96.6
DEZ	7.6	10.5	13.4	88		184.6
JAN	5.4	9.7	14	23.6		208.2
FEV	5.8	9.6	13.4	40.9	152.5	249.1
MAR	7.6	12.4	17.2			279.1
ABR	8.1	12.6	17	63.9		343
MAI	10.5	14.9	19.3	81.2	175.1	424.2
JUN	14.7	20.1	25.4	11.5		435.7
JUL	17.5	25.1	32.7	0		435.7
AGO	17	23.8	30.5	0.2	11.7	435.9

Registaram-se ainda para o período de Dezembro a Fevereiro precipitações muito abaixo do normal para a época, tendo-se registado no mês de Março a precipitação mais elevada para os primeiros quatro anos de ensaio (30 mm), muito abaixo no entanto dos valores normais para este mês.

O ano de 1993/1994 (Quadro III. 4), decorreu com temperaturas médias do ar ligeiramente abaixo do normal para o período de Outubro a Maio, com excepção do mês de Março que registou temperaturas médias acima do normal.

A precipitação anual registada foi muito próxima da normal. No entanto, foi muito superior à normal para o período até finais de Novembro e a ocorrida durante este mês concentrou-se principalmente nos últimos dias, não proporcionando uma emergência rápida para as espécies

MATERIAL E MÉTODOS

instaladas. De Dezembro até Maio a precipitação ocorrida situou-se a cerca de 50% da precipitação normal para o período, tendo-se registado apenas 4,7 mm no mês de Março.

Quadro III.4. Valores de temperatura e precipitação referentes ao ano agrícola 1993/1994. Posto Meteorológico de Évora (INMG)

MÊS	T. MINÍMA	T. MÉDIA	T. MÁXIMA	PRECIPITAÇÃO	PRECIPITAÇÃO TRIMESTRE	PRECIPITAÇÃO ACUMULADA
SET.	13.3	17.9	22.5	44.4		44.4
OUT	11.1	13.8	17.4	156.7		201.1
NOV	10.2	11.8	15.1	95.3	296.4	296.4
DEZ	7.6	9.7	13.1	7.6		304
JAN	5.4	8.9	12.4	78.2		382.2
FEV	5.8	9.6	13.2	96.6	182.4	478.8
MAR	7.6	14.6	19.7	4.7		483.5
ABR	8.1	13.3	18.5	27		50.5
MAI	10.5	15.8	20.4	96.8	128.5	607.3
JUN	14.7	21.5	28.1	0		607.3
JUL	17.5	22.2	29.8	0		607.3
AGO	17	22.8	29.9	0.3	0.3	607.6

Quadro III. 5. Valores de temperatura e precipitação referentes ao ano agrícola 1994/1995. Posto Meteorológico de Évora (INMG)

MÊS	T. MINÍMA	T. MÉDIA	T. MÁXIMA	PRECIPITAÇÃO	PRECIPITAÇÃO TRIMESTRE	PRECIPITAÇÃO ACUMULADA
SET.	14	19.5	24.9	0.6		0.6
OUT	13.2	17.2	21.3	56		56.6
NOV	10.6	14.2	17.8	64.1	120.7	120.7
DEZ	7.8	11	14.3	37.3		158
JAN	6.3	9.8	12.2	43		201
FEV	7.3	10.9	14.6	49.9	130.2	250.9
MAR	8.5	13.4	18.2	16.6		267.5
ABR	10	15.9	21.8	25.8		293.3
MAI	13.1	18.8	24.7	18.6	61	311.9
JUN	14.3	20.7	27.1	28.1		340
JUL	16.7	23.8	30.9	37.7		377.7
AGO	17.5	24.6	31.7	0	65.8	377.7

O ano de 1994/1995 (Quadro III. 5), decorreu com temperaturas médias ligeiramente mais altas que o normal. A precipitação ocorrida situou-se muito abaixo dos valores normais quer para o período de Outono – Inverno quer para o período da Primavera.

No entanto, a ocorrência da precipitação durante o mês de Novembro proporcionou boas condições de emergência para as espécies instaladas. A Primavera foi seca (61 mm de Março a Maio) tendo ocorrido apenas 16.6 mm de precipitação durante o mês de Março.

O ano de 1995/1996 (Quadro III. 6), decorreu com temperaturas médias ligeiramente mais altas que o normal, de Outubro a Janeiro, apresentando o período de Fevereiro a Maio, valores muito próximos dos valores normais para a época.

Quadro III. 6. Valores de temperatura e precipitação referentes ao ano agrícola 1995/1996.
Posto Meteorológico de Évora (INMG)

MÊS	T. MINÍMA	T. MÉDIA	T. MÁXIMA	PRECIPITAÇÃO	PRECIPITAÇÃO TRIMESTRE	PRECIPITAÇÃO ACUMULADA
SET.	13.7	19.1	24.5	36.9		36.9
OUT	14.6	19.7	24.8	14		50.9
NOV	12	14.8	17.5	192.2	243.1	243.1
DEZ	9.2	11.4	13.7	297		540.1
JAN	7.6	10.5	13.3	263.1		803.2
FEV	4.2	8.9	13.5	54.2	614.3	857.4
MAR	7.5	12.1	16.6	55.7		913.1
ABR	9.2	14.8	20.5	33.2		946.3
MAI	10.6	16.3	22	116.8	205.7	1063.1
JUN	14.4	22.8	31.1	8.5		1148.1
JUL	15.8	24.3	32.8	2.2		1170.1
AGO	14.8	22.4	30	0.2	10.9	1170.3

A precipitação ocorrida situou-se muito acima dos valores normais quer para o período de Outono - Inverno (243 mm até Novembro, e 614 mm até Fevereiro), quer para o período da Primavera (205 mm entre Março e Maio). No entanto, a ocorrência de precipitação anormalmente elevada no período de instalação das culturas de Outono – Inverno proporcionou-lhes péssimas condições de emergência e desenvolvimento inicial pelo que, do facto da Primavera ter ocorrido com quantidades de precipitação acima dos valores normais de precipitação, e durante o mês de

Março terem ocorrido 55.7mm, não se pôde tirar partido, pois as produções ficaram comprometidas pelo excesso de água na fase inicial de desenvolvimento da cultura.

3. TÉCNICA CULTURAL

Ao pretendermos estudar da viabilidade da introdução de cereais em linhas em pastagens de trevo subterrâneo bem instaladas, e necessitando de repetir os ensaios ao longo de vários anos, optámos por instalar anualmente em locais distintos essa pastagem, utilizando uma elevada densidade de sementeira do trevo, de forma a podermos assim obter um povoamento semelhante ao de uma pastagem já bem instalada.

A utilização das densidades de sementeira do trevo subterrâneo que normalmente se usam na instalação de pastagens aumentaria os riscos de insucesso, para além de necessitarmos seguramente de 2 - 3 anos com condições favoráveis para obtermos um bom povoamento.

A hipótese de utilização da mesma área de pastagem na qual anualmente fossem introduzidos os cereais, representaria uma pastagem com anos distintos após a instalação, seguramente com dinâmicas distintas face às condições impostas pela forma como os mesmos a influenciam, o que não garantiria a homogeneidade que possibilitasse comparar situações com precedentes culturais idênticos.

Garantimos com esta prática anual a obtenção de uma pastagem com um bom povoamento e com grande homogeneidade, o que nos permite eliminar o erro que seria a comparação de resultados de utilização da técnica em pastagens com diferentes anos de instalação.

3. 1. Instalação da pastagem

A rotação praticada nesta unidade produtiva da exploração, que nos dá uma ideia sobre o grau de intensificação cultural, nomeadamente no que respeita aos cereais, é a seguinte:

(ALQUEIVE → GIRASSOL) → TRIGO → TRIGO

A pastagem foi anualmente instalada na folha de alqueive da exploração tendo tido sempre o girassol como precedente cultural.

O controle de infestantes foi conseguido através das operações de mobilização (escarificação e ou gradagem) realizadas após as primeiras chuvas terem ocorrido. A opção por esta data e forma de instalação, visou a tentativa de garantir um bom controlo de infestantes, pois caso contrário o grau de infestação, muito prejudicaria o estudo dos aspectos competitivos que ocorrem entre o trevo subterrâneo e o cereal.

A sementeira do trevo subterrâneo foi efectuada a lanço com posterior rolagem e utilizando 100 kg/ha de cada uma das cultivares – *Trifolium subterraneum* cv Nungarin e *Trifolium brachycalicinum* cv Clare, perfazendo um total de 200 kg/ha.

Os cereais foram semeados na mesma data, manualmente e em linhas previamente abertas no terreno, simulando uma situação de sementeira directa do cereal numa pastagem já instalada, mas antes da sua emergência na altura das primeiras chuvas.

A fertilização consistiu numa adubação de fundo que forneceu 40 unidades de N (150 kg/ha de Nitrolusal 26%) e 36 unidades de P205 (200 kg/ha de Superfosfato de Cálcio 18%), tendo os adubos sido distribuídos a lanço e incorporados no solo com as operações de mobilização efectuadas para a instalação da pastagem.

4. PARÂMETROS MEDIDOS

4.1. Produção de Matéria Seca (MS/ha)

Foi feita a determinação da produção de matéria seca do cereal, trevo subterrâneo e total. Estes parâmetros foram determinados por corte de toda a biomassa do talhão e separação das espécies. O cereal foi cortado com recurso à utilização de tesouras de sebes *Gardena* com lâminas onduladas de precisão. As lâminas onduladas de precisão promovem o corte simples da planta sem haver dano nos tecidos, não prejudicando o posterior recrescimento, e ao efectuarem o corte dentro da área de corte, evitam com a ajuda de tabuleiros laterais a elas aplicados que o material vegetal seja projectado para o chão. O trevo subterrâneo foi cortado com cortadores de relva *Gardena* (accu-system V12) com patim deslizante para assegurar uma altura de corte constante e com larguras de corte de 10 e 20 cm para poderem trabalhar nas entrelinhas utilizadas. São cortadores com duas afiadas lâminas bifacetadas que em movimento alternativo efectuam um corte simples na planta facilitando assim o recrescimento.

A determinação da produção de matéria seca foi realizada em épocas diferentes correspondentes ao número de cortes efectuado:

- O primeiro corte efectuou-se quando o cereal se encontrava em pleno afilhamento (estado 2.5 da escala de Zadock);
- o segundo corte efectuou-se no segundo ciclo de crescimento do cereal apresentando-se o cereal normalmente para além do estado 2.5 da mesma escala;
- o terceiro e quarto cortes efectuaram-se na fase reprodutiva do cereal e do trevo e sempre que a cultura teve condições de recrescimento após os primeiros aproveitamentos.

Em cada um destes cortes, procedeu-se também à colheita do trevo subterrâneo sempre que a oferta alimentar e o recrescimento por parte deste, foi suficiente para tal.

Consideraram-se dois períodos de aproveitamento, o Inverno (até final de Fevereiro, início de Março) e a Primavera (de Março em diante). Para estes períodos calcularam-se os totais por espécie, assim como os totais resultantes do somatório das duas espécies.

Assim foi-nos permitido obter a produção por espécie e por corte, a produção total por corte, a produção por período de aproveitamento e por espécie, a produção total por período de aproveitamento, bem como as produções totais por ciclo e por espécie e totais finais.

4.2. Análises físico-químicas

4.2. 1. Teor de Matéria Seca (MS)

As amostras foram secas em estufa com ventilação forçada durante 36 horas a 65°C, tendo sido posteriormente moídas em moinho de facas eléctrico com crivo de malha redonda de 1 mm de diâmetro. A humidade residual foi determinada em subamostras de 2.5 gr em estufa a 105 °C durante 24 horas, sendo utilizado o resultado desta determinação para corrigir o teor de MS determinado na 1ª desidratação. O teor em cinzas foi determinado sobre as mesmas subamostras incineradas em mufla a 550 °C durante 3 horas.

4.2. 2. Digestibilidade da Matéria Orgânica em Percentagem da Matéria Seca (DOMD)

Este parâmetro foi determinado pelo método de TILLEY e TERRY (1963), modificado por R. ALEXANDER (1966) utilizando-se posteriormente a seguinte relação para os cereais e para o trevo subterrâneo e para cada um dos cortes efectuados:

$$DOMD\% = \frac{MOD\% \times (100 - cinzas\%)}{100}$$

4.2.2.1. Energia Metabolizável (E.M.)

A energia metabolizável por kg de matéria seca do cereal e do trevo subterrâneo por corte foi calculada segundo MAFF (1975) através da fórmula $EM = 0.16 \times DOMD$.

O total de energia metabolizável produzida por unidade de área foi calculado para os vários cortes e períodos de aproveitamento - $EM/ha = EM \times MS/ha$

4.2.3. Proteína Bruta (PB)

O azoto (N) total foi determinado pelo método Macro-Kjeldahl, usando como catalizador o Selénio, tendo a recepção da amónia sido feita no ácido Bórico (AOAC, 1975). Os teores foram utilizados para o cálculo da proteína bruta :

$$PB = N \times 6.25.$$

A quantidade total de PB produzida foi calculada para as duas espécies, para os vários cortes e períodos de aproveitamento :

$$PB/ha = PB \times MS/ha$$

4.3. Regeneração da pastagem no ano seguinte

Interessa saber não só o efeito das técnicas em estudo na produção de alimento especialmente no período de escassez de Outono-Inverno, mas também o seu efeito na capacidade de regeneração da pastagem no ano seguinte. Na verdade, segundo Mc GOWAN (1973), a competição entre a cultura acompanhante (cereal) e o trevo subterrâneo pode ser tão intensa em determinadas fases, sobretudo se aquele for aproveitado num só corte para forragem no final do ciclo, ou na produção de grão, que a produção de semente de trevo subterrâneo pode ser muito afectada.

Por outro lado a capacidade de regeneração de uma pastagem de sequeiro à base de trevos subterrâneos de ano para ano, guardará não só relação com a quantidade de sementes produzidas no ano anterior como também com outros factores, nomeadamente os relacionados com o mecanismo de estabelecimento e abrandamento da dureza da semente, e aqueles que de alguma forma intervêm de ressementeira natural (natureza física dos solos, maior ou menor capacidade que as cultivares possuem para enterrar os glomérulos, e condições climáticas para a germinação e emergência (QUINLIVAN e FRANCIS, 1971).

Para tentar avaliar a capacidade regenerativa da pastagem, no que respeita apenas ao número de plantas emergidas, após a introdução do cereal e respectiva técnica cultural, foram efectuadas contagens em todos os ensaios. Em cada talhão foram efectuadas contagens em 5 estações. As estações foram definidas de forma aleatória na área do talhão representando cada uma delas $0,1\text{m}^2$.

5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A análise de variância foi feita de acordo com o delineamento experimental utilizado nos ensaios, ou seja, blocos casualizados, tendo-se utilizado o programa MSTAT (Michigan State University).

A separação de médias foi feita sempre que o teste de F revelou uma probabilidade do erro justificar a diferença menor ou igual a 5% ($p \leq 5\%$), pelo teste de separação múltipla de médias de DUNCAN.

A separação de médias, em situações em que a probabilidade do erro justificar a diferença foi $\leq 10\%$, foi feita por se considerar que, dada a natureza do ensaio tal se justificava.

O efeito das interacções são referidos e apresentados quando são significativos. Sempre que tal não sucedeu são apenas separadas as médias dos efeitos primários dos tratamentos.

Nos quadros de resultados em que são apresentadas interacções entre dois factores, as letras minúsculas separam médias ao nível de interacção (combinação de dois factores) e as letras maiúsculas separam as médias dos efeitos primários de cada um dos factores.

6. ENSAIOS REALIZADOS

A hipótese de base deste trabalho, é a de que, a introdução de cereais em linhas numa pastagem à base de trevo subterrâneo pode aumentar a disponibilidade de alimento no período de Inverno. No entanto, várias questões se colocam em relação à técnica cultural a utilizar, tendo-se procurado dar resposta a algumas no presente trabalho.

Assim realizaram-se ao longo de cinco anos os ensaios de Espécies, Densidades/Entrelinhas, Adubações e de Frequência de Cortes.

6.1. Ensaio de Espécies

Como já referimos, para MIDMORE (1993) o aumento da produtividade em culturas associadas é possível através de uma melhor rentabilização dos recursos naturais (radiação solar) ou aplicados (fertilizantes). O sucesso destas culturas passa pela escolha das espécies e ou cultivares que permitam maximizar a sua complementaridade e sinergismo minimizando a competição entre elas, utilizando técnicas culturais e de manejo acessíveis do ponto de vista económico e de generalização das mesmas.

Para PARDO e GARCIA (1984), os cereais de Inverno, com a sua facilidade de estabelecimento, a segurança da sua produção, a facilidade e versatilidade no aproveitamento, constituem um recurso de grande interesse estratégico na programação alimentar nos períodos de escassez. Assim, a sua introdução anual em pastagens permanentes ou temporárias, através da utilização de técnicas de baixos custos, poderá revelar-se com interesse pelo aumento da produtividade total e ou em parte do ano e sem prejuízo na manutenção do potencial quantitativo e qualitativo das leguminosas instaladas. Devido ao seu comportamento, particularmente durante a época de temperaturas mais baixas (Outono - Inverno) os cereais sempre tiveram papel importante ao constituírem-se como a principal fonte de produção forrageira anual, quer resultante de cultura pura quer associados com leguminosas (COCKS, 1988a).

A utilização da aveia e da cevada como culturas acompanhantes de leguminosas visando objectivos vários que vão desde a redução do grau de infestação até à tentativa de obtenção de

maior disponibilidade de alimentos em certas fases do ano, são descritos por LANINI *et al.* (1991), SIMMONS *et al.* (1995), entre outros, que citando SMIDT (1973), colocam em destaque a utilização de culturas acompanhantes datando nos EUA desde o século XVIII. A utilização do triticales como cereal forrageiro impõe também que este possa ser testado nesta opção cultural.

A hipótese de base deste ensaio foi assim a de que, a introdução de um cereal, em linhas, numa pastagem de trevo subterrâneo, poderá aumentar a produtividade da pastagem, particularmente durante o Inverno, uma das épocas de escassez alimentar no ambiente mediterrânico. Logicamente, várias questões se colocam em função desta hipótese e que constituíram objectivos específicos deste ensaio, nomeadamente:

- Qual a espécie de cereal mais vantajosa;
- como se comporta a associação das duas espécies face à irregularidade climática, quer no período de Outono-Inverno, quer no período de Primavera;
- qual o efeito do cereal na produção de semente de trevo subterrâneo e consequente restabelecimento da pastagem no ano seguinte.

6.1.1. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos em estudo foram quatro:

Trevo s/cereal

Trevo + aveia (*cv.* S. Mateus)

Trevo + cevada (*cv.* Sereia)

Trevo + triticales (*cv.* Borba)

O ensaio foi delineado em blocos casualizados com quatro repetições. Na análise do parâmetro produção de cereal, o tratamento s/cereal foi excluído.

A escolha da *cv* «S. Mateus» justifica-se devido ao facto de segundo MAÇÃS *et al.* (1993) esta possuiu um rápido crescimento inicial permitindo uma produção elevada no Inverno

exibindo ainda boa capacidade de recrescimento que permite obter a produção repartida por dois cortes.

A cevada cv «Sereia» poderá responder aos objectivos de produção pretendidos, por ser uma cultivar muito precoce e apresentar boa produtividade no período de Inverno.

O triticales cv. «Borba» classificado por ROMANO (1987) como precoce, tem um crescimento rápido no período Outono - Inverno permitindo o pastoreio no cedo o que será de considerar face à necessidade de aumento da quantidade de alimento produzido neste período.

Os talhões tinham as dimensões de 2m x 4 m.

6.1.2. Instalação

A instalação do ensaio, bem como os cortes efectuados, aconteceram ao longo dos anos da forma como o Quadro III.7. indica.

Quadro III. 7. : Calendário das operações culturais. Ensaio de Espécies.

ANO	SEMENTEIRA	EMERGÊNCIA	CORTES							
			CEREAL				TREVO SUBTERRÂNEO			
			1	2	3	4	1	2	3	4
1991/92	7 Nov.	16 Nov.	27/Dez	14/Fev	4/Abr	-	26/Dez	14/Fev	4/Abr	-
1992/93	3 Nov.	25 Nov.	26/Jan	25/Fev	10/Abr	-	-	25/Fev	10/Abr	-
1993/94	11 Nov.	15 Dez.	2/Fev	10/Mar	4/Maio	-	-	10/Mar	4/Maio	-
1994/95	27 Out.	13 Nov.	26/Dez	8/Fev	29/Mar	-	26/Dez	8/Fev	29/Mar	20/Abr

Na instalação deste ensaio que ocorreu durante 4 anos (1991/1992 a 1994/1995), a técnica cultural utilizada para a instalação da pastagem foi comum a todos os ensaios e já descrita, na sua generalidade no ponto 3.1. deste capítulo.

Os cereais foram instaladas em linhas com espaçamento de 25 cm entre elas.

Para os cereais em estudo (Aveia, cevada e triticales) utilizou-se uma densidade de 100 sementes/m².

A fertilização consistiu numa adubação de fundo que forneceu 40 unidades de N (150 kg/ha de Nitrolusal 26%) e 36 unidades de P₂O₅ (200 kg/ha de Superfosfato de Cálcio 18%), conforme foi descrito em 3.1.

6.2. Ensaio de Densidades / Entrelinhas

As necessidades e a forma de utilização dos recursos poderão ser influenciadas pelas densidades populacionais dos componentes da mistura.

Os efeitos da densidade populacional, distância entre linhas, e proximidade entre plantas no que respeita à eficiência na utilização da água são inconsistentes (NATARAJAN e WILLEY, 1980 a,b; HULUGALLE e LAL 1986; KUSHNAHA e DE, 1987).

É possível considerar como já referimos uma grande diversidade de canópias resultantes das várias formas de distribuição espacial, altura das plantas, tamanho forma e orientação da folha (CALDWELL, 1987).

A associação de espécies altera portanto o ambiente de algumas plantas no que respeita à radiação solar, principalmente naquelas que se desenvolvem a níveis baixos da canópia e que sofrem ensombramento. Como resultado a fisiologia e morfologia dessas plantas aparece alterada.

Assumida esta alteração de comportamento dos vários componentes da mistura face aos vários factores envolvidos no crescimento, como resultado das diferentes técnicas culturais utilizadas, fará pois sentido considerar tais aspectos numa perspectiva de tentar encontrar quer a

população ideal quer a melhor forma de a distribuir no espaço (NORMAN, 1974; WILLEY, 1979 a,b; FRANCIS, 1989), visando uma melhor rentabilização dos recursos e o controle da competição de forma a poderem ser atingidos os objectivos de produção pretendidos, pelo que se realizou durante dois anos o ensaio de Densidades/Entrelinhas.

O objectivo deste ensaio foi, assim, o estudo do efeito de diferentes densidades e distância da entrelinha a utilizar na instalação do cereal, sobre as questões anteriormente colocadas, ou seja, a produtividade da mistura em cada um dos períodos do ano e o restabelecimento da pastagem no ano seguinte.

Este ensaio teve início no segundo ano do projecto, em função dos resultados do primeiro ano relativos ao ensaio de espécies. A cevada foi o cereal seleccionado, uma vez que se tinha mostrado mais produtivo no período de Outono – Inverno.

6. 2. 1. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos em estudo foram os seguintes:

DENSIDADES

D₁ – sem cevada

D₂ – 100 sementes/m²

D₃ – 200 sementes/m²

ENTRELINHAS

E₁ – 20 cm na entrelinha

E₂ – 40 cm na entrelinha

O ensaio foi delineado em blocos casualizados com seis repetições estando os tratamentos em combinação factorial.

Os talhões tinham as dimensões de 1,6m x 3 m.

6.2.2..Instalação

Na instalação deste ensaio que ocorreu durante dois anos (1992/1993 e 1993/1994) a técnica cultural utilizada para a instalação da pastagem foi também a já descrita em 3.1.

A fertilização consistiu, tal como no ensaio de espécies, numa adubação de fundo na qual se aplicaram 40 unidades de N (150kg/ha de Nitrolusal 26%) e 36 unidades de P₂O₅ (200 kg/ha de Superfosfato de Calcio 18%) tendo os adubos sido igualmente distribuídos a lanço e incorporados no solo com as mobilizações efectuadas para a instalação da pastagem.

O cereal utilizado foi a cevada hexástica cv. «Sereia» instalada em linhas segundo os tratamentos a estudar.

A instalação do ensaio bem como os cortes efectuados, aconteceram ao longo dos anos da forma como o Quadro III.8.indica.

Quadro III. 8. : Calendário das operações culturais. Ensaio de Densidades/ Entrelinhas.

ANO	SEMENTEIRA	EMERGÊNCIA	CORTES					
			CEREAL			TREVO SUBTERRÂNEO		
			1	2	3	1	2	3
1992/93	3 Nov.	25 Nov.	26/Jan	25/Fev	10/Abr	-	25/Fev	10/Mar
1992/93	3 Nov.	25 Nov.	15/Dez	10/Mar	4/Maio	-	10/Mar	4/Maio

6. 3.Ensaio de Adubações

Em relação ao azoto HIEBSCH e MCCOLLUM (1979), concluem que, no caso de associações de leguminosas com não leguminosas, a utilização de níveis baixos conduzem a melhores resultados, enquanto que a níveis altos de aplicação de azoto, as não leguminosas evidenciavam grande poder competitivo prejudicando o desenvolvimento das leguminosas e anulando assim as vantagens da associação de espécies. Também para OFORI e STERN (1987) a utilização do azoto neste tipo de culturas é limitado e estará relacionado com a fixação, libertação, transformação e balanço do sistema.

O importante em relação ao azoto será pois concluir acerca do papel deste em culturas à base de leguminosas e cereais e encontrar respostas que permitam o desenvolvimento de técnicas que resultem em sistemas simultaneamente mais produtivos e mais eficientes na utilização deste nutriente.

Parece evidente que em solos não deficientes em P e K as quantidades extraídas pelas culturas associadas são determinadas pelo seu crescimento, e, ainda que elas extraiam maiores quantidades destes nutrientes ela é inferior à soma das extracções das culturas em estreme. Mesmo em solos moderadamente deficientes em P, parece existirem outros factores que determinam o crescimento para além da disponibilidade do solo neste nutriente, nomeadamente aspectos relacionados com o desenvolvimento das raízes.

Se para os solos bem providos em K os ensaios tendentes a encontrar os níveis adequados deste fertilizante não sejam de interesse relevante, o mesmo não se poderá concluir para os que apresentam severas deficiências quer neste nutriente quer em P. Por outro lado a história cultural de grandes áreas regista por vezes grande parte desses períodos ocupados com culturas de cereais beneficiando estas de generosas aplicações de fósforo.

O comportamento das culturas associadas em estudo nestas condições justificará o Ensaio de Adubações em busca de respostas sobre as estratégias de fertilização a adoptar.

6.3.1. Tratamentos e delineamento experimental

Os factores em estudo foram o azoto (N) fósforo (P_2O_5) com 3 níveis cada. Os tratamentos foram os seguintes:

NÍVEL N

N_0 – sem aplicação de N

N_1 – 20 unidades N/ha

N_2 – 40 unidades N/ha

NÍVEL P_2O_5

P_0 – sem aplicação de P_2O_5

P_1 – 40 unidades de P_2O_5

P_2 – 80 unidades de P_2O_5

O ensaio foi delineado em blocos casualizados com quatro repetições encontrando-se os tratamentos em combinação factorial.

Os talhões tinham as dimensões de 2m x 4 m.

6.3.2. Instalação

Durante os três anos de ensaio (1992/1993 a 1994/1995), recorreu-se para a instalação da pastagem à técnica cultural já descrita para os ensaios anteriores.

O cereal utilizado foi a cevada hexástica cv. «Sereia» que foi instalada em linhas espaçadas de 25 cm, utilizando-se uma densidade de 100 sementes/m².

A instalação do ensaio bem como os cortes efectuados, aconteceram ao longo dos anos da forma como o Quadro III.9. indica.

Quadro III. 9. : Calendário das operações culturais. Ensaio de Adubações.

ANO	SEMENTEIRA	EMERGÊNCIA	CORTES							
			CEREAL				TREVO SUBTERRÂNEO			
			1	2	3	4	1	2	3	4
1992/93	3 Nov.	25 Nov.	26/Jan	25/Fev	10/Abr	-	-	25/Fev	10/Abr	-
1993/94	11 Nov.	15 Dez.	2/Fev	10/Mar	4/Maio	-	-	10/Mar	4/Maio	-
1994/95	27 Out.	13 Nov.	26/Dez	8/Fev	29/Mar	-	26/Dez	8/Fev	29/Mar	20/Abr

6. 4. Ensaio de Frequência Cortes

Uma das razões que podem justificar a alta produtividade de culturas associadas é que geralmente os componentes da mistura crescem activamente em períodos diferentes, pelo que a competição para os recursos é menos intensa que quando eles possuem ritmos de crescimento idênticos no tempo (BAKER, 1981; OKIGBO, 1981; RAU, 1986).

Ainda que as espécies componentes da associação tenham ritmos de crescimento idênticos o corte da cultura acompanhante (cereal) em plena fase vegetativa do seu desenvolvimento, para além de poder proporcionar um acréscimo de produção antecipado (num período de escassez), eventualmente repetido mais tarde, anula ou atenua os efeitos de uma competição intensa para a radiação, água ou outros factores (KLEBESADEL e SMITH, 1960). A determinação das épocas e número de utilizações, sobretudo da cultura acompanhante, constitui-se como estudo essencial face à definição do manejo a adoptar com este tipo de culturas, cuja aproximação se pretende fazer através da realização do Ensaio de Frequência de Cortes.

6.4.1. Tratamentos e delineamento experimental

Os factores em estudo foram a introdução do cereal e a forma de exploração nos períodos de aproveitamento (Inverno e Primavera). Os tratamentos foram os seguintes:

Cevada:

- 1 – Sem cevada
- 2 – Com cevada

Cortes :

- 1 – Baixa frequência de Inverno e Primavera.
- 2 – Baixa frequência de Inverno; elevada frequência de Primavera.
- 3 – Elevada frequência de Inverno; baixa frequência de Primavera.
- 4 – Elevada frequência de Inverno e Primavera.

O ensaio foi delineado em blocos casualizados com quatro repetições encontrando-se os tratamentos em combinação factorial.

O cumprimento do protocolo do ensaio foi, no entanto, impossível no que diz respeito aos cortes pois o ano decorreu de uma forma anormal, tendo ocorrido 527 mm de precipitação nos 2 meses imediatamente a seguir à sementeira. (1074 mm no total do ano – ano com maior precipitação do século).

Esta situação terá penalizado sobretudo o desenvolvimento da cevada que conforme já verificámos na análise e discussão dos resultados para o Ensaio de Espécies é bastante sensível ao excesso de precipitação (FRIBOURG,1973), pelo que apenas se efectuaram dois cortes no período de Inverno sem resposta em termos de recrescimento para o período da Primavera. Assim, os tratamentos em estudo ficaram reduzidos no que respeita aos cortes, ao período de aproveitamento de Inverno da forma seguinte:

Cereal:

- 1 – Sem cevada
- 2 – Com cevada

Cortes:

- 1 – Dois cortes da cevada no período de Inverno.
- 2 – Um corte da cevada no período de Inverno.

Os tratamentos continuaram a apresentar-se em combinação factorial passando por motivo das alterações produzidas cada um deles a possuir oito repetições.

Os talhões tinham as dimensões de 2m x 4m.

6.4.2. Instalação

A instalação do ensaio bem como os cortes efectuados, aconteceram ao longo dos anos de forma como o Quadro III.10. indica.

Quadro III. 10. : Calendário das operações culturais. Ensaio de Frequência de Cortes.

ANO	SEMENTEIRA	EMERGÊNCIA	TRATAMENTO (Nº cortes gramínea)	CORTES			
				CEREAL		TREVO SUBTERRÂNEO	
				1	2	1	2
1995/96	7 Nov.	16 Nov.	1 - cortes	18/Dez	18/Fev	17/Dez	18/Fev
			2 - cortes		18/Fev		18/Fev

O ensaio decorreu no ano agrícola de 1995/1996 tendo-se recorrido para a sua instalação à técnica cultural já descrita para os ensaios anteriores.

O cereal utilizado continuou a ser a cevada hexástica cv. «Sereia» que foi instalada em linhas espaçadas de 25 cm, tendo-se utilizado uma densidade de 100 sementes/m².

A adubação utilizada foi a descrita em 3.1 (40 unidades de N - 150kg/ha de Nitrolusal 26% e 36 unidades de P₂O₅ - 200 kg/ha de Superfosfato de Calcio 18%).

IV. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1. ENSAIO DE ESPÉCIES

1. 1. Produção de Inverno

1. 1. 1. Cereal

1. 1. 1. 1. Produção de Matéria Seca

Conforme podemos verificar através do Quadro IV. 1, existiram diferenças significativas entre espécies no que respeita à produção de MS/ha, quer para o primeiro corte de Inverno, quer considerando o período de Inverno. Assim o triticales apresenta valores de produção de MS/ha significativamente inferiores à aveia e à cevada, que não diferem significativamente entre si para qualquer dos períodos de utilização. Os valores mais baixos de produção de MS/ha apresentados para o triticales para o primeiro corte de Inverno justificar-se-ão por este possuir, segundo TRINDADE e MOREIRA (1987), taxas de crescimento inferiores. As mais baixas produções de MS/ha que esta espécie continua a apresentar no final do Inverno, comparativamente com a aveia e a cevada, serão devidas ao facto do triticales apresentar menor taxa de afilamento e menor capacidade de recrescimento após o corte (HAJDICHRISTODOULOU, 1984 ; TRINDADE e MOREIRA, 1987).

Quadro IV. 1. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) dos cereais. Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.

TRATAMENTOS	PRIMEIRO CORTE DE INVERNO	PERÍODO DE INVERNO
Trevo s/Cereal	-	-
Trevo + Aveia	501 A	1 497 A
Trevo + Cevada	488 A	1 653 A
Trevo + Triticale	288 B	1 257 B

As quantidades de MS/ha produzidas a partir dos cereais, quer no primeiro corte de Inverno quer para o período de Inverno, encontram-se próximas das referidas por outros autores para os mesmos períodos de aproveitamento. CRESPO (1978), ao estudar o comportamento de cereais de Inverno (aveia, cevada e triticale) sujeitos a vários cortes, cita valores de produção de MS/ha para o período de Inverno de cerca 580 kg, QUINTANA e PRIETO (1982) encontraram, para situações idênticas em Espanha, valores de 550 a 1000 kg/ha, e MOREIRA (1986) encontrou para a aveia produções entre os 500 - 1500 kg MS/ha também em cortes de Inverno.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

Existiu no entanto uma interacção significativa ano x espécie tanto para o primeiro corte de Inverno (Quadro IV. 2), como para a produção de Inverno (Quadro IV. 3).

Assim, o triticale que em nenhum dos anos nos aparece para este período com o melhor comportamento em termos de produção de MS/ha, só é, no entanto claramente inferior á aveia e cevada nos dois últimos anos de ensaio, que foram também os de maior potencial produtivo para este período. Este aspecto, aliado ao facto de ter sido a espécie com produções de MS/ha significativamente menores que a aveia e a cevada quer para o primeiro corte de Inverno quer

para o período de Inverno, faz com que nos debruçemos com particular atenção sobre o comportamento destes dois últimos. A cevada surge-nos com valores de produção de MS/ha significativamente superiores à aveia no primeiro corte de Inverno, no ano de 1991/1992 enquanto que esta supera de forma significativa a cevada no ano de 1993/1994. Nos restantes anos não houve diferenças significativas entre as duas espécies (Quadro IV. 2).

Quadro IV. 2. Interação ano x espécie para a produção de MS/ha (kg) dos cereais. Primeiro corte de Inverno.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	178 e	367 cd	290 ce	278 BC
1992/1993	277 ce	218 de	206 de	234 C
1993/1994	618 b	400 c	244 ce	421 B
1994/1995	932 a	965 a	412 c	770 A
MÉDIA	501 A	488 A	288 B	

A interação ano x espécie para o período de Inverno (Quadro IV. 3), apresentou a mesma tendência da verificada para o primeiro corte. A cevada proporcionou produções significativamente superiores à aveia no ano de 1994/1995.

Quadro IV. 3. Interação ano x espécie para a produção de MS/ha (kg) dos cereais. Período de Inverno.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	1 664 c	2 146 bc	1 826 bc	1 879 B
1992/1993	931 de	653 e	746 de	776 C
1993/1994	1 197 de	991 de	566 e	918 C
1994/1995	2 195 b	2822 a	1 891 bc	2 302 A
MÉDIA	1 497 A	1 653 A	1 257 B	

As equações de regressão a seguir apresentadas (Equações 1,2 e3) relacionam as produções de MS/ha para o período de Inverno da aveia, cevada e triticale com os dias grau de crescimento (base 0°C) para o respectivo período e a precipitação ocorrida nos dois meses após a sementeira.

Equação 1: (cevada)

$$Y = 477.9 + 4.79 X_1 - 34.86 X_2 \quad F_{[2,13]} = 30.55 \quad r^2 = 0.8245 \quad (p \leq 0.1\%)$$

Equação 2: (aveia)

$$Y = 713.8 + 2.74 X_1 - 18.69 X_2 \quad F_{[2,13]} = 33.11 \quad r^2 = 0.8359 \quad (p \leq 0.1\%)$$

Equação 3: (triticale)

$$Y = 1882.6 + 2.14 X_1 - 28.55 X_2 \quad F_{[2,13]} = 15.99 \quad r^2 = 0.7110 \quad (p \leq 0.1\%)$$

X_1 = Dias grau de crescimento (base 0° C).

X_2 = Precipitação nos 2 meses após a sementeira (mm).

Verifica-se que, para qualquer dos três cereais (aveia, cevada e triticale), existe um efeito positivo das temperaturas na sua produção de MS/ha para o período de Inverno. De facto apesar de MOULE (1971 a) referir que os mesmos são pouco exigentes em temperatura, sendo o seu “zero vegetativo” de 0 °C e possuem boa resistência às baixas temperaturas, eles beneficiam, segundo BELLIDO (1991), de temperaturas mais elevadas que os favorecem sobretudo nas fases iniciais de desenvolvimento. É de realçar que a cevada apresentou um coeficiente de regressão para o efeito da temperatura mais elevado (4.79) que no caso da aveia (2.74) e do triticale (2.14).

Ao contrário da temperatura, a precipitação nos dois meses após a sementeira apresentou um efeito negativo na produção de matéria seca, em qualquer das três culturas. Este efeito negativo foi superior para a cevada, que representa um coeficiente de regressão superior (-34.9) comparativamente com a aveia (-18.69). O triticale apresenta em relação a este aspecto um comportamento intermédio (-28.6). A interacção significativa registada entre espécies e anos no que respeita à produção de MS/ha para o primeiro corte de Inverno e período de Inverno, poderá eventualmente ser explicada por esta diferente sensibilidade de cada uma das espécies à temperatura e precipitação. A produção relativa da aveia em relação à cevada esteve significativamente relacionada com estes dois parâmetros do clima, conforme se pode verificar pela equação seguinte:

Equação 4: (Produção de MS da aveia / Produção de MS da cevada)

$$Y = 1.83 + 0.0086 X_1 - 0.017 X_2 \quad F_{[2,13]} = 5.86 \quad r^2 = 0.4743 \quad (p \leq 1.5\%)$$

X_1 = Precipitação nos 2 meses após a sementeira (mm).

X_2 = Dias grau de crescimento (base 0° C).

Verifica-se assim que, quanto maior a precipitação ocorrida nos dois meses após a sementeira e menor a temperatura durante o Inverno, maior será a produção relativa da aveia em relação à cevada.

Esta maior tolerância da aveia ao encharcamento, comparativamente com a cevada, conferindo-lhe uma maior plasticidade de adaptação face às condições edafo-climáticas, já tinha sido verificada por FRIBOURG (1973). Por outro lado, a aveia apresenta também um maior coeficiente de transpiração que a cevada BELLIDO (1991) o que poderá também explicar a diferença de resposta das duas espécies. As diferenças significativas que se registam entre anos na produção de MS/ha a partir dos cereais, quer no primeiro corte (Quadro IV. 2) quer para o período de Inverno (Quadro IV. 3), traduzem a forma como a temperatura durante o período em causa e a precipitação nos dois meses após a sementeira (factores das quais os cereais dependem

neste período) influenciaram essa produção, registando-se a superioridade do ano de 1991/1992 e 1994/1995 relativamente aos restantes anos de ensaio.

1.1.1.2. Proteína Bruta

Os teores de PB dos cereais testados apresentam-se, como se pode verificar no Quadro IV. 4, bastante elevados para a primeira fase de aproveitamento de Inverno.

Quadro IV. 4. Efeito dos tratamentos nos teores de PB (%) dos cereais e nas quantidades de PB/ha (kg) produzidas a partir destes. Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.

TRATAMENTOS	1º CORTE DE INVERNO		PERÍODO DE INVERNO	
	PB (%)	PB (kg/ha)	PB (%)	PB (kg/ha)
Trevo s/cereal	-	-	-	-
Trevo + aveia	25.6 B	122 A	21.2 B	294 B
Trevo + Cevada	28.9 A	142 A	23.5 A	353 A
Trevo + Triticale	26.1 B	76 B	22.1 B	266 B

A antecipação da época de utilização com cortes efectuados, nalguns anos, na última semana de Dezembro (fase de pleno afilamento), poderão explicar os valores registados. De facto e segundo DEMARQUILLY (1982), as plantas apresentam normalmente teores de PB elevados nos estados iniciais de desenvolvimento, tendo POLO *et al.* (1989) encontrado valores de 24.7% de PB para o caso dos cereais de Inverno, utilizados como forrageiros nesta fase de desenvolvimento. MOREIRA (1986), citando outros autores nomeadamente ABREU *et al.* (1982), refere que os diferentes estados de desenvolvimento dos cereais são acompanhados por uma descida nos teores de PB. Assim, explica-se a diminuição dos teores quando considerado o período de aproveitamento de Inverno, resultado não só do primeiro corte mas também de uma posterior utilização do recrescimento com a planta já numa fase mais avançada do seu desenvolvimento. Os valores por nós encontrados estão próximos dos que CARNIDE *et al.*

(1991) e MAÇÃS *et al.* (1993) encontraram respectivamente para o triticale (20.5 a 23%) e para a aveia, cevada, centeio e triticale (19.5 a 22%) explorados na mesma fase de desenvolvimento.

As diferenças que registámos entre espécies nos teores de PB quer para o primeiro corte de Inverno quer para o período de Inverno são, apesar de significativas, muito pequenas o que vai ao encontro do referido por outros autores que afirmam existir uma variação muito pequena nos teores de PB dos cereais explorados em idênticos estados de desenvolvimento (CANNEL e JOBSON, 1968 ; BROWN e ALMODARES, 1976). A cevada, é no entanto, referida por alguns autores, entre os quais HADJICHRISTODOULOU (1976), como apresentando altos teores de PB nas distintas fases de aproveitamento o que se verificou também nos nossos ensaios com valores médios de 23.5%, próximos dos 22% encontrados em igual período e forma de exploração (cortes múltiplos) por DROUSHIOTIS (1984). De qualquer forma, para qualquer das três espécies, os teores de PB encontrados foram, como seria de esperar, elevados, pelo que e segundo McKELL (1966), para animais em pastoreio, a PB não será concerteza para esta fase (Inverno), o factor limitante à produção. Assim sendo, e dadas as ligeiras diferenças registadas entre espécies, o teor de proteína bruta não será factor determinante, em termos de escolha da espécie a utilizar.

Em relação às quantidades de PB/ha produzidas a partir dos cereais, quer para o primeiro corte de Inverno quer para o período de Inverno, verifica-se que estas dependem essencialmente das quantidades de MS/ha produzidas por cada espécie, uma vez que as diferenças registadas nos respectivos teores para qualquer dos períodos foram muito pequenas. Assim, também no que diz respeito à produção de PB/ha, continua a não haver diferenças significativas entre a aveia e a cevada para o primeiro corte de Inverno (Quadro IV. 4). Quando considerada a produção para o período de Inverno, a cevada apresenta valores significativamente superiores à aveia e ao triticale. Este para qualquer dos períodos de aproveitamento, é a espécie que menores quantidades de PB/ha produz, o que já se havia verificado em relação à produção de MS/ha. Ainda que, como já referimos a PB e a PB/ha não se constituam como factores limitantes à produção animal para estas fases do ano, será interessante verificar as quantidades produzidas, que rondam os 300 kg PB/ha, estando muito próximas dos valores encontrados por MOREIRA (1996) e CARNIDE (1991) para o triticale e aveia explorados em corte único nas fases finais de maturação do grão. Em relação à produção de MS/ha e quando se comparam as diversas formas de utilização (corte único ou cortes múltiplos), CRESPO (1978), DROUSHIOTIS (1984) e GARDNER e ROGERS (1956) encontraram vantagens na exploração dos cereais em corte único quando o objectivo foi a

obtenção de uma maior quantidade de alimento. No entanto a exploração destas culturas através de vários cortes efectuados alguns deles nas fases iniciais de desenvolvimento e com teores elevados de PB, permite a obtenção de consideráveis quantidades de PB/ha, pelo que também em relação a este parâmetro e à semelhança do que se verificou para a produção de MS/ha, nas zonas Mediterrânicas será vantajosa a utilização dos cereais em cortes múltiplos, proporcionando-se nas épocas de escassez significativas quantidades de alimento com qualidade (DROUSHIOTIS, 1984).

Quadro IV. 5. Interação ano x espécie para a produção de PB/ha (kg) a partir dos cereais. Primeiro corte de Inverno.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	51 d	119 c	81 c d	84 B
1992/1993	81 c d	66 c d	56 d	68 B
1993/1994	112 c d	91 c d	48 d	84 B
1994/1995	242 b	294 a	120 c	219 A
MÉDIA	122 A	142 A	76 B	

Tal como se verificou para a produção de MS/ha para o primeiro corte de Inverno, o triticales nunca superou, também no que diz respeito à produção de PB/ha, as outras duas espécies (aveia e cevada) e foi significativamente inferior no ano de maior potencial. A cevada produziu maior quantidade de PB/ha que a aveia para o primeiro corte de Inverno, no ano de 1991/1992 como já se havia verificado para a quantidade de MS/ha, e no ano de 1994/1995 onde não tinham ocorrido diferenças significativas entre ambas para a produção de MS/ha (teor de PB superior na cevada). O mais elevado teor de PB apresentado pela cevada nesta fase do ano foi também o responsável pela anulação das diferenças significativas que se haviam registado em relação à produção de MS/ha para o ano de 1993/1994, entre esta e a aveia.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

À excepção do ano de 1993/1994, não se registaram diferenças significativas nos teores de PB dos cereais para o primeiro corte de Inverno (Quadro IV. 6).

Quadro IV. 6. Efeito dos anos nos teores de PB (%) dos cereais e na sua produção de PB/ha (kg). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.

ANO	1º CORTE DE INVERNO		PERÍODO DE INVERNO	
	PB (%)	PB/ha	PB (%)	PB/ha
1991/1992	29.7 A	84 B	25.3 A	417 A
1992/1993	28.9 A	68 B	23.6 B	167 B
1993/1994	21.0 B	84 B	17.6 D	158 B
1994/1995	28.5 A	219 A	22 C	474 A

Os teores de PB das gramíneas exploradas no período de Outono - Inverno, por se encontrarem numa fase inicial do seu desenvolvimento apresentam por isso valores elevados o que já foi por nós referido de acordo com DEMARQUILLY (1982). O atraso que se verificou na germinação e emergência do ensaio no ano de 1993/1994, que obrigou ao atraso na data de corte, só por si não explicará os mais baixos valores encontrados para o ano de 1993/1994, quer para o primeiro corte Inverno quer considerado o período de Inverno uma vez que na DOMD (Quadro IV. 8) essa diminuição não se verificou. A quantidade de precipitação (282 mm) que se registou para este período no ano de 1993/1994, que foi significativamente superior à dos restantes anos de ensaio, poderá ter provocado perdas de azoto por lavagem, podendo ter tido influência negativa na absorção deste elemento por parte das gramíneas nesta fase inicial de desenvolvimento, com a conseqüente redução no seu teor de PB (JONES, 1979). As diferenças significativas que se registaram para este parâmetro entre os anos de 1991/1992, 1992/1993 e 1994/1995, no final do aproveitamento de Inverno, ficarão a dever-se ao facto do erro

experimental ser muito baixo, não tendo na realidade muita expressão em termos da produção animal que deles beneficia.

Quadro IV. 7. Interação ano x espécie para a produção de PB/ha (kg) a partir dos cereais. Período de Inverno.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	340 c	479 b	432 b c	417 A
1992/1993	205 d	151 d	147 d	167 B
1993/1994	188 d	186 d	99 d	158 B
1994/1995	443 b c	594 A	385 b c	474 A
MÉDIA	294 B	352 A	266 B	

Tal como já se havia verificado em relação à produção de MS/ha, a cevada apresentou no ano de 1994/1995 produções de PB/ha para o período de Inverno significativamente superiores à aveia e ao triticale. Em relação ao ano de 1991/1992, no qual a cevada embora tenha produzido maior quantidade de MS/ha que a aveia não o fez de forma significativa, produz agora, comparativamente com esta, quantidades de PB/ha significativamente superiores.

1. 1. 1. 3. Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

Como se pode verificar através do Quadro IV. 8 a aveia, cevada e triticale apresentam valores muito altos de DOMD, quer para o primeiro corte de Inverno, quer considerando a totalidade do período. De facto, DEMARQUILLY (1982) refere valores de DOMD de 80-85% para os cereais explorados nas fases iniciais de desenvolvimento. ANDREWS *et al.* (1991) encontraram valores de DOMD de 79 e 77%, respectivamente para a aveia e triticale, explorados no período de Inverno, resultados esses que são concordantes com os de CARNIDE *et al.* (1991), e MARTIN POLO *et al.* (1989) entre outros. As diferenças significativas existentes entre espécies, para estes períodos de aproveitamento, só se registaram devido ao baixo erro

experimental pelo que pensamos não terem grande significado biológico em termos da produção animal. SPURWAY *et al.* (1994) e MULDOON (1986), ao referirem as elevadas digestibilidades dos cereais aproveitados na fase de Inverno, atribuem também pouco significado biológico às diferenças registadas entre espécies e cultivares.

Quadro IV. 8. Efeito dos tratamentos na DOMD (%) dos cereais e na EM/ha (MJ) produzida pelos mesmos. Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.

TRATAMENTOS	1º CORTE DE INVERNO		PERÍODO DE INVERNO	
	DOMD (%)	EM/ha	DOMD (%)	EM/ha
Trevo s/cereal	-	-	-	-
Trevo + aveia	80.6 A	6 507 A	78.0 A	18 355 A
Trevo + Cevada	78.4 B	6 058 A	75.7 B	19 539 A
Trevo + Triticale	79.4 A B	3 656 B	76.8 A B	15 095 B

A valorização energética (EM) dos cereais utilizados nestes períodos com DOMD elevadas atinge os 11 a 12 MJ/kg MS, valores que são referidos também por MARTIN POLO (1989).

A EM/ha produzida pelos cereais nestas fases de utilização está assim dependente das respectivas produções de MS/ha, pelo que as diferenças significativas que se registam entre espécies a elas são devidas. Assim, tal como já havíamos registado para a produção de MS/ha, não se registaram para a EM/ha diferenças significativas entre a aveia e a cevada. O triticale, como seria de esperar em função das suas mais baixas produções de MS/ha, apresentou também no que respeita à EM/ha as piores produções.

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

Existiram diferenças significativas entre anos, no que diz respeito à DOMD dos cereais para o primeiro corte de Inverno e período de Inverno, tendo-se registado no ano de 1993/1994

valores de DOMD significativamente mais elevadas que nos restantes anos de ensaio, conforme podemos verificar no Quadro IV. 9.

Quadro IV. 9. Efeito dos anos na DOMD dos cereais e na sua produção de EM/ha (MJ). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.

ANO	1º CORTE DE INVERNO		PERÍODO DE INVERNO	
	DOMD (%)	EM/ha	DOMD (%)	EM/ha
1991/1992	78.6 B	3 482 C	76.5 B	22 450 B
1992/1993	78.5 B	2 934 C	74.6 B	9 049 C
1993/1994	82.4 A	5 556 B	81.1 A	11 907 C
1994/1995	78.4 B	9 656 A	75.2 B	27 246 A

Embora os ensaios tenham sido instalados ao longo dos anos sensivelmente na mesma data (1ª quinzena de Novembro), nem sempre as condições climáticas proporcionam iguais condições para o desenvolvimento. Para o ano de 1993/1994, a ocorrência de um período sem precipitação, imediatamente a seguir à instalação do ensaio, apenas permitiu a emergência do mesmo a 14 de Dezembro. Assim, o primeiro corte de Inverno do cereal apenas se efectuou a 2 de Fevereiro, mais tarde portanto que nos outros anos de ensaios, tendo o respectivo desenvolvimento acontecido num período de mais baixas temperaturas comparativamente com os restantes anos. Para VAN SOEST (1982), as plantas desenvolvendo-se em ambientes com temperaturas mais baixas, apresentam normalmente um menor grau de lenhificação das suas paredes celulares, tendo por isso, valores mais elevados de digestibilidade. Poderão pois, desta forma, justificar-se os valores de DOMD mais altos registados nos cereais para este ano de ensaios. Esta justificação fundamenta também os valores relativos ao período de Inverno, pois estes guardam relação não só com o primeiro corte de Inverno, como também com o aproveitamento do recrescimento posterior, que sendo ligeiramente inferior beneficiou também de um corte antecipado. As diferenças significativas registadas no ano de 1993/1994 na DOMD dos cereais para estas fases de aproveitamento não foram no entanto suficientes para provocar, na produção de EM/ha, uma tendência diferente do que se havia registado para a produção de MS/ha. Assim a EM/ha esteve principalmente dependente da produção de MS/ha.

À semelhança do que verificámos em relação a produção de PB/ha, convirá referir as quantidades de EM/ha produzidas no período de utilização do Inverno a partir dos cereais. Não obstante MOREIRA (1986) ter obtido produções de EM/ha significativamente mais elevadas para a aveia explorada num só corte (36 639 – 60 839 MJ/ha) comparativamente com a realização de corte de Inverno + corte de primavera (26 776 – 52 472), continuamos a partilhar, também em relação à EM, da opinião de DROUSHIOTIS (1984), que refere a vantagem nas condições mediterrânicas da exploração dos cereais de Outono–Inverno através de aproveitamentos múltiplos. De facto se a PB não se constitui como factor limitante à produção animal no período de Inverno, pelos altos teores que as plantas normalmente apresentam nos estados iniciais de desenvolvimento McKELL (1960), já em relação à EM disponível nesta fase do ano o mesmo não se passará, e poder contar com cerca de 20 000 MJ/ha disponíveis só a partir do cereal instalado na pastagem, contribuirá seguramente para atenuar as necessidades de suplementação nessa fase do ano.

Existiu uma interacção ano x espécie no que respeita à produção de EM/ha para o primeiro corte de Inverno (Quadro IV. 10), e para o período de Inverno (Quadro IV. 11).

Quadro IV. 10. Interacção ano x espécie para a produção de EM/ha (MJ) a partir dos cereais. Primeiro corte de Inverno.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	2 260 d	4 559 c d	3 628 c d	3 482 C
1992/1993	3 496 c d	2 714 d	2 592 d	2 934 C
1993/1994	8 168 b	5 279 c	3 222 c d	5 556 B
1994/1995	12 104 a	11 681 a	5 184 c	9 656 A
MÉDIA	6 507 A	6 058 A	3 656 B	

À semelhança do que se havia verificado em relação à produção de MS/ha, a aveia no ano de 1993/1994, produziu também, de forma significativa, maior quantidade de EM/ha que a cevada. A superioridade demonstrada pela aveia, que não havia sido significativa em termos de produção de MS/ha, passa a ser significativa em termos de produção de EM/ha, como resultado da sua mais elevada DOMD.

Quando considerado o período de Inverno (Quadro IV. 11) a cevada apresentou uma produção de EM/ha significativamente superior à aveia e ao triticales no ano de 1994/1995, tendência que já se havia verificado também em relação à produção de MS/ha, uma vez que para a totalidade do Inverno as diferenças da cevada em relação à aveia e ao triticales foram superiores.

Quadro IV. 11. Interação ano x espécie para a produção de EM/ha (MJ) a partir dos cereais. Período de Inverno.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	19 849 c d	25 275 b c	22 224 b c	22 450 B
1992/1993	11 018 e f	7 599 f	8 530 f	9 049 C
1993/1994	15 673 d e	12 679 e f	7 371 f	11 907 C
1994/1995	26 880 b	32 602 a	22 256 b c	27 246 A
MÉDIA	18 355 A	19 538 A	15 095 B	

1. 1. 2. Trevo subterrâneo

Efeito da introdução do cereal

O trevo subterrâneo apenas apresentou crescimento de forma a proporcionar o primeiro corte de Inverno simultaneamente com o cereal nos anos de 1991/1992 e 1994/1995. Assim, considerámos o valor zero para os anos sem corte, pelo que os valores apresentados no Quadro IV. 12, representam a média para os quatro anos de ensaios.

1. 1. 2. 1. Produção de Matéria Seca

Quadro IV. 12. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.

TRATAMENTOS	1º CORTE DE INVERNO	PERÍODO DE INVERNO
Trevo s/Cereal	603 A	1 732 A
Trevo + Aveia	478 B	1 272 BC
Trevo + Cevada	380 B	1 201 C
Trevo + Triticale	468 B	1 473 B

A introdução do cereal em linhas na pastagem, provocou um efeito negativo e significativo na produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo, para o primeiro corte de Inverno, independentemente da espécie utilizada (Quadro IV. 12).

SMITH *et al.* (1954), PETERS (1961) e JANSON e KNIGHT (1973), encontraram uma diminuição significativa na presença de luzerna quando a densidade de sementeira da aveia utilizada como cultura acompanhante aumentava dos 10 aos 168 kg/ha. BULL *et al.* (1954) já havia encontrado reduções significativas na produção de MS/ha do trevo subterrâneo ao aumentar a densidade de sementeira da aveia como cultura acompanhante dos 20 aos 110 kg/ha. Parece pois evidente, e os resultados para isso apontam, que a diminuição da produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo, esteve relacionada com a introdução do cereal na pastagem e, como tal, com a competição que então se estabeleceu entre as duas espécies. Para WITT (1960) e BLACK *et al.* (1969), a competição entre plantas depende da sua morfologia e capacidade para extrair água e nutrientes do solo e diferente capacidade para responder às condições ambientais. Não se constituindo o teor de água no solo um factor limitante ao desenvolvimento das espécies em estudo para o período de Outono–Inverno nas condições mediterrânicas (SANTHIRASEGARAM e BLACK, 1968), então a competição terá que estar relacionada por um lado com a distinta capacidade para extrair nutrientes, e por outro com a capacidade competitiva no que respeita à radiação solar, esta relacionada com aspectos de natureza morfológica, bem como a já citada

capacidade de resposta às condições ambientais. De notar que para ZIMDAHL (1980), citando CLEMENTS (1929), e para CHIPPINDALE (1932), citado por DONALD (1963), a competição envolve normalmente mais do que um factor, com interacção entre eles.

Na situação em estudo, funcionará a favor do cereal o crescimento do sistema radical nas fases iniciais de desenvolvimento, a proporcionar uma maior superfície absorptiva, o que é também referido por ZIMDAHL (1980), citando PAVLYCHENKO e HARRINGTON (1934 e 1935), e portanto, uma maior capacidade para extrair os nutrientes do solo. Resulta então um desenvolvimento inicial favorecido, influenciado ainda positivamente pelo facto das baixas temperaturas que se registam na época serem bastante mais impeditivas do crescimento para o trevo, que para o cereal. Este, com características morfológicas que o favorecem em termos competitivos para a radiação solar, e beneficiando dos aspectos já referidos que permitem um maior desenvolvimento inicial, dominará, resultando daí o ensombramento do trevo subterrâneo, de porte mais baixo (TRENATH, 1986). Este efeito em culturas associadas de leguminosas e não leguminosas apresenta-se fundamentando em trabalhos de CHUI e SHIBLES (1984) e CENPUKDEE e FUKAI (1991), que registaram o maior crescimento destas em altura, conduzindo a uma maior capacidade de intercepção da radiação solar, não sofrendo qualquer efeito depressivo com a associação com aquelas (JARVIS *et al.*, 1958).

Os efeitos negativos da introdução do cereal em linhas na pastagem continuou a manifestar-se de uma forma significativa na produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo quando considerado o período de Inverno (Quadro IV. 12).

A perda de produção de trevo aumentou de forma significativa com o aumento da produção de cereal conforme se pode verificar pela equação apresentada na Figura 4.

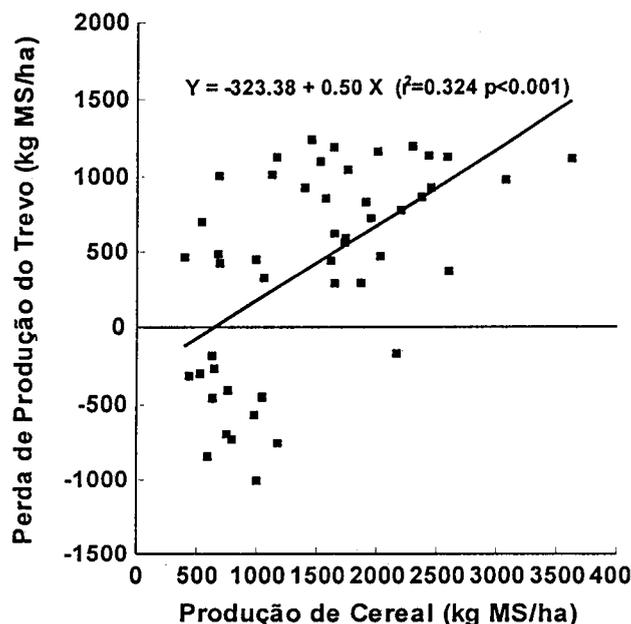


Figura 4. Influência da produção de MS do cereal (Kg MS/ha) (X) na perda de produção de MS do trevo subterrâneo (Y) (Kg MS/ha). Período de Inverno.

Na equação apresentada, a quebra de produção do trevo subterrâneo é apresentada em kg/ha e foi calculada por diferença entre a produção dos talhões de trevo sem cereal e a produção de trevo nos talhões com cereal. Se bem que as perdas de produção de trevo subterrâneo tenham aumentado com a produção do cereal, o declive da recta (0.50) mostra-nos que a perda de produção de trevo é menos que proporcional ao aumento de produção do cereal. Isto parece indicar que a competição entre o trevo e o cereal não será muito intensa durante o Inverno. Poderá haver várias explicações para esta competição pouco severa. Por um lado, a água não parece ser factor limitante para a competição durante o Inverno nas condições mediterrânicas (SANTHIRASEGARAM e BLACK, 1968), e os níveis de radiação são também elevados. Por outro lado, há ainda a considerar que a taxa de crescimento do trevo subterrâneo é muito pequena durante este período, devido às baixas temperaturas. Assim, poder-se-á admitir que a competição entre o trevo e o cereal seja pouco acentuada durante o Inverno.

A tese de que, a baixa taxa de crescimento do trevo diminui a competição entre este e o cereal é também suportada pelos dados apresentadas na Figura 5.

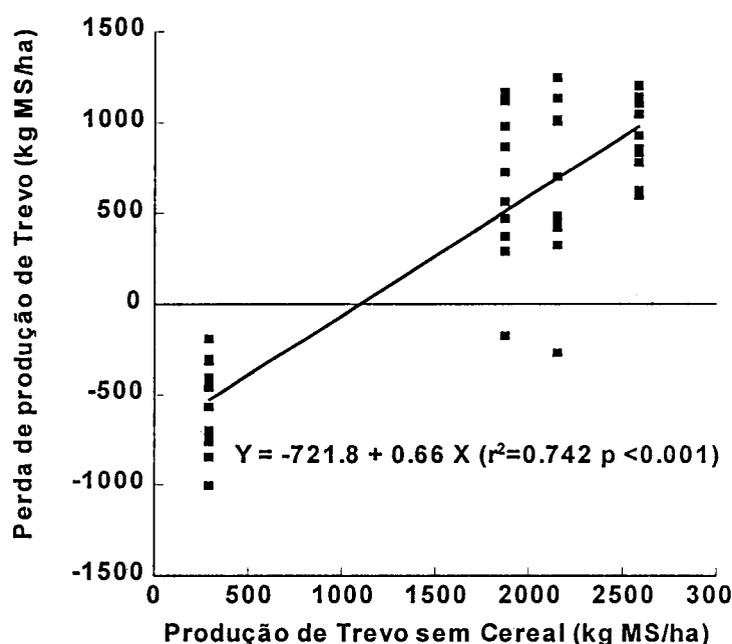


Figura 5. Perda de produção do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Y) em função da sua produção em estreme (X) (Kg MS/ha). Período de Inverno.

Pode verificar-se que a perda de produção de trevo subterrâneo nos talhões com cereal (diferença para a produção nos talhões sem cereal) aumentou com o aumento do potencial produtivo do próprio trevo nos talhões sem cereal, e o aumento desta perda foi mais acentuado (coeficiente regressão 0.66) do que se tinha verificado no caso da figura anterior (0.50).

Temos, assim, que a perda de produção do trevo nos talhões com cereal, em relação à cultura estreme, aumentou com o aumento de produção do cereal e com o aumento do potencial produtivo do próprio trevo, tendo este último um efeito mais significativo e mais pronunciado, conforme se pode verificar pela Equação 5, que a seguir se apresenta.

- **Equação 5:** Perda de produção do trevo subterrâneo quando associado ao cereal em função do potencial produtivo do trevo subterrâneo e do cereal (Kg MS/ha).

$$Y = -860.4 + 0.18 X_1 + 0.58 X_2 \quad F [2,45] = 77,65 \quad r^2 = 0.7753 \quad p \leq 0,008$$

- X_1 – produção do cereal (kg/ha).
- X_2 – produção de trevo nos talhões sem cereal (kg/ha).

Y - Perda de produção de trevo (diferença da produção de trevo nos talhões sem cereal e a produção de trevo nos talhões com cereal) (kg/ha).

VARIÁVEL	DESVIO PADRÃO	TESTE t	PROBABILIDADE
Ordenada na origem	116.88	-7.36	≤ 0.001
X_1	0.07	2.59	≤ 0.013
X_2	0.06	9.51	≤ 0.001

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

Verificou-se um efeito significativo dos anos e da sua interação com os tratamentos, tanto para o primeiro corte de Inverno (Quadro IV. 13) como para a produção de Inverno (Quadro IV. 14).

Tanto para o primeiro corte de Inverno (Quadro IV. 13) como para a produção de todo o período (Quadro IV. 14) verificou-se que a diminuição da produção de trevo pela introdução do cereal, foi tanto mais intensa quanto maior a produção do trevo nos talhões sem cereal.

QUADRO IV.13. Interação ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Primeiro corte de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO+ AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO+ TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	1552 a	1 208 b	1 096 b	1 140 b	1 249 A
1992/1993	0 e	0 e	0 e	0 e	0
1993/1994	0 e	0 e	0 e	0 e	0
1994/1995	860 c	705 c	425 d	731 c	680 B
MÉDIA	603 A	478 B	380 B	468 B	

É de realçar que no ano de 1992/1993, em que se registou a menor produção de trevo (Quadro IV 14), a introdução do cereal provocou mesmo um aumento da produção de trevo, o que reforça a tese de que a fraca competição entre o trevo e o cereal (Figura 4) se deve em grande parte a um fraco potencial produtivo do primeiro, provavelmente devido às baixas temperaturas de Inverno.

Quadro IV.14. Interação ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO+ AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	2 586 a	1 745 bd	1 560 cd	1 646 bd	1 884 A
1992/1993	315 g	811 fg	766 fg	980 ef	718 C
1993/1994	2153 ab	1 225 df	1 704 bd	1 678 bd	1 690 A
1994/1995	1873 bc	1 309 dc	775 fg	1 587 ed	1 386 B
MÉDIA	1732 A	1 272 BC	1 201 C	1 473 B	

Relacionando a produção relativa de MS/ha do trevo subterrâneo (produção de trevo subterrâneo com cereal / produção de trevo subterrâneo em estreme) (Kg MS/ha), com os dias graus de crescimento (base 8 °C) obtemos a equação de regressão da Figura 6.

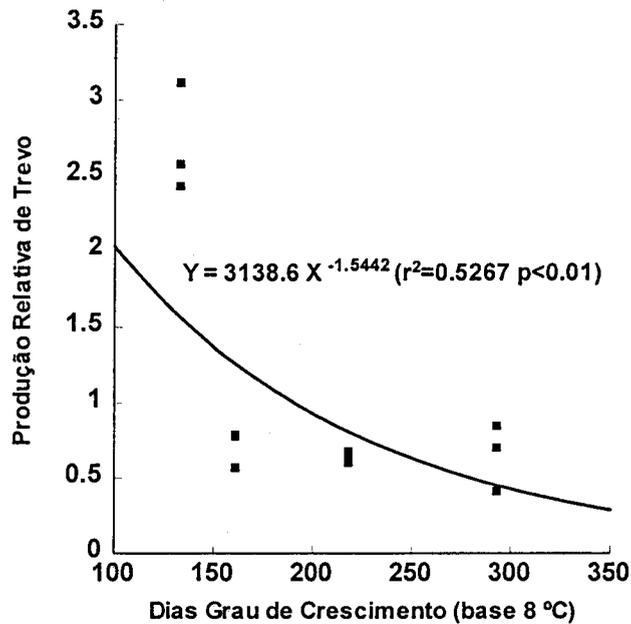


Figura 6. Influência dos dias grau de crescimento (base 8° C) (X) na produção relativa do trevo subterrâneo (Y). Período de Inverno.

Parece assim confirmada a tese de que a fraca competição existente entre o trevo e o cereal durante o Inverno se deve sobretudo à maior sensibilidade do trevo às baixas temperaturas de Inverno. Assim sendo, é mesmo de admitir que o efeito positivo da presença do cereal na produção de trevo que se verificou no ano de 1992/1993 (Quadro IV. 14) se poderá dever a um efeito protector do cereal, no que diz respeito à temperatura.

Este efeito de alteração das condições ambientais provocado pelas plantas em crescimento é referido por ASPINALL e MILTHORPE (1959) e, neste caso, o trevo subterrâneo poderá encontrar durante o Inverno, com a introdução do cereal em linhas na pastagem, condições que favorecem o seu crescimento, pois uma diminuição de emissão da radiação por parte do solo, devido a um aumento do coberto vegetal, poderá aumentar a sua temperatura (NATARAJAN, 1987).

O efeito dos anos na produção de trevo durante o Inverno (Quadro IV. 14) dependeu não só da temperatura, mas também da precipitação como se pode verificar na Equação 6.

Equação 6: Efeito da temperatura e da precipitação na produção de MS do trevo subterrâneo.
Período de Inverno.

$$Y = 33527.4 + 35.4 X_1 + 526.1 X_2 - 2.29 X_2^2 \quad F_{[2,12]} = 20.33 \quad r^2 = 0.84 \quad p \leq 0.001$$

Y – Produção do trevo subterrâneo em estreme (kg/ha).

X₁ – Dias grau de crescimento (base 8° C) desde a emergência até ao corte final de Inverno.

X₂ – Precipitação nos 2 meses posteriores à sementeira (mm).

VARIÁVEL	DESVIO PADRÃO	TESTE <i>t</i>	PROBABILIDADE
Ordenada na Origem	7377.3	-4.54	≤ 0.001
X ₁	4.68	7.57	≤ 0.001
X ₂	144.48	3.64	≤ 0.003
X ₂	0.77	-2.97	≤ 0.01

Os efeitos das condições climáticas na produção de MS/ha do trevo subterrâneo são referidas por BRAUDEL (1987) e BOURBOUZE (1987), que consideram ser a irregularidade na distribuição e ocorrência da precipitação, o factor responsável pela existência de diferenças na produção de MS das pastagens não só dentro do ano mas também entre anos. OLEA *et al.* (1989) atribui grande importância à precipitação de Outono na produção de pastagens, referindo as baixas temperaturas de Inverno como factor inibidor no crescimento do trevo subterrâneo. MOREIRA (1980), considera que o crescimento vegetal de Inverno é tanto maior quanto mais ameno este for.

Assim, poderemos considerar as baixas temperaturas registadas nos anos de 1992/1993 e 1993/1994, o factor responsável pela pouca resposta do trevo subterrâneo em termos de produção de MS/ha, que terá impedido a existência do primeiro corte de Inverno em simultâneo com o cereal nesses anos de ensaio (Quadros IV. 13 e 14). No ano de 1994/1995, o trevo subterrâneo terá beneficiado de boas condições de crescimento no que respeita à temperatura, mas tendo sido

um ano seco a precipitação terá limitado a produção. Este efeito é mais marcado em presença do cereal, apresentando o trevo subterrâneo produção mais baixa nessas situações. Ainda que SHANTIRASEGARAM e BLACK (1968), refira que nas condições mediterrânicas o teor de água no solo não se constitui como o factor limitante para as culturas de Outono – Inverno, a irregularidade climática entre anos, no que respeita às quantidades e períodos de ocorrência de precipitação, poderá provocar situações de competição entre espécie para a água durante este período, como refere ROSSITER (1966) em relação ao trevo subterrâneo, o que fundamenta a limitação à produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo para o referido ano.

Em resumo, podemos afirmar que a introdução do cereal diminuiu a produção de trevo. No entanto, esta diminuição foi menor que a produção do cereal. Isto revela competição pouco severa entre as duas espécies durante o período de Inverno. Esta fraca competição terá sido devida, em primeiro lugar, a uma baixa capacidade de crescimento do trevo durante este período, por uma maior susceptibilidade às baixas temperaturas. Em situações de Inverno mais frio (1992/1993) os dados parecem mesmo indicar a existência de um efeito positivo da presença do cereal no crescimento do trevo. No entanto, a competição entre as duas espécies agrava-se com o aumento da temperatura de Inverno, e, poderá mesmo haver competição pela água, conforme parece indicar a quebra relativamente acentuada de produção de trevo, pela introdução do cereal, no ano de 1994/1995, que tendo sido um ano de Inverno relativamente quente, apresentou um período seco após a instalação das culturas.

1. 2. 2. Proteína Bruta

Efeito dos tratamentos

Os teores de PB do trevo subterrâneo, para o primeiro corte de Inverno, referem-se apenas aos dois anos (1991/1992 e 1994/1995) nos quais se registou crescimento de forma a poder proporcionar um corte simultaneamente com o cereal. No entanto, os valores da produção de PB/ha dizem respeito à média dos quatro anos de ensaio, pelo que as produções do primeiro corte de Inverno são bastante baixas.

Quadro IV. 15. Efeito dos tratamentos no teor de PB (%) do trevo subterrâneo e na sua produção de PB/ha (kg). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.

TRATAMENTOS	1º CORTE DE INVERNO		PERÍODO DE INVERNO	
	PB (%)	PB/ha	PB (%)	PB/ha
Trevo s/cereal	24.6 A	146 A	21.5	376 A
Trevo + aveia	22.9 B	109 B	20.8	269 C
Trevo + cevada	22.9 B	86 B	21.4	262 C
Trevo + triticales	23.3 B	108 B	21.5	321 B

Os elevados teores de PB encontrados para o trevo subterrâneo para o primeiro corte de Inverno encontram justificação no facto de estarmos a realizar o aproveitamento na sua fase inicial de desenvolvimento, em pleno período vegetativo, estado no qual as plantas apresentam normalmente teores de PB elevados (DEMARQUILLY 1982), situando-se ao nível dos encontrados por CANCELA d' ABREU (1992) e SERRANO (1995), para o período de Inverno e nas condições do sequeiro alentejano.

Analisando o Quadro IV. 15, verificamos que a introdução do cereal em linhas na pastagem de trevo subterrâneo, independentemente da espécie utilizada, provocou uma diminuição significativa no seu teor de PB. De facto, OFORI e STERN (1987) referem a diminuição da capacidade de fixação simbiótica de *N* quando existe ensombramento da leguminosa pela cultura acompanhante. Por outro lado, OSMAN *et al.* (1975) referem para as leguminosas, os efeitos negativos que as baixas temperaturas de Inverno e a diminuição da radiação exercem, quer na absorção de nutrientes quer na capacidade de fixação simbiótica de azoto. Finalmente é apontada, como resultado do exposto ou com este interrelacionado, a superior capacidade competitiva das gramíneas (baseada no seu sistema radical) face às leguminosas, absorvendo os nutrientes numa forma mais eficiente (JONES, 1979).

A influência da produção dos cereais (aveia, cevada e triticale) no decréscimo do teor de PB do trevo subterrâneo (teor de PB do trevo subterrâneo nos talhões com cereal/teor de PB do trevo nos talhões sem cereal) pode ser observada através da equação de regressão da Figura 7.

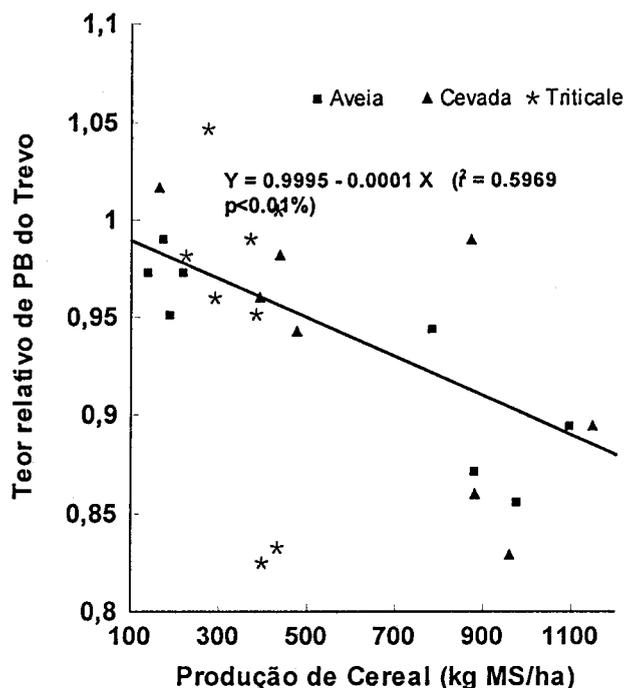


Figura 7. Influência da produção do cereal (Kg MS/ha) (X) no teor relativo de PB (%) do trevo subterrâneo (Y). Período de Inverno.

Assim, verifica-se que quanto maior é o potencial produtivo dos cereais, em termos de produção de MS/ha, maior é a diferença relativa entre os teores de PB do trevo subterrâneo nos talhões sem e com cereal, o que justifica a hipótese de competição.

Este efeito de competição provocado pelos cereais no teor de PB do trevo subterrâneo, terá desaparecido após o primeiro corte efectuado uma vez que não se registaram diferenças significativas entre tratamentos quando considerado o período de aproveitamento de Inverno. Os teores de PB registados para este período continuam a ser elevados, embora um pouco mais baixos porque resultam de um aproveitamento mais tardio (DEMARQUILLY, 1982), estão de

acordo com os indicados por ABREU (1982) e SERRANO (1995), embora um pouco acima dos apontados por OLEA (1989) para o mesmo período e para as condições do S.O. de Espanha.

Em relação à produção de PB/ha, verifica-se que o efeito da introdução do cereal é muito semelhante ao registado para a produção de MS/ha, ou seja, a sua introdução na pastagem conduziu a uma diminuição significativa na quantidade de PB/ha produzida a partir do trevo subterrâneo. A justificação para este efeito encontra-se já discutida, quer na análise da produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo, quer na análise da variação dos teores de PB do trevo subterrâneo com a introdução do cereal.

A equação de regressão da Figura 8, permite-nos concluir que a perda de produção de PB/ha com a introdução do cereal é tanto mais elevada quanto maior é o potencial produtivo do trevo subterrâneo.

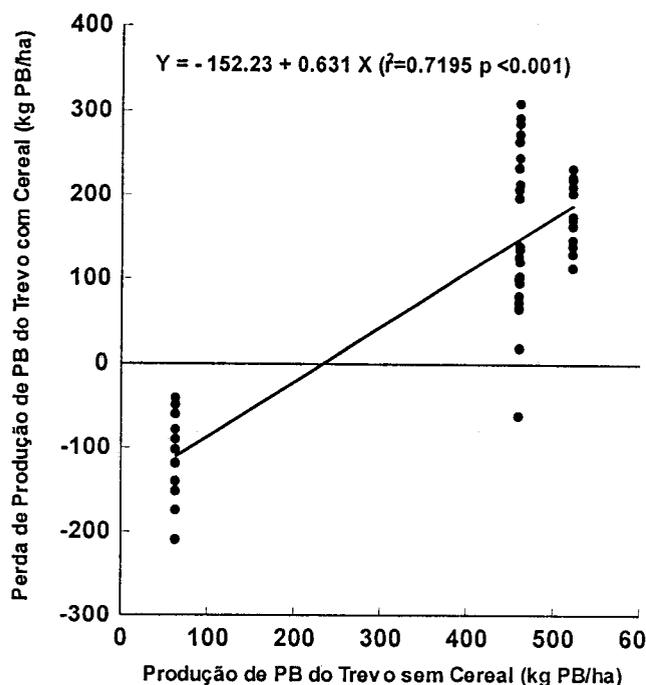


Figura 8. Perda de produção de PB do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg PB/ha) (Y) em função da sua produção de PB em estreme (Kg PB/ha) (X). Período de Inverno.

A perda de produção de PB/ha do trevo subterrâneo, quando se introduz o cereal na pastagem também dependeu da produção de PB/ha a partir do cereal conforme podemos verificar a partir da equação de regressão representada na Figura 9.

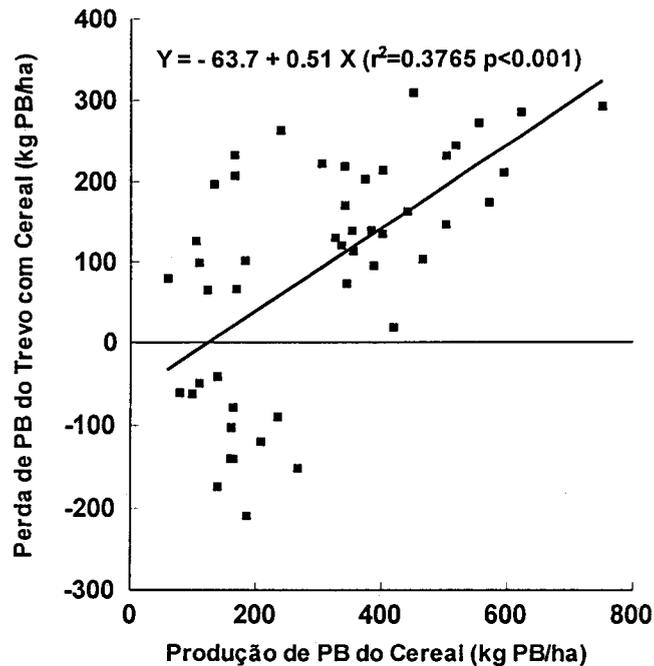


Figura 9. Perda de produção de PB do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg PB/ha) (Y) em função da produção de PB do cereal (Kg PB/ha) (X). Período de Inverno.

No entanto, o balanço entre o aumento de produção de PB/ha com a introdução do cereal e a perda de produção por parte do trevo subterrâneo é, para este período de utilização, positivo. Assim, tal como se verificou para a produção de MS/ha também no que respeita à produção de PB/ha existem vantagens com a introdução do cereal em linhas na pastagem para o período de Inverno.

*Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos***Quadro IV. 16.** Efeito dos anos no teor de PB (%) do trevo subterrâneo e na sua produção de PB/ha (kg). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.

ANO	1º CORTE DE INVERNO		PERÍODO DE INVERNO	
	PB (%)	PB/ha	PB (%)	PB/ha
1991/1992	22.7	284 A	19.7 C	389 A
1992/1993	-	0 C	20.4 C	148 C
1993/1994	-	0C	22 B	369 A B
1994/1995	24.1	165 B	23.1 A	322 B

Embora existam diferenças significativas entre anos para os teores de PB do trevo subterrâneo para o período de utilização do Inverno (Quadro IV 16), o efeito do ano é muito menor que o verificado para a produção de MS/ha, como seria de esperar. Assim, as diferenças observadas não podem ser atribuídas ao efeito de diluição dos teores de PB quando a produção de MS aumenta, (EAGLES *et al.*, 1979) citado por MOREIRA (1986).

No entanto, mesmo havendo diferenças significativas entre anos, os valores registados continuam a situar-se próximos dos citados por CANCELA d'ABREU (1992), OLEA (1989) e SERRANO (1995).

Essas diferenças significativas não foram no entanto suficientes para provocar um efeito significativo diferente do registado para a produção de MS/ha, pelo que a produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo acompanha a tendência registada em relação à respectiva produção de MS/ha.

O efeito negativo, que a introdução do cereal em linhas na pastagem provoca no teor de PB do trevo subterrâneo para o período de Inverno, não foi idêntico todos os anos, registando-se uma interacção significativa entre os dois factores (Quadro IV. 17).

Quadro IV. 17. Interação ano x tratamento para o teor de PB (%) do trevo subterrâneo. Período de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	19.5 d	19.0 d	20.0 c d	20.4 c d	19.7 C
1992/1993	19.9 c d	20.3 c d	21.2 b c	20.4 c d	20.4 C
1993/1994	21.5 b c	21.4 b c	22.5 b	22.5 b	22.0 B
1994/1995	25.1 a	22.6 b	22 b	22.8 b	23.1 A
MÉDIA	21.5	20.8	21.4	21.5	

O efeito foi apenas significativo para o ano de 1994/1995 (Quadro IV. 17) que foi o ano de maior produção de MS/ha a partir do cereal para este período (Quadro IV. 3), sugerindo que o efeito da competição daí originado terá provocado o abaixamento no teor de PB do trevo subterrâneo, o que está de acordo com o verificado por OSMAN *et al.* (1975) e OFORI e STERN (1987).

Quadro IV. 18. Interação ano x tratamento na produção de PB/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Primeiro corte de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	357 a	271 b	246 b	261 b	284 A
1992/1993	0 e	0 e	0 e	0 e	0 C
1993/1994	0 e	0 e	0 e	0 e	0 C
1994/1995	225 b	165 c	99 d	171 c	165 B
MÉDIA	146 A	109 B	86 B	108 B	

A interação ano x tratamento para a produção de PB/ha mostra-nos (Quadro IV. 18), que no primeiro corte de Inverno e para qualquer dos anos, a introdução do cereal em linhas na pastagem provocou um efeito depressivo significativo na produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo, mas que esse efeito foi mais acentuado no ano de maior produção do cereal (1994/95), (Quadro IV. 3), traduzindo o efeito da competição.

Registou-se também, conforme o Quadro IV. 19, uma interacção ano x tratamento para a produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo para o período de Inverno.

Quadro IV. 19. Interacção ano x tratamento para a produção de PB/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	522 a	355 b d	329 c d	351 b d	389 A
1992/1993	63 g	165 f g	162 f g	200 e f	148 C
1993/1994	460 a b	258 d f	384 b c	374 b c	369 A C
1994/1995	461 a b	297 c e	171 f	358 b d	322 B
MÉDIA	376 A	269 C	262 C	320 B	

Assim, a introdução do cereal continua, à semelhança do que se havia registado em relação à produção de MS/ha, a provocar uma diminuição significativa na produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo, diminuição essa particularmente evidente nos anos de maior potencial produtivo do trevo subterrâneo (1991/1992) ou do cereal (1994/1995). O triticale, que como já discutimos possui menor capacidade de produção de MS/ha para este período, não exibe a capacidade competitiva da aveia e da cevada pelo que a sua introdução na pastagem provocou efeitos menores na redução da produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo. No ano de 1993/1994, com o cereal a apresentar para este período pouca capacidade produtiva, os efeitos depressivos da sua introdução na produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo apenas se fizeram sentir de forma significativa em relação à aveia. Em 1992/1993, ano mais frio, havíamos discutido em relação à produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo, que este havia beneficiado da introdução do cereal em linhas na pastagem. Ainda que se registre um aumento na produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo, para esse ano com a introdução do cereal a diferença só foi significativa em relação ao trevo com triticale.

Em resumo, o efeito da introdução do cereal na produção de PB/ha do trevo subterrâneo foram bem menos acentuados que os verificados em relação à produção de MS/ha. Para a média dos anos, apenas se registou diminuição do teor de PB do trevo subterrâneo para o primeiro corte de Inverno. Para a totalidade do aproveitamento de Inverno, apenas no ano de maior potencial

produtivo do cereal se verificou um decréscimo significativo na produção de PB/ha do trevo subterrâneo. Em face disto, o efeito da introdução do cereal na produção de PB/ha produzido a partir do trevo no período de Inverno é muito idêntico ao verificado para a MS/ha. Assim, a produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo diminuiu de forma menos que proporcional com o aumento de produção de PB/ha a partir do cereal.

1. 1. 2. 3. Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

Efeito dos tratamentos

Existem diferenças significativas entre tratamentos, registando-se um efeito negativo significativo na DOMD do trevo subterrâneo quando acompanhado do cereal para o primeiro corte de Inverno (Quadro IV. 20).

Quadro IV. 20. Efeito dos tratamentos na DOMD (%) do trevo subterrâneo e na sua produção de EM/ha (MJ). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.

TRATAMENTOS	1º CORTE DE INVERNO		PERÍODO DE INVERNO	
	DOMD (%)	EM/ha	DOMD (%)	EM/ha
Trevo s/cereal	75.8 A	7 306 A	72.4 A	20 273 A
Trevo + Aveia	73.6 B	5 646 B	71.6 A B	14 645 B
Trevo + Cevada	73.2 B	4 447 B	71.4 B	13 806 B
Trevo + Triticale	71.2 C	5 351 B	70.2 B	16 594 B

Os valores de DOMD do trevo subterrâneo para o primeiro corte de Inverno são elevados e estão de acordo com os encontrados por outros autores para o mesmo tipo de pastagens nas condições mediterrânicas (ABREU, 1992; HUME e PURSER, 1975). O corte efectuado na fase inicial de desenvolvimento do trevo subterrâneo permite, segundo DEMARQUILLY (1982), encontrar valores de DOMD que podem atingir os 83%. As condições favoráveis que permitem o maior desenvolvimento do cereal na fase inicial após o estabelecimento já referido na discussão da produção de MS/ha, aumentam a capacidade competitiva dos cereais para a radiação solar comparativamente com o trevo subterrâneo de porte mais baixo. A existência neste de

fototropismo, em condições de ensombramento, conduz a um estiolamento dos caules que alterará a relação caule/folha aumentando-a (BLACK, 1960 a). Assim, segundo TILLEY e TERRY (1964), a digestibilidade da planta inteira diminuirá. Este efeito foi ainda mais acentuado quando o trevo subterrâneo estava acompanhado pelo triticale, o que se explicará, possivelmente, por uma maior agressividade competitiva deste para a radiação solar, relacionada com o seu porte mais elevado comparativamente com a aveia e a cevada. Este efeito já havia sido registado por FLANAGAN e WASHKO (1950), BRINK e MARTEN (1986 b), NICKEL *et al.* (1990) e SIMMONS *et al.* (1992 e 1995), que afirmam serem as espécies e variedades de porte mais reduzido menos competitivas para a radiação solar, quando se encontram como culturas acompanhantes do trevo subterrâneo. O efeito registado da competição para a radiação solar pode manifestar-se segundo BLACK (1958) de forma acentuada logo nos estados iniciais de desenvolvimento.

O corte efectuado remove as estruturas responsáveis pelo ensombramento, pelo que o trevo subterrâneo tem então possibilidades de recrescer em condições mais favoráveis, e daí o efeito da presença do cereal na DOMD do trevo subterrâneo ter sido menor no final do Inverno. O aproveitamento da cultura acompanhante através de um ou mais cortes na fase vegetativa, reduzindo ou anulando as condições de ensombramento da espécie dominada é a técnica sugerida por RAO e WILLEY (1983 b), a contornar os problemas resultantes da associação de espécies com morfologia e hábitos de crescimento distintos, no que diz respeito à competição para a radiação solar.

A diminuição verificada na DOMD do trevo subterrâneo, entre o primeiro corte e o final do período de Inverno, justificam-se quer pelo avanço da planta no seu ciclo de desenvolvimento quer pelo facto da DOMD das planta no segundo ciclo de exploração após o corte apresentar valores sempre mais baixos que na altura do primeiro corte (DEMARQUILLY, 1982).

Em relação à produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo para o primeiro corte de Inverno e para o período de Inverno (Quadro IV. 20), verifica-se que esta diminui de forma significativa quando se introduz o cereal em linhas na pastagem, pelas mesmas razões e tal como já se havia registado em relação à produção de MS/ha.

A análise da equação de regressão da Figura 10, permite-nos afirmar que a perda em EM/ha produzida pelo trevo subterrâneo quando associado ao cereal (diferença entre a produção do trevo subterrâneo em estreme e associado ao cereal), é tanto mais elevada quanto maior for o seu potencial produtivo em EM sem a presença do cereal.

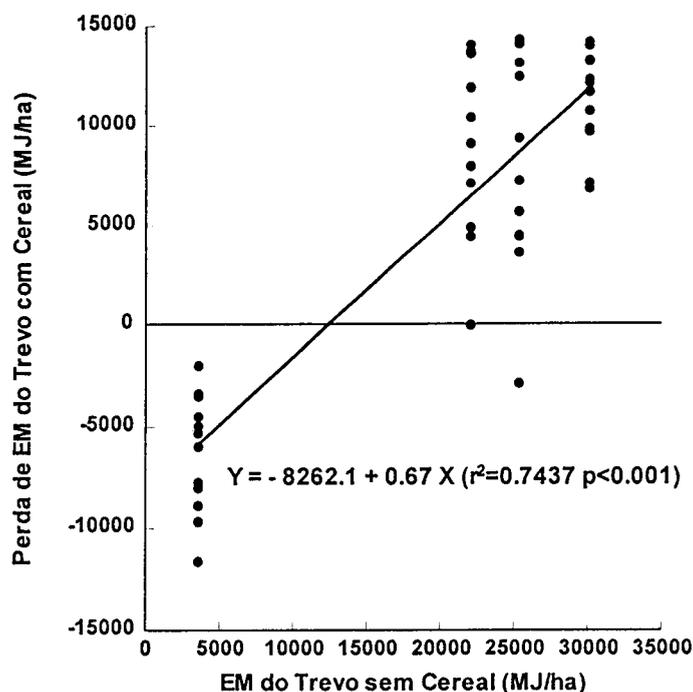


Figura 10. Perda de produção de EM do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (MJ/ha) (Y) em função da sua produção de EM em estreme (MJ/ha) (X). Período de Inverno.

Por outro lado, a perda de EM produzida a partir do trevo subterrâneo, provocada pela introdução do cereal, aumenta com o aumento do potencial produtivo deste, mas de forma menos que proporcional, pelo que é perfeitamente compensada pela produção de EM/ha a partir do cereal conforme podemos verificar na equação de regressão da Figura 11.

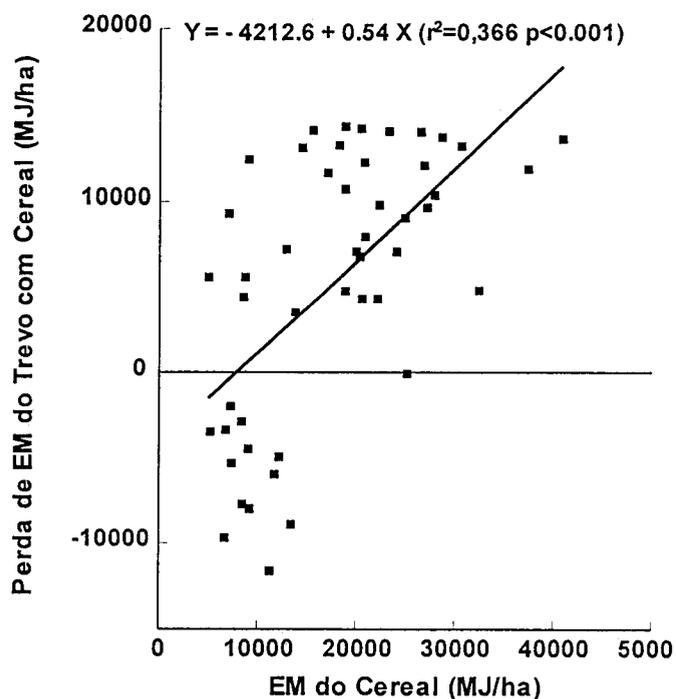


Figura 11. Perda de produção de EM do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (MJ/ha) (Y) em função da produção de EM do cereal (MJ/ha) (X). Período de Inverno.

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

Registou-se, como se pode ver através do Quadro IV. 21, uma interação significativa ano x tratamento no que respeita à DOMD do trevo subterrâneo, para o primeiro corte de Inverno. Assim, o efeito negativo da introdução do cereal na DOMD do trevo subterrâneo manifesta-se, pelas razões atrás já discutidas, mais acentuado para o ano de 1994/1995, que foi o ano de maior potencial produtivo do cereal.

Quadro IV. 21. Interação ano x tratamento para DOMD (%) do trevo subterrâneo. Primeiro corte de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	75.2 a b	74.2 a b	73.2 b	73.2 b	73.9
1994/1995	76.5 a	73 b	73.2 b	69.2 c	73
MÉDIA	75.8 A	73.6 B	73.2 B	71.2 C	

À semelhança do que já havíamos concluído em relação à produção de MS/ha, também no que diz respeito à produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo para o primeiro corte de Inverno, o efeito depressivo provocado pela introdução do cereal na pastagem manifesta-se significativo de uma forma mais consistente no ano de maior potencial produtivo do trevo subterrâneo(Quadro IV. 22).

Quadro IV. 22. Interação ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Primeiro corte de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	18 693 a	14 352 b	12 806 b c	13 333 b	14 796 A
1992/1993	0 f	0 f	0 f	0 f	0 C
1993/1994	0 f	0 f	0 f	0 f	0 C
1994/1995	10 532 c d	8 230 d	4 982 e	8 071 d	7 954 B
MÉDIA	7 306 A	5 646 B	4 447 B	5 351 B	

Registou-se também para o período de Inverno uma interação significativa, ainda que apenas para um grau de probabilidade de $p \leq 10\%$, no que respeita à DOMD do trevo subterrâneo conforme o Quadro IV. 23.

Quadro IV. 23. Interação ano x tratamento para a DOMD (%) do trevo subterrâneo. Período de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	72.1 a c *	71.5 a c *	69.5 c b *	70.2 b c *	70.8
1992/1993	71.1 a c *	72.4 a b *	73.2 a *	72.2 a c *	72.2
1993/1994	73.5 a *	71.6 a c *	73.0 a *	71.3 a c *	72.3
1994/1995	73.1 a *	70.9 a c *	70.0 b c *	67.4 b *	70.3
MÉDIA	72.4 A	71.6 A B	71.4 A B	70.2 B	

* Valores significativos para $p \leq 0,1$

Tal como já havíamos verificados em relação ao primeiro corte de Inverno, a introdução do cereal na pastagem provocou, também para o período de Inverno, e no ano de 1994/1995, efeitos negativos na DOMD do trevo subterrâneo e significativos para o caso da cevada e do triticale.

Quadro IV. 24. Interação ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	30 123 a	20 248 b d	17 633 c d	18 767 c d	21 693 A
1992/1993	3 581 h	9 403 f h	8 968 f h	11 319 e g	8 318 C
1993/1994	25 354 a b	14 086 d g	19 894 b d	19.224 c d	19 639 A
1994/1995	22 035 b c	14 843 d f	8 730 g h	17 066 c e	15 668 B
MÉDIA	20 273 A	14 645 B	13 806 B	16 594 B	

Conforme se pode ver no Quadro IV. 24 , os efeitos significativos da introdução do cereal na diminuição da produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo fazem-se sentir, por um lado

nos anos de superior potencial produtivo do trevo subterrâneo (1991/1992 e 1993/1994) e, por outro, naqueles onde o cereal exerceu maior competição devido também ao seu potencial superior (1994/1995). No ano de 1992/1993, ano mais frio, a produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo viu-se aumentada com a introdução do cereal, tal como se havia verificado para a produção de MS/ha.

De forma resumida, as conclusões em relação à DOMD e produção de EM a partir do trevo subterrâneo foram, para o primeiro corte de Inverno e para a totalidade do período, idênticas às obtidas para a PB/ha. O efeito do ano, dos tratamentos e da sua interacção na produção de EM a partir do trevo foi muito idêntico ao registado em relação à produção de MS/ha.

1. 1. 3. Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cereal)

1. 1. 3. 1. Produção de Matéria Seca

Quadro IV. 25. Efeito dos tratamentos na produção de matéria seca conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (kg/ha). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.

TRATAMENTOS	PRIMEIRO CORTE DE INVERNO	PERÍODO DE INVERNO
Trevo s/Cereal	603 C	1 732 B
Trevo + Aveia	980 A	2 769 A
Trevo + Cevada	868 AB	2 854 A
Trevo + Triticale	756 B	2 730 A

Para o primeiro corte de Inverno, a introdução do cereal em linhas na pastagem de trevo subterrâneo provocou aumentos significativos na produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Houve diferenças significativas entre espécies, e se entre a introdução da aveia ou da cevada não houve diferenças significativas, já a utilização do

triticale conduziu a uma produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies significativamente inferior à aveia. Continuamos a encontrar nas menores taxas de crescimento inicial do triticale comparativamente com a aveia justificação para este facto (TRINDADE e MOREIRA, 1987). Este efeito deixa de se verificar quando considerado o período de Inverno no qual, independentemente do cereal utilizado, a sua introdução em linhas na pastagem conduziu sempre a aumentos significativos na produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies, não havendo diferenças entre os três cereais.

Os aumentos significativos da produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies, quando se introduz o cereal na pastagem, quer para o primeiro corte de Inverno quer para o período de Inverno, registam-se porque, conforme já discutimos na produção de trevo subterrâneo, os acréscimos de produção de MS/ha resultantes da introdução do cereal são superiores às perdas de produção de MS/ha registadas a partir do trevo subterrâneo, quando aquele é introduzido na pastagem. A produção conjunta das duas espécies, para o período de Inverno, é tanto maior quanto a produção do cereal, conforme pode ser observado na Figura 12.

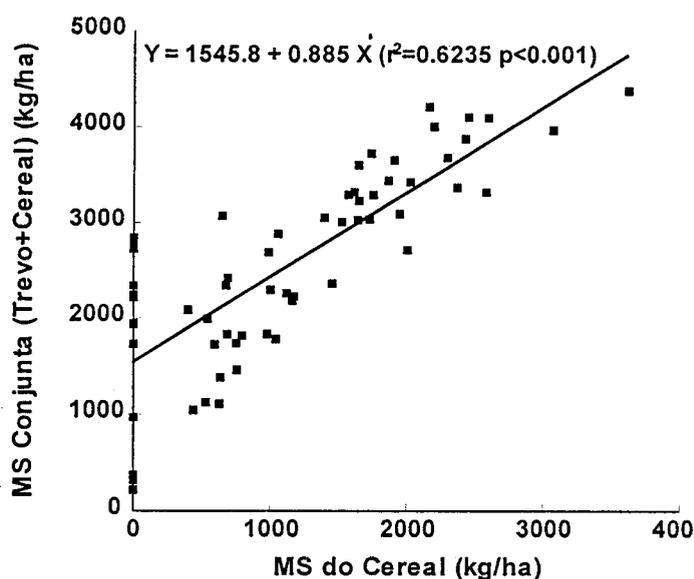


Figura 12. Influência da produção de MS do cereal (Kg MS/ha) (X) na produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (Y). Período de Inverno.

De facto, e dentro dos limites por nós ensaiados, regista-se para este período do ano uma resposta linear e significativa da produção conjunta de MS/ha ao aumento de produção de MS/ha a partir do cereal. Este aumento da produção conjunta no período de Inverno é particularmente importante na região Mediterrânica e parece ser justificação suficiente para a adopção das técnicas em estudo. DONALD (1963) considerou como aspectos importantes na competição a quantidade ou intensidade e o momento em que esta se começa a verificar. O aproveitamento numa fase inicial de desenvolvimento das espécies terá contribuído (primeiro corte de Inverno) para diminuir a intensidade competitiva do cereal em relação ao trevo subterrâneo, evitando uma maior agressividade em fases posteriores. Se considerarmos uma situação de pastoreio, em que a frequência de aproveitamento será ainda maior, é de aceitar que este efeito positivo do cereal também se verifique.

A importância do contributo do trevo subterrâneo na produção conjunta de MS/ha no período de Inverno foi muito menor que a do cereal, conforme se pode verificar pela equação de regressão apresentada na Figura 13.

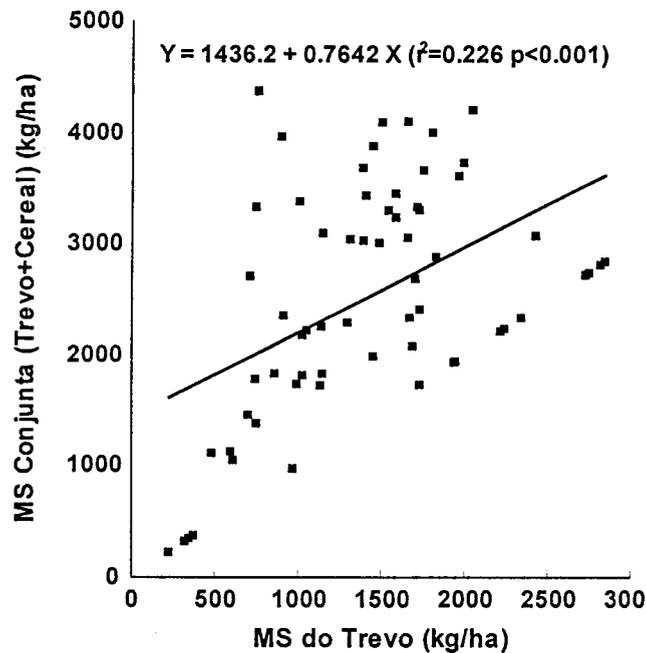


Figura 13. Influência da produção de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (X) na produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (Y). Período de Inverno.

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

Existiu uma interação significativa ano x tratamento para a produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies, no primeiro corte de Inverno (Quadro IV. 26), que nos diz que a introdução do cereal na pastagem só conduziu a aumentos de produção de MS/ha para este período nos anos de 1993/1994 e 1994/1995. Existiu pois, um maior benefício com a introdução do cereal em linhas na pastagem para os anos de menor potencial produtivo do trevo subterrâneo, à exceção do ano de 1992/1993 no qual, como tivemos já oportunidade de referir as baixas temperaturas associadas à menor precipitação ocorrida terão influenciado, quer a emergência das espécies, atrasando-a e prejudicando-a, quer o seu crescimento inicial.

Quadro IV. 26. Interação ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Primeiro corte de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO+ AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	1 552 a	1 387 a b	1 464 a b	1 430 a b	1 458 A
1992/1993	0 g	276 f g	218 f g	206 f g	175 C
1993/199	0 g	618 d e	400 e f	244 f g	316 C
1994/1995	861 c d	1 638 a	1 390 a b	1 142 b c	1 258 B
MÉDIA	603 C	980 A	868 AB	756 B	

Em relação ao período de Inverno, a interação significativa ano x tratamento (Quadro IV. 27), mostra-nos que a introdução do cereal na pastagem produziu maiores aumentos na produção de MS/ha, a partir do conjunto das duas espécies, principalmente nos anos de menor potencial produtivo do trevo subterrâneo.

Quadro IV. 27. Interação ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) . Período de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO+ AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	2 586 b	3 410 a	3 706 a	3 472 a	3 293 A
1992/1993	315 f	1 741 d e	1 418 e	1 725 d e	1 300 C
1993/1994	2 153 b d	2 422 b c	2 694 b	2 244 b d	2 378 B
1994/1995	1 873 c e	3 504 a	3 597 a	3 478 a	3 113 A
MÉDIA	1 732 B	2 769 A	2 854 A	2 730 A	

Para CRESPO (1975), nas condições do sequeiro mediterrânico, para que se registre uma boa produção de pastagem no período de Outono - Inverno, é necessário que as chuvas efectivas ocorram cedo na estação, referindo que caso contrário a produção neste período pode ser afectada. Por outro lado, OLEA *et al.* (1989) referem a temperatura como o principal factor condicionante da disponibilidade de pastagens na região Mediterrânica, ao provocar uma paragem no crescimento das espécies que as compõem, nomeadamente no trevo subterrâneo.

Já no que diz respeito aos cereais, MOULE (1971) apresenta como causas para a generalização da sua utilização como opção forrageira, o facto deles serem pouco exigentes em temperaturas para o seu crescimento, sendo prejudicados apenas com temperaturas extremamente baixas (-8 °C), beneficiando segundo BELLIDO (1991) de temperaturas elevadas que os favorecem sobretudo nas fases iniciais de desenvolvimento, resistindo no entanto melhor às baixas temperaturas que as leguminosas forrageiras (DROUSHIOTIS, 1989). No que respeita à influência da precipitação no crescimento dos cereais, estes cumprem o seu ciclo cultural nas condições de clima mediterrânico numa época de boas disponibilidades hídricas, com produtividade de razoável regularidade (HUGUES, 1956; COFFMAN, 1961). O excesso de água prejudica as fases iniciais de desenvolvimento, e no que respeita à tolerância ao encharcamento FRIBOURG (1973) destaca a aveia, tritcale e centeio como espécies mais tolerantes que o trigo e a cevada.

Assim, a introdução do cereal na pastagem não só aumenta a produção conjunta no período de Inverno, como contribui para uma maior estabilidade de produção entre anos, conforme se pode observar na Figura 14.

Em resumo, podemos afirmar que a introdução do cereal numa pastagem de trevo subterrâneo, aumentou a produção conjunta das duas espécies no período de Inverno. Este aumento de produção resulta de uma competição pouco acentuada entre as duas espécies, provavelmente devido às pequenas taxas de crescimento do trevo subterrâneo resultantes das baixas temperaturas de Inverno.

Uma outra contribuição importante da introdução do cereal é o aumento da estabilidade da produção interanual, o que é muito importante face à irregularidade do clima mediterrânico. Esta maior estabilidade produtiva resulta de uma sensibilidade diferentes das duas espécies às variáveis do clima.

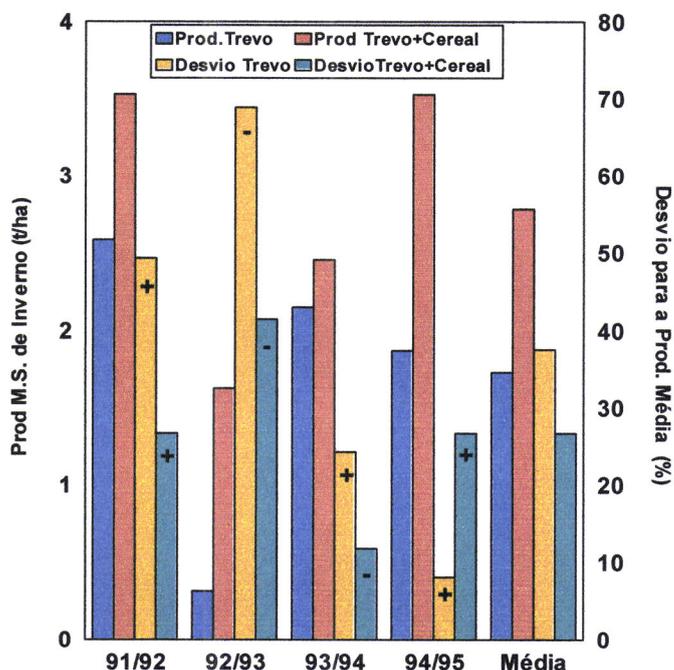


Figura 14. Período de Inverno. Produção do trevo subterrâneo em estreme e da associação (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) e respectivos desvios para a produção média dos quatro anos $\left[\left(\frac{\text{Produção do ano} - \text{Produção média}}{\text{Produção média}} \right) * 100 \right]$. Desvios positivos (+) ; Desvios negativos (-).

Nos Invernos frios e secos, particularmente desfavoráveis à produção do trevo, o aumento da contribuição do cereal serve de estabilizador da produção. Em Invernos quentes e húmidos a contribuição do cereal diminui durante esta época do ano, mas estes são anos de abundante produção do trevo subterrâneo.

No conjunto da produção de Inverno, o cereal introduzido não apresentou efeito significativo. No entanto, tendo em vista um aumento da oferta alimentar o mais cedo possível (primeiro corte de Inverno), a aveia e a cevada revelaram-se como espécies com mais interesse que o triticales. Atendendo a uma diferente sensibilidade destas duas espécies à precipitação de Inverno (Equações 1, 2, e 3), uma recomendação possível será mesmo a sua mistura, como forma de se conseguir uma estabilidade acrescida da produção de Inverno.

1. 1. 3. 2. Proteína Bruta

Através da observação do Quadro IV. 28, podemos verificar que a introdução do cereal em linhas na pastagem de trevo subterrâneo conduz a um aumento significativo na produção de PB/ha, a partir do conjunto das duas espécies no primeiro corte de Inverno.

Quadro IV. 28. Efeito dos tratamentos na produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.

TRATAMENTOS	1º CORTE INVERNO	PERÍODO DE INVERNO
Trevo s/Cereal	146 C	376 B
Trevo + Aveia	230 A	563 A
Trevo + Cevada	229 A	614 A
Trevo + Triticales	184 B	586 A

Existem, no entanto, comportamentos diferentes entre as espécies utilizadas. Assim, entre a aveia e a cevada não existem diferenças significativas em relação a este parâmetro, tal como já se havia verificado em relação à produção de MS/ha para este período. A introdução do triticales

conduz, no entanto, a produções conjuntas de PB/ha significativamente inferiores às que se conseguem com a introdução da cevada e da aveia.

Em relação à produção de PB/ha, a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) para todo o período de Inverno, verifica-se que ela segue o mesmo padrão de comportamento verificado para a produção de MS/ha (Figura 15), com um aumento significativo com a introdução do cereal, independentemente da espécie utilizada.

De facto, através da equação de regressão da Figura 15, podemos verificar que a produção de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies aumenta significativamente e de uma forma linear com os aumentos de produção de MS/ha para este período.

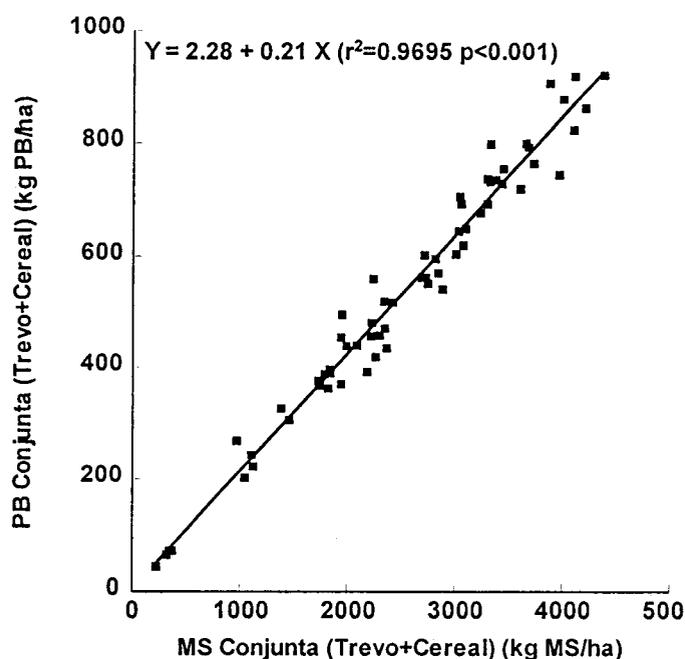


Figura 15. Produção conjunta (trevo subterrâneo + cereal) de PB (Kg PB/ha) (Y) em função da produção conjunta (trevo subterrâneo + cereal) de MS (Kg MS/ha) (X). Período de Inverno.

Desta forma, e tal como se verificou para a produção de MS/ha, também a PB/ha produzida neste período a partir do conjunto das duas espécies aumenta significativamente com a introdução

do cereal, não existindo, em relação a este parâmetro, diferenças significativas entre os cereais utilizados (aveia, cevada e triticale), (Quadro IV. 28).

A importância da contribuição da produção de PB/ha a partir do cereal, para a produção conjunta de PB/ha no período de Inverno, está bem patente na equação de regressão apresentada na Figura 16.

Verifica-se então que, a produção de PB/ha, a partir do conjunto das duas espécies está relacionada de uma forma positiva significativa e linear, com a produção de PB/ha a partir do cereal, através da equação apresentada na Figura 16.

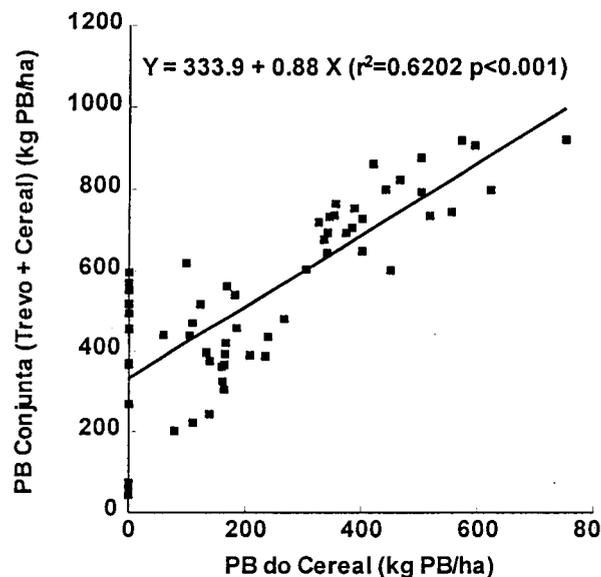


Figura 16. Influência da produção de PB do cereal (Kg PB/ha) (X) na produção de PB conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg. PB/ha) (Y). Período de Inverno.

Como podemos comprovar através da equação da Figura 17, a produção de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies está relacionada, também de uma forma significativa, com a produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo, pelo que a produção de PB/ha de Inverno, pode ser aumentada a partir das duas espécies.

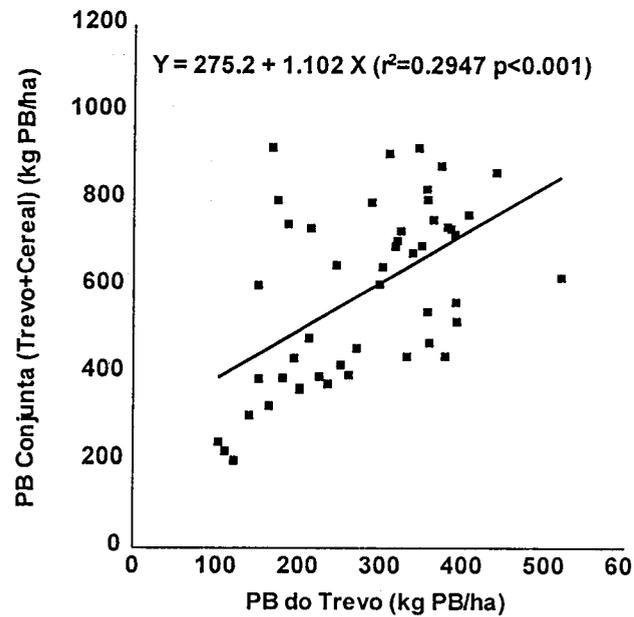


Figura 17. Influência da produção de PB do trevo subterrâneo (Kg PB/ha) (X) na produção de PB conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg PB/ha) (Y). Período de Inverno.

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

Quadro IV. 29. Interação ano x tratamento para a produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies ((trevo subterrâneo + cereal). Primeiro corte de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO+ AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	357 a c	322 b c	364 a c	342 a c	346 A
1992/1993	0 f	81 e	66 e f	56 e f	51 B
1993/1994	0 f	112 b e	91 e	48 e f	63 B
1994/1995	225 d	407 a	394 a b	290 c d	329 A
MÉDIA	146 C	230 A	229 A	184 B	

Verificamos, à semelhança do que se havia observado em relação à produção de MS/ha, que o aumento de produção de PB/ha registado com a introdução do cereal na pastagem é tanto maior, quanto menor é o potencial de produção a partir do trevo subterrâneo. Pode também verificar-se que o efeito do triticales é claramente inferior ao dos outros dois cereais. Isto é devido,

não só ao menor potencial produtivo do triticales nesta fase inicial, mas também ao menor teor de PB apresentado por esta espécie para este período de utilização (Quadro IV. 29).

Conforme podemos ver no Quadro IV. 30, a introdução do cereal em linhas na pastagem conduz a aumentos significativos na produção de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal), com excepção do ano de 1993/1994 que como já referimos, foi o ano no qual o cereal evidenciou para este período menor capacidade produtiva.

Em resumo, o efeito dos factores em estudo (anos e introdução do cereal) na produção de PB/ha obtida para o conjunto das duas espécies no período de Inverno pode ser explicado, na quase totalidade ($r^2 = 0.9695$, Figura 15) pela variação na produção de MS/ha. Assim sendo, as conclusões em relação a este parâmetro são idênticos às referidas para a MS/ha.

Quadro IV. 30. Interação ano x tratamento para a produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO+ AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	522 c	694 a b	808 a	783 a	702 A
1992/1993	63 f	370 d e	312 e	347 d e	273 C
1993/1994	460 c e	447 c e	570 b c	473 c d	487 B
1994/1995	461 a	740 a	766 a	742 a	677 A
MÉDIA	376 b	563 a	614 a	586 a	

1. 1. 3. 3. Energia Metabolizável

A produção de EM/ha, a partir do conjunto das duas espécies, para o primeiro corte de Inverno, seguiu um padrão idêntico ao que se verificou em relação à produção de MS/ha. (Quadro IV. 31).

Quadro IV. 31. Efeito dos tratamentos na produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das espécies (trevo subterrâneo + cereal). Primeiro corte de Inverno e período de Inverno.

TRATAMENTOS	1º CORTE INVERNO	PERÍODO DE INVERNO
Trevo + Cereal	7 306 C	20 273 B
Trevo + Aveia	12 152 A	33 000 A
Trevo + Cevada	10 505 A B	33 345 A
Trevo + Triticale	9 007 B	31 689 A

Assim, a introdução do cereal em linhas na pastagem de trevo subterrâneo conduziu sempre a aumentos significativos na produção de EM/ha para este período. De entre os cereais utilizados e também à semelhança do que se verificou para a produção de MS, não existiram diferenças significativas entre a aveia e a cevada no que respeita à produção conjunta de EM/ha. O triticale, que havia sido a espécie com menor produção de MS/ha, continuou a ser o cereal com o qual se registaram menores produções de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo + cereal), para o primeiro corte de Inverno. No entanto, para a totalidade do período de Inverno, não houve diferenças significativas entre as três espécies de cereais utilizados.

Como se pode verificar através da equação de regressão da Figura 18, existiu uma relação altamente significativa e linear entre a produção de MS/ha e EM/ha produzidas a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal), para o período de Inverno.

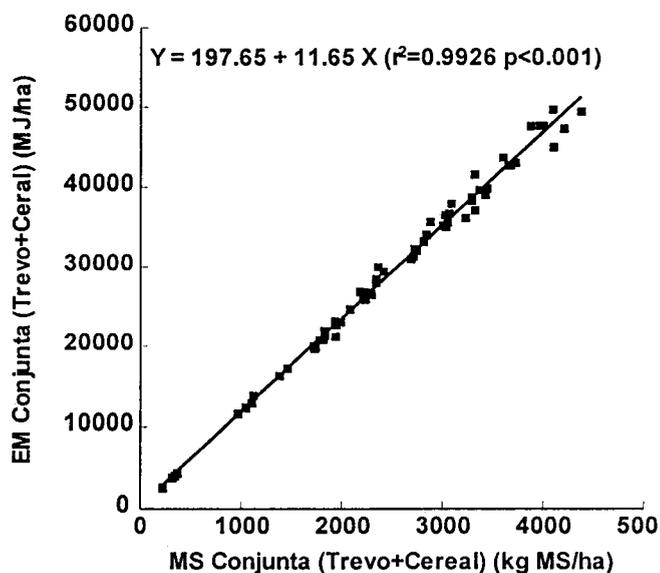


Figura 18. Produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y) em função da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg. MS/ha) (X). Período de Inverno.

De forma semelhante e pelas razões já apontadas na análise e discussão da produção de MS/ha relativamente a este período de utilização, também a EM/ha produzida a partir do conjunto das duas espécies esteve mais dependente da produção do cereal do que da produção do trevo subterrâneo como se pode verificar através das Figuras 19 e 20, possuindo a equação de regressão para o cereal, um ajustamento mais significativo, conforme podemos observar na página seguinte.

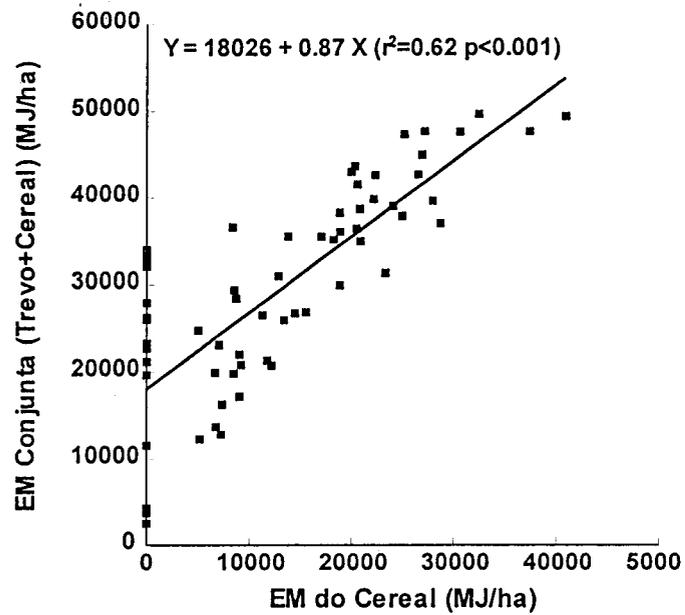


Figura 19. Influência da produção de EM do cereal (MJ/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Período de Inverno.

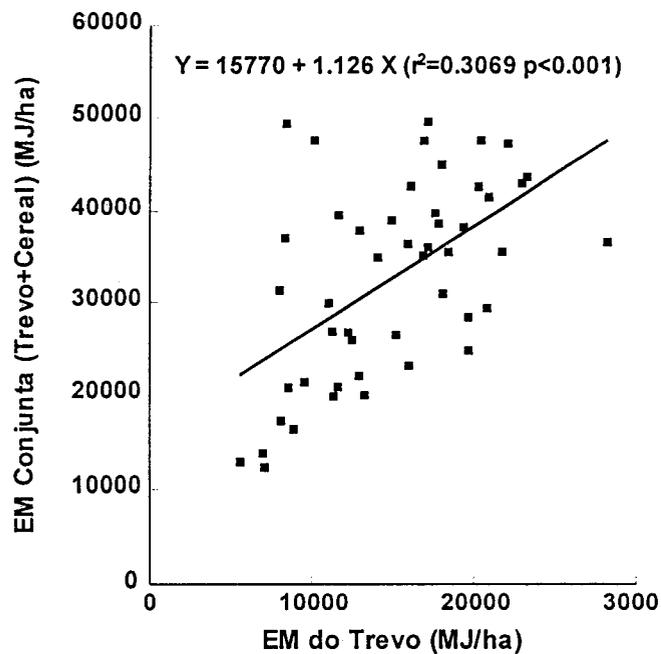


Figura 20. Influência da produção de EM do trevo subterrâneo (MJ/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Período de Inverno.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

As diferenças significativas registadas na interacção ano x tratamento, para a produção de MS/ha para os anos de 1993/1994 e 1994/1995, apenas se traduziram em diferenças significativas em relação à produção de EM/ha relativamente à aveia (Quadro IV. 32). Tal facto ficou a dever-se à contribuição desta para a EM/ha a partir do conjunto das duas espécies ter sido superior à da cevada e do triticale, como resultado quer dos seu valor de DOMD quer da sua produção de MS/ha.

Quadro IV. 32. Interacção ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Primeiro corte de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO+ AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	18 693 a	16 612 a b	17 365 a b	16 961 a b	17 408 A
1992/1993	0 f	3 496 d f	2 714 e f	2 592 e f	2 200 B
1993/1994	0 f	8 168 c e	5 279 d f	3 222 e f	4 167 B
1994/1995	10 532 b d	20 334 a	16 664 a b	13 255 a c	15 196 A
MÉDIA	7 306 C	12 153 A	10 505 A B	9 007 B	

Verifica-se através do Quadro IV. 33, que a introdução do cereal em linhas na pastagem, à semelhança do que se havia registado para a produção de MS/ha, provocou aumentos significativos na produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies para o período de utilização do Inverno, à excepção do ano de 1993/1994 que foi já mencionado como o ano de inferior capacidade produtiva do cereal.

Em resumo, a correlação altamente significativa entre a produção de MS/ha e a EM/ha para o período de Inverno, conduz a conclusões idênticas para o efeito dos factores em estudo sobre estes dois parâmetros. Assim sendo, e à semelhança do que se verificou para a produção de MS/ha e de PB/ha, também no que respeita à produção de EM/ha, a introdução do cereal em linhas na pastagem de trevo subterrâneo foi benéfica para o período de Inverno.

Quadro IV. 33. Interação ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Inverno.

ANO	TREVO	TREVO+ AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	30 123 b	40 097 a	42 908 a	40 991 a	38 530 A
1992/1993	3 580 e	20 422 c d	16 567 d	19 849 c d	15 104 C
1993/1994	25 354 b c	29 758 b	32 572 b	26 595 b c	28 570 B
1994/1995	22 035 c d	41 722 a	41 332 a	39 322 a	36 103 A
MÉDIA	20 273 B	33 000A	33 345 A	31 689 A	

1.2. Produção de Primavera

Em relação a este período decidiu-se apresentar em primeiro lugar os dados relativos à produção de trevo, por este se ter revelado como o componente mais produtivo da mistura.

1. 2. 1. Trevo subterrâneo

1. 2. 1. 1. Produção de Matéria Seca

A introdução do cereal em linhas na pastagem de trevo subterrâneo contribuiu para reduzir significativamente a produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo para o período da Primavera, efeito este que foi independente da espécie utilizada (Quadro IV. 34).

Quadro IV. 34. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período de Primavera.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE PRIMAVERA
Trevo s/cereal	1 381 A
Trevo + aveia	1 019 B
Trevo + cevada	947 B
Trevo + triticales	1 019 B

A equação apresentada na Figura 21 relaciona a perda de produção de MS/ha do trevo subterrâneo, quando o cereal é introduzido na pastagem, com a sua produção nos talhões sem cereal.

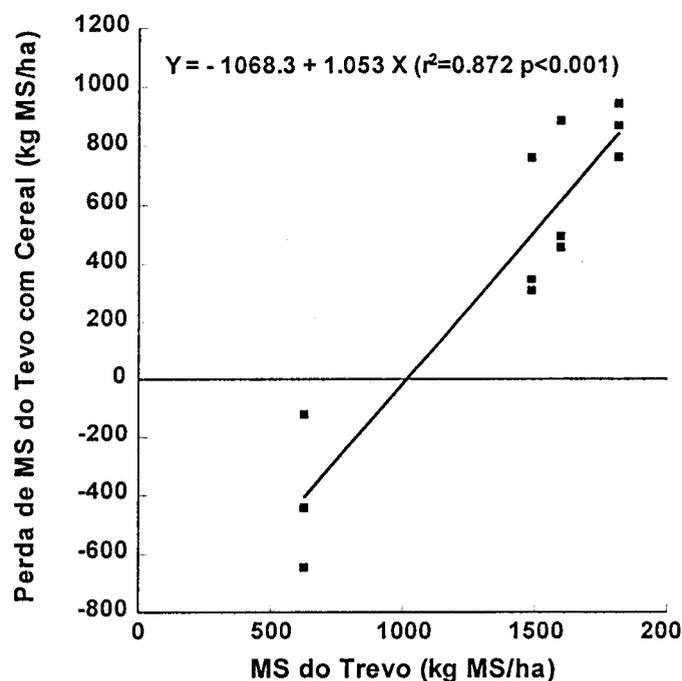


Figura 21. Perda de produção do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg MS/ha) (Y) em função da sua produção em estreme (Kg MS/ha) (X). Período da Primavera.

Podemos então concluir que o efeito depressivo da introdução do cereal foi tanto maior quanto maior foi o potencial produtivo do trevo subterrâneo.

Relacionando, por outro lado, a perda de produção de MS/ha de trevo subterrâneo quando se introduz o cereal em linhas na pastagem com o potencial produtivo deste, e considerando apenas três anos de ensaio, já que no ano de 1993/1994 houve aumento de produção do trevo subterrâneo com a introdução do cereal, obtemos a equação de regressão da Figura 22.

Assim, verifica-se que a perda de produção de MS/ha por parte do trevo subterrâneo é tanto maior, quanto mais elevado é o potencial produtivo do cereal, pelo que se poderá concluir que ela guarda grande relação com os aspectos competitivos resultantes da introdução deste na pastagem. No entanto, o balanço final ainda será positivo para a produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies, dado o coeficiente de regressão da equação (0,72).

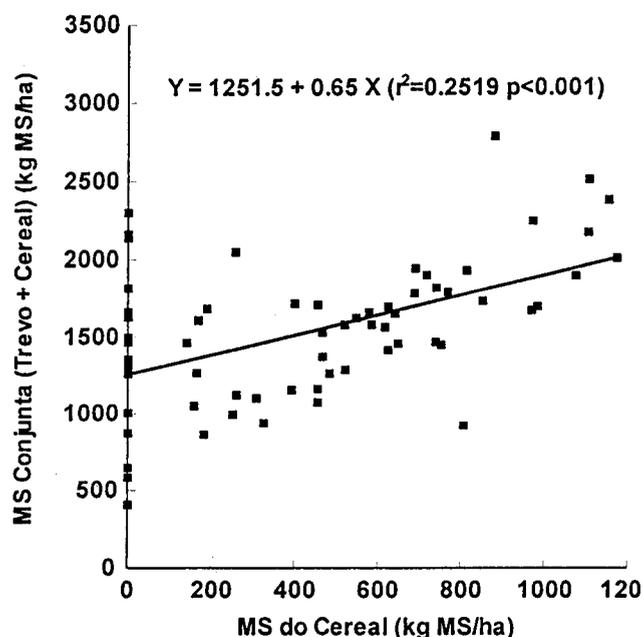


Figura 22. Perda de produção do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg MS/ha) (Y) em função da produção do cereal (Kg MS/ha) (X). Período da Primavera.

Os coeficientes de regressão apresentados no Quadro IV. 35 foram retirados das Figuras 4, 5, 21 e 22.

Quadro IV. 35. Coeficientes de regressão entre a perda de produção de trevo subterrâneo nos talhões com cereal (diferenças para a produção de trevo subterrâneo estreme) e a produção de cereal (Cr_1) e entre essa perda e a produção de trevo subterrâneo nos talhões sem cereal (Cr_2) quer para a produção de Inverno, quer para a produção de Primavera.

Período de Produção	COEFICIENTE DE REGRESSÃO	
	Cr_1	Cr_2
Inverno	0.499	0.656
Primavera	0.725	1.053

Da comparação entre estes coeficientes, resulta evidente que a competição entre as duas espécies aumenta no período de Primavera, pois a perda de produção do trevo subterrâneo torna-se mais acentuada neste período, quer se considere essa perda em relação à produção da gramínea (Cr_1), quer em relação ao potencial produtivo do próprio trevo (Cr_2). As razões para este facto podem ser várias. O maior tamanho das plantas agrava, por si só, a competição entre elas. A influência do porte e altura das plantas na competição para a luz, referida por ZIMDAHL (19809, citando CLEMENTS (1929), é confirmada por STERN e DONALD (1962 b) que referem o quase total desaparecimento do trevo subterrâneo em pastagens com gramíneas, após a aplicação de azoto ter favorecido o desenvolvimento destas. Daí que FLANAGAN e WASHKO (1950); BRINK e MARTEN (1986 b); NICKEL *et al.* (1990) e SIMMONS *et al.* (1992) suportem o conceito de que culturas acompanhantes de menor porte serão menos competitivas para a luzerna e o trevo subterrâneo, tendo SIMMONS *et al.* (1995) encontrado produções de MS/ha de luzerna superiores quando acompanhadas com variedades de cevada e aveia de menor estatura. A competição pela água é também natural que aumente por esta se tornar mais escassa. Haverá ainda a considerar que no período de Primavera o crescimento do trevo subterrâneo já não está limitado pela temperatura e, assim, a competição entre as duas espécies aumenta. SANTHIRASEGARAM e BLACK (1968), referem, que nas condições mediterrânicas, a competição para este factor entre o trevo subterrâneo e os cereais utilizados como cultura acompanhante é normalmente intensa na Primavera, período no qual a água se pode constituir como factor limitante, aspectos que são também referidos por GENEST e STEPLER (1973) e KENDAL e STINGER (1985). No entanto, e como se disse anteriormente, verifica-se uma perda de apenas 0.7 kg/ha de MS/ha de trevo por cada kg/ha de MS/ha produzido a partir do cereal pelo que o balanço, em termos de MS, ainda será positivo, para a mistura das espécies.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

A introdução do cereal em linhas na pastagem provocou uma diminuição significativa na produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo, com particular relevância para o ano de maior potencial produtivo deste (1991/1992). Nos anos de 1992/1993 e 1994/1995 apenas a aveia e a cevada, quando introduzidas na pastagem, provocaram efeitos negativos significativos na produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo (Quadro IV. 36).

Quadro IV. 36. Interação ano x tratamento para a produção MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período da Primavera.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TRITICALE +CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	1 814 a	944 d e	870 d e	1 052 c e	1 170 A
1992/1993	1 486 a c	724 d e	1 139 b e	1 176 b c	1 131 A B
1993/1994	626 e	1 271 b d	1 068 b c	746 d e	928 B
1994/1995	1 596 a b	1 139 b e	710 e	1 102 b e	1 137 A B
MÉDIA	1 381 A	1 019 B	947 B	1 019 B	

Como foi apresentado anteriormente, as perdas de produção de MS/ha do trevo subterrâneo registadas com a introdução do cereal na pastagem, relacionam-se não só com o potencial produtivo do trevo subterrâneo como também com o potencial produtivo do cereal. Assim poderão por estes motivos estar explicadas as diferenças registadas. No ano de 1991/1992, a maior quebra de produção pela introdução do cereal, deve-se principalmente ao grande potencial produtivo do trevo. As diferenças entre os efeitos da aveia e cevada em relação ao triticales, nos anos de 1992/1993 e 1994/1995, resultam do menor potencial produtivo deste nestes anos (Quadro IV. 34).

As diferenças registadas entre anos na produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo para o período da Primavera (Quadro IV. 36), encontram justificação nas condições climáticas, nomeadamente a precipitação, ocorrida nos diferentes anos.

Segundo CRESPO (1975), a produção de pastagem no sequeiro mediterrânico é bastante irregular ao longo do ano, concentrando-se 65 a 85% da produção total no período que vai de Março até final do ciclo. As temperaturas baixas que se registam no período de Inverno, são para OLEA *et al.* (1989) o factor responsável pela paragem no crescimento do trevo subterrâneo nessa fase. Para BIDDISCOMBE (1987), as leguminosas estão muito dependentes da precipitação anual para a sua produção de MS, tendo também a sua distribuição efeito significativo, nas quantidades produzidas (BRAUDEL, 1987 e BOURBOUZE, 1987).

O aumento da temperatura que se regista, nas condições mediterrânicas, no período de Primavera, simultaneamente com a ocorrência de precipitação permitem que o trevo subterrâneo expresse todo o seu potencial produtivo.

De facto, podemos verificar através da equação de regressão da Figura 23 que a produção de trevo subterrâneo para o período da Primavera está bastante dependente da precipitação ocorrida entre o último corte incluído na produção de Inverno e o final do mês de Março.

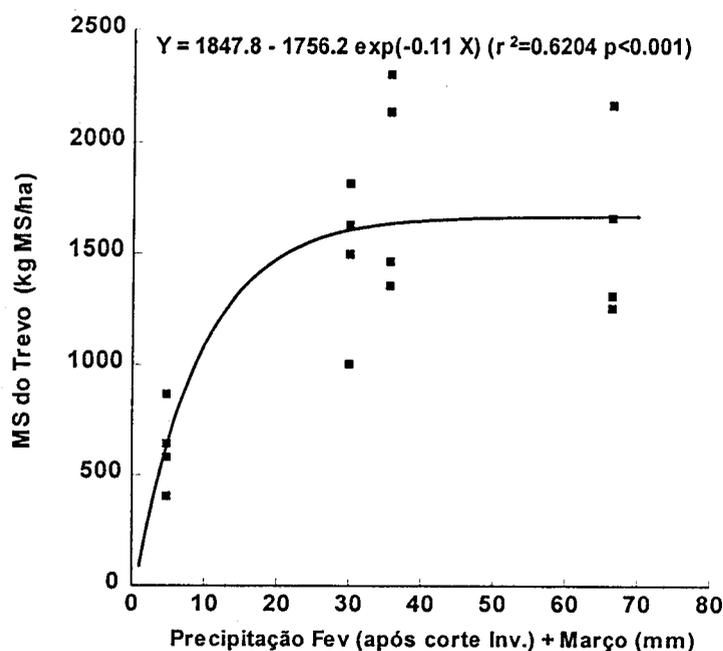


Figura 23. Influência da precipitação ocorrida nos meses de Fevereiro (após o último corte de Inverno) e Março (mm) (X) na produção de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.

A relativamente escassa produção de pastagens de trevo subterrâneo durante o período de Inverno, resultado da inexistência de conjugação entre as temperaturas e a precipitação para o seu desenvolvimento vê-se compensada no período da Primavera, durante o qual, caso ocorra precipitação, o trevo subterrâneo apresenta uma fase de intenso crescimento, traduzida numa elevada proporção de produção de MS comparativamente com o Inverno.

No entanto, esta distribuição anual da produção é muito variável com as condições ocorridas, nomeadamente de temperatura e precipitação, ao longo do ano. A produção de trevo

subterrâneo durante o Inverno dependeu, conforme a Equação 6, dos dias grau de crescimento (base 8°C) e da precipitação nos dois meses após a sementeira. Por sua vez, a produção de Primavera dependeu da precipitação ocorrida deste o último aproveitamento de Inverno até ao final de Março. Assim sendo, a distribuição da produção ao longo do ano, traduzida pela produção de Primavera em relação à produção de Inverno foi, para os quatro anos do ensaio, traduzida pela Equação 7, a seguir apresentada.

Equação 7: Produção relativa de MS do trevo subterrâneo em função da temperatura e da precipitação. Período da Primavera.

$$Y = 0.98 - 0.01 X_1 + 0.18 X_2 \quad F_{[2,13]} = 28.45 \quad r^2 = 0.5742 \quad (p \leq 0.001)$$

VARIÁVEL	DESVIO PADRÃO	TESTE t	PROBABILIDADE
Ordenada na origem	1.05	0.93	≤ 0.37
X ₁	0.004	- 2.50	≤ 0.03
X ₂	0.028	6.39	≤ 0.001

Y – Produção relativa (%) [(Produção de MS de Primavera do trevo subterrâneo em estreme (Kg MS/ha)/ Produção de MS de Inverno do trevo subterrâneo em estreme (Kg MS/ha)].

X₁ – Dias grau de crescimento (base 8° C).

X₂ – Precipitação de Março (mm).

Vemos, assim, que em anos de Inverno suave e Primavera (Março) seca, a produção de Inverno pode representar mais de 50% da produção total. No entanto, porque o potencial produtivo de Primavera é superior ao de Inverno, a produção relativa de trevo subterrâneo entre

os dois períodos pode ser traduzida apenas pela precipitação de Março conforme se pode observar pela Figura 24.

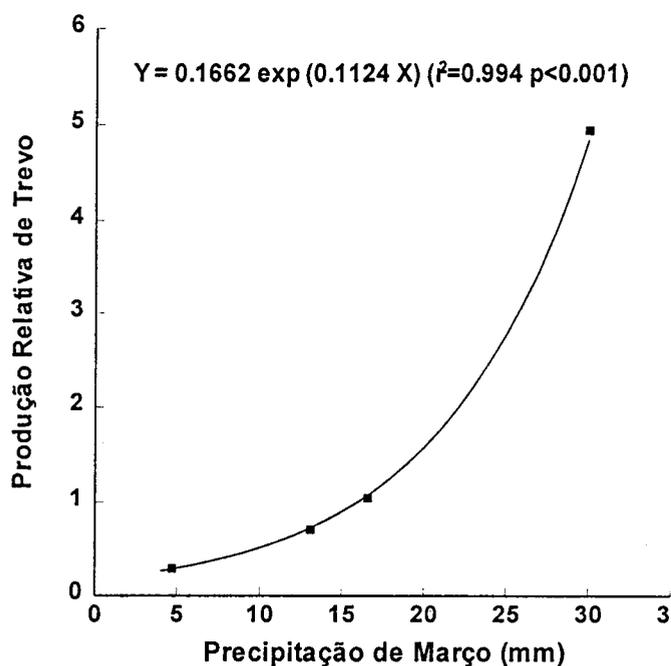


Figura 24. Influência da precipitação ocorrida no mês Março (mm) (X) na produção relativa de trevo subterrâneo em estreme (razão entre a produção de Primavera e a produção de Inverno) (Y). Período da Primavera.

Uma outra forma de apresentar a importância da precipitação de Março será através da sua influência na percentagem da produção de Primavera na produção total de trevo subterrâneo (Figura 25).

Neste caso há um aumento linear da proporção da produção de trevo subterrâneo no período de Primavera, com o aumento da precipitação de Março.

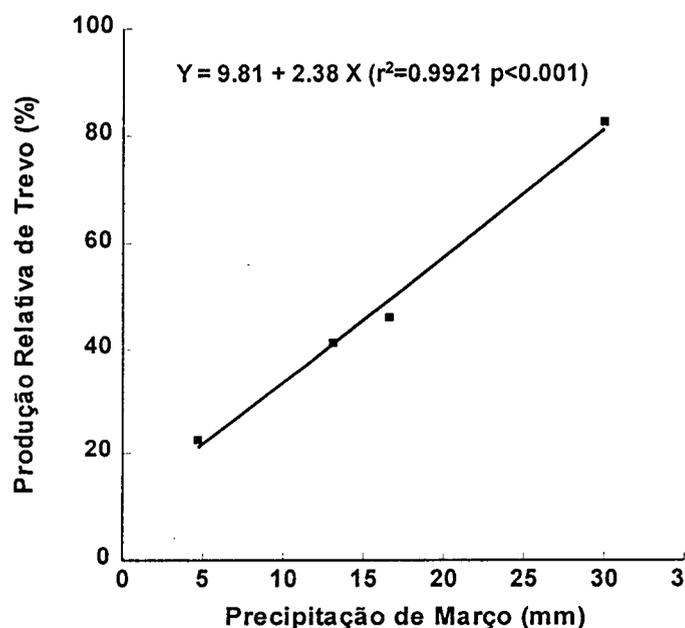


Figura 25. Influência da precipitação ocorrida no mês Março (mm) (X) na produção relativa de trevo subterrâneo em estreme (razão entre a produção de trevo subterrâneo de Primavera e a produção total de trevo subterrâneo) (%)(Y). Período da Primavera.

De acordo com a equação da Figura 25, $Y = 9.8051 + 2.3755x$ ($r^2 = 0.9921$), podemos calcular a produção relativa de Primavera em relação à produção total (%) do trevo subterrâneo quando em estreme. Esses valores, assim como a frequência com que se registaram ao longo do período 1961 a 1990, são apresentados no Quadro IV. 37.

Quadro IV. 37. Influência da precipitação do mês de Março (mm) na produção relativa do trevo subterrâneo (Produção de Primavera / Produção total) (%).

Produção de Primavera /Produção total (%)	Precipitação Março	Probabilidade de ocorrência no período de 1961 a 1990 (%)
≤ 20%	≤ 4.3	7%
20 - 40	> 4.3 ≤ 12.7	3%
40 - 60	> 12.7 ≤ 21.1	13%
60 - 80	> 21.1 ≤ 29.6	10%
> 80	> 29.6	67%

Verifica-se assim que, para o trinténio em causa, em vinte e três dos anos verificou-se a ocorrência de uma precipitação superior a 21.1mm, suficiente para que mais de 60% da produção total de MS do trevo subterrâneo, fosse assegurada pela produção do período de Primavera. Em condições normais existe, pois, uma probabilidade elevada (77%) para que a precipitação do mês de Março seja suficiente para garantir no período de Primavera os 65-85% da produção total que alguns autores, nomeadamente CRESPO (1975) e SERRANO (1995) referem, ao abordar a distribuição da produção de MS ao longo do ano em pastagens de sequeiro nas condições mediterrânicas. No entanto, não serão de desprezar os anos nos quais a precipitação ocorrida no referido mês, apenas garante uma percentagem bem inferior da produção total. De facto, continuando a analisar os registos relativos ao período de 1961-1990, existiram dois anos nos quais a precipitação ocorrida em Março não terá garantido mais de 20% da produção total no período da Primavera, um ano no qual assegurou essa percentagem da produção, e quatro nos quais a precipitação de Março permitiu que a produção de MS a partir do trevo subterrâneo no período de Primavera representasse cerca de 40% da sua produção total. Existe portanto uma considerável probabilidade (23%) da produção de MS do trevo subterrâneo no período, de Primavera, não ultrapassar os 40% do seu potencial produtivo anual. Desta forma, os aumentos de produção conseguidos para o período de Inverno, através da introdução do cereal em linhas na pastagem, revestem-se também por este facto de enorme importância, transmitindo ao sistema um efeito estabilizador, especialmente relevante nos anos em que a produção de Primavera a partir do trevo subterrâneo se vê limitada pela baixa precipitação ocorrida no mês de Março.

Conforme se verá no subcapítulo relativo à produção do cereal, esta é menos afectada pela precipitação do mês de Março.

1. 2. 1. 2. Proteína Bruta

Os teores de PB do trevo subterrâneo, para o período da Primavera (Quadro IV. 38), estão próximos dos referidos pela bibliografia, em situações idênticas no sequeiro mediterrânico.

Quadro IV. 38. Efeito dos tratamentos no teor de PB (%) do trevo subterrâneo e na sua produção de PB/ha (kg). Período de Primavera

TRATAMENTOS	PB (%)	PB/ha
Trevo s/cereal	16.1 A B	220 A
Trevo + aveia	15.8 B	148 B
Trevo + cevada	16.4 A B	146 B
Trevo + triticale	16.7 A	164 B

CANCELA d' ABREU (1992) refere, para pastagens à base de trevo subterrâneo valores de PB (%) de 17.2 enquanto SERRANO (1995), para as mesmas condições aponta valores de 15 a 25%. Como seria de esperar, registaram-se teores de PB para esta fase de aproveitamento nitidamente inferiores aos registados para o período de Inverno. Segundo DEMARQUILLY (1982), a diminuição da relação folha/caule, que acompanha a maturação das plantas será a responsável pela diminuição dos teores de PB ao longo do ciclo.

A introdução do cereal não provocou qualquer efeito significativo no teor de PB do trevo subterrâneo para o período de Primavera, independentemente do cereal utilizado. Vemos assim que o efeito do cereal no teor de PB do trevo subterrâneo foi diminuindo ao longo do tempo, uma vez que apenas o fez diminuir de forma significativa para o primeiro corte de Inverno (Quadro IV. 15). Duas explicações serão possíveis e não se excluem. Por um lado, a agressividade competitiva da gramínea vai diminuindo ao longo dos sucessivos cortes e, por outro, a capacidade de fixação de azoto da associação trevo subterrâneo x rizóbio vai aumentando.

A produção de PB/ha esteve apenas dependente da produção de MS/ha, pelo que a introdução do cereal na pastagem provocou uma diminuição significativa na produção daquela a partir do trevo subterrâneo, facto que foi registado para qualquer das espécies utilizadas (Quadro IV. 38).

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

Existiu, como podemos verificar através do Quadro IV. 39, uma interacção significativa ano x tratamento no que respeita ao teor de PB do trevo subterrâneo.

Quadro IV. 39. Interacção ano x tratamento para o teor de PB (%) do trevo subterrâneo. Período de Primavera.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	11.2 g	13.8 d e	15.2 d	15.4 d	13.9 C
1992/1993	17.1 c	18.2 c	17.9 c	18.4 c	17.9 B
1993/1994	13 e f	11.1 g	11.8 f g	11.8 f g	11.9 D
1994/1995	23.2 a	20.2 b	20.8 b	21.3 b	21.4 A
MÉDIA	16.1 A B	15.8 B	16.4 A B	16.7 A	

A referida interacção diz-nos que a introdução do cereal em linhas na pastagem provocou aumentos significativos do teor de PB do trevo subterrâneo no ano de 1991/1992 e efeitos contrários no ano de 1994/1995. As diferentes datas de corte registadas entre anos parecem poder justificar as diferenças significativas existentes nos teores de PB do trevo subterrâneo para o período da Primavera. Os factores climáticos nomeadamente a temperatura e a precipitação determinam os ritmos de crescimento vegetal e como tal a oferta alimentar, condicionando as datas de corte (CRESPO, 1975). Assim e segundo DEMARQUILLY (1982), a evolução do ciclo de desenvolvimento, com o atrasar na data de corte, vai acompanhada por uma diminuição no teor de PB das espécies, pelo que os teores podem variar de ano para ano.

A inconsistência verificada nos resultados, bem como o facto de as diferenças registadas ainda que significativas (só possíveis devido ao baixo erro experimental) tenham pouca expressão

em termos reais, faz com que não possamos atribuir grande significado a este efeito, tanto mais que as médias registadas entre tratamentos não diferem entre si.

Quadro IV. 40. Interação ano x tratamento para a produção de PB/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período de Primavera.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	197 b c	125 c d	132 c d	162 c d	154 B
1992/1993	252 b	133 c d	205 b c	214 b c	201 A
1993/1994	81 d	141 c d	126 c d	88 d	109 C
1994/1995	350 a	195 b c	122 c d	191 b c	215 A
MÉDIA	220 A	148 B	146 B	164 B	

A introdução do cereal em linhas na pastagem de trevo subterrâneo, independentemente da espécie utilizada provocou de uma forma mais acentuada no ano de 1994/1995, uma diminuição na produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo. Conforme já havíamos concluído, essa diminuição significativa aconteceu precisamente no ano de maior potencial produtivo do trevo subterrâneo.

A equação de regressão da Figura 26, relaciona a perda de produção de PB/ha do trevo subterrâneo quando se introduz o cereal na pastagem, com a sua produção de PB/ha sem a presença do cereal .

Assim, e à semelhança do que já se havia verificado em relação à produção de MS/ha, concluímos que a diminuição da produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo, quando o cereal é introduzido na pastagem, é tanto mais acentuada quanto maior é o potencial de produção de PB/ha do trevo subterrâneo sem a presença do cereal.

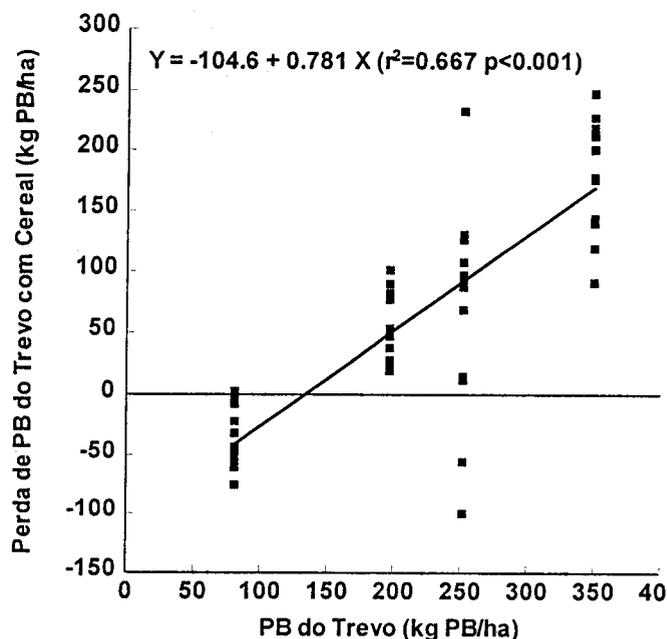


Figura 26. Perda de PB do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg PB/ha) (Y) em função da sua produção de PB em estreme (Kg PB/ha) (X). Período da Primavera.

No entanto, os mais baixos teores de PB do cereal para esta fase do ano, fazem com que a perda de PB/ha a partir do trevo subterrâneo quando o cereal é introduzido na pastagem seja independente do potencial produtivo de PB/ha a partir deste, conforme podemos verificar através da equação de regressão da Figura 27, que não é significativa.

A equação não foi significativa, ao contrário do que se verifica em relação à perda de produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo, pelo que em relação a este parâmetro, o potencial de produção do cereal quando introduzido na pastagem, não causa efeitos significativos na perda de produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo.

Nota: Tal como já havia acontecido relativamente à produção de MS, também no que respeita à PB e EM, as equações apresentadas, referem-se apenas a três anos de ensaio, pois no ano de 1993/1994, registaram-se para este período aumentos de produção com a introdução do cereal.

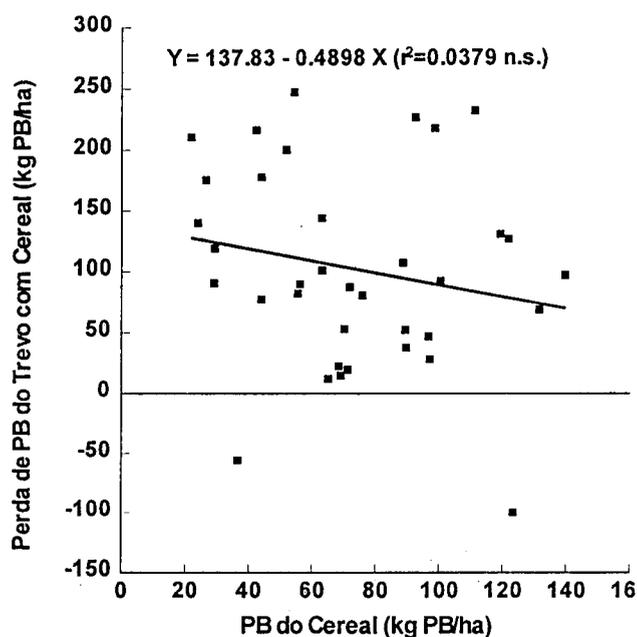


Figura 27. Perda de PB do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg PB/ha) (Y) em função da produção de PB do cereal (Kg PB/ha) (X). Período da Primavera.

1. 2. 1. 3. Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

Conforme podemos verificar através do Quadro IV. 41, a introdução do cereal em linhas na pastagem não provocou efeitos significativos na DOMD do trevo subterrâneo para este período de utilização. A ligeira tendência registada no abaixamento da DOMD do trevo subterrâneo para as fases de aproveitamento de Inverno, quando se introduzia o cereal na pastagem, desapareceu na Primavera possivelmente por este ter diminuído a sua agressividade em termos competitivos para com o trevo subterrâneo.

Quadro IV. 41. Efeito dos tratamentos no teor de DOMD (%) do trevo subterrâneo e na sua produção de EM/ha (MJ). Período de Primavera

TRATAMENTOS	DOMD (%)	EM/ha
Trevo s/cereal	63.8	14 055 A
Trevo + aveia	63.3	10 236 B
Trevo + cevada	62.3	9 416 B
Trevo + triticales	62.5	10 076 B

Os valores de DOMD do trevo subterrâneo para o período de Primavera são semelhantes aos apresentados por outros autores para as condições mediterrânicas, nomeadamente CANCELA d' ABREU (1992) que encontrou, para uma pastagem de trevo subterrâneo, valores para a Primavera que vão desde os 78,7% a 62,8%, respectivamente no início e no fim da estação. Tal como acontece em relação aos cereais, também, e ainda segundo DEMARQUILLY (1982), a DOMD do trevo subterrâneo, que no início do ciclo pode atingir valores de 83%, vai diminuindo até 60-62% no aparecimento do botão floral. Por outro lado e continuando a citar o mesmo autor, a planta quando explorada após recrescimento apresenta valores mais baixos de DOMD comparativamente com o primeiro ciclo de exploração. Compreende-se por isso a diminuição observada nos valores de DOMD do trevo subterrâneo comparativamente com os encontrados para as primeiras fases de aproveitamento (Inverno).

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

Verificou-se no entanto uma interacção significativa ano x tratamento para a DOMD do trevo subterrâneo (Quadro IV. 42) que nos diz que no ano de 1991/1992 a introdução da cevada e do triticales em linhas na pastagem de trevo subterrâneo tiveram um efeito negativo e significativo na DOMD do trevo subterrâneo.

Este efeito não se registou no entanto em qualquer dos outros anos de ensaio, pelo que a inconsistência nos resultados e a ausência de diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, retira significado real ao efeito (Quadro IV. 42).

Quadro IV. 42. Interação ano x tratamento para a DOMD (%) do trevo subterrâneo. Período da Primavera.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	61.5 c d	58.3 d e	51.1 f	57 e	57 B
1992/1993	66.9 a b	67.8 a	67.4 a	64.9 a c	66.8 A
1993/1994	61.9 b d	63.4 a c	64.9 a c	64.6 a c	63.7 A
1994/1995	65 a c	63.7 a c	65.8 a c	63.5 a c	64.5 A
MÉDIA	63.8	63.3	62.3	62.5	

Desta forma, a produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo traduz a tendência já registada para a produção de MS/ha, encontrando-se com ela directamente relacionada. Então também para este parâmetro e pelas razões já apontadas para a produção de MS/ha, a introdução do cereal em linhas na pastagem provoca uma diminuição da produção a partir do trevo subterrâneo, independentemente do cereal utilizado.

Existiu para a produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo para o período da Primavera uma interacção significativa ano x tratamento conforme o Quadro IV. 43.

Quadro IV. 43. Interação ano x tratamento para a EM/ha (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Período de Primavera.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	17 766 a	8 730 d f	7 131 e f	9 598 d f	10 806 A B
1992/1993	15 861 a c	8 014 d f	12 313 b c	12 223 b e	12 102 A
1993/1994	6 234 f	12 891 a d	11 094 b f	7 705 d f	9 481 B
1994/1995	16 361 a b	11 314 b f	7 126 e f	10 776 c f	11 393 A B
MÉDIA	14 066 A	10 237 B	9 416 B	10 076 B	

O efeito dos anos na produção de EM/ha (Quadro IV. 43) não traduz completamente o que se havia registado para a produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo. Conforme podemos verificar, o trevo subterrâneo apresentou valores de DOMD significativamente mais baixos no ano de 1991/1992. Esse efeito foi suficiente para anular, no que diz respeito à produção de EM/ha, as diferenças significativas que se registaram em relação à produção de MS/ha entre esse ano e o de 1993/1994. Por outro lado, os anos de 1992/1993 e 1993/1994, que não apresentavam diferenças significativas para a produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo passam, por um valor mais elevado de DOMD, a diferirem significativamente entre si.

Tal como se havia verificado em relação à produção de MS/ha do trevo subterrâneo, também em relação à EM/ha, a introdução do cereal na pastagem não produziu todos os anos os mesmos efeitos. A interação diz-nos que, para o ano de 1991/1992, a introdução do cereal, independentemente da espécie utilizada, provocou efeitos negativos e significativos na produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo, o que se explica por ter sido este o ano no qual o trevo subterrâneo em estreme apresentou maior potencial produtivo para esta fase.

A introdução da aveia (1992/1993) e da cevada e tritcale (1994/1995) na pastagem, produziu também diminuições significativas na produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo, relacionadas provavelmente com o potencial produtivo evidenciado por essas espécies nesses anos para o período em discussão.

A perda de EM/ha a partir do trevo subterrâneo quando o cereal é introduzido na pastagem, está relacionada com potencial de produção de EM/ha do trevo subterrâneo sem a presença do cereal, como podemos ver através da equação de regressão da Figura 28.

Assim, verifica-se que a introdução do cereal em linhas na pastagem de trevo subterrâneo provoca uma diminuição significativa na produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo, tão elevada quanto maior for o potencial produtivo deste. Este efeito já havia sido registado também para a produção de MS/ha do trevo subterrâneo para o mesmo período.

Verificamos por outro lado através da equação de regressão da Figura 29 que, relacionando a referida perda de produção de EM/ha do trevo subterrâneo quando se introduz o cereal na pastagem, com a EM/ha produzida por este, essa relação não é significativa.

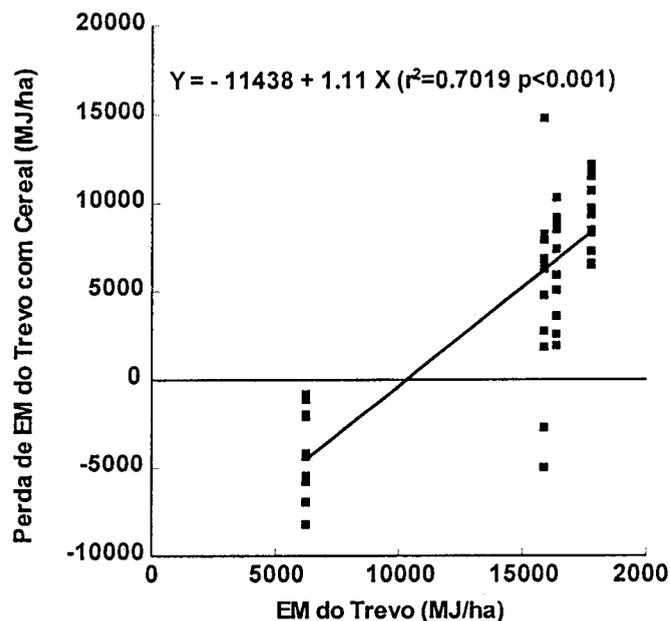


Figura 28. Perda de EM do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (MJ/ha) (Y) em função da sua produção de EM em estreme (MJ/ha) (X). Período da Primavera.

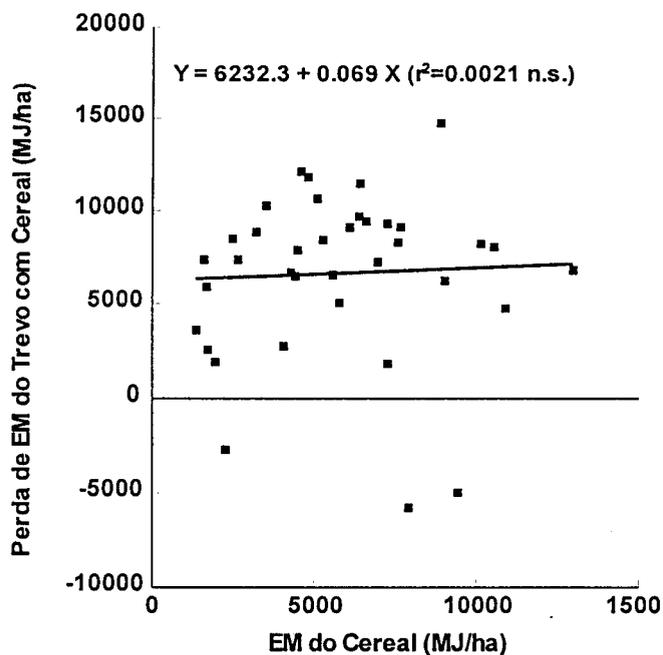


Figura 29. Perda de EM do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (MJ/ha) (Y) em função da produção de EM do cereal (MJ/ha) (X). Período da Primavera.

1. 2. 2. Cereal

1. 2. 2. 1. Produção de Matéria Seca

Quadro IV. 44. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha(kg) a partir dos cereais. Período de Primavera.

TRATAMENTOS	PERÍODO DE PRIMAVERA
Trevo s/cereal	-
Trevo + aveia	660 A
Trevo + cevada	682 A
Trevo + triticales	459 B

Os valores de produção de MS/ha obtidos por diversos autores (CRESPO, 1978; HOLT, 1961; QUINTANA e PRIETO, 1982 e DROUSHIOTIS, 1984) com cereais cultivados para forragem são díspares e variam sobretudo com a forma de utilização (número e épocas de corte). Assim, os valores por nós encontrados (Quadro IV. 44), encontram-se dentro dos limites (muito amplos em função da forma de aproveitamento) registados pelos mesmos, com a utilização de aveia, cevada e triticales sujeitos a um corte de Inverno e outro de Primavera. A produção de MS/ha a partir dos cereais é mais baixa para este período, comparativamente com o que se registou para o período de Inverno. A forma de exploração no período de Inverno, as características morfológicas e fisiológicas relacionadas com o crescimento e desenvolvimento dos cereais, e eventualmente, as interações destes aspectos com as condições ambientais explicarão o comportamento dos mesmos nesta época de aproveitamento. De facto, MORRIS e GARDNER (1958) e SHARROW e MOTAZEDIAN (1987) referem estes aspectos quando consideram o efeito dos cortes no recrescimento posterior dos cereais. A existência de dois cortes ocorridos

durante o período de Inverno terá, por um lado, interrompido o crescimento em pleno período vegetativo, o que segundo DROUSHIOTIS (1984), resulta numa diminuição na produção total de MS/ha, e por outro lado, terá provocado uma acentuada perda de área foliar com consequências negativas a nível da raiz e das substâncias de reserva que permitem o posterior recrescimento (PARDO e GARCIA, 1984). HARWELL *et al.* (1976) concluíram que, sujeitando os cereais de Inverno ao pastoreio após a fase de pleno afilhamento, quando as estruturas responsáveis pelo recrescimento já se encontram suficientemente elevadas na planta podendo ser removidas pelos animais, então a produção posterior é bastante afectada, o que não acontece com o aproveitamento efectuado antes desta fase.

Por outro lado, com um dos cortes a ser efectuado já no início da fase reprodutiva (encanamento), reduz-se significativamente a possibilidade de recrescimento por impedimento na produção de novos filhos.

Podemos verificar através do Quadro IV. 44, que não existem diferenças significativas entre a aveia e a cevada no que diz respeito à sua produção de MS/ha para o período da Primavera. O triticales apresenta, também, para esta época de aproveitamento produções de MS/ha significativamente inferiores às dos outros cereais estudados (aveia e cevada). Segundo HADJICHRISTODOULOU (1984), o seu curto período vegetativo e a baixa capacidade de afilhamento, este último aspecto também referido por TRINDADE e MOREIRA (1987), serão os responsáveis pela baixa capacidade de recrescimento do triticales, comparativamente com a aveia e a cevada, limitando a sua utilização como cultura forrageira aproveitada em cortes múltiplos. ROMANO (1987) sugere, de facto, a utilização de triticales entre os quais a variedade estudada – “Borba” – com melhor potencial produtivo no período Outono – Inverno para aproveitamento no cedo.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

As diferenças registadas, entre anos, na produção de MS/ha a partir dos cereais no período da Primavera, estão relacionadas com a influência das condições climáticas no recrescimento dos mesmos após cortes de Inverno (Quadro IV. 45).

Quadro IV.45. Interação ano x espécie para a produção MS/ha (kg) a partir dos cereais. Período de Primavera.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	491 c d	623 b c	592 c	568 B
1992/1993	911 a b	956 a	426 c d	764 A
1993/1994	988 a	659 b c	598 c	748 A
1994/1995	273 d	489 c d	220 d	327 C
MÉDIA	666 A	682 A	459 B	

REDMAN *et al.* (1995), conferiu grande importância aos factores climáticos e suas interações com os aspectos morfológicos, fisiológicos e manejo imprimido no recrescimento durante o período de Primavera, estando este muito dependente da ocorrência de precipitação, pelo que os anos secos, segundo GARDNER e WIGGANS (1960), serão mais penalizadores.

Segundo BONACHELA (1995), a remoção do meristema de crescimento, ou a sua diferenciação em estrutura reprodutiva, impedem a manutenção do estado vegetativo favorável ao recrescimento. Tal facto constituir-se-á como impedimento à resposta dos cereais após o corte de Primavera e após dois cortes no período de Inverno.

Existiu uma interação ano x espécie significativa para a produção de MS/ha, que nos diz que a menor produção do triticale se registou nos anos de 1992/1993 e 1993/1994, que foram os anos nos quais os cereais evidenciaram maior produção de MS/ha de Primavera. Assim, verifica-se que a menor produção de MS/ha do triticale comparativamente aveia e cevada é tanto mais acentuada quanto maior o potencial produtivo do ano.

Julgamos encontrar nos aspectos já referidos em relação a esta espécie (ciclo muito curto e menor capacidade de recrescimento) citados por HADJICHRISTODOULOU (1984) e TRINDADE e MOREIRA (1987), as explicações para este comportamento.

Relacionando o potencial produtivo da aveia e cevada (expresso através da produção média das duas espécies) com as diferenças da produção de triticales para a média da aveia e cevada obtemos a equação de regressão da Figura 30, que apresentamos.

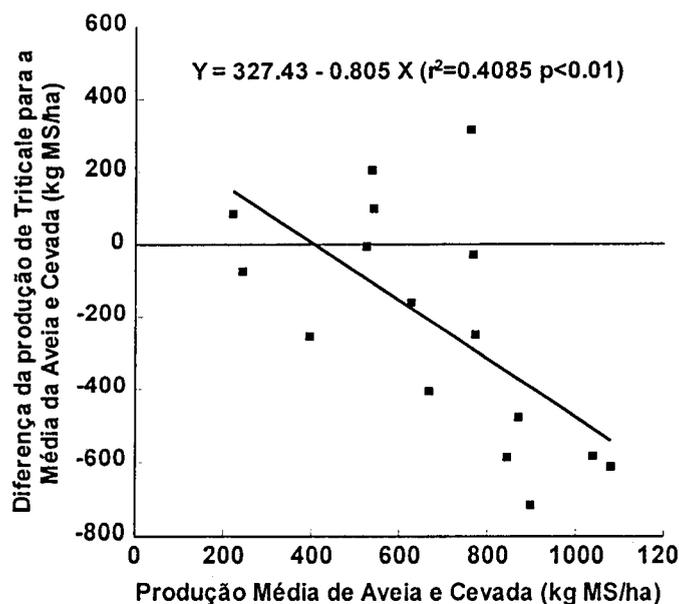


Figura 30. Diferença da produção de MS do triticales (Kg MS/ha) (Y) para a produção média de MS da aveia e cevada (Kg MS/ha) (X). Período da Primavera.

A produção de MS/ha a partir do cereal introduzido na pastagem, assume para o período da Primavera, um papel de menor importância comparativamente com o manifestado por estas espécies no período de Inverno.

Para REDMAN *et al.* (1995), a resposta dos cereais em termos de recrescimento após cortes de Inverno está dependente de aspectos morfológicos, fisiológicos, práticas de manejo imprimidas, bem como dos efeitos climáticos e suas interações com aqueles. Os dois cortes efectuados ao cereal durante o período de Inverno, para além de terem causado uma interrupção no crescimento em pleno período vegetativo (DROUSHIOTIS, 1984) contribuíram para uma redução na área foliar com reflexos a nível da raiz e substâncias de reserva essenciais para o recrescimento (PARDO e GARCIA, 1984). Os cortes efectuados numa fase adiantada do período vegetativo afectam de forma negativa segundo HARWELL *et al.* (1976) o posterior recrescimento. Estes aspectos, ao influírem negativamente no recrescimento, para além de não permitirem elevadas produções de MS/ha retiram também aos cereais capacidade competitiva,

nomeadamente para a água, pelo que os efeitos negativos mencionados assumem particular importância nos anos secos (GARDNER e WIGGANS, 1960).

A influência destes aspectos no recrescimento de Primavera dos cereais (aveia, cevada e triticale) encontra-se relacionada com a precipitação ocorrida nos meses de Fevereiro (após cortes de Inverno) e Março, da forma como podemos observar através das equações de regressão das Figuras 31, 32 e 33.

A interpretação das mesmas leva-nos a concluir que a diminuição da produção de MS/ha a partir dos cereais, que se verifica para este período com o aumento da precipitação ocorrida, só é possível devido às condições que favorecem o crescimento do trevo subterrâneo, que aumentando a sua capacidade competitiva afecta o crescimento do cereal, estando este nesta fase com fraca capacidade de recrescimento. A alteração no comportamento das espécies que se verifica entre períodos de utilização, explica a sua importância relativa destas nos diferentes períodos de utilização, sendo a complementaridade resultante importante em termos de estabilização da produção de MS/ha entre os mesmos dentro do ano.

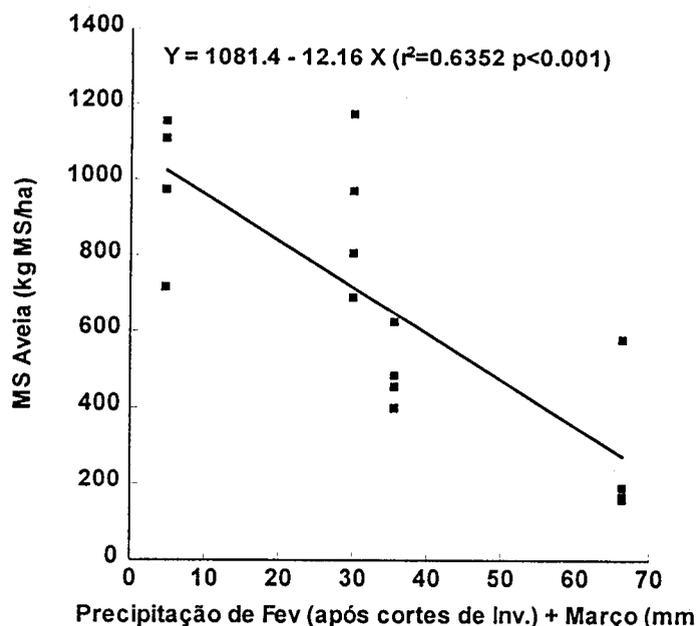


Figura 31. Influência da precipitação dos meses de Fevereiro (após cortes de Inverno) e Março (mm) (X) na produção de MS da aveia (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.

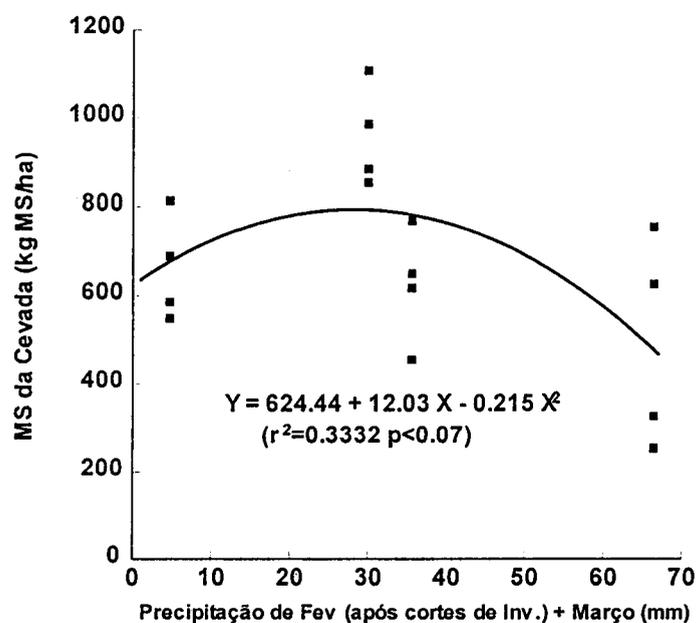


Figura 32. Influência da precipitação dos meses de Fevereiro (após cortes de Inverno) e Março (mm) (X) na produção de MS da cevada (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.

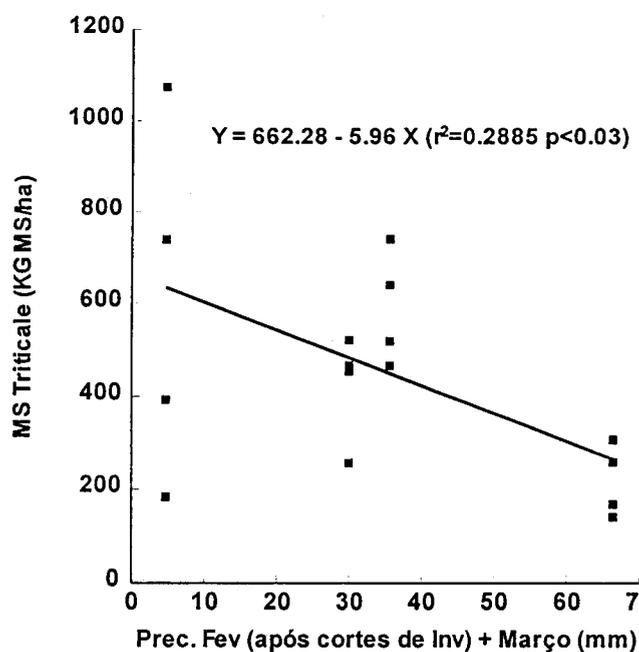


Figura 33. Influência da precipitação dos meses de Fevereiro (após cortes de Inverno) e Março (mm) (X) na produção de MS do triticale (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.

1. 2. 2. 2. Proteína Bruta

Os teores de PB dos cereais no período da Primavera (Quadro IV. 46) são, como seria de esperar, mais baixos que os registados quer para o primeiro corte de Inverno quer para o período de Inverno.

Quadro IV. 46. Efeito dos tratamentos no teor de PB (%) dos cereais e na sua produção de PB/ha (kg) . Período de Primavera.

TRATAMENTO	PB (%)	PB/ha
Trevo s/cereal	-	-
Trevo + aveia	12.1 B	77 A B
Trevo + cevada	12.9 B	85 A
Trevo + triticales	14.1 A	61 B

Para ABREU *et al.* (1993/1994) os diferentes estados de desenvolvimento dos cereais são acompanhados por uma descida nos teores de PB, que se verificam também ao nível dos componentes da planta. A existência de um acentuada quebra do teor de PB das folhas com o avançar do ciclo, ao contrário dos caules que mantêm sensivelmente os mesmos teores nas fases mais avançadas, e a participação diferente de cada um destes componentes da planta em cada fase do ciclo, são os responsáveis pela alteração dos teores de PB nas plantas. Nos cereais existe, com o avançar do ciclo, uma diminuição do teor de PB das folhas bem como uma diminuição da participação destas na produção total, enquanto que a proporção de caules nesta produção vai aumentando. Como resultado o teor de PB vai por conseguinte diminuindo ao longo do ciclo.

Os resultados por nós encontrados (Quadro IV. 46), estão ao nível dos referidos por DENTINHO *et al.* (1994), MARTIN POLO e BELLIDO (1989), para estas espécies e época de aproveitamento. O triticales apresenta valores significativamente superiores à cevada e à aveia, o que é referido também por CARNIDE *et al.* (1981), em cortes efectuados à floração e por MOREIRA (1986), no estudo dos componentes (cereais) nas consociações. No entanto, o facto do teor de PB mais elevado se encontrar no triticales, que foi a espécie que menor produção de MS/ha para esta época do ano, poderá ser interpretado, à semelhança de MOREIRA (1986) em relação à aveia, e referindo PENDLETON e BROWN (1961), como um efeito de concentração.

Comparativamente ao que se passou com o trevo subterrâneo, verificaram-se descidas mais acentuadas no teor de PB dos cereais, o que é aliás referido por DEMARQUILLY (1982). Assim, enquanto que para o período de Inverno não se registaram diferenças acentuadas entre os teores de PB do trevo subterrâneo e dos cereais, apresentando estes até, para o primeiro corte de Inverno, teores de PB superiores, no período da Primavera os teores de PB do trevo subterrâneo são superiores aos dos cereais. A maior relação folhas/ caule que aquele apresenta conjuntamente com o mais elevado teor em PB das suas folhas, nesta fase do ano explicam, para DEMARQUILLY (1982) e VAN SOEST (1982), este aspecto. O efeito de complementaridade, conseguido com a associação de espécies, é notório também em relação a este parâmetro, transmitindo ao sistema um efeito estabilizador conseguido através dos mais elevados teores de PB do trevo subterrâneo, numa fase para a qual os cereais introduzidos em linhas na pastagem apresentam teores bem mais baixos.

Em relação à produção de PB/ha para esta época do ano existem também diferenças significativas entre espécies. Não tendo havido diferenças significativas entre os teores de PB da aveia e da cevada e não tendo estas diferido também em relação à sua produção de MS/ha, verifica-se também a inexistência de diferenças significativas entre estes dois cereais no que diz respeito à sua produção de PB/ha. O triticale que havia apresentado produções de MS/ha significativamente inferiores às outras espécies, beneficiou do seu mais elevado teor de PB para esta fase do ano e anulou as diferenças significativas em relação à aveia, continuando no entanto a ser também para este parâmetro significativamente inferior à cevada.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

O efeito dos anos no teor de PB dos cereais parece poder ser explicado pelas diferentes datas de corte para este período do ano. Foi referida, aquando da análise de resultados relativamente à produção de MS/ha para o período da Primavera, a diminuição da capacidade de recrescimento dos cereais devido aos aproveitamentos e época em que os mesmos são feitos no período de Inverno. Por outro lado, as condições climáticas influenciam essa capacidade, referindo GARDNER e WIGGANS (1960), que os anos secos afectam mais o recrescimento.

Assim, a oferta alimentar para este período varia de ano para ano em função dos factores referidos, pelo que as datas de corte variam também de ano para ano.

Ao atraso nas datas de corte corresponde, conforme se pode verificar através do Quadro IV. 46, uma diminuição nos teores de PB dos cereais, o que seria de esperar pois a evolução do seu ciclo de desenvolvimento vai acompanhada por uma diminuição nos teores de PB (DEMARQUILLY, 1982).

À semelhança do que se havia verificado em relação à produção de MS/ha registou-se também para a produção de PB/ha uma interacção significativa ano x espécie conforme o Quadro IV. 47.

Quadro IV. 47. Interacção ano x espécie para a produção de PB/ha (kg) a partir dos cereais. Período de Primavera.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	59 d e	79 b d	81 b d	73 B
1992/1993	110 a b	119 a	66 c e	98 A
1993/1994	103 a c	71 c e	61 d e	78 B
1994/1995	35 e	72 b e	37 e	48 C
MÉDIA	77 A B	85 A	61 B	

Em relação à produção de PB/ha o efeito dos anos traduz a tendência já evidenciada em relação à produção de MS/ha dos cereais para o mesmo período de aproveitamento, o que seria de esperar face à relação existente entre os dois parâmetros. Assim, o triticales que havia registado menor potencial produtivo (MS/ha) nos anos de 1992/1993 e 1993/1994 relativamente à aveia e à cevada, apresenta-se também como a espécie que dá origem a uma produção de PB/ha significativamente inferior.

1. 2. 2. 3. Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

Os valores de DOMD dos cereais para este período de aproveitamento (Quadro IV. 48) coincidem com os referidos por outros autores, para as mesmas espécies exploradas da mesma forma e, também, para o período de aproveitamento da Primavera.

Quadro IV. 48. Efeito dos tratamentos na DOMD(%) dos cereais e na sua produção de EM/ha (MJ). Período de Primavera.

TRATAMENTOS	DOMD	EM/ha
Trevo s/cereal	-	-
Trevo + aveia	66.6 A	7 176 A
Trevo + cevada	64.2 B	7 003 A
Trevo + triticale	63.5 B	4 710 B

ABREU (1986) encontrou para a aveia explorada em vários cortes a partir de Março e até à fase de maturação do grão valores de DOMD de 75 a 55% . MARTIN POLO e BELLIDO (1989), ao estudarem cereais de Inverno utilizados como opção forrageira desde o encanamento até ao final do espigamento, encontraram valores, de 75 a 50% . CARNIDE *et al.* (1991), referem valores de DOMD para o triticale na fase de emborrachamento de 65 a 79% , enquanto que para a aveia na mesma fase apresentam valores de 55 a 69%. DENTINHO *et al.* (1994), referem para o triticale, também na fase de emborrachamento, valores de DOMD de 68%.

A valorização energética (EM) permitida pelos cereais nesta fase oscilará entre 7 e 12.5 MJ/kg MS (MARTIN POLO e BELLIDO, 1989; DENTINHO, 1994), valores entre os quais se situam também os nossos resultados para este período de aproveitamento.

Os valores de DOMD encontrados para os cereais no corte de Primavera são inferiores aos registados no período de Inverno. Segundo DEMARQUILLY (1982), a digestibilidade está intimamente relacionada com a fase do ciclo da planta, sendo geralmente alta nos estados iniciais de desenvolvimento e diminuindo à medida que se avança no ciclo. Para TILLEY e TERRY (1964), a proporção dos caules aumenta com o evoluir do ciclo de desenvolvimento, diminuindo

a digestibilidade destes, e ainda que a digestibilidade das folhas se mantenha elevada, a digestibilidade da planta inteira diminui.

Existiram diferenças significativas entre espécies no que respeita à DOMD dos cereais para o corte de Primavera (Quadro IV. 48). A aveia apresenta valores significativamente superiores à cevada e ao triticales que não diferem significativamente entre si. Segundo ABREU e COELHO-SILVA (1994), de Março a Maio, o triticales apresenta sempre menor proporção de folhas que a aveia em cada data de aproveitamento. A essa menor proporção de folhas (com maior digestibilidade) corresponderá uma maior proporção de caules (de digestibilidade mais baixa) na contribuição para a planta inteira. Desta forma se poderão explicar os mais baixos valores de DOMD que o triticales apresentou no período de Primavera, comparativamente com os outros cereais estudados. Os valores mais baixos na DOMD da cevada relativamente à aveia poderão explicar-se por uma menor relação folha /caule que a cevada normalmente apresenta nesta fase, comparativamente com a aveia (PARDO e GARCIA, 1984), conjuntamente com a menor duração do seu ciclo .

As diferenças significativas que se registaram entre espécies na DOMD, não foram no entanto suficientes para produzir alterações no comportamento destas em relação à sua produção de EM/ha, face ao que se havia verificado em relação à produção de MS/ha. Deste modo, e tal como já havíamos registado para este parâmetro, existiram também diferenças significativas entre espécies no que respeita à EM/ha, tendo o triticales produzido significativamente menor quantidade de EM/ha comparativamente com a aveia e a cevada, que não diferiram entre si.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

As diferenças significativas verificadas entre anos para a DOMD dos cereais no período da Primavera, parecem não guardar relação com qualquer efeito directo digno de análise, não dando lugar na realidade a valorizações energéticas que provoquem alterações na produção de EM/ha para o referido período, pelo que o efeito dos anos na produção de EM/ha a partir dos cereais é semelhante ao provocado também em relação à produção de MS/ha a partir dos mesmos (Quadro IV. 48).

Quadro IV. 49. Efeito dos anos na DOMD (%) dos cereais e na sua produção de EM/ha (MJ). Período de Primavera.

ANO	DOMD	EM/ha
1991/1992	65.3 B	5 903 B
1992/1993	62.7 C	7 854 A
1993/1994	68 A	8 124 A
1994/1995	63.2 C	3 304 C

Existiu para este período uma interacção significativa ano x espécie para a DOMD dos cereais que nos diz que a cevada no ano de 1991/1992 e o triticales em 1992/1993 se apresentaram com valores de DOMD significativamente inferiores aos outros cereais, conforme podemos verificar no Quadro IV. 50.

Quadro IV. 50. Interação ano x espécie na DOMD (%) dos cereais. Período de Primavera.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	67.5 ab	62 d	66.5 a c	65.3 B
1992/1993	67.9 a b	64.8 b d	55.3 e	62.7 C
1993/1994	67.9 a b	66.9 a b	69.3 a	68 A
1994/1995	63.3 c d	63.3 c d	63 c d	63.2 C
MÉDIA	66.6 A	64.2 B	63.5 B	

A aveia apresentou durante todos os anos de ensaio valores de DOMD sistematicamente superiores aos da cevada, para este período de utilização, chegando mesmo no ano de 1991/1992, essas diferenças a ser significativas. O facto da cevada cv «Sereia» apresentar um ciclo de desenvolvimento mais curto, simultaneamente com a época do ano em que nos encontramos, poderão explicar tal comportamento. Julgamos, no entanto, que as diferenças registadas entre espécies pouca expressão terão, em termos de diferenças que poderão provocar na produção

animal permitida pelas respectivas valorizações energéticas, até porque nesta época do ano a produção da pastagem foi dominada pelo trevo subterrâneo.

De facto a interacção ano x espécie para a produção de EM/ha que se mostra significativa, conforme podemos ver no Quadro IV. 51, traduz apenas a tendência já verificada em relação à produção de MS/ha para o mesmo período.

Quadro IV. 51. Interacção ano x espécie na produção de EM/ha (MJ) a partir dos cereais .
Período de Primavera.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	5 308 c d	6 149 c	6 251 c	5 903 B
1992/1993	9 919 a b	9 875 a b	3 766 c d	7 854 A
1993/1994	10 725 a	7 055 b c	6 594 c	8 124 A
1994/1995	2 753 d	4 931 c d	2 227 d	3 304 B
MÉDIA	7 176 A	7 003 A	4 710 B	

Esta interacção, que já se havia mostrado significativa em relação à produção de MS/ha dos cereais, é também significativa para a produção de EM/ha para o período da Primavera.

A impossibilidade do triticales responder com elevadas produções de MS/ha para este período, mesmo com condições mais favoráveis (1992/1993 e 1993/1994), o que foi justificado aquando da discussão em torno deste parâmetro, condiciona-o também em termos da sua produção de EM/ha. Assim, as suas produções foram significativamente inferiores às da aveia e cevada no ano de 1992/1993 e às da aveia no ano de 1993/1994.

1. 2. 3. Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cereal)

1. 2. 3. 1. Produção de Matéria Seca

Quadro IV. 52. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Primavera

TRATAMENTOS	PERÍODO DE PRIMAVERA
Trevo s/cereal	1 381 B *
Trevo + aveia	1 685 A *
Trevo + cevada	1 628 A *
Trevo + triticale	1 477 A B *

*Valores significativos para $p \leq 0,1$

A introdução da aveia e da cevada em linhas na pastagem de trevo subterrâneo conduziu a aumentos significativos ($p \leq 10\%$) na produção de MS/ha conseguida a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) para o período da Primavera (Quadro IV. 52). Tal significa que os cereais, à exceção do triticale, continuaram ainda a contribuir, nesta fase do ano, para aumentar a produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies. O triticale que, como também já referimos, apresenta segundo HADJICHRISTODOULOU (1984) e TRINDADE E MOREIRA (1987), menor capacidade de recrescimento comparativamente com a aveia e a cevada, não altera de forma significativa a quantidade de alimento produzida nesta fase do ano quando comparado com o trevo em estreme.

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

Existiu para a produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies uma interação significativa ano x tratamento conforme o Quadro IV. 53.

Quadro IV. 53. Interação ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período da Primavera.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	1 814 a c	1 434 c	1 492 b c	1 644 b c	1 596 A B
1992/1993	1 486 b c	1 635 b c	2 096 a b	1 602 b c	1 704 A
1993/1994	626 d	2 259 a	1 728 a c	1 343 c	1 489 B C
1994/1995	1 596 b c	1 412 c	1 199 c	1 322 c	1 382 C
MÉDIA	1 381 B	1 685 A	1 628 A	1 477 A B	

Dela se pode concluir que o efeito benéfico da introdução dos cereais na pastagem, fez-se sentir principalmente no ano de 1993/1994, ano em que houve menor produção de MS/ha do trevo subterrâneo na Primavera. Existirá pois, e à semelhança do que já se havia verificado para o período de Inverno, um efeito estabilizador entre anos na produção de MS/ha no período da Primavera, resultante da introdução do cereal em linhas na pastagem, conforme se pode observar através do gráfico da Figura 34 .

Este efeito estabilizador da associação de espécies na produção de MS/ha, verificado para os períodos de utilização já discutidos (Inverno e Primavera), resulta da complementaridade entre as espécies associadas, facto já por nós posto em evidência e que é relevante neste tipo de culturas (THUNG e COCK, 1979; CENPUKDEE e FUKAY, 1992 a).

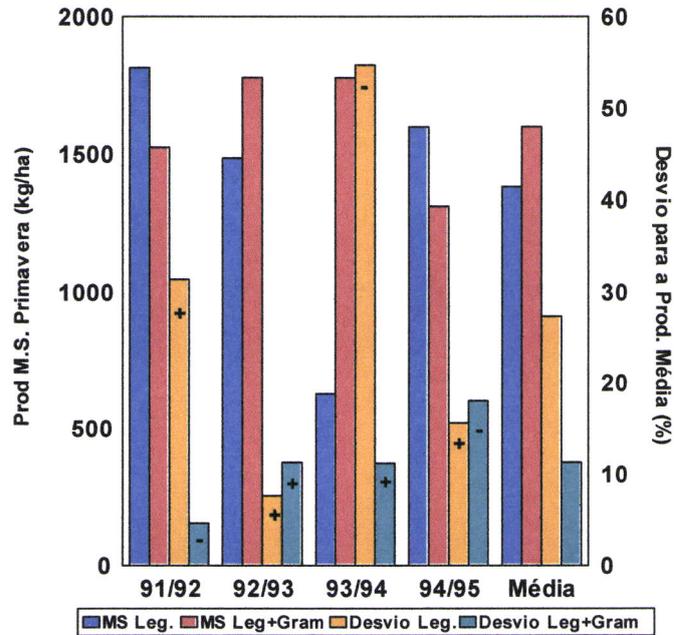


Figura 34. Período da Primavera. Produção do trevo subterrâneo em estreme e da associação (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) e respectivos desvios para a produção média dos quatro anos $\left[\left(\frac{\text{Produção do ano} - \text{Produção média}}{\text{Produção média}} \right) * 100 \right]$. Desvios positivos (+) ; Desvios negativos (-).

A produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) está relacionada, para o período da Primavera, de uma forma significativa com a produção de MS/ha do trevo subterrâneo sofrendo aumentos crescentes e lineares com o aumento desta, como podemos verificar através da equação de regressão da Figura 35.

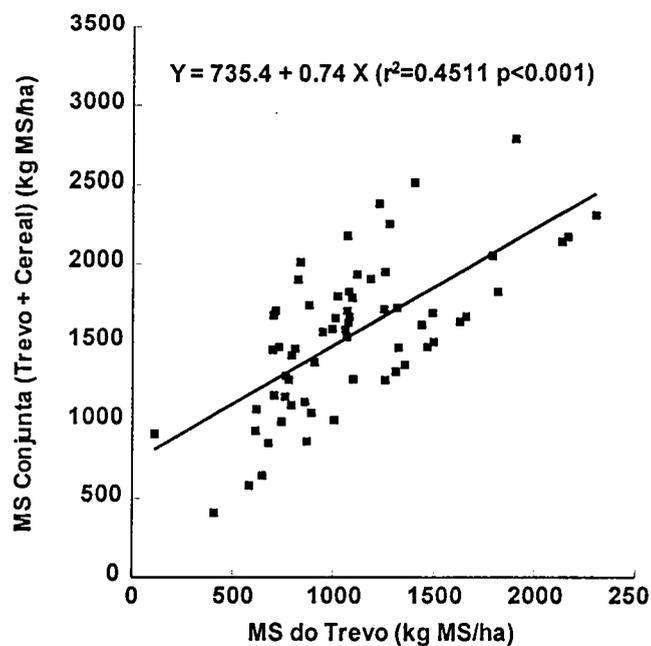


Figura 35. Influência da produção de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (X) na produção de MS conjunta (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.

Através da equação de regressão da Figura 36, podemos verificar que a produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies está também relacionada, para este período, com a produção de MS/ha a partir do cereal introduzido na pastagem

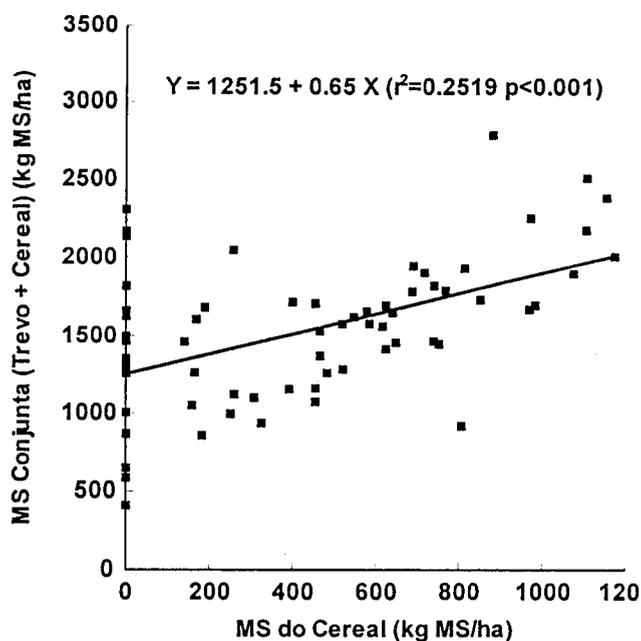


Figura 36. Influência da produção de MS do cereal (Kg MS/ha) (X) na produção de MS conjunta (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.

No entanto analisando a equação de regressão da Figura 36 e comparando-a com a anteriormente analisada (Figura 35) podemos concluir, ao contrário do que se verificou para o período do Inverno, que a contribuição do trevo subterrâneo para a produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) no período da Primavera é superior à do cereal. No entanto, a contribuição do cereal revelou-se importante no ano de 1993/1994.

Quando considerada a produção relativa (trevo subterrâneo + cereal de Primavera) / (trevo subterrâneo + cereal total) e relacionando esta com a precipitação ocorrida durante o mês de Março obtemos a equação de regressão da Figura 37.

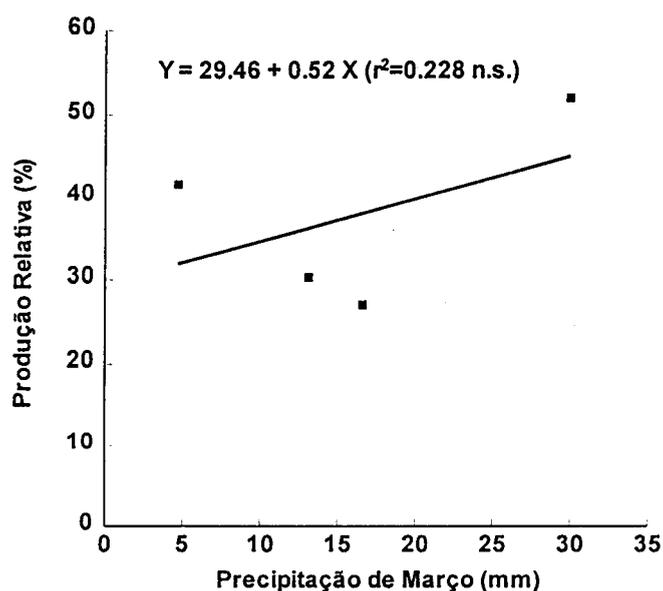


Figura 37. Influência da precipitação de Março (mm) (X) na produção relativa do conjunto das duas espécies (%) (Y). Período da Primavera

Se compararmos a equação desta figura com a apresentada para o caso do trevo subterrâneo em estreme (Figura 25), verificamos que no caso da contribuição da produção conjunta a partir das duas espécies (Figura 37), a precipitação de Março deixou de apresentar efeito significativo na proporção de matéria seca total produzida na Primavera.

Ainda que da introdução do cereal em linhas na pastagem de trevo subterrâneo resultem, para alguns períodos de aproveitamento, efeitos negativos na produção deste como resultado da competição estabelecida, é notória a sua vantagem, quer em termos de produção total para essas fases, quer em termos da estabilidade da produção (inter e intranual). É mais uma vez o exemplo da complementaridade entre espécies, demonstrado por WILLEY *et al.* (1983) e MIDMORE *et al.* (1988), e da qual se retiram as vantagens resultantes da associação entre espécies com diferente fenologia e desenvolvimento, garantindo-se uma maior eficiência no aproveitamento dos recursos naturais, que permite nestes casos assegurar o efeito estabilizador desejado na produção de MS ao longo do ano, tão importante para sistemas de produção de pastagens de sequeiro nas condições mediterrânicas, onde a sazonalidade da produção e consequente dependência de alimentos conservados para a suplementação dos efectivos animais acontece.

1. 2. 3. 2. Proteína Bruta

A introdução do cereal em linhas na pastagem não produziu efeito significativo na produção de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies para o período de Primavera (Quadro IV. 54).

Quadro IV. 54. Efeito dos tratamentos na produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Primavera

TRATAMENTOS	PB/ha
Trevo s/cereal	220
Trevo + aveia	225
Trevo + cevada	232
Trevo + triticales	225

Analisando, à semelhança do que fizemos em relação à produção de MS/ha, a contribuição da produção de PB/ha de cada espécie (trevo subterrâneo e cereal) para a produção conjunta de PB/ha verificamos que para o caso do trevo subterrâneo ela é traduzida pela equação de regressão da Figura 38.

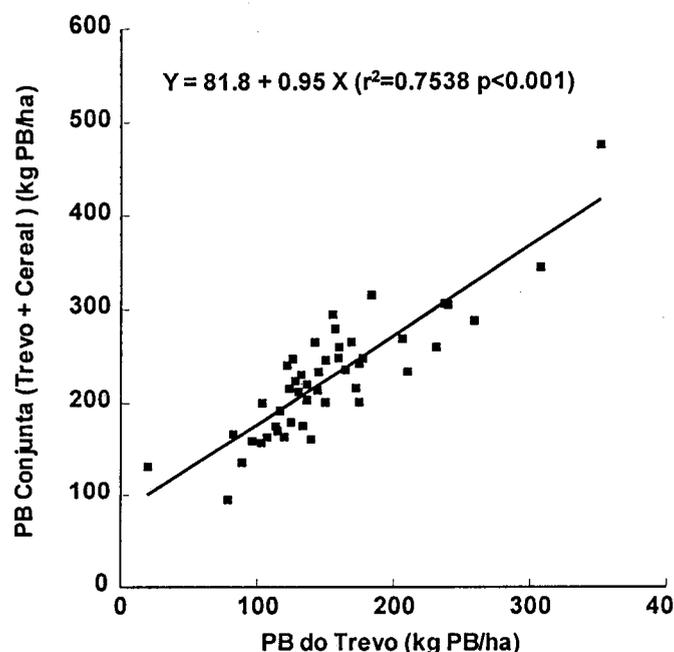


Figura 38. Influência da produção de PB do trevo subterrâneo (Kg PB/ha) (X) na produção de PB conjunta (Kg PB/ha) (Y). Período da Primavera.

Assim, verificamos através da equação de regressão da Figura 38 que a produção de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal), sofreu para o período da Primavera, aumentos crescentes de forma linear e altamente significativos, com o aumento de produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo.

O mesmo não acontece em relação à respectiva contribuição a partir da gramínea, como se pode comprovar através da Figura 39.

De facto, a equação de regressão da Figura 39, não é significativa. Isto deve-se não só ao menor potencial produtivo dos cereais no período de Primavera, mas também ao seu menor teor em PB. Assim, e apesar da introdução do cereal ter aumentado a produção de MS/ha no conjunto das duas espécies (Quadro IV. 52), a produção de PB/ha não foi afectada pelos tratamentos (Quadro IV. 53).

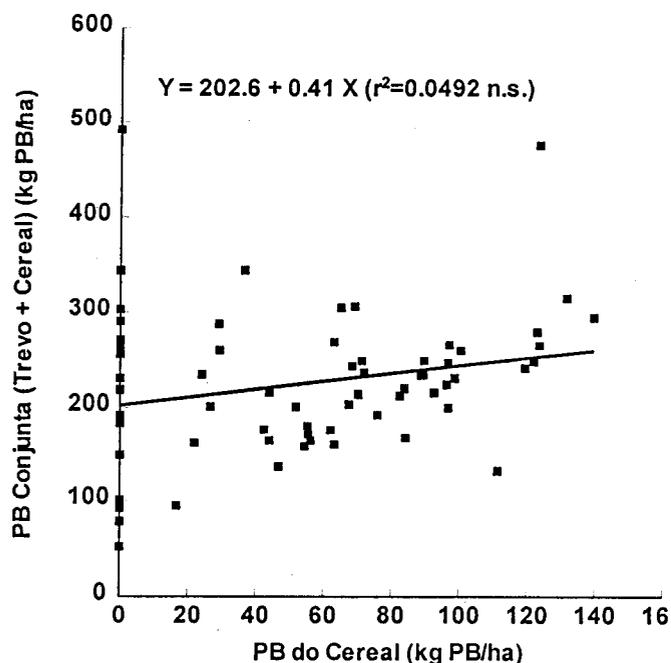


Figura 39. Influência da produção de PB do cereal (Kg PB/ha) (X) na produção de PB conjunta (Kg PB/ha) (Y). Período da Primavera.

Este parâmetro encontra-se relacionado com a produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies da forma como a equação de regressão da Figura 40 nos mostra.

Assim, verificamos através da equação de regressão da Figura 40, que o aumento da produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) promoveu, para o período da Primavera, aumentos crescentes, lineares e significativos, na respectiva produção de PB/ha.

A interferência provocada pelos diferentes teores em PB do trevo e do cereal conduziu a alguma perturbação na relação entre a MS conjunta e a produção de PB/ha, conforme se pode verificar na equação de regressão da Figura 40. Esta equação tem de facto um ajustamento bem inferior à mesma relação para o período de Inverno (Figura 15, pág. 182), pois neste período o teor em PB das duas espécies foi idêntico (Quadros IV. 4 e 15 das páginas 144 e 162).

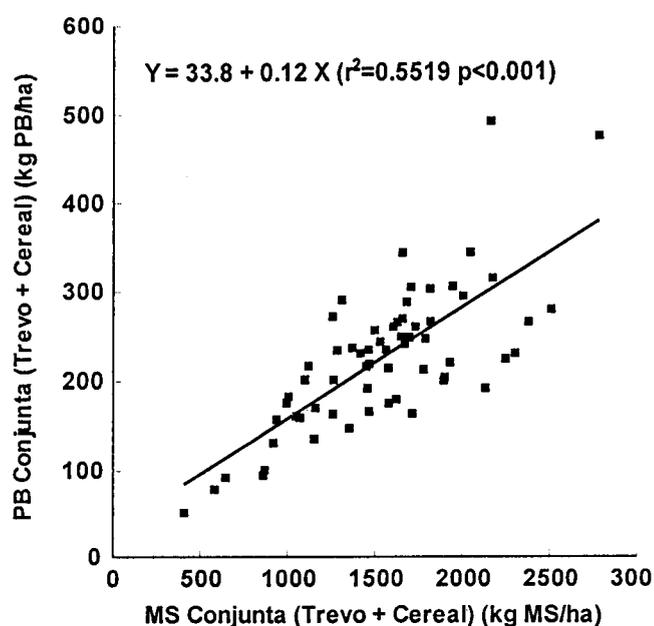


Figura 40. Influência da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (X) na produção de PB conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg PB/ha) (Y). Período da Primavera.

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

O efeito dos anos na produção de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) traduziu a tendência já verificada em relação à produção de MS/ha para o mesmo período, com exceção do ano de 1994/1995 (Quadro IV. 55).

Quadro IV. 55. Interação ano x tratamento para a produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Primavera.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	197 c d	184 c d	211 c d	243 b d	209 B
1992/1993	252 b c	243 b d	325 a b	280 a c	275 A
1993/1994	81 e	243 b d	197 c d	149 d e	168 C
1994/1995	350 a	230 c d	195 c d	228 c d	251 A
MÉDIA	220	225	232	225	

A data na qual o corte de Primavera foi efectuado neste ano justificou como já vimos atrás os mais elevados teores de PB apresentados. Deste modo a mais baixa produção de MS/ha registada no ano de 1994/1995 foi compensada pelo mais elevado teor de PB, pelo que a produção de PB/ha é, como resultado, aumentada também.

Registou-se uma interacção significativa ano x tratamento que se apresenta no Quadro IV. 55. Para o ano de 1993/1994, a introdução da aveia e a da cevada em linhas na pastagem de trevo subterrâneo provocou aumentos significativos na produção de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) como resultado do aumento de produção já constatado para a produção de MS/ha conjunta (Quadro IV. 53). Como este ano foi o de menor produção de PB/ha produzida a partir do trevo subterrâneo, como resultado da sua menor produção de MS/ha para este período, então podemos dizer que também em relação à produção de PB/ha para o período da Primavera, a introdução do cereal, particularmente da aveia e da cevada, promoveu um efeito estabilizador da produção entre anos, conforme já se verificara em relação a produção de MS/ha.

No ano de 1994/1995 a introdução do cereal na pastagem produziu um efeito contrário na produção de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies, isto é, a introdução do cereal na pastagem provocou um efeito negativo e significativo na referida produção de Primavera o que não acontecia de forma significativa em relação à produção de MS/ha.

1. 2. 3. 3. Energia Metabolizável

À semelhança do que se passou para a produção de MS/ha a produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) apenas foi afectada pelos tratamentos de forma significativa para um grau de probabilidade inferior a 10% ($p \leq 0.1$). Para este nível de significância, apenas a introdução de aveia na pastagem em linhas provocou aumentos significativos na produção de EM/ha conjunta para o período da Primavera.

Quadro IV. 56. Efeito dos tratamentos na produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Primavera.

TRATAMENTOS	EM/ha
Trevo s/cereal	14 055 B *
Trevo + aveia	17 413 A *
Trevo + cevada	16 419 A B *
Trevo + triticale	14 785 B *

* Valores significativos para $p \leq 0.1$

A produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies para o período da Primavera esteve relacionada com a respectiva produção de MS/ha da forma como a equação de regressão da Figura 41 apresenta.

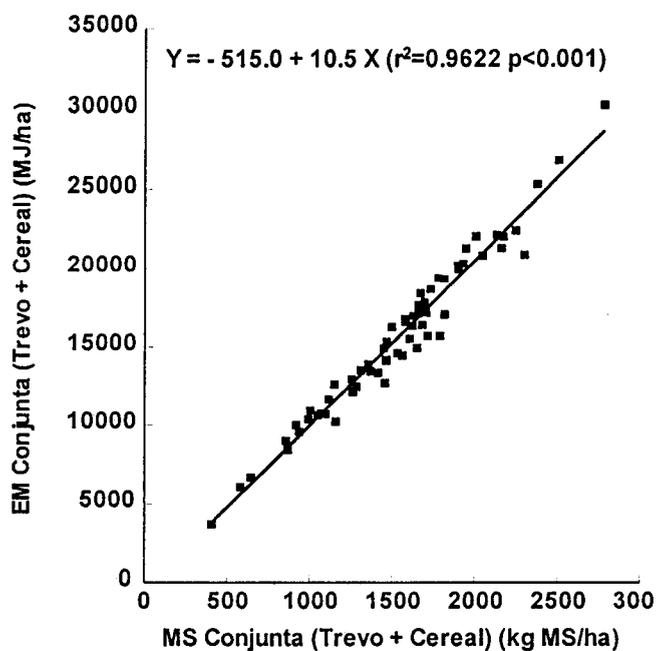


Figura 41. Influência da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Período da Primavera.

Verificaram-se assim aumentos significativos e lineares na produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies, com o aumento da respectiva produção de MS/ha para o período da Primavera. O ajustamento desta equação é muito elevado, ao contrário do que se verificou para a relação entre as produções de MS/ha e PB/ha no mesmo período (Figura 40). Isto traduziu o facto de a diferença entre o trevo e os cereais quanto à DOMD ter sido pequena, mesmo no período de Primavera.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

O efeito dos anos na produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies traduziu para os quatro anos de ensaio, a tendência já verificada em relação à produção de MS/ha para o período da Primavera.

Quadro IV. 57. Interacção ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Período de Primavera.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	17 776 a c	14 038 c	13 281 c	15 850 c	15 233 B
1992/1993	15 861 c	17 932 a c	22 189 a b	15 989 c	17 993 A
1993/1994	6 234 d	2 3615 a	18 149 a c	14 298 c	15 574 B
1994/1995	16 361 b c	14 067 c	12 0567 c	13 003 c	13 72 B
MÉDIA	14 055 B	17 413 A	16 419 A B	14 785 B	

A interacção do Quadro IV. 57, mostra-nos que a introdução do cereal em linhas na pastagem conduziu a aumentos significativos na produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) unicamente no ano de 1993/1994. Este efeito foi independente da espécie de cereal utilizado e ocorreu no ano de menor produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo. Tal como já se havia registado em relação a produção de MS/ha, também para este parâmetro a introdução do cereal em linhas na pastagem contribuiu para provocar um efeito estabilizador entre anos na produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies.

No ano de 1992/1993 a introdução de cevada em linhas na pastagem produziu também aumentos significativos na produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies.

Cada espécie (trevo subterrâneo e cereal) contribuiu, no entanto, para a produção conjunta de EM/ha no período da Primavera de forma distinta.

Assim e de acordo com a Figura 42, a EM/ha produzida pelo conjunto das duas espécies relacionou-se com a respectiva produção a partir do trevo subterrâneo, da forma como a equação de regressão traduz.

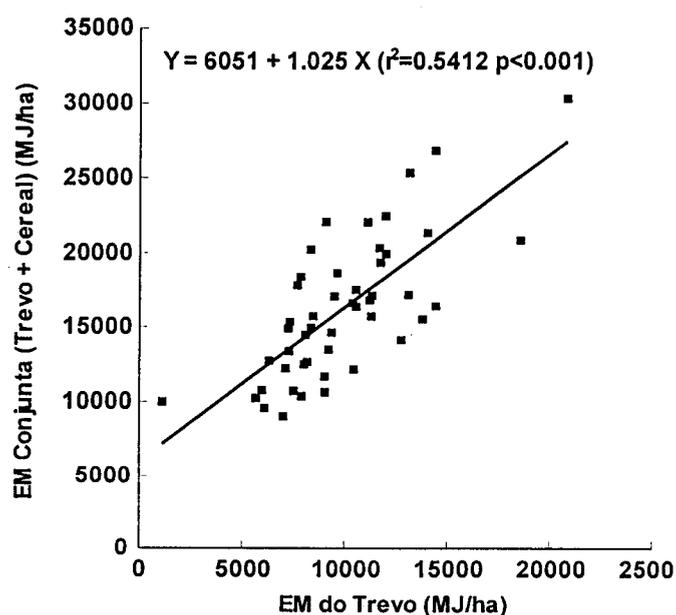


Figura 42. Influência da produção de EM do trevo subterrâneo (MJ/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Período da Primavera.

Ou seja, a EM/ha produzida a partir do conjunto das duas espécies sofreu aumentos crescentes, lineares e altamente significativos, com os aumentos de produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo.

O mesmo não se verificou quando relacionámos a EM/ha a partir do conjunto das duas espécies com a produção de EM/ha a partir do cereal (Figura 43).

A equação de regressão da Figura 43, permite-nos concluir, à semelhança do que se passou com a análise da MS/ha que, no período da Primavera, a produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies está bastante mais dependente da contribuição da produção a partir do trevo subterrâneo, do que do cereal que eventualmente venha a ser introduzido na pastagem, havendo no entanto a ressaltar o possível efeito estabilizador deste, em anos de fraca produção de trevo subterrâneo.

A equação de regressão da Figura 43, permite-nos concluir, à semelhança do que se passou com a análise da MS/ha que, no período da Primavera, a produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies esteve bastante mais dependente da contribuição da produção a partir do trevo subterrâneo, do que do cereal que eventualmente venha a ser introduzido na pastagem, havendo no entanto a ressaltar o possível efeito estabilizador deste, em anos de fraca produção de trevo subterrâneo.

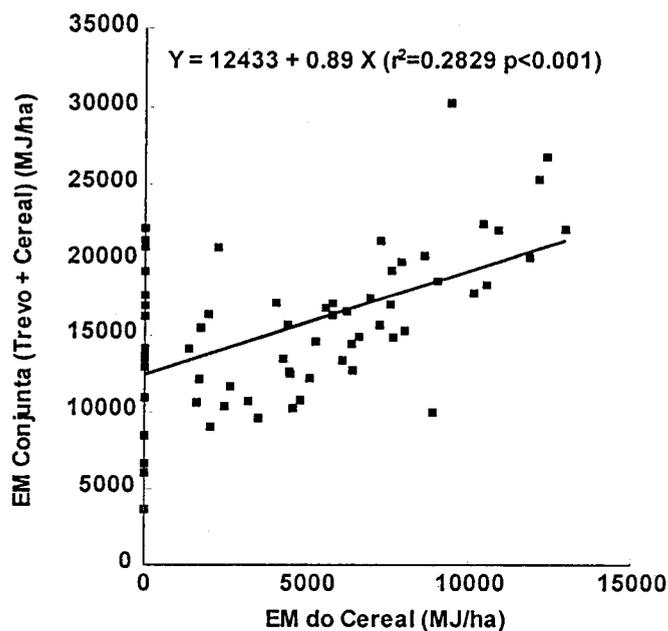


Figura 43. Influência da produção de EM do cereal) (MJ/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Período da Primavera.

1. 3. Produção Total

1. 3. 1. Cereal

1. 3. 1. 1. Produção de Matéria Seca

Os valores de produção total de MS/ha a partir dos cereais foram, como podemos verificar através do Quadro IV. 58, inferiores aos citados por outros autores para as mesmas espécies exploradas em corte único (DEVUYST *et al.*, 1975; CRESPO, 1978; MONTEIRO, 1980; ROMANO e VINTE UM, 1981 e MAÇÃS *et al.*, 1993).

Quadro IV. 58. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (Kg) a partir dos cereais. Produção Total.

TRATAMENTOS	MS/ha
Trevo s/cereal	-
Trevo + aveia	2 162 A
Trevo + cevada	2 334 A
Trevo + triticales	1 716 B

Voltando a citar DROUSHIOTIS (1984) qualquer interrupção no crescimento em pleno período vegetativo, resulta numa diminuição na produção total de MS/ha. Quando o aproveitamento dos cereais utilizados como opção forrageira é feito através de cortes múltiplos, então as produções referidas são díspares e variam sobretudo com o número e épocas de corte.

Assim, podemos confrontar os valores por nós encontrados e concluir que eles se encontram dentro dos amplos limites referidos por CRESPO (1978), ao estudar o comportamento de cereais de Inverno (aveia, cevada e triticales) sujeitos a dois cortes (Inverno e Primavera) e próximos dos registados por HOLT (1961), QUINTANA e PRIETO (1982) e DROUSHIOTIS (1984) para situações semelhantes às nossas.

A aveia e a cevada tiveram produções totais de MS/ha significativamente superiores às do triticales, não tendo diferido, entre si. As mais baixas produções de MS/ha obtidas com o triticales encontrarão justificação no facto, por nós já referido, desta espécie e/ou variedade possuir um ciclo vegetativo mais curto e possuir menor capacidade de recrescimento que a aveia e a cevada, conforme é referido por DROUSHIOTIS (1984) e TRINDADE e MOREIRA (1987).

Entendemos que nas condições mediterrânicas a perda de produção de MS/ha registada em cortes múltiplos, comparativamente com a exploração dos cereais em corte único, é perfeitamente compensada com a oferta repartida de alimento com elevados valores de PB e EM, relevante sobretudo no período de Inverno, no qual a escassa produção de pastagens obriga à necessidade de recurso à suplementação, como é referido também por DROUSHIOTIS (1984).

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

O efeito significativo dos anos na produção total de MS/ha está relacionado com a forma como essas produções foram influenciadas para os diferentes períodos de utilização.

Assim, os anos de 1991/1992 e 1994/1995 que apresentaram valores de produção total de MS/ha significativamente superiores aos restantes anos de ensaio, apresentaram já essa tendência para o período de Inverno (Quadro IV. 3), tendo beneficiado para esse período das condições favoráveis no que respeita à temperatura e à precipitação, conforme discutimos para a produção de MS de Inverno. Esta tendência parece indicar que o potencial produtivo dos cereais, quando introduzidos na pastagem, guarda sobretudo relação com as suas produções de MS/ha de Inverno. De facto, quando discutimos a produção de MS/ha a partir dos cereais para o período da Primavera, verificámos que a capacidade de recrescimento destes para esta fase está diminuída, o

que em conjunto com o maior potencial produtivo do trevo neste período, limita a produção do cereal na Primavera.

Quadro IV. 59. Interação ano x espécie para a produção de MS/ha (kg) a partir dos cereais. Produção Total.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	2 155 c e	2 768 b	2 417 b c	2 464 A
1992/1993	1 841 d e	1 609 e f	1 171 f	1 540 B
1993/1994	2 186 c e	1 649 d f	1 164 f	1 666 B
1994/1995	2 468 b c	3 311 a	2 112 c e	2 630 A
MÉDIA	2 162 A	2 334 A	1 716 B	

Verifica-se através do Quadro IV. 59, que a cevada foi significativamente superior aos outros cereais na produção total de MS/ha, nos anos que proporcionaram maior potencial produtivo, enquanto nos outros a aveia foi a melhor espécie.

1. 3. 1. 2. Proteína Bruta

A produção total de PB/ha foi significativamente superior para a cevada (Quadro IV. 60), devido a esta espécie ter produzido maior quantidade de MS/ha (embora não de forma significativa em relação à aveia).

As diferenças significativas que se registaram entre estes dois cereais para este parâmetro, justificar-se-ão pelo facto da cevada ter apresentado ao longo dos períodos de aproveitamento teores de PB superiores, o mesmo se verificando em relação ao triticale, que por esse facto anulou, em relação à aveia, e para este parâmetro, a diferença significativa que registava em relação à produção total de MS/ha.

Quadro IV. 60. Efeito dos tratamentos na produção de PB/ha (kg) a partir dos cereais. Produção Total.

TRATAMENTOS	PB/ha
Trevo s/cereal	-
Trevo + aveia	370 B
Trevo + cevada	438 A
Trevo + triticales	327 B

Encontramos na bibliografia consultada valores de produção de PB/ha a partir da aveia e triticales (MOREIRA, 1996; CARNIDE, 1991) explorados como opção forrageira em corte único, muito próximos dos registados por nós com as mesmas espécies exploradas em cortes múltiplos. Em termos de produção de PB/ha, não se registam as perdas referidas por alguns autores já citados na produção de MS/ha quando há cortes múltiplos. O aproveitamento dos cereais nas fases iniciais de desenvolvimento, com teores elevados de PB/ha permite assim, no que respeita a este parâmetro, uma «compensação» do ponto de vista nutritivo e DROUSHIOTIS (1984) refere até, para a cevada explorada em cortes múltiplos, valores de produção de PB/ha de 700 kg , superiores aos por nós encontrados para a mesma espécie e forma de aproveitamento.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

Regista-se ainda em relação à produção total de PB/ha a partir dos cereais uma interacção significativa ano x espécie conforme o Quadro IV. 61.

Quadro IV. 61. Interacção ano x espécie na produção de PB/ha (kg) a partir dos cereais . Produção Total.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALES	MÉDIA
1991/1992	398 c e	558 a b	514 b c	490 A
1992/1993	315 d f	270 f g	212 f g	266 B
1993/1994	291 e f	257 f g	160 g	236 B
1994/1995	478 b c	666 a	422 c d	522 A
MÉDIA	370 B	438 A	327 B	

As diferenças significativas que se registaram entre anos no que respeita à produção total de PB/ha a partir dos cereais estão, como se pode comprovar através do Quadro IV. 61, directamente relacionadas com as respectivas produções totais de MS/ha (Quadro IV. 53), pelo que e pelas razões já referidas, os anos de 1991/1992 e 1994/1995 permitiram também produções totais de PB/ha a partir dos cereais, significativamente superiores (Quadro IV. 61).

À semelhança do que se verificou para a produção total de MS/ha a cevada evidenciou nos anos de maior potencial produtivo capacidade para produzir também quantidades significativamente superiores de PB/ha comparativamente com os outros cereais. A superioridade que a aveia evidenciou nos outros dois anos de ensaio (1992/1993 e 1993/1994) relativamente à produção total de MS/ha, foi anulada no primeiro desses dois anos pelos teores mais elevados de PB da cevada e do triticales.

1. 3. 1. 3. Energia Metabolizável

A produção total de EM/ha obtida a partir dos cereais apresentou-se semelhante à referida por MOREIRA (1996) para a aveia, quando explorada como opção forrageira através de cortes vários.

Quadro IV. 62. Efeito dos tratamentos na produção de EM/ha (MJ) a partir dos cereais. Produção Total.

TRATAMENTOS	EM/ha
Trevo s/cereal	-
Trevo + aveia	25 531 A
Trevo + cevada	26 541 A
Trevo + triticales	19 804 B

A produção total de EM/ha a partir dos cereais apresentou a tendência já verificada para a produção de MS/ha. Assim, a cevada e a aveia que produziram significativamente maior quantidade total de MS/ha, conduziram também ao mesmo resultado em termos de EM/ha.

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

O efeito dos anos na produção total de EM/ha a partir dos cereais (Quadro IV. 63), foi semelhante ao observado na produção total de MS/ha (Quadro IV. 53). Assim, os anos mais favoráveis e portanto com maior produção de MS/ha, permitiram também produções totais de EM/ha significativamente superiores.

Quadro IV. 63. Interação ano x espécie na produção de EM/ha (MJ) a partir dos cereais .
Produção Total.

ANO	AVEIA	CEVADA	TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	25 157 b c	31 424 b	28 476 b c	28 532 A
1992/1993	20 938 d f	17 474 f h	12 295 h	16 902 B
1993/1994	26 397 b d	19 733 e g	13 963 g h	20 031 B
1994/1995	29 632 b c	37 534 a	24 484 c c	30 550 A
MÉDIA	25 531 A	26 541 A	19 804 B	

A interação significativa ano x espécie que aconteceu em relação à produção total de EM/ha a partir dos cereais (Quadro IV. 63), diz-nos que a cevada apresentou uma produção superior nos anos em que se verificaram melhores condições para a produção de MS/ha a partir dos cereais, embora só no ano de 1994/1995 essa superioridade tenha sido significativa. À semelhança do que aconteceu em relação à produção total de MS/ha a partir dos cereais, a aveia foi superior nos anos mais desfavoráveis, embora essa diferença só tenha sido significativa em relação à cevada no ano de 1993/1994.

1.3.2. Trevo Subterrâneo

1 3. 2. 1. Produção de Matéria Seca

Os valores registados para a produção total de MS/ha do trevo subterrâneo (Quadro IV. 64) coincidem com os apontados por vários autores para as condições mediterrânicas (CRESPO, 1975; MOREIRA, 1980 e SERRANO, 1995).

Quadro IV. 64. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.

TRATAMENTOS	MS/ha
Trevo s/cereal	3 112 A
Trevo + aveia	2 292 B C
Trevo + cevada	2 148 C
Trevo + triticales	2 492 B

A introdução do cereal em linhas na pastagem de trevo subterrâneo reduziu de forma significativa a produção total de MS/ha a partir do trevo subterrâneo. As diferenças entre o efeito negativo dos três cereais testados foram pequenas, apesar de entre a cevada e o triticales terem sido significativas. Pensamos, de acordo com o que anteriormente já discutimos para a produção de MS/ha dos cereais nos vários períodos de aproveitamento, que a menor capacidade de recrescimento do triticales (DROUSHIOTIS, 1984 e TRINDADE e MOREIRA, 1987), comparativamente com a aveia e a cevada não permitiu um comportamento competitivo tão agressivo, resultando daí efeitos negativos menores.

Para a análise da perda de produção total de MS/ha a partir do trevo subterrâneo com e sem a presença do cereal na pastagem, recorreremos às equações de regressão das Figuras 44 e 45.

Assim, a perda verificada na produção total de MS/ha a partir do trevo subterrâneo quando se introduz o cereal na pastagem, é tanto mais elevada quanto maior o potencial produtivo daquele sem a presença do cereal. Tal relação é traduzida através da equação de regressão da Figura 44, que é altamente significativa.

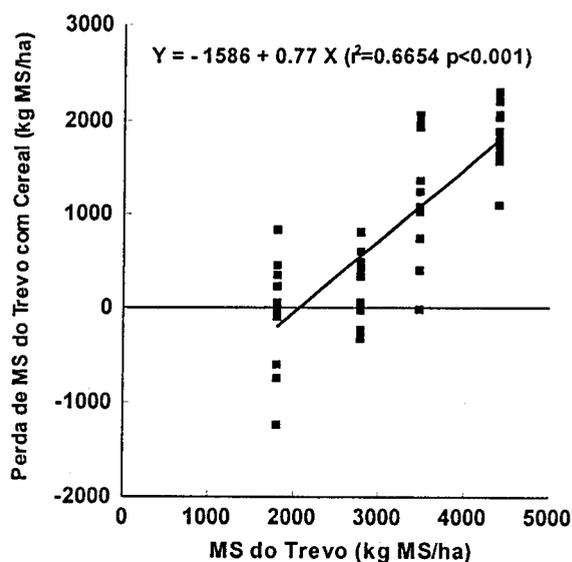


Figura 44. Perda de produção de MS do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg MS/ha) (Y) em função da sua produção de MS em estreme (Kg MS/ha) (X). Produção total.

A equação de regressão da Figura 45, tenta relacionar a perda de produção total de MS/ha do trevo subterrâneo, registada com a introdução do cereal, com a produção total de MS/ha deste.

Verificou-se então que a perda de produção de MS/ha do trevo subterrâneo esteve assim relacionada com o potencial produtivo do cereal, confirmando, que o menor efeito depressivo do triticales terá resultado do seu menor potencial produtivo. No entanto, o efeito depressivo provocado pela introdução do cereal foi menos que proporcional à sua produção ($X = 1231 \Rightarrow Y = 0$; $X = 3000 \Rightarrow Y = 1681$), ou seja, a complementaridade entre as duas espécies permitiu que a competição entre elas não tivesse sido demasiado severa, principalmente no período de Inverno, como vimos anteriormente.

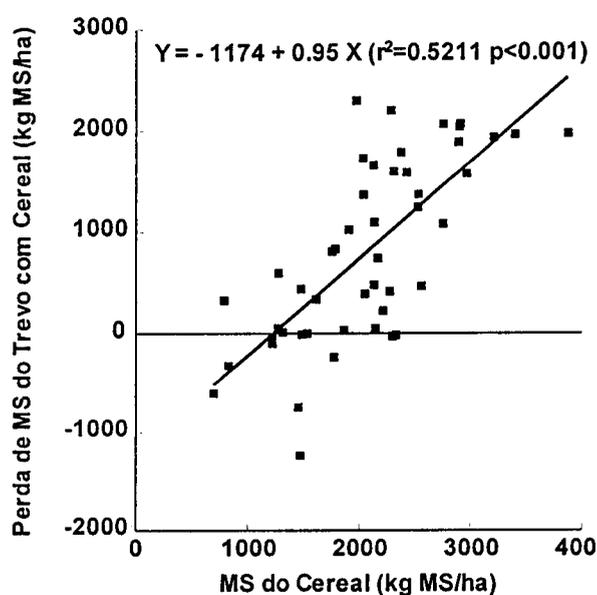


Figura 45. Perda de produção de MS do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg MS/ha) (Y) em função da produção de MS do cereal (Kg MS/ha) (X). Produção total.

A perda na produção total de MS/ha do trevo subterrâneo esteve assim relacionada não só com o seu potencial de produção mas também com o do cereal, como se pode verificar através da equação de regressão múltipla entre estas três variáveis que é apresentada seguidamente:

Equação 8: Perda de produção de MS do trevo subterrâneo quando associado ao cereal em função do potencial produtivo do trevo subterrâneo e do cereal.

$$Y = -1961.56 + 0.49 X_1 + 0.56 X_2 \quad F [2,45] = 69,3 \quad r^2 = 0.75 \quad p \leq 0.001$$

X_1 – Produção de MS do cereal (Kg MS/ha).

X_2 – Produção de MS do trevo subterrâneo em estreme (Kg MS/ha).

Y – Perda de produção de MS do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg MS/ha).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

VARIÁVEL	DESVIO PADRÃO	TESTE <i>t</i>	PROBABILIDADE
Ordenada na Origem	244.11	- 8.04	≤ 0.001
X₁	0.12	4.06	≤ 0.001
X₂	0.08	6.55	≤ 0.001

De facto, verificamos através da interacção ano x tratamento (Quadro IV. 65) também registada de forma significativa para os anos de 1991/1992 e 1994/1995 que a redução na produção total de MS/ha a partir do trevo subterrâneo ocorre nos anos em que este evidenciou maior potencial produtivo, que foram também os anos nos quais o potencial produtivo dos cereais foi superior.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

Conforme podemos verificar através do Quadro IV. 65, o efeito dos anos na produção total de MS/ha a partir do trevo subterrâneo é o resultado da forma como os mesmos influíram nas distintas fases de utilização.

Quadro IV. 65. Interacção ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.

ANO	TREVO	TREVO+AVEIA	TREVO+CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	4 400 a	2 688 c	2 430 c d	2 698 c	3 054 A
1992/1993	1 801 d e	1 536 e	1 905 d e	2 156 c e	1 849 C
1993/1994	2 779 c	2 496 c d	2 773 c	2 424 c d	2 618 B
1994/1995	3 470 b	2 448 c d	1 486 e	2 689 c	2 523 B
MÉDIA	3 112 A	2 292 B C	2 148 C	2 492 B	

Assim, a produção total de MS/ha produzida pelo trevo subterrâneo no ano de 1991/1992 é significativamente superior às dos restantes anos de ensaio, pois beneficiou de condições favoráveis quer no período de Inverno quer no período da Primavera (Quadros IV. 14 e 36). A

sua superioridade relativamente ao ano de 1994/1995 manifestou-se sobretudo no período de Inverno, pois neste ano ainda que em termos de temperatura o trevo subterrâneo tivesse tido boas condições, a água terá limitado a sua produção. No ano de 1992/1993, as temperaturas mais baixas afectaram de forma negativa a produção no período de Inverno (Quadro IV. 14), causando as diferenças significativas registadas em relação aos outros anos de ensaio. A superioridade do ano de 1991/1992, comparativamente com o ano de 1993/1994, é explicada pelo período da Primavera (Quadro IV. 36), relacionando-se as diferenças com a quantidade de precipitação ocorrida em Março.

1. 3. 2. 2. Proteína Bruta

Quadro IV. 66. Efeito dos tratamentos na produção de PB/h (kg) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.

TRATAMENTOS	PB/ha
Trevo s/cereal	596 A
Trevo + aveia	417 C
Trevo + cevada	408 C
Trevo + triticales	484 B

O efeito da introdução do cereal na pastagem, sobre a produção total de PB/ha a partir do trevo subterrâneo, traduz a tendência verificada em relação à produção de MS/ha. Assim, existiu uma diminuição significativa na produção total de PB/ha a partir do trevo subterrâneo com a introdução do cereal na pastagem. Esse efeito, ainda que significativo, foi menos acentuado em relação ao triticales devido ao menor potencial que este evidenciou, relativamente à sua produção total de MS/ha (Quadro IV. 58).

Os efeitos negativos da introdução do cereal em linhas na pastagem fizeram-se sentir na produção total de PB/ha a partir do trevo subterrâneo tão intensamente quanto maior o potencial produtivo a partir do trevo subterrâneo, como podemos verificar através da equação de regressão da Figura 46.

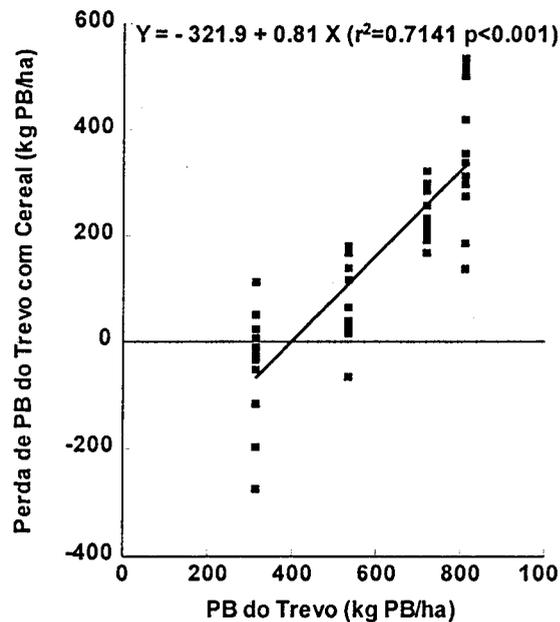


Figura 46. Perda de produção de PB do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg PB/ha) (Y) em função da sua produção de PB em estreme (Kg PB/ha) (X). Produção total.

Por outro lado e de acordo com a equação de regressão da Figura 47, as perdas de produção total de PB/ha do trevo subterrâneo aumentaram linearmente e de forma significativa com a produção total de PB/ha a partir do cereal.

No entanto podemos verificar através da equação de regressão da Figura 47, que a quantidade total de PB/ha resultante da introdução do cereal em linhas na pastagem, foi superior à perda verificada na produção total de PB/ha produzida a partir do trevo subterrâneo.

Assim, o balanço em termos de proteína, resultante da introdução do cereal na pastagem, revelou-se positivo.

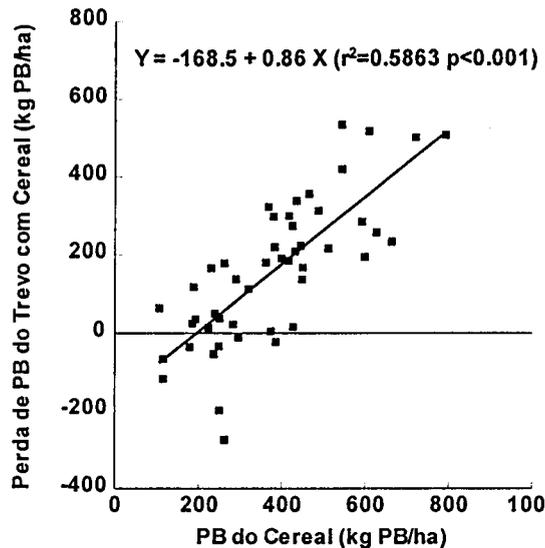


Figura 47. Perda de produção de PB do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (Kg PB/ha) (Y) em função da produção de PB do cereal (Kg PB/ha) (X). Produção total.

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

Registou-se, à semelhança do que se havia verificado para a produção total de MS/ha a partir do trevo subterrâneo, uma interação significativa ano x tratamento na produção total de PB/ha, a partir do trevo subterrâneo (Quadro IV. 67). Verificámos então que, tal como já anotámos em relação à produção total de MS/ha a partir do trevo subterrâneo, os efeitos negativos e significativos da introdução do cereal na pastagem aconteceram nos anos de 1991/1992 e 1994/1995, estando por isso relacionados não só com o potencial produtivo do trevo subterrâneo como também com o potencial produtivo daquele.

Assim, para os três primeiros anos de ensaios as diferenças significativas registadas na produção total de PB/ha a partir do trevo subterrâneo traduziram a mesma tendência já verificada para a produção total de MS/ha deste. O ano de 1994/1995, no qual o trevo subterrâneo teve uma produção total de MS/ha significativamente inferior ao ano de 1991/1992, apresentou uma quantidade total de PB/ha produzida que não diferem significativamente deste. Tal situação é devida ao facto de os teores de PB/ha registados para o trevo subterrâneo nos vários períodos de aproveitamento do ano de 1994/1995 terem sido superiores aos de 1991/1992.

Quadro IV. 67. Interação ano x tratamento para a produção de PB/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	719 a	480 b c	461 b c	513 b d	543 A
1992/1993	314 f	298 f	367 e f	414 c f	349 C
1993/1994	541 b c	399 d f	510 b d	463 b c	478 B
1994/1995	810 a	492 b c	294 f	548 b	536 A
MÉDIA	596 A	417 C	408 C	484 A	

1. 3. 2. 3. Energia Metabolizável

A introdução do cereal em linhas na pastagem, provocou uma diminuição significativa na produção total de EM/ha a partir do trevo subterrâneo, independentemente da espécie utilizada, o que será o resultado do mesmo efeito provocado na sua produção de MS/ha (Quadro IV. 68).

Quadro IV. 68. Efeito dos tratamentos na produção de EM/h (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.

TRATAMENTOS	EM/ha
Trevo s/cereal	34 328 A
Trevo + aveia	24 882 B
Trevo + cevada	23 222 B
Trevo + triticales	26 670 B

Conforme verificamos em relação à produção de MS/ha e PB/ha, os efeitos negativos da introdução do cereal em linhas na pastagem fizeram-se sentir também na produção total de EM/ha a partir do trevo subterrâneo tão intensa quanto maior o potencial de produção a partir do trevo subterrâneo (Figura 48).

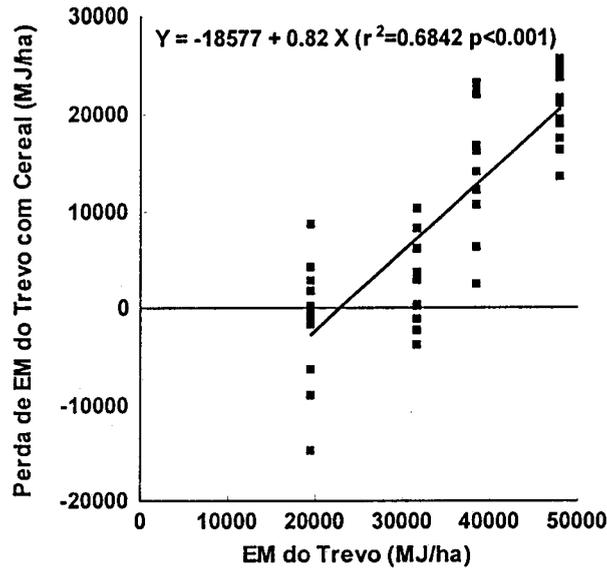


Figura 48. Perda de produção de EM do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (MJ/ha) (Y) em função da sua produção de EM em estreme (MJ/ha) (X). Produção total.

De acordo com a equação de regressão da Figura 49, as perdas de produção verificadas no total de EM/ha a partir do trevo subterrâneo aumentaram linearmente e de forma significativa com a produção total de EM/ha a partir do cereal.

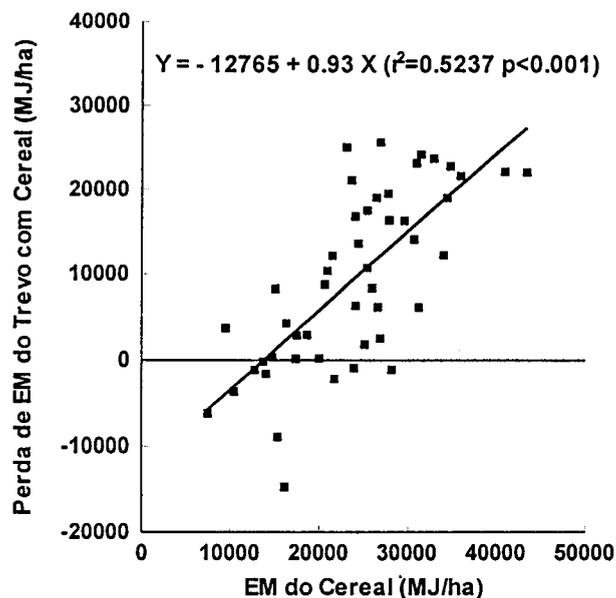


Figura 49. Perda de produção de EM do trevo subterrâneo quando associado ao cereal (MJ/ha) (Y) em função da produção de EM do cereal (MJ/ha) (X). Produção total.

Podemos no entanto verificar através da equação de regressão apresentada na Figura 49, que a quantidade total de EM/ha que resultou da introdução do cereal em linhas na pastagem foi superior à perda verificada na EM/ha produzida a partir do trevo subterrâneo. O balanço resultante da introdução do cereal na pastagem de trevo subterrâneo foi portanto, positivo também em termos da produção total de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies.

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

O efeito dos anos na produção total de EM/ha a partir do trevo subterrâneo traduz a tendência já verificada e discutida em relação à sua produção total de MS/ha (Quadro IV. 69).

Quadro IV. 69. Interação ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total .

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	47 888 a	28 978 c d	24 754 c f	28 365 c d	32 499 A
1992/1993	19 441 e g	17 416 f g	21 281 d g	23 542 c g	20 420 C
1993/1994	31 588 b c	26 977 c d	30 988 c	26 929 c e	29 120 A B
1994/1995	38 396 c	26 156 c e	15 856 g	27 842 c d	27 062 B
MÉDIA	34 328 A	24 882 B	23 222 B	26 670 B	

Continuou a verificar-se na interação ano x tratamento para a produção total de EM/ha a partir do trevo subterrâneo, a mesma tendência já verificada em relação à sua produção total de MS/ha, ou seja, a diminuição significativa na produção total de EM/ha do trevo subterrâneo com a introdução do cereal aconteceu nos anos de maior potencial de produção do trevo subterrâneo, quando em estreme (1991/1992 e 1994/1995), os quais foram também os anos de maior produção total a partir dos cereais (Quadro IV. 65).

1.3.3. Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cereal)

1.3.3.1. Produção de Matéria Seca

A introdução do cereal em linhas na pastagem de trevo subterrâneo aumentou de forma significativa a produção total de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal), independentemente do cereal utilizado (Quadro IV. 70).

Quadro IV. 70. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Produção Total.

TRATAMENTOS	MS/ha
Trevo s/cereal	3 112 B
Trevo + aveia	4 454 A
Trevo + cevada	4 482 A
Trevo + triticale	4 207 A

Verifica-se ainda que, não existiram diferenças significativas entre cereais (aveia, cevada e triticale), no que diz respeito aos aumentos provocados na produção total de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal), quando são introduzidos na pastagem.

A análise das equações de regressão das Figuras 50 e 51, permite-nos avaliar a forma como a produção total de MS/ha de cada um dos componentes da cultura (trevo subterrâneo e cereal) se relaciona com a produção total de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies. Para o cálculo destas equações eliminaram-se os valores relativos aos talhões com trevo em estreme.

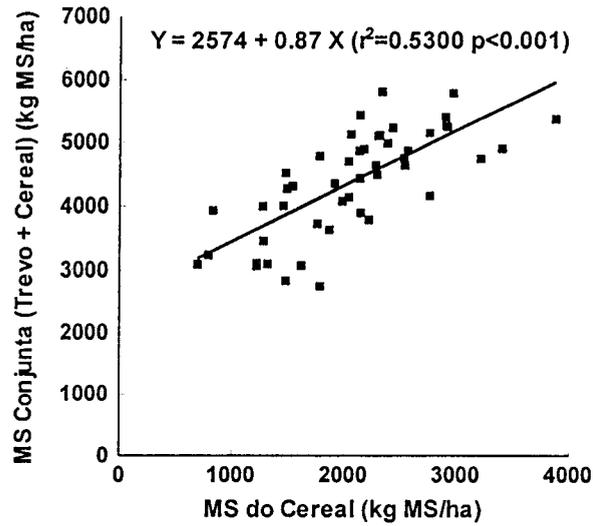


Figura 50. Influência da produção de MS do cereal (Kg MS/ha) (X) na produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (Y). Produção total.

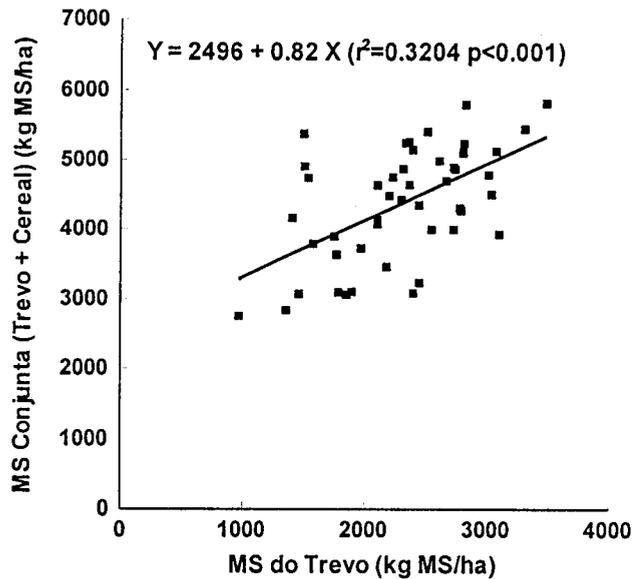


Figura 51. Influência da produção de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (X) na produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (Y). Produção total.

Podemos verificar que a produção conjunta das duas espécies aumentou de forma significativa e linear com o aumento de produção, quer do cereal, quer do trevo subterrâneo (Figuras 50 e 51). Isto mostra bem a complementaridade entre as duas espécies para as condições de ensaio. Durante o Inverno, a capacidade de crescimento do cereal foi elevada, quer pela sua menor necessidade térmica quer pela fase do ciclo em que se encontrava. No entanto, durante este período, o crescimento do trevo foi muito limitado pelas baixas temperaturas, pelo que o efeito competitivo cereal x trevo subterrâneo foi pequeno. Na Primavera, a capacidade de crescimento do trevo foi elevada, embora dependendo da precipitação, e a capacidade de crescimento dos cereais foi mais reduzida, consequência da fase do ciclo em que se encontravam e do seu aproveitamento de Inverno. Assim, também durante a Primavera a competição trevo x cereal foi reduzida.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

O Quadro IV. 71, mostra-nos que nos anos de 1991/1992 e 1994/1995 produziram-se de forma significativa, maiores quantidades de MS/ha que os restantes anos de ensaio.

Quadro IV. 71. Interacção ano x tratamento para a produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Produção Total.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	4 400 b *	4 844 a b *	5 197 a *	5 115 a *	4 889 A
1992/1993	1 801 e *	3 376 c *	3 514 c *	3 327 c d *	3 004 C
1993/1994	2 779 d *	4 682 a b *	4 422 b *	3 587 c *	3 867 B
1994/1995	3 470 c *	4 916 a b *	4 796 a b *	4 800 a b *	4 495 A
MÉDIA	3 112 B	4 454 A	4 482 A	4 207 A	

* Valores significativos para $p \leq 0.1$.

Esta vantagem significativa registou-se, para o ano de 1991/1992, quer no período do Inverno (Quadro IV. 27), quer no período da Primavera (Quadro IV. 53), enquanto que o ano de

1994/1995 apresentou a pior produção para o período de Primavera (Quadro IV. 53). Esta produção inferior de MS/ha registada a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) não esteve relacionada com a produção a partir do trevo subterrâneo (Quadro IV. 36), mas sim com a inferior produção a partir do cereal (Quadro IV. 45), que no entanto havia apresentado os valores mais elevados para o período do Inverno neste mesmo ano (Quadro IV. 3). O trevo subterrâneo, conforme já referimos, embora tivesse tido boas condições de desenvolvimento no que respeita à temperatura, terá sido limitado na sua produção pela competição exercida pelo cereal para a água.

As mais baixas produções registadas no ano de 1992/1993 relacionam-se, não só com as baixas produções de MS/ha no Inverno a partir do trevo subterrâneo (Quadro IV. 14), como também com o cereal (Quadro IV. 3). As temperaturas baixas que se registaram para este ano terão afectado o desenvolvimento inicial das duas espécies. O trevo subterrâneo apresentou, no entanto, uma boa produção de Primavera, embora isso não tenha sido suficiente para compensar a baixa produção de Inverno.

A baixa produção de MS/ha de Inverno do cereal terá sido compensada pela elevada produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo no ano de 1993/1994 (Quadro IV. 14). Neste ano, no período da Primavera, o trevo subterrâneo apresentou uma produção de MS/ha baixa (Quadro IV. 36) tendo o cereal, talvez em função disso, produzido quantidade aceitável de MS/ha (Quadro IV. 45), o que fez com que o ano se tivesse situado em situação intermédia em termos da sua produção total de MS/ha.

A existência de uma interacção ano x tratamento para a produção total de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal), ainda que significativa apenas para ($p \leq 10\%$) (Quadro IV. 71), permite-nos verificar que o efeito benéfico da introdução do cereal em linhas na pastagem foi particularmente importante nos anos de menor potencial produtivo do trevo subterrâneo. Desta forma, a introdução do cereal em linhas na pastagem, para além de conduzir a aumentos na produção total de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies, contribui para uma estabilização na produção de MS/ha entre anos, conforme se pode observar no gráfico da Figura 52.

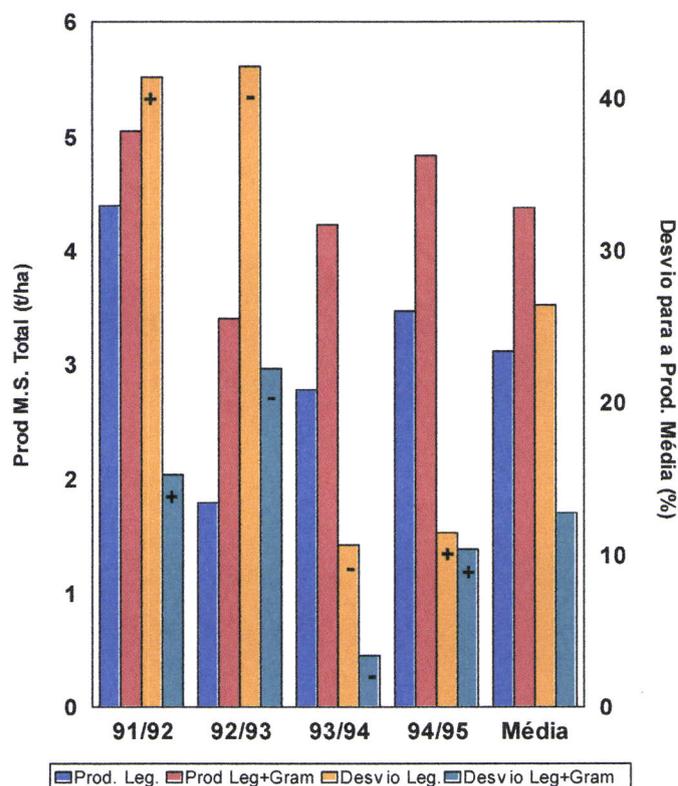


Figura 52 . Produção total. Produção do trevo subterrâneo em estreme e da associação (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) e respectivos desvios para a produção média dos quatro anos $\left[\left(\frac{\text{Produção do ano} - \text{Produção média}}{\text{Produção média}} \right) * 100 \right]$. Desvios positivos (+) ; Desvios negativos (-).

1. 3. 3. 2. Proteína Bruta

Conforme se pode observar a partir da equação de regressão da Figura 53, existiu uma relação significativa, linear e crescente entre a produção total de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) e a sua produção total de PB/ha. Assim, esta aumentou à medida que a produção total de MS/ha conjunta aumentou também.

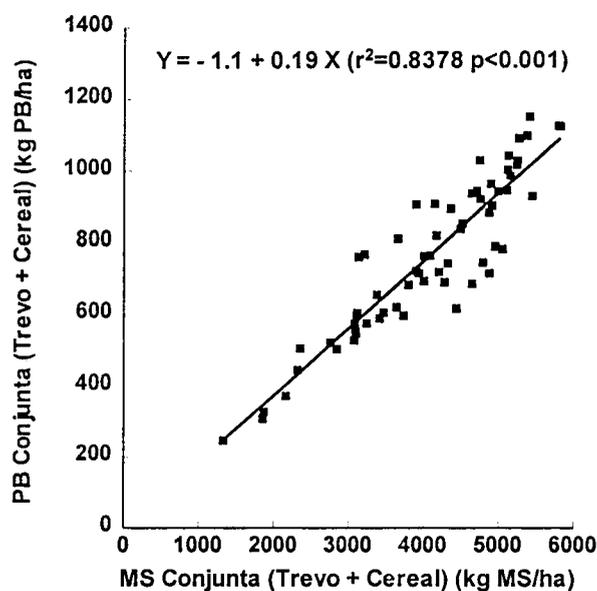


Figura 53. Influência da produção total de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (X) na produção total de PB conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg PB/ha) (Y). Produção Total.

Quadro IV. 72. Efeito dos tratamentos na produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Produção Total.

TRATAMENTOS	PB/ha
Trevo s/cereal	596 B
Trevo + aveia	788 A
Trevo + cevada	846 A
Trevo + triticale	812 A

Como se pode verificar no Quadro IV. 72, a produção total de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies traduziu a tendência já verificada para a produção total de MS/ha, o que seria de esperar devido à forma como os dois parâmetros estão relacionados, conforme acabamos de expor. Assim, a introdução do cereal em linhas (independentemente da espécie utilizada) na pastagem provocou aumentos na produção total de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal).

As equações de regressão das Figuras 54 e 55, mostram-nos a forma como a produção total de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies se relacionou com a produção individual a partir de cada uma delas.

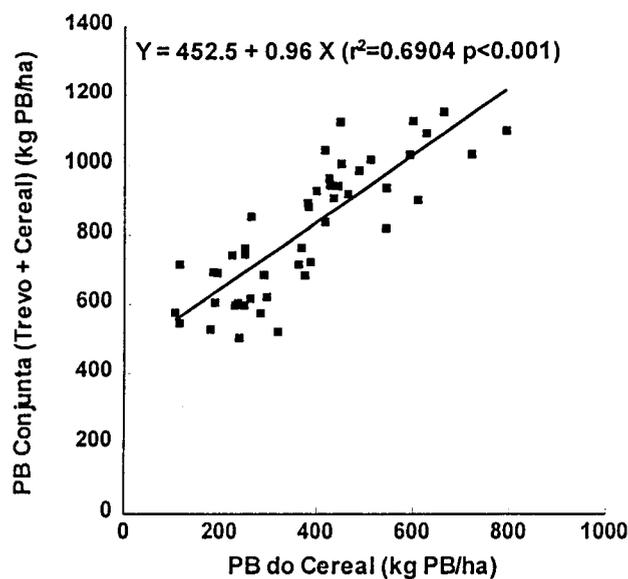


Figura 54. Influência da produção total de PB do cereal (Kg PB/ha) (X) na produção total de PB conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg PB/ha) (Y). Produção total.

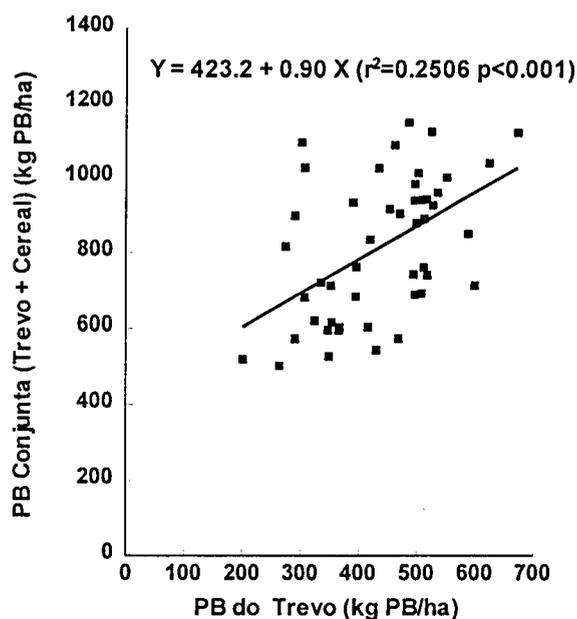


Figura 55. Influência da produção total de PB do trevo subterrâneo (Kg PB/ha) (X) na produção total de PB conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg PB/ha) (Y). Produção total.

À semelhança do verificado para a produção de MS/ha, também para a PB/ha se verificou um aumento significativo da produção total a partir do conjunto das duas espécies, tanto por um aumento da contribuição da produção do cereal como do trevo subterrâneo.

Registou-se ainda um efeito significativo dos anos no parâmetro em estudo, conforme o Quadro IV. 73, efeito esse que esteve directamente relacionado com o efeito do ano na produção de MS/ha.

Quadro IV. 73. Efeito dos anos na produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Produção Total.

ANO	PB/ha
1991/1992	911 A
1992/1993	548 C
1993/1994	655 B
1994/1995	928 A

1. 3. 3. 3. Energia Metabolizável

À semelhança do que se verificou para a produção total conjunta de PB/ha, também podemos concluir a partir da equação de regressão da Figura 56, que existe uma relação significativa linear e crescente entre a produção total de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) e a sua produção total de EM/ha. Assim, esta aumentou à medida que a produção total de MS/ha conjunta vai também aumentando.

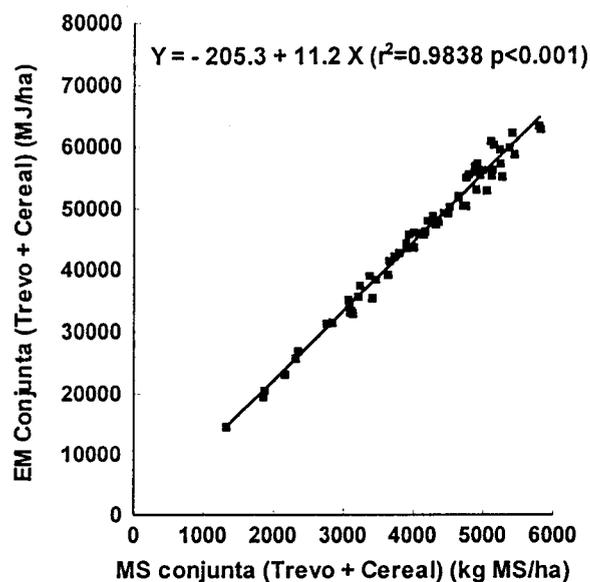


Figura 56. Influência da produção total de MS conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) (X) na produção total de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Produção total.

Em relação ao efeito dos tratamentos na produção total de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies, verificou-se que a introdução do cereal em linhas na pastagem conduziu sempre a aumentos significativos na sua produção (Quadro IV. 74). No entanto em relação a este parâmetro, o efeito provocado pelo triticale foi significativamente inferior ao provocado pela aveia, o que se ficou a dever à menor capacidade de produção total de MS/ha que o triticale havia demonstrado comparativamente com esta.

Quadro IV. 74. Efeito dos tratamentos na produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Produção Total.

TRATAMENTOS	EM/ha
Trevo s/cereal	34 328 C
Trevo + aveia	50 413 A
Trevo + cevada	49 764 A B
Trevo + triticale	46 474 B

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

O efeito significativo dos anos na produção total de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies traduziu a tendência já observada para a produção total conjunta de MS/ha.

Quadro IV. 75. Interação ano x tratamento para a produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal). Produção Total.

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	47.888 b *	54 134 a b *	56 118 a *	56 841 a *	53 763 A
1992/1993	19 441 e *	38 354 c *	38 756 c *	35 838 c d *	33 097 C
1993/1994	31 588 d *	53 374 a b *	50 721 a b *	40 893 c *	44 143 B
1994/1995	38 396 c *	55 789 a *	53 390 a b *	52 326 a b *	49 975 AB
MÉDIA	34 328 C	50 413 A	49 764 A B	46 474 B	

* Valores significativos para $p \leq 0.1$.

Pelas razões então apontadas, também nos anos de 1991/1992 e 1994/1995 a produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal) foi significativamente superior.

A interação ano x tratamento para a produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies, ainda que significativa apenas para $p \leq 10\%$, diz-nos tal como já acontecera em relação à produção total conjunta de MS/ha, que o efeito benéfico da introdução do cereal na pastagem foi sobretudo relevante nos anos de pior potencial produtivo do trevo subterrâneo, o que transmite também a este parâmetro um efeito estabilizador da produção entre anos.

Podemos observar através das equações de regressão das Figuras 57 e 58, a forma como a produção total de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies esteve relacionada com a produção individual a partir de cada uma delas.

À semelhança do que se havia observado para os dois parâmetros anteriores (MS/ha e PB/ha), a produção de EM/ha da consociação aumentou de forma linear com a produção de cada

uma das espécies. Assim, também em relação a este parâmetro, a competição entre o trevo e o cereal não foi muito severa, resultando da mistura uma relação de complementaridade.

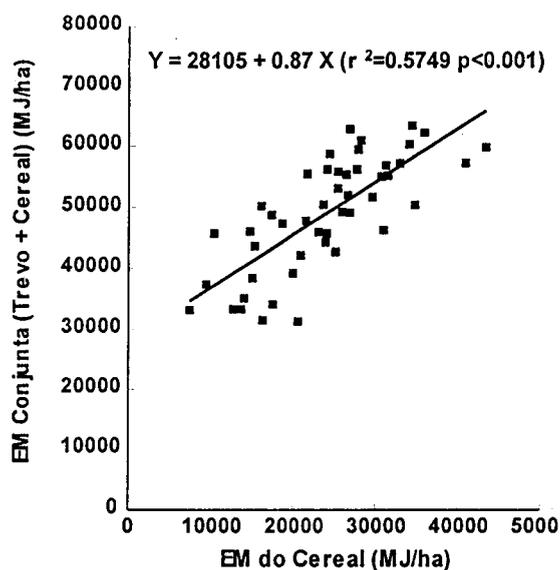


Figura 57. Influência da produção total de EM do cereal (MJ/ha) (X) na produção total de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Produção total.

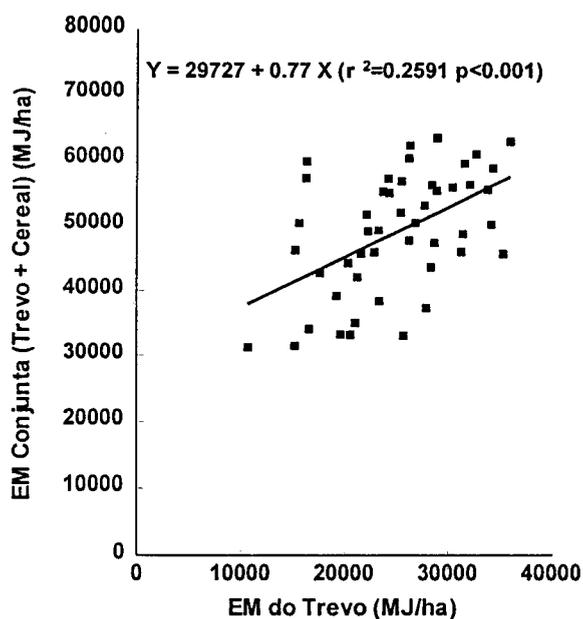


Figura 58. Influência da produção total de EM do trevo subterrâneo (MJ/ha) (X) na produção total de EM conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (MJ/ha) (Y). Produção total.

1. 4. Regeneração da pastagem

Conforme se pode verificar através do número de plantas de trevo emergidas (Quadro IV. 76), os tratamentos não afectaram a regeneração da pastagem no ano seguinte para a média dos quatro anos.

Quadro IV. 76. Efeito dos tratamentos na regeneração do trevo subterrâneo (nº plantas emergidas/m²).

TRATAMENTOS	Número Plantas Emergidas /m ²
Trevo s/cereal	494
Trevo + aveia	487
Trevo + cevada	605
Trevo + triticales	458

Por outro lado, o número de plantas emergidas está dentro dos valores recomendados por outros autores para este tipo de pastagens (HYCKA, 1982; PARDO e GARCIA, 1984). Assim, sendo, os resultados parecem indicar que a introdução de cereais em linhas nas pastagens de sequeiro à base de trevo subterrâneo poderá ser uma técnica a utilizar, sem que contribua para uma má regeneração do trevo nos anos seguintes e, portanto, para uma degradação da pastagem. Nas nossas condições de ensaio, o número de sementes produzidas pela pastagem não se constituiu como o factor limitante à sua boa regeneração independentemente de ela estar ou não associada a um cereal.

Para as diferenças significativas que se registaram entre anos (Quadro IV. 77), não se conseguiu estabelecer nenhuma relação significativa entre a regeneração da pastagem no ano seguinte e a produção de pastagem no ano anterior (para todos os parâmetros da MS medidos ou determinados).

Quadro IV. 77. Efeito dos anos na regeneração do trevo subterrâneo (nº plantas emergidas/m²).

ANO DE ENSAIO	ANO DE REGENERAÇÃO	NÚMERO PLANTAS EMERGIDAS /m ²
1991/1992	1992/1993	389 B
1992/1993	1993/1994	413 B
1993/1994	1994/1995	378 B
1994/1995	1995/1996	765 A

No entanto, alguns factores climáticos poderão estar envolvidos no processo de regeneração, já que considerando as temperaturas médias dos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro dos anos anteriores aos das contagens efectuadas, para avaliar do grau de regeneração da pastagem, conseguiu-se estabelecer uma relação significativa traduzida pela equação de regressão da Figura 59.

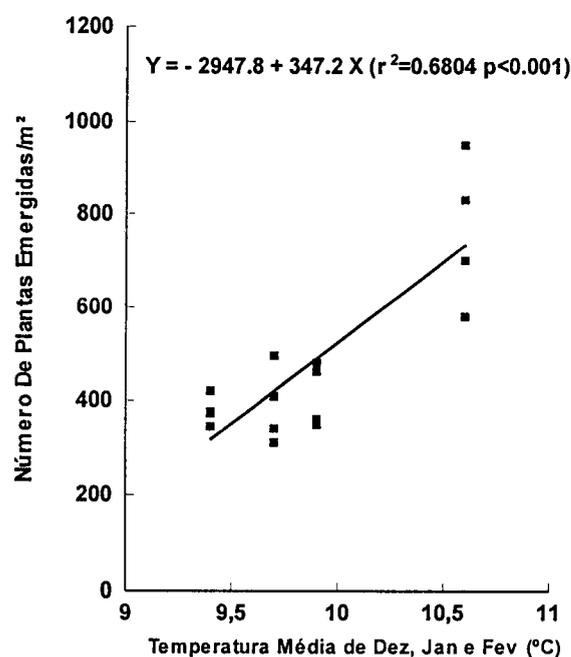


Figura 59. Influência das temperaturas médias dos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro (°C) (X) na regeneração do trevo subterrâneo no ano seguinte (nº. de plantas emergidas/m²) (Y).

De facto, segundo QUINLIVAN (1978), uma vez asseguradas as condições que satisfazem as necessidades de vernalização do trevo subterrâneo, quanto mais elevadas forem as temperaturas de Inverno maior a antecipação que se regista na floração. A antecipação da floração é vantajosa, sobretudo nas regiões onde, durante a Primavera, a humidade se possa constituir como factor limitante para uma capaz formação de semente. Daí, possivelmente a vantagem conseguida com as temperaturas médias mais elevadas nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro, a contribuírem para a formação de maior quantidade de sementes e a criarem, dessa forma, condições para uma melhor regeneração da pastagem nos anos seguintes.

A análise da interacção anos x tratamentos (Quadro IV. 78), indica-nos que nos três primeiros anos de ensaio houve uma tendência embora não significativa para uma diminuição do número de plantas de trevo emergidas no ano seguinte, com a introdução do cereal. No quarto ano houve uma tendência contrária, ou seja, um aumento muito acentuado do número de trevos emergidos no ano seguinte nos talhões com cereal, chegando no caso da aveia e da cevada em alcançar valores significativos ($p < 10\%$). Para estes resultados não conseguimos no entanto encontrar explicação.

Quadro IV. 78. Interação ano x tratamento para a regeneração do trevo subterrâneo (nº plantas emergidas/m²).

ANO	TREVO	TREVO + AVEIA	TREVO + CEVADA	TREVO + TRITICALE	MÉDIA
1991/1992	496 d e *	409 d e *	340 e *	310 e *	389 B
1992/1993	481 d e *	462 d e *	361 e *	349 e *	413 B
1993/1994	420 d e *	376 e *	372 e *	344 e *	378 B
1994/1995	580 c d *	700 d c *	950 a *	830 a b *	765 A
MÉDIA	494	487	506	458	

* Valores significativos para $p \leq 0.1$

Contudo, e como já mencionámos, a regeneração da pastagem no ano seguinte não guardará apenas relação com o número de sementes produzidas no ano anterior, mas dependerá entre outros factores, das condições para a emergência (MC GOWAN, 1974).

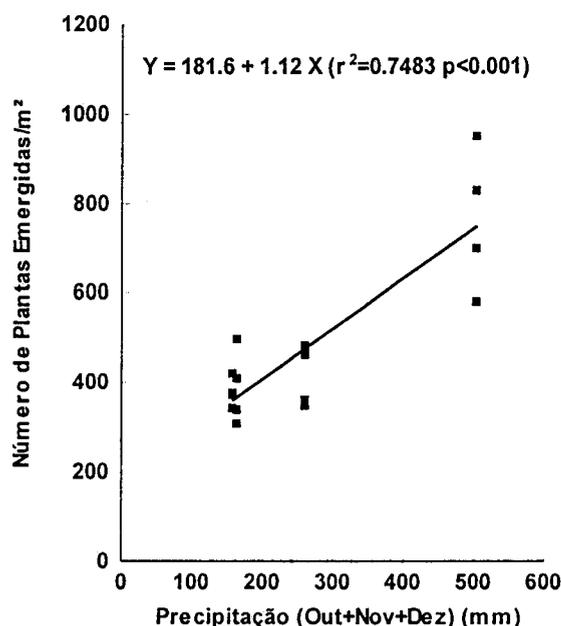


Figura 60. Influência da precipitação ocorrida nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro, (mm) (X) na regeneração do trevo subterrâneo no ano seguinte (nº. de plantas emergidas/m²) (Y).

Da regressão da Figura 60, podemos por conseguinte afirmar que, para as nossas condições de ensaio, houve uma relação directa e significativa entre a precipitação ocorrida no próprio ano da regeneração (Outubro, Novembro e Dezembro) e o número de plantas emergidas.

Assim, e para além da influência que o número de sementes formadas terá naturalmente na regeneração da pastagem no ano seguinte, esta será tanto mais facilitada quanto maior a quantidade de precipitação ocorrida, na época de condições mais favoráveis para a emergência (Outubro, Novembro e Dezembro).

1. 5. Conclusões

A introdução dos cereais (aveia, cevada e triticale), em linhas numa pastagem de sequeiro à base de trevo subterrâneo, aumentou a produtividade da pastagem para os períodos de Inverno e Primavera conduzindo conseqüentemente a um aumento da sua produtividade total, o que nos mostrou que a relação entre as duas espécies presentes foi sobretudo uma relação de complementaridade.

O efeito de complementaridade entre espécies registado para o período de Inverno, pareceu resultar da grande sensibilidade do trevo subterrâneo às baixas temperaturas (temp. óptima de crescimento 20-25°C), enquanto que os cereais, suportando as baixas temperaturas (zero vegetativo - 0°C), exibiram para o referido período um crescimento apreciável, compensando assim a baixa produção do trevo subterrâneo. Na Primavera, a falta de capacidade de recrescimento dos cereais em estudo, permitiu então que o trevo subterrâneo, dispendo de temperaturas mais elevadas e humidade adequada, evidenciasse todo o seu potencial produtivo, sendo pouco afectado por aqueles. Pensamos ser de todo o interesse a realização de estudos futuros que permitam, nestas condições, observar o comportamento de outras espécies, nomeadamente o centeio e o trigo, particularmente este último, pois a grande variedade genotípica existente poderá eventualmente possibilitar-nos a utilização de variedades com diferente capacidade de recrescimento.

Esta repartição da produção entre as duas espécies revelou-se particularmente vantajosa, quer em termos da produção de PB, quer em termos de EM. Para o período de Inverno, os cereais apresentaram valores de DOMD e PB muito elevados e próximos do trevo subterrâneo, pelo que o decréscimo da produção de trevo não afectou o valor nutritivo da mistura. Na Primavera, o cereal apresentou valores mais baixos em relação à PB e DOMD, mas neste período foi o trevo subterrâneo quem dominou a mistura em termos de biomassa produzida.

Para além de ter provocado um aumento da produtividade da pastagem no período de Inverno, a introdução do cereal em linhas na pastagem, contribuiu ainda para conferir a estes sistemas de produção uma maior estabilidade produtiva, ao diminuir a variação da produção dentro e entre anos, resultando este efeito da diferente sensibilidade das espécies componentes da mistura (cereal e trevo subterrâneo), às condições ambientais. Assim, em anos secos ou frios, a contribuição relativa do cereal aumentou no período de Inverno, enquanto, que com Invernos húmidos ou quentes (favoráveis ao crescimento do trevo subterrâneo), a contribuição relativa deste para a produção total no período, aumentou.

O aumento da estabilidade produtiva na Primavera foi devido à resposta diferenciada do trevo subterrâneo e dos cereais à precipitação. Assim, em anos com precipitação abundante em Março, aumentou a contribuição do trevo subterrâneo, enquanto que em anos de Primavera seca, aumentou a contribuição do cereal.

A estabilidade produtiva da mistura dentro do ano, ficou a dever-se à capacidade que esta apresentou para responder às diferentes condições climáticas no Inverno e na Primavera. Em pastagens de trevo subterrâneo em estreme, o maior potencial produtivo situa-se na Primavera, para situações de precipitação normal no mês de Março. No entanto, a introdução do cereal, permitindo maiores crescimentos de Inverno (menores exigências térmicas) permitiu melhorar o balanço entre a produção de Inverno e Primavera.

Das espécies testadas (aveia, cevada e triticales), a aveia e a cevada proporcionaram produtividades mais elevadas que o triticales durante o período de Inverno. Entre a aveia e a cevada houve diferenças entre anos no que diz respeito ao seu comportamento, tendo-se alcançado, nos anos com maior precipitação durante o Outono - Inverno melhores resultados a partir da aveia, enquanto que para os anos mais secos a cevada apresentou produções superiores. Assim, parece-nos ter interesse, para trabalhos futuros, o estudo de uma mistura das duas espécies a instalar em linhas nas pastagens de sequeiro à base de trevo subterrâneo, como forma de assegurar uma estabilização, entre anos, da produção a partir do cereal introduzido.

A introdução do cereal em linhas na pastagem não provocou qualquer diminuição no número de plantas de trevo subterrâneo emergidas no ano seguinte, pelo que, será possível o recurso à técnica estudada, sem que isso afecte a manutenção da pastagem, pelo menos no que diz respeito à presença do trevo subterrâneo.

2. ENSAIO DE DENSIDADES / ENTRELINHAS

2. 1. Primeiro corte de Inverno

2. 1. 1. Produção de Matéria Seca

A densidade 2 (200 sementes/m²) aumentou de forma significativa a produção de MS da cevada no primeiro corte de Inverno (Quadro IV. 79).

Quadro IV. 79. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir da cevada. Primeiro corte de Inverno.

DENSIDADE	ENTRELINHA		MÉDIA
	20 cm	40 cm	
100 sementes/m ²	230	180	205 B
200 sementes/m ²	428	386	407 A
MÉDIA	329 A*	283 B*	

* -Valores significativos para $p \leq 0,1$

Para HARPER (1983) (Figura 2), a relação entre a densidade populacional e a produção de forragem permite que esta aumente linearmente com a densidade até determinado ponto, a partir do qual os acréscimos começam a ser decrescentes, até que o valor máximo da produção seja alcançado. Por outro lado, a baixas densidades, haverá uma má utilização dos recursos e, ainda que a competição não se faça sentir a produção por planta não consegue suplantiar a baixa população. A resposta positiva e significativa encontrada com aumento da densidade de sementeira da cevada de 100 para 200 sementes/m² só será possível porque nos situamos entre os

dois limites atrás referidos. Por outro lado, considerando como DONALD (1963), importantes para a competição a quantidade ou intensidade e o momento em que esta se começa a registar, então o aumento registado na produção de MS/ha terá sido possível devido ao corte ter sido efectuado para um período no qual, para as populações estudadas, a competição entre plantas não se fazer sentir ou ser mínima. Assim, para esta fase inicial de desenvolvimento a produção de MS/ha da forragem, será tanto mais elevada quanto maior for a densidade de sementeira utilizada (DONALD, 1951), sendo este o caso do presente ensaio conforme está ilustrado pela equação de regressão da Figura 61.

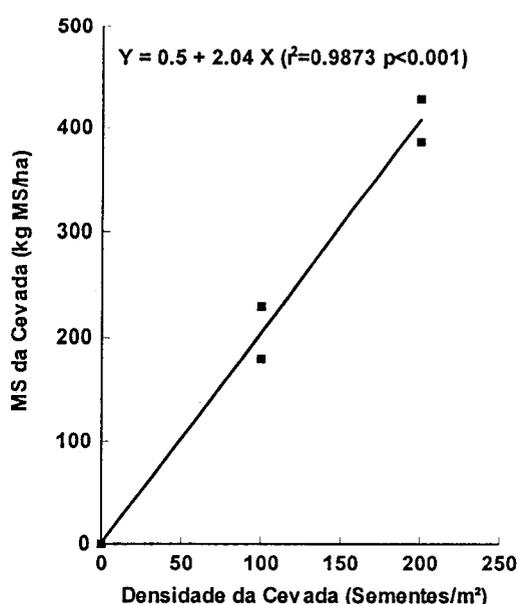


Figura 61. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m²) (X) na sua produção de MS (Kg MS/ha) (Y). Primeiro corte de Inverno.

Este comportamento por nós registado, do aumento de produção de MS/ha da cevada para o primeiro corte de Inverno em função do aumento da densidade de sementeira, foi confirmado por BONACHELA et al. (1995) que obtiveram em Granada (Espanha) aumentos de 25% na produção de forragem de Inverno a partir de cevada, quando aumentou a densidade de sementeira até 170 kg/ha. A determinação da densidade a utilizar para este período de aproveitamento com um tipo de resposta linear como da equação de regressão apresentada (Figura 61), prender-se-á com aspectos de natureza competitiva entre plantas em épocas mais avançadas da cultura, e com a avaliação económica, ou seja, por um lado os custos de produção de alimento segundo as

técnicas culturais ensaiadas e, por outro, a economia registada em termos da diminuição dos gastos de suplementação que se verificariam, caso a forragem não fosse produzida.

Em relação à entrelinha, verifica-se que a diminuição desta de 40 para 20 cm aparentemente provocou um aumento de produção, embora este efeito só seja significativo a um nível de probabilidade do erro de 10%.

Estes resultados podem encontrar justificação pelo facto de para este período inicial de desenvolvimento, a mais homogénea distribuição das plantas que a entrelinha menor (20 cm) possibilitou permitir uma mais eficiente intercepção da radiação solar, ao mesmo tempo que diminuiu a competição por outros factores (HARPER, 1983). De facto, alguns autores estudando o comportamento dos cereais de Inverno em função da sua distribuição espacial registaram acréscimos de produção com a redução do espaçamento entre linhas, que garantem uma mais favorável distribuição das plantas (HOLLIDAY, 1963; ROEBUCK e TRENERRY, 1978).

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

Não se registaram interacções significativas, nem entre o ano e a densidade, nem entre o ano e a entrelinha, nem desta com a densidade de sementeira.

2. 1. 2. Proteína Bruta, Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

Proteína Bruta

Como se pode verificar no Quadro IV. 80, não existiu qualquer efeito significativo dos tratamentos no teor de PB da cevada para o primeiro corte de Inverno. Em relação à produção de PB/ha esta está, portanto, apenas dependente da produção de MS/ha, pelo que a densidade 2 (200 sementes/m²) aumentou também de uma forma significativa a produção de PB/ha.

Quadro IV. 80. Efeito dos tratamentos no teor de PB(%), DOMD (%) da cevada bem como na PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) produzidas a partir desta. Primeiro corte de Inverno.

TRATAMENTO	PB (%)	PB/ha	DOMD (%)	EM/ha
100 sementes/m ²	22.6	42B	80 A	2 642 B
200 sementes/m ²	22.4	86 A	78.8 B	5 130 A
Entrelinha – 20 cm	22.4	67	80.1	4 200 A*
Entrelinha – 40 cm	22.8	61	78.8	3 572 B*

* Valores significativos para $p \leq 0,1$

Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

A utilização de 100 sementes/m² conduziu a valores significativamente superiores na DOMD. No entanto, esses valores são na realidade muito próximos dos verificados no tratamento 200 sementes/m², pelo que a produção de EM/ha acompanhou a tendência já registada para a produção de MS/ha, ou seja a maior densidade conduziu também a uma produção significativamente superior de EM/ha.

A entrelinha não apresentou qualquer efeito significativo nos valores de DOMD da cevada para o primeiro corte de Inverno, pelo que também no que respeita à produção de EM/ha esta acompanhou a tendência verificada na produção de MS/ha, ou seja, a menor entrelinha mostrou tendência para aumentar a produção de EM/ha de forma significativa para uma probabilidade do erro inferior a 10% ($p \leq 10\%$), mas que pensamos ser de pouca expressão em termos reais.

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

Registou-se, conforme podemos ver através do Quadro IV. 81, uma interação ano x densidade, significativa em relação à PB/ha produzida a partir da cevada neste período, que nos diz que o aumento de produção de PB/ha derivado ao aumento da densidade de sementeira da cevada, se fez sentir sobretudo no ano de 1992/1993, que foi o ano de maior potencial produtivo.

Quadro IV. 81. Interação ano x densidade para a produção de PB/ha (kg) a partir da cevada. Primeiro corte de Inverno.

ANO	100 Sementes/m ²	200 Sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	40 c	106 a	73 A
1993/1994	44 c	67 b	56 B
MÉDIA	42 B	87 A	

2. 2. Produção de Inverno

2. 2. 1. Produção de Matéria Seca

2. 2. 1. 1. Cevada

O aumento da densidade de sementeira utilizado de 100 para 200 sementes/m² provocou um efeito positivo e significativo na produção de MS/ha da cevada para o período de Inverno (Quadro IV.82).

Quadro IV. 82. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir da cevada, do trevo subterrâneo e do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada) . Período de Inverno.

TRATAMENTOS	Cevada	Trevo	Conjunta
Sem Gramínea	-	1 233 A	1 233 B
100 sementes/m ²	599 B	901 B	1 500 B
200 sementes/m ²	1 080 A	902 B	1 983 A
Entrelinha – 20 cm	850	1 042	1 608
Entrelinha – 40 cm	829	983	1 535

Este efeito da densidade de sementeira da cevada sobre a sua produção de MS/ha para este período de aproveitamento, continuou a evidenciar igual tendência registada para o primeiro corte de Inverno, pelo que a justificação apresentada continua a ser válida para este período de aproveitamento, até porque a realização de dois cortes diminuiu a competição entre plantas. Assim, as densidades utilizadas continuaram a provocar efeitos positivos altamente significativos na produção de MS/ha da cevada como surge expresso na equação de regressão da Figura 62.

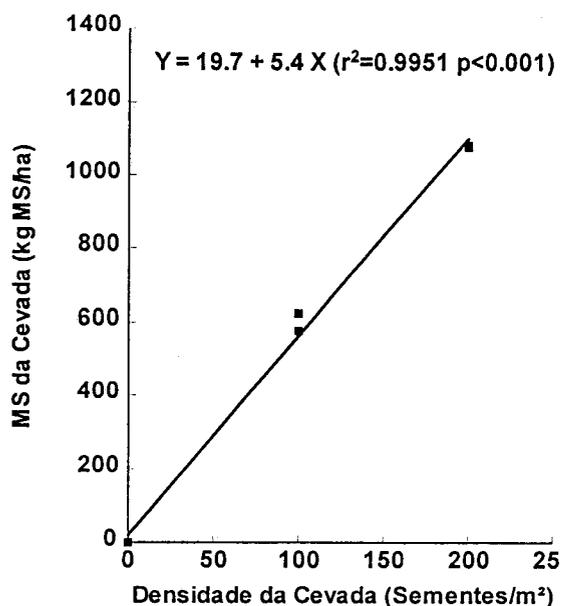


Figura 62. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m²) (X) na sua produção de MS (Kg MS/ha) (Y). Período de Inverno.

Continuando a encarar o processo competitivo tal como DONALD (1963), então no período de aproveitamento de Inverno continua a ser possível aumentar a densidade de sementeira da cevada (até 200 sementes/m²) sem que isso provoque uma competição entre plantas suficiente para impedir que os acréscimos de produção verificados continuem a ser constantes, obtendo-se uma resposta linear da parte da produção de MS/ha. À semelhança do que já referimos em relação à produção de MS/ha a partir da cevada para primeiro corte de Inverno, também quando considerada a produção total de MS/ha de Inverno, a escolha da densidade de sementeira a utilizar dependerá de uma optimização de carácter económico e de eventuais aspectos competitivos em fases posteriores do ciclo.

A produção de MS/ha a partir da cevada de Inverno não sofreu qualquer efeito significativo com as entrelinhas utilizadas (20 e 40 cm).

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

Regista-se ainda em relação à cevada, uma interacção significativa ano x densidade na qual o aumento de produção de MS/ha desta, provocado pelo aumento da densidade de sementeira para 200 sementes/m², foi superior no ano mais produtivo (Quadro IV. 83).

Quadro IV. 83. Interacção ano x densidade para a produção de MS/ha (kg) a partir da cevada. Período de Inverno.

ANO	100 sementes/m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	610 c	1 239 a	924 A
1993/1994	588 c	922 b	755 B
MÉDIA	599 B	1 080 A	

No que diz respeito à entrelinha utilizada, existiu uma interacção significativa entre ano x entrelinha na qual se verificou que para o ano mais favorável (1992/1993) a maior entrelinha (40 cm) aumentou a produção de M.S./ha de Inverno a partir da cevada, tendo-se passado o inverso para o ano mais desfavorável (1993/1994), conforme se pode ver no Quadro IV. 84.

Quadro IV. 84 . Interacção ano x entrelinha para a produção de MS/ha (kg) a partir da cevada. Período de Inverno.

ANO	Entrelinha – 20 cm	Entrelinha – 40 cm	MÉDIA
1992/1993	859 ab	989 a	924 A
1993/1994	841 c	669 b	755 B
MÉDIA	850	829	

A explicação para o que se passou no ano de 1993/1994 (ano de menor potencial de recrescimento para a gramínea e de maior potencial para a leguminosa), poderá ser o facto da menor entrelinha ter proporcionado uma mais favorável distribuição das plantas no terreno e ter facilitado assim a competição com a leguminosa (HOLLIDAY 1963; ROEBUCK e TRENERRY, 1978; HARPER, 1983), como já havíamos argumentado para a discussão da produção de MS/ha da cevada no primeiro corte de Inverno. Para o ano de 1992/1993 essa explicação não nos parece válida. No entanto, há que realçar que apesar da interacção ter sido significativa, as diferenças de produção de MS/ha registadas para a cevada entre as suas entrelinhas dentro de cada ano não o foram. Assim sendo, a diferença de entrelinha entre os valores testados não parece ser factor determinante na técnica cultural a utilizar quanto à produção de MS/ha de Inverno a partir da cevada.

Segundo HARPER (1983), ao reduzir-se a distância entre linhas e portanto ao proporcionarem-se maiores distanciamentos entre plantas na linha, permite-se uma mais eficiente utilização de recursos e um atraso no início da competição entre plantas. Por outro lado, a um maior distanciamento entre linhas corresponderá, segundo o mesmo autor, uma insuficiente intercepção da radiação solar. Estas duas explicações estarão de acordo com o facto de ter sido, no ano de menor potencial produtivo (1993/1994) que a menor entrelinha conduziu a aumentos significativos da produção.

HOLLIDAY (1963), ROEBUCK e TRENERRY (1978), no entanto, encontraram apenas efeitos muito reduzidos da distribuição espacial das plantas na produtividade dos cereais.

Tudo parece indicar que os cereais possuem uma grande plasticidade de comportamento suficiente para, em situações mais desfavoráveis de distribuição, não permitirem abaixamentos significativos da produção. Esse conceito de plasticidade confirmado por HARPER (1960), DONALD (1963) e PALMBLAD (1967), guardará também relação com o período de colheita da cultura, pelo que a antecipação no aproveitamento, numa fase jovem do desenvolvimento, poderá impedir que a cultura se adapte à maior entrelinha e, daí, a menor produção registada.

2. 2. 1. 2. Trevo subterrâneo

Quando analisada a produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo para o período de Inverno (Quadro IV. 84), verificamos que a introdução do cereal lhe provocou uma diminuição significativa, efeito esse, no entanto, independente da densidade de sementeira utilizada.

A diminuição na produção de MS/ha do trevo subterrâneo com a introdução da gramínea pode ser traduzido através da equação de regressão da Figura 63.

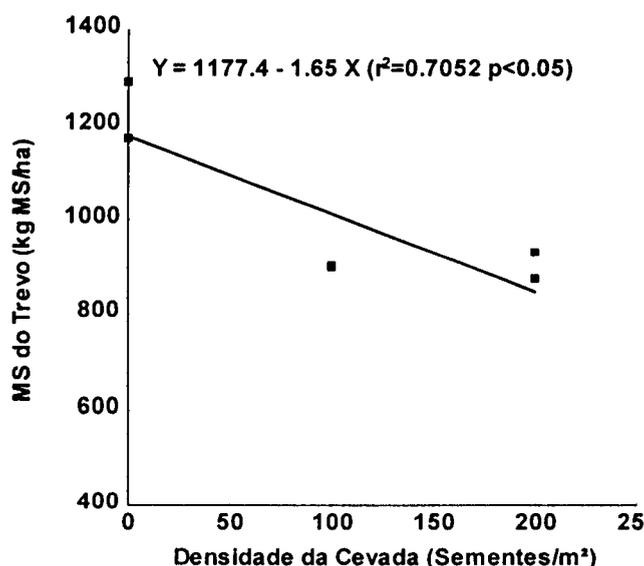


Figura 63. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m²) (X) na produção de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (Y). Período de Inverno.

A justificação para a redução na produção de MS/ha do trevo subterrâneo durante o Inverno, com a introdução da cevada, já verificada no ensaio de espécies para o idêntico período de aproveitamento, continua a ser válida. Outros autores já citados, nomeadamente SMITH et al. (1954), PETERS (1961) e JANSON e KNIGHT (1973), verificaram ainda uma diminuição na presença de luzerna ao aumentarem a densidade de sementeira da cultura acompanhante (aveia) de 18 para 168 kg/ha. ULL et al. (1954), ao aumentarem a densidade de sementeira da aveia dos 20 aos 110 kg/ha, provocaram também reduções significativas na produção de MS/ha do trevo subterrâneo que lhe estava associado.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

Existiu uma interacção significativa ano x densidade no que respeita à produção de MS/ha do trevo para o período de Inverno, pois o decréscimo na produção de trevo subterrâneo com a introdução da cevada foi significativo apenas para o ano de maior produção da leguminosa (1993/1994) conforme se pode ver no Quadro IV. 85.

Quadro IV. 85. Interacção ano x densidade para a produção de MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.

ANO	Sem cevada	100 sementes/m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	483 c	479 c	603 c	521 B
1993/1994	1 983 a	1 323 b	1 202 b	1 503 A
MÉDIA	1 233	901	902	

À semelhança do que foi registado no Ensaio de Espécies, este aspecto confere ao sistema um efeito estabilizador da produção de MS/ha entre anos, que é conseguido com a introdução do cereal em linhas numa pastagem à base de trevo subterrâneo e no que respeita à produção de Inverno. No ano no qual a produção de Inverno de MS/ha a partir do trevo havia sido escassa, a introdução do cereal não lhe provocou qualquer efeito depressivo significativo. Tal como se verificou para a produção de MS/ha a partir da cevada, também a produção de MS/ha a partir do

trevo subterrâneo para o período de Inverno não foi afectada significativamente com a entrelinha utilizada. Os diferentes espaçamentos entre linhas utilizados poderiam de alguma forma alterar o comportamento das espécies presentes, já que para KENDAL e STINGER (1985), em culturas associadas de gramíneas e leguminosas, a competição para a radiação solar seria o factor competitivo mais importante a considerar, sobretudo no que diz respeito à área foliar e altura das plantas (HAYNES, 1980; BRINK e MARTEN, 1986 b; NICKER et al., 1990). O manejo imprimido à pastagem, nomeadamente os cortes efectuados à cultura acompanhante, terão diminuído a capacidade competitiva do cereal, proporcionando ao trevo subterrâneo que lhes está associada melhores condições para o seu desenvolvimento (SMITH et al., 1986; TESAR e MARBLE, 1988 e SIMMONS et al., 1995). Resultados idênticos aos nossos foram encontrados por PENDLETON e DUNGAN (1953), para a consociação aveia x trevo encarnado. A introdução do factor corte na cevada, com a conseqüente e já citada retirada de parte da sua capacidade competitiva posterior, poderão de alguma forma evitar os efeitos negativos da introdução do cereal na produção do trevo subterrâneo, permitindo a utilização de espaçamentos favoráveis a uma boa produção daquela, através de uma mais regular distribuição das plantas no terreno (GENEST e STEPPLER, 1973).

2. 2. 1. 3. Produção Conjunta (Trevo subterrâneo + cevada)

No que diz respeito à produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (cevada + trevo subterrâneo), verifica-se que apenas a introdução da cevada na densidade mais elevada (200 sementes/m²), conduziu a um aumento significativo da produção (Quadro IV.82).

A variação da entrelinha de 20 para 40 cm não produziu para este parâmetro qualquer efeito significativo.

Assim, podemos concluir que, independentemente do espaçamento entrelinhas utilizado, a introdução da cevada (200 sementes/m²) numa pastagem à base de trevo subterrâneo nos permite alcançar produções conjuntas significativamente superiores para o período de Inverno, conforme nos mostra também a equação de regressão da Figura 64.

A resposta na produção de MS/ha à introdução da cevada continua, para o caso da produção conjunta de Inverno a ser linear dentro dos limites por nós testados (Figura 64).

Tal facto encontra justificação nas razões já apontadas aquando da discussão da produção de MS/ha de gramínea para o primeiro corte de Inverno. O aumento da densidade de sementeira da cevada não foi suficiente para provocar nas fases iniciais de desenvolvimento, competição, quer intra quer entre espécies, suficientemente elevada para provocar efeitos negativos quando considerada a produção conjunta de MS/ha para o período de Inverno.

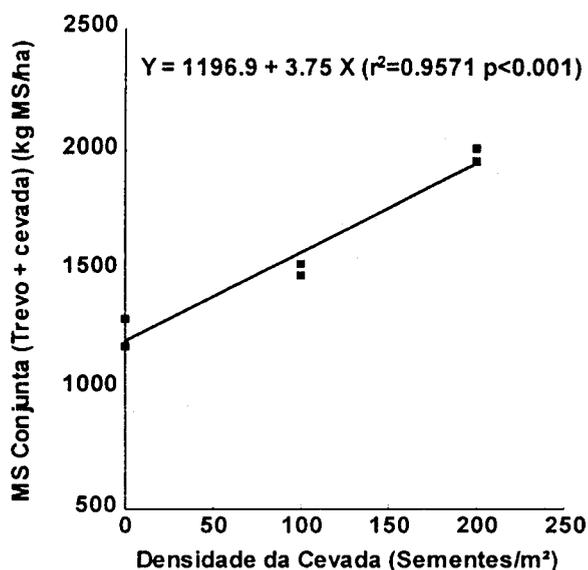


Figura 64. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m²) (X) na produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (Y). Período de Inverno.

Embora a bibliografia aponte que, do ponto de vista competitivo e nas fases iniciais de desenvolvimento a produção de MS/ha é tanto mais elevada quanto maior for a densidade de sementeira utilizada (DONALD, 1951 e 1963; HARPER, 1983) estes resultados limitam-se às densidades por nós estudadas, e para já, até esta fase do aproveitamento.

O aumento da densidade de sementeira da cevada só fará sentido, se os acréscimos da produção conseguidos com a mesma se justificarem comparativamente com a suplementação a que teríamos que recorrer se a mesma não fosse introduzida na pastagem.

Se nos debruçarmos sobre a equação de regressão da Figura 64, $Y = 1196.9 + 3.7475 x$ ($r^2 = 0.9571$) então temos que por cada 10 000 sementes/ha teremos um aumento de produção de 3.75 kg MS/ha. Como 1000 grãos de cevada cv. Sereia pesam cerca de 42 gr. (EPAC, 1997), então por cada Kg de cevada introduzido na pastagem, que podemos valorizar energeticamente em 12.6 MJ (ENSMINGER e OLENTINE, 1978), obteve-se um aumento de produção de 8.9 kg MS/ha da pastagem (cevada + trevo subterrâneo), que correspondem a cerca de 104 MJ. Desta forma, sendo o balanço energético francamente positivo, então o aumento da densidade de sementeira da cevada até 200 sementes/m² não só é claramente vantajoso comparativamente com a suplementação para assegurar o mesmo nível alimentar, como nos permite ainda para esta fase do ano (Inverno) aumentar substancialmente a densidade utilizada.

O aumento da densidade de sementeira da cevada para valores superiores aos utilizados, poderá eventualmente ser suportado positivamente nesta fase, mas poderá ter resultados diferentes quer para o período da Primavera, quer considerando a produção total, quer ainda nos efeitos sobre a regeneração da pastagem nos anos seguintes.

Efeito dos anos e interacção anos x tratamentos

Existiu ainda uma interacção significativa ano x densidades (Quadro IV. 86), que nos mostra que o aumento de produção conjunta de MS/ha provocado pela introdução da cevada, só foi significativo para o ano de 1992/1993, realçando mais uma vez o aspecto estabilizador da introdução do cereal.

Quadro IV. 86 . Interação ano x densidade para a produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno

ANO	Sem cevada	100 sementes/ m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	483 c	1 089 b	1 841 a	1 138 B
1993/1994	1 983 a	1 911 a	2 124 a	2 006 A
MÉDIA	1 233 B	1 500 B	1 983 A	

Mais uma vez se confirma o efeito estabilizador da introdução do cereal, que se mostra particularmente vantajoso no ano de melhor produção do trevo (Quadro IV. 86).

Este efeito estabilizador é particularmente evidente para a densidade de cevada mais elevada, pois a produção de MS/ha de Inverno a partir do conjunto das duas espécies para o ano de 1992/1993, não apresentou diferenças significativas em relação ao ano de 1993/1994 para este tratamento, o que não se verificou nos tratamentos sem cevada, nem nos talhões com a introdução da cevada com uma densidade de 100 sementes /m².

O efeito estabilizador que a introdução da cevada em linhas numa pastagem de trevo subterrâneo possui face à produção de MS/ha para o período de Inverno, já havia sido discutido para o Ensaio de Espécies, e encontra-se reforçado neste ensaio ao compararmos as produções de MS/ha da cevada e do trevo subterrâneo entre anos. Verifica-se então que no ano mais favorável, para o período no qual a produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo foi mais elevada, a produção de MS/ha a partir da cevada é inferior. Por outro lado, no ano mais desfavorável de produção de MS/ha de Inverno (1992/1993), foi notória a grande contribuição da cevada para a produção conjunta de MS/ha para este período.

Este efeito de estabilidade pode ser observado através do gráfico da Figura 65.

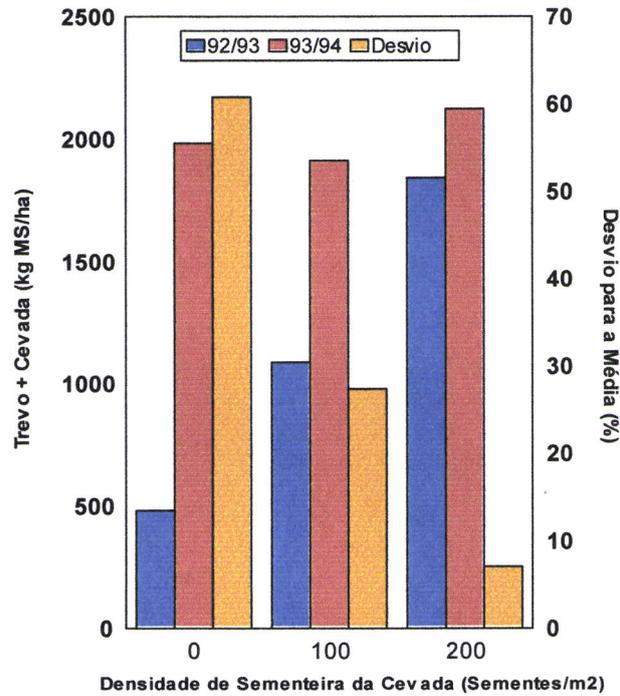


Figura 65. Período de Inverno. Efeito da introdução da cevada na produção conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) e respectivos desvios para a produção média dos dois anos $\left[\left(\frac{\text{Produção do ano} - \text{Produção média}}{\text{Produção média}} \right) * 100 \right]$.

2. 2. 2. Proteína Bruta; Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

Quadro IV. 87. Efeito dos tratamentos sobre a PB(%) e DOMD (%) da cevada e do trevo subterrâneo e sobre a PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) produzidos a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.

TRATAMENTOS	CEVADA				TREVO				CONJUNTO	
	PB(%)	PB/ha	DOMD(%)	EM/ha	PB(%)	PB/ha	DOMD	EM/ha	PB/ha	EM/ha
Sem cevada					23.2 A	305 A	70 B	13 813 A	305 B	13 813 c
100 sementes /m ²	20.0A	111 B	77.8 A	7 460 B	21.7 B	206 B	73.2 A	10 428 B	326 B	17 887 B
200 sementes/m ²	19.1B	196 A	76.7B	13 264A	22 B	203 B	70.4 B	10 288 B	416 A	23 552 A
Entrelinha 20 cm	19.4	153	77.8 A	10 558	22.6	248	71.1.	11 786	356	18 824
Entrelinha 40 cm	19.6	153	76.7 B	10 166	22	228	71.3	11 233	341	18 010

Proteína Bruta

Cevada

Os efeitos provocados pela densidade de sementeira da cevada nos teores de PB da cevada e do trevo subterrâneo são apesar de significativos, muito pequenos (Quadro IV. 87), pelo que a quantidade de PB/ha produzida para o período de Inverno guarda uma relação directa com as produções de MS/ha (Figura 66).

Assim, a quantidade de PB/ha produzida a partir da cevada, para o período em estudo, aumentou de forma significativa com o aumento da densidade de sementeira de 100 para 200 sementes/m², conforme podemos verificar através da equação de regressão da Figura 66.

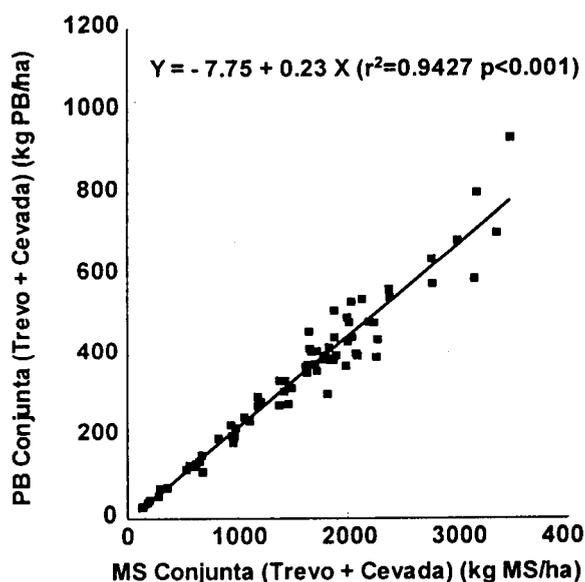


Figura 66. Influência da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (X) na produção de PB conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg PB/ha) (Y). Período de Inverno.

Efeito dos anos e interação anos x tratamentos

A interação ano x densidade que se regista para este parâmetro é significativa, de forma semelhante à verificada para a produção de MS/ha (Quadro IV. 88).

Quadro IV. 88 . Interação ano x densidade para a produção de PB/ha (kg) a partir da cevada. Período de Inverno.

ANO	100 sementes/ m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	133 b	260 a	196 A
1993/1994	89 b	132 b	111 B
MÉDIA	111 B	196 A	

Trevo subterrâneo

No que diz respeito à produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo verifica-se (Quadro IV. 87), que esta diminuiu de forma significativa com a introdução do cereal, não se tendo verificado diferenças significativas quer com a entrelinha, quer para as duas densidades de sementeira utilizadas com a cevada (100 e 200 sementes/m²).

Existiu, no entanto, uma interacção ano x densidade (Quadro IV. 89), para este parâmetro, que nos diz que o efeito penalizador da introdução da cevada na pastagem, na produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo, se fez sentir sobretudo no ano de maior potencial produtivo deste.

Quadro IV. 89 . Interacção ano x densidade para a produção de PB/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.

ANO	Sem cevada	100 sementes/ m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	102 c	93 c	122 c	106 B
1993/1994	507 a	318 b	284 b	370 A
MÉDIA	305 A	206 B	203 B	

Produção Conjunta(trevo subterrâneo + cereal)

A produção de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies, para o período de Inverno, aumentou de forma significativa com a introdução da cevada em linhas na pastagem à base de trevo subterrâneo, mas apenas para a densidade de 200 sementes/m² (Quadro IV. 87), conforme já se havia verificado para a produção de MS/ha.

Tal como aconteceu para a produção de MS/ha, também para a produção de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies existe um efeito estabilizador entre anos, pois os aumentos só foram realmente significativos para o ano de menor produção. Nas condições mediterrânicas estes são naturalmente os mais limitantes, pelo que se revestem do maior interesse os aumentos de produção verificados com a introdução da cevada em linhas na pastagem. Mais uma vez este benefício foi particularmente evidente para a densidade mais elevada (200 sementes/m²) (Quadro. IV. 90).

Quadro IV. 90 . Interação ano x densidade para a produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.

ANO	Sem cevada	100 sementes/ m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	102 c	243 b	415 a	254 B
1993/1994	507 a	408 a	417 a	444 A
MÉDIA	305 B	326 B	416 A	

Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

À semelhança do que aconteceu para os teores de PB, também as diferenças significativas causadas pelos tratamentos na DOMD, quer da cevada, quer do trevo subterrâneo para o período de Inverno são na realidade muito pequenos, apesar de significativos (Quadro IV. 87). Assim, as quantidades de EM/ha produzidas para este período a partir da cevada, do trevo subterrâneo e pelo conjunto das duas espécies, guardam uma relação directa com as respectivas produções de MS/ha, o que é traduzido pela equação de regressão da Figura 67.

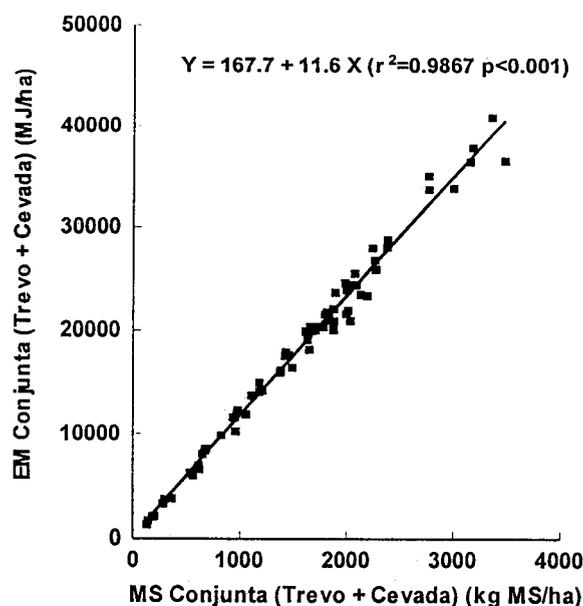


Figura 67. Influência da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (MJ/ha) (Y). Período de Inverno.

Cevada

Desta forma, e no que diz respeito à quantidade de EM/ha produzida para este período a partir da cevada, verificamos que a utilização da densidade de 200 sementes/ m² provocou um aumento significativo na produção de EM/ha. Este aumento é particularmente evidente para o ano de 1992/1993 como se pode verificar pela análise do Quadro IV. 91.

Quadro IV. 91 . Interação ano x densidade para a produção de EM/ha (MJ) a partir da cevada. Período de Inverno.

ANO	100 sementes/ m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	7 535 c	15 275 a	1 405 A
1993/1994	7 383 c	11 254 b	9 318 B
MÉDIA	7 459 B	13 264 A	

Existiu ainda para este parâmetro uma interação significativa ano x entrelinha, tal como já se havia verificado para a produção de MS/ha, ilustrada pelo Quadro IV. 92.

Quadro IV. 92 . Interação ano x entrelinha para a produção de EM/ha (MJ) a partir da cevada. Período de Inverno.

ANO	Entrelinha 20 cm	Entrelinha 40 cm	MÉDIA
1992/1993	10 642 ab	12 168 a	11 405 A
1993/1994	10 474 ab	8 163 b	9 319 B
MÉDIA	10 558	10 166	

Ainda que se registem diferenças significativas, elas só acontecem entre anos e não dentro do mesmo ano, pelo que e pelas mesmas razões já apontadas na discussão da produção de MS/ha, tudo parece indicar que também em relação a este parâmetro, a técnica cultural no que diz respeito às duas entrelinhas testadas não será factor determinante na produção.

Trevo subterrâneo

Também em relação ao trevo subterrâneo, as diferenças causadas pelos tratamentos na sua DOMD, para este período, apesar de significativas, não são no entanto suficientes para provocar na produção de EM/ha, uma tendência diferente daquela que se registou em relação à produção de MS. Assim, conforme podemos observar através do Quadro IV. 87, a introdução da cevada na pastagem contribuiu para uma diminuição na produção de EM/ha, a partir do trevo subterrâneo, independentemente da densidade utilizada. A entrelinha não teve sobre este parâmetro, qualquer efeito significativo.

Registou-se uma interacção significativa ano x densidade, que apresentamos no Quadro IV. 93.

Quadro IV. 93 .Interacção ano x densidade para a produção de EM/ha (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.

ANO	Sem cevada	100 sementes/m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	5 369 c	5 514 c	6 589 c	5 824 B
1993/1994	22 258 a	15 342 b	13 986 b	17 195 A
MÉDIA	13 813 A	10 428 B	10 288 B	

Verificou-se então que a diminuição na produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo, foi mais acentuada no ano de 1993/1994, sendo neste, onde se registou, para este período, maior potencial produtivo por parte do trevo.

Produção Conjunta(Trevo subterrâneo + cereal)

A EM/ha produzida de Inverno pelo conjunto das duas espécies aumentou significativamente com a introdução da cevada em linhas na pastagem e com o aumento da sua densidade, não se tendo feito sentir qualquer efeito significativo com a entrelinha utilizada (Quadro IV. 87).

Quando considerada a interacção ano x densidade esta põe-nos em evidência a existência de um efeito benéfico e significativo só para o ano de 1992/1993 com a introdução da cevada na produção de EM/ha de Inverno, através do conjunto das duas espécies (Quadro IV. 94).

Quadro IV. 94 . Interação ano x densidade para a produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.

ANO	Sem cevada	100 sementes/m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	5 369 c	13 049 b	21 864 a	13 427 B
1993/1994	22 258 a	22 725 a	25 240 a	23 408 A
MÉDIA	13 813 c	17 887 B	23 552 A	

De notar que tal como já se havia verificado para a produção de MS/ha, também para a produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies para o período de Inverno, o tratamento com a mais elevada densidade de cevada (200 sementes/m²) no primeiro ano (1992/1993), igualou a produção verificada no segundo ano (1993/1994), o que nos leva a concluir da vantagem de utilização da técnica no que respeita ao seu efeito estabilizador entre anos, também para a produção de EM/ha.

Na Figura 68 apresenta-se a relação entre a densidade de sementeira utilizada na cevada e a produção de energia metabolizável a partir do conjunto das duas espécies, para o período de Inverno. Se nos debruçarmos sobre a equação de regressão, nela representada, então temos que por cada 10 000 sementes/ha teremos um aumento de produção de EM de 41.2 MJ/ha.

Considerando que 1000 grãos de cevada *cv.* Sereia pesam cerca de 42 gr. (EPAC, 1997), então 10000 grãos = 420 gr. e considerando ainda que, segundo ENSMINGER e OLENTINE, (1978) a valorização energética (EM) de cada Kg de cevada será de 3.02 Mcal então teremos que, 0.42 Kg = 1.3 Mcal, ou sejam, 5.4MJ (SUI).

Ou seja, a utilização de 5.4 MJ contidos na semente da cevada quando aumentamos a densidade de sementeira de 1 semente/m², conduz-nos a um aumento de produção de 41.2 MJ/ha, o que do ponto de vista energético significa uma eficiência de transformação igual a 7.6.

Mesmo recorrendo à utilização de um bom feno na suplementação, o seu valor energético situar-se-á, segundo ALIBES e TISSERAND (1990), para uma cevada cortada no estado de grão leitoso em 1.80 Mcal/kg MS, o que dará 7.5 MJ/kg MS. Seriam então necessários 5,5 kg MS/feno

(41.2 MJ/7.5 MJ) com estas características, para assegurar a suplementação equivalente à produção conseguida com o aumento da densidade de sementeira da cevada de 0.42 Kg / ha.

Desta forma , e do ponto de vista energético o aumento da densidade de sementeira da cevada até 200 sementes/m² é claramente vantajoso comparativamente com os custos energéticos da suplementação para assegurar o mesmo nível alimentar.

De facto, os resultados indicam que poderíamos mesmo utilizar uma densidade superior a 200 sementes/ m².

As implicações de natureza técnica que esses aumentos poderão ter nos períodos posteriores, bem como na regeneração da pastagem no ano seguinte, não podem por nós ser previstos, ficando a sugestão que tal hipótese seja estudada em trabalhos futuros.

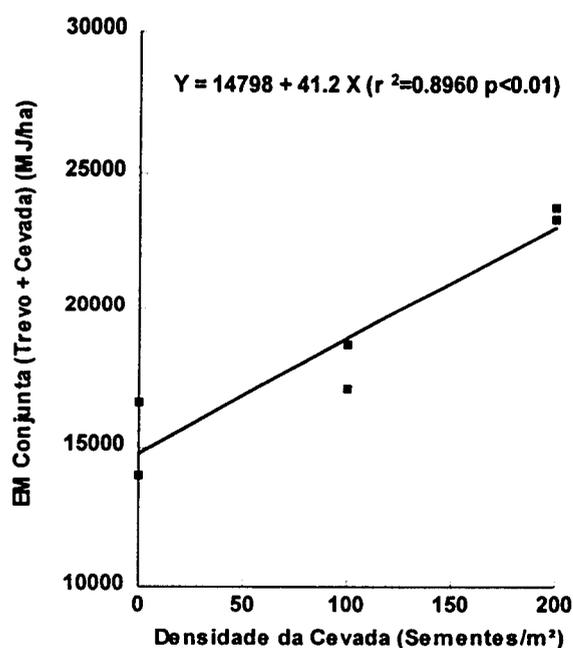


Figura. 68. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m²) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (MJ/ha) (Y). Período de Inverno.

2. 3. Produção de Primavera

2. 3. 1. Produção de Matéria Seca

Quadro IV. 95. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período da Primavera.

TRATAMENTOS	CEVADA	TREVO	CONJUNTA
Sem cevada	—	819	819 B
100 sementes/m ²	589	736	1325 A
200 sementes/m ²	708	645	1354 A
Entrelinha – 20 cm	678	725	1177
Entrelinha – 40 cm	620	741	1154

2. 3. 1. 1. Cevada

A produção de MS/ha a partir da cevada não foi significativamente afectada pelos tratamentos para o período da Primavera. Os efeitos positivos e significativos verificados no primeiro corte de Inverno e na produção de MS/ha de Inverno da cevada em função do aumento da densidade de sementeira deixam de se registar na Primavera. Tal como se havia verificado para o Ensaio de Espécies, os cortes efectuados no período de Inverno terão retirado à cevada capacidade para evidenciar um recrescimento elevado neste período.

A intensidade de utilização de Inverno (PUMPHREY, 1970), a influência negativa de um aproveitamento tardio nessa época com remoção de estruturas indispensáveis ao posterior crescimento (DUNPHY et al., 1982 e BONACHELA, 1991) e, eventualmente, alguma interacção negativa com as condições ambientais (MORRIS e GARDNER, 1958; SHARROW; MOTAZEDIAN, 1987 e REDMON et al., 1995) terão impedido a existência de um recrescimento significativo, mesmo com a densidade de sementeira aumentada. Por outro lado, e

tal como refere ODUM (1976), à medida que a densidade populacional aumenta, há uma intensificação da competição pelos diversos factores de crescimento (radiação solar, água e nutrientes), o que provoca uma redução na produção individual. Este efeito de aumento de competição, segundo os autores atrás citados, será agravado em condições de limitação de água, que acontece nas nossas condições no período da Primavera.

Apesar de não ter havido diferença significativa entre as duas densidades utilizadas, a produção de cevada esteve relacionada com a densidade utilizada segundo um modelo quadrático, conforme a Figura 69.

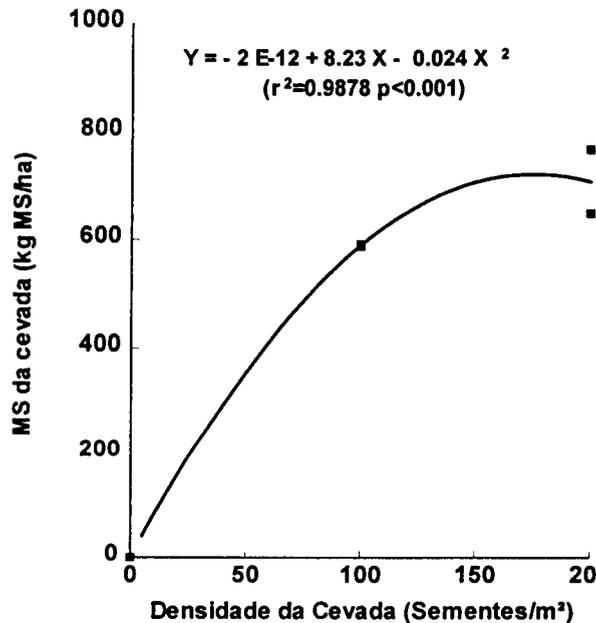


Figura 69. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m²) (X) na sua produção de MS (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.

A alteração do modelo de resposta entre o Inverno (linear) e a Primavera (quadrático) traduz o aumento de competição entre as plantas, quer por um aumento do seu tamanho individual, quer por um agravamento da competição pela água. Para o período da Primavera, a densidade de cevada que teria conduzido à produção máxima desta seria de 175 plantas/m². Parece assim, poder recomendar-se que, pelo menos 200 sementes/m² de cevada devem ser utilizadas, uma vez que este valor foi claramente favorável em relação à produção de Inverno e se situa muito próximo do óptimo para a produção de Primavera.

Tal como já havíamos concluído em relação ao período de Inverno, também para o período da Primavera não existiram efeitos significativos nem com expressão real resultantes da variação da entrelinha utilizada na introdução da cevada na pastagem.

2. 3. 1. 2. Trevo subterrâneo

À semelhança do que se verificou para a cevada, os tratamentos também não produziram qualquer efeito significativo na produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo para o período da Primavera (Quadro IV. 95).

A introdução da cevada não afectou de forma significativa a produção de MS/ha de trevo subterrâneo de Primavera, nem mesmo quando a sua densidade de sementeira aumentou de 100 para 200 sementes/m². Os efeitos negativos que se registaram de forma significativa com a presença da cevada na produção de MS/ha a partir do trevo para o período de Inverno, deixam de acontecer neste período de aproveitamento. Este resultado só aparentemente está em contradição com o verificado no Ensaio de Espécies, onde se verificou uma redução na produção de trevo subterrâneo no período da Primavera com a introdução da cevada. No entanto, se considerarmos apenas os anos de 1992/1993 e 1993/1994, comuns aos dois ensaios, verificamos que também no Ensaio de Espécies não se registou efeito negativo com a introdução da cevada (1052Kg MS/ha de trevo nos talhões de trevo estreme e 1102 Kg MS/ha de trevo nos talhões com cevada) (Quadro IV. 36).

Parece voltar a confirmar-se que os cortes efectuados ao cereal retiraram-lhe a capacidade competitiva quer para a água e conseqüentemente para os nutrientes (GENEST e STEPPLER, 1973), quer para a radiação factor, que segundo Mc GOWAN et al. (1973) era o principal responsável pela competição com o trevo subterrâneo, de Inverno. A ausência de competição por parte do cereal, e as condições climáticas favoráveis para o crescimento do trevo subterrâneo, ter-lhe-ão permitido exibir o seu potencial produtivo mesmo quando aumentada a densidade de sementeira da cevada.

A entrelinha não apresentou qualquer efeito na produção de trevo subterrâneo de Primavera. Este resultado era esperado, uma vez que já não se tinha verificado nenhum efeito deste factor na produção de Inverno.

2. 3. 1. 3. Produção Conjunta (Trevo subterrâneo + cevada)

A produção de MS/ha de Primavera a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada) aumentam de forma significativa com a introdução da cevada, não se tendo registado qualquer efeito significativo quer com as densidades utilizadas, quer com a sua entrelinha (Quadro IV. 95).

A resposta da produção conjunta das duas espécies à densidade de sementeira da cevada é bem representada por um modelo quadrático, conforme se representa na Figura 70.

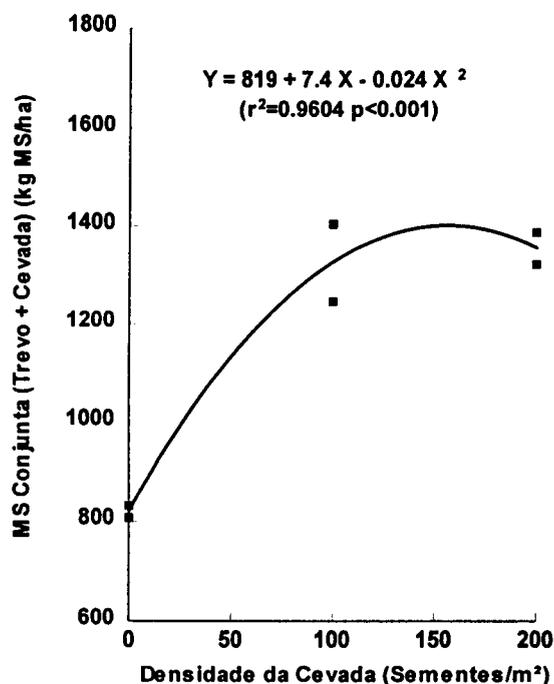


Figura 70. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m²) (X) na produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (Y). Período da Primavera.

A densidade que teria conduzido à produção máxima conjunta neste período teria sido 155 sementes/m². No entanto, dado a curvatura extremamente pequena da curva de resposta e atendendo ao benefício evidente da densidade mais elevada (200 sementes/m²) no período de Inverno, parece que se pode continuar a recomendar na densidade de cevada de, pelo menos, 200 sementes/m².

Existiu, no entanto, uma interacção ano x densidade para a produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (Quadro IV. 96).

Quadro IV. 96. Interacção ano x densidade para a produção de MS/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Primavera.

ANO	Sem cevada	100 sementes/m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	857 b	1 900 a	1 998 a	1 585 A
1993/1994	781 b	750 b	710 b	747 B
MÉDIA	819 B	1 325 A	1 354 A	

Da análise do Quadro IV. 96, verifica-se que o efeito positivo da introdução da cevada em linhas na pastagem de trevo subterrâneo para este parâmetro, não se fez sentir para a Primavera no ano de 1993/1994. Tal facto poderá ter sido devido ao inferior potencial produtivo evidenciado pela cevada nesse ano para o respectivo período.

2. 3. 2. Proteína Bruta, Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

Quadro IV. 97. Efeito dos tratamentos sobre a PB(%) e DOMD (%) da cevada e do trevo subterrâneo e sobre a PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) produzidas a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período da Primavera.

TRATAMENTOS	CEVADA				TREVO				CONJUNTO	
	PB(%)	PB/ha	DOMD(%)	EM/ha	PB(%)	PB/ha	DOMD	EM/ha	PB/ha	EM/ha
Sem gramínea					14.9	124 A*	55.2	7 312	124 B	7 312 B
100 sementes /m ²	10.9	65	61.6	6 073	14.6	108 AB *	56.9	6 743	172 A	12 816 A
200 sementes/m ²	11.4	85	60.4	6 930	15	96 B*	55.7	5 719	181 A	12 649 A
Entrelinha 20 cm	11.2	78	59.9 B	6 628	14.9	109	55.5	6 481	161	10 900
Entrelinha 40 cm	11.1	72	62.1 A	6 374	14.7	109	56.4	6 702	157	10 951

* Valores significativos para $p \leq 0,1$

Proteína Bruta

Conforme podemos ver através do Quadro IV. 97, a densidade de sementeira e a entrelinha não afectaram de forma significativa a produção de PB/ha produzida a partir da cevada. No entanto, em relação ao trevo subterrâneo, registou-se uma redução significativa ($p \leq 10\%$) da PB/ha com a introdução da cevada na densidade de sementeira mais elevada (200 sementes/m²), ainda que esse efeito não se tivesse feito sentir em relação à produção de MS/ha. As tendências manifestadas no mesmo sentido em relação à MS/ha e aos teores de PB, terão feito com que a PB/ha tenha sido afectada significativamente.

Para o conjunto das duas espécies e à semelhança do que se verificou para a MS/ha, a introdução da cevada aumentou a produção de PB/ha para o período da Primavera, embora este aumento fosse independente das duas densidades testadas.

A ausência de efeitos significativos dos tratamentos nos teores de PB, quer da cevada quer do trevo subterrâneo, para o período da Primavera (Quadro IV. 97), fizeram com que as quantidades de PB/ha produzidas por cada uma das espécies assim como pelo conjunto das duas, apresentassem uma relação muito estreita com as respectivas produções de MS/ha, tal como se pode observar da equação de regressão da Figura 71.

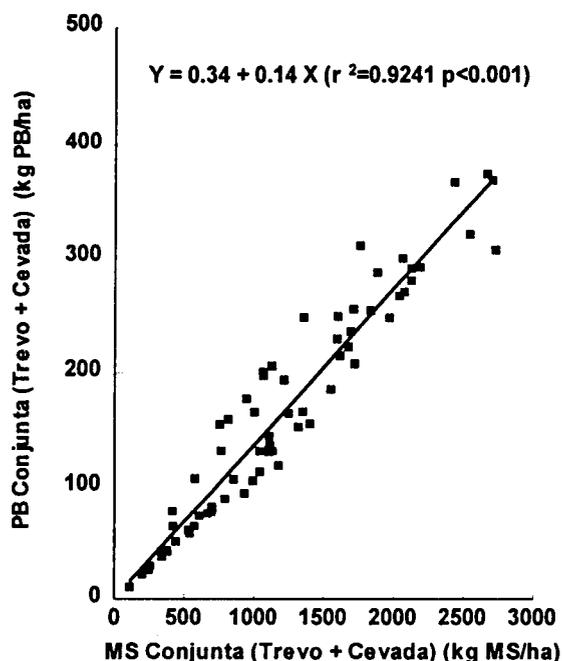


Figura 71. Influência da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (X) na produção de PB conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg PB/ha) (Y). Período da Primavera.

Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

Os efeitos provocados pelos tratamentos na DOMD, quer da cevada, quer do trevo subterrâneo foram pequenos, pelo que a EM/ha produzida, quer a partir de cada uma das espécies, quer a partir do seu conjunto para o período da Primavera (Quadro IV.97), mantêm-se quase totalmente dependentes das respectivas produções de MS/ha (Quadro IV. 95). Tal relação pode verificar-se na análise da equação de regressão da Figura 72, que relaciona a produção de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies com as respectivas produções de MS/ha.

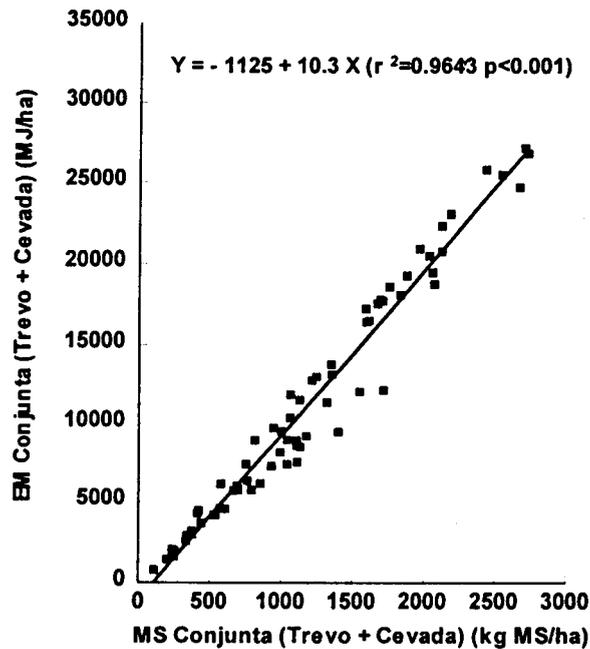


Figura 72. Influência da produção de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (X) na produção de EM conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (MJ/ha) (Y). Período da Primavera.

Assim, quer para a cevada, quer para o trevo subterrâneo, não existem efeitos significativos da aplicação dos tratamentos na produção de EM/ha daquelas espécies para o período da Primavera, conforme se havia já verificado em relação às respectivas produções de MS/ha (Quadro IV. 95).

No que diz respeito à produção conjunta de Primavera de EM/ha (Quadro IV.97) esta regista, à semelhança da produção de MS/ha, um aumento significativo com a introdução da cevada, não tendo sido afectada nem pela densidade nem pela entrelinha utilizada.

2. 4. Produção Total

2. 4. 1. Produção de Matéria Seca

Quadro IV. 98. Efeito dos tratamentos na produção total MS/ha (kg) a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Produção Total.

TRATAMENTOS	CEVADA	TREVO	CONJUNTA
Sem cevada	—	2 052 A	2 052 C
100 sementes/m ²	1 188 B	1 637 B	2 824 B
200 sementes/m ²	1 789 A	1 548 B	3 336 A
Entrelinha – 20 cm	1 528	1 767	2 785
Entrelinha – 40 cm	1 449	1 724	2 690

2. 4. 1. 1. Cevada

A produção total de MS/ha produzida a partir da cevada sofreu um aumento significativo com o aumento da densidade de sementeira, não tendo sido afectada de forma significativa com a entrelinha utilizada (Quadro IV. 98).

Registou-se, conforme podemos verificar através do Quadro IV. 99, uma interacção ano x densidade, significativa para um grau de probabilidade de $p \leq 0,1$, que nos diz que o efeito positivo do aumento da densidade de sementeira da cevada na sua produção total de MS/ha, se fez sentir mais no ano de maior potencial produtivo (1992/1993).

Quadro IV. 99 . Interação ano x densidade para a produção de MS/ha (kg) a partir da cevada. Produção Total.

ANO	100 sementes/ m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	1 721 b *	2 582 a *	2 152 A
1993/1994	654 c *	996 c *	825 B
MÉDIA	1 188 B	1 789 A	

* Valores significativos para $p \leq 0,1$

A equação de regressão da Figura 73, relaciona a densidade de sementeira da cevada com a sua produção total de MS/ha, donde resulta que a densidade de sementeira óptima do ponto de vista da produção total de MS/ha é de cerca de 183 sementes/m².

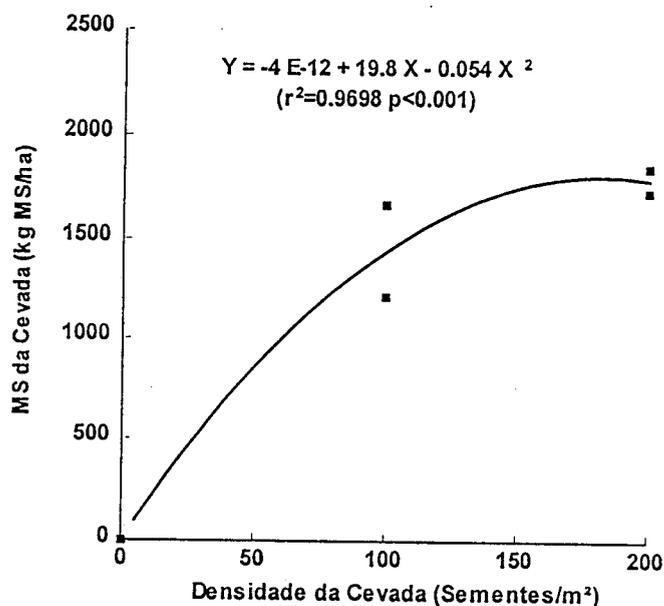


Figura 73. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m²) (X) na sua produção total de MS (Kg MS/ha) (Y). Produção total.

Também para a produção total se confirma portanto, que a densidade de 200 sementes/m² pode ser perfeitamente recomendada.

2. 4. 1. 2. Trevo subterrâneo

Conforme se pode verificar no Quadro IV.98, a produção total de MS/ha a partir do trevo subterrâneo diminuiu de forma significativa com a introdução da cevada, não tendo no entanto sido afectada significativamente nem pela densidade de sementeira desta, nem pela entrelinha utilizada.

Existiu no entanto uma interacção ano x densidade tal como nos mostra o Quadro IV. 100.

Quadro IV.100. Interacção ano x densidade para a produção de MS/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.

ANO	Sem Cevada	100 sementes/ m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	1 340 c	1 267 c	1 257 c	1 288 B
1993/1994	2 764 a	2 007 b	1 838 b	2 203 A
MÉDIA	2 052 A	1 637 B	1 548 B	

A análise do Quadro IV. 100, permite-nos verificar que a diminuição da produção total de MS/ha a partir do trevo subterrâneo só foi significativa para o segundo ano de ensaio, que foi o ano de maior produção total quer a partir do trevo quer a partir do conjunto das duas espécies.

2. 4. 1. 3. Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cevada)

A produção total de MS/ha produzida a partir do conjunto das duas espécies (cevada + trevo subterrâneo) aumentou de forma significativa, com a introdução da cevada em linhas na pastagem, havendo ainda resposta significativa ao aumento da densidade de sementeira de 100 para 200 sementes/m², e não tendo havido efeito da entrelinha (Quadro IV. 98).

A equação de regressão da Figura 74, relaciona a densidade de sementeira da cevada com a produção total de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies.

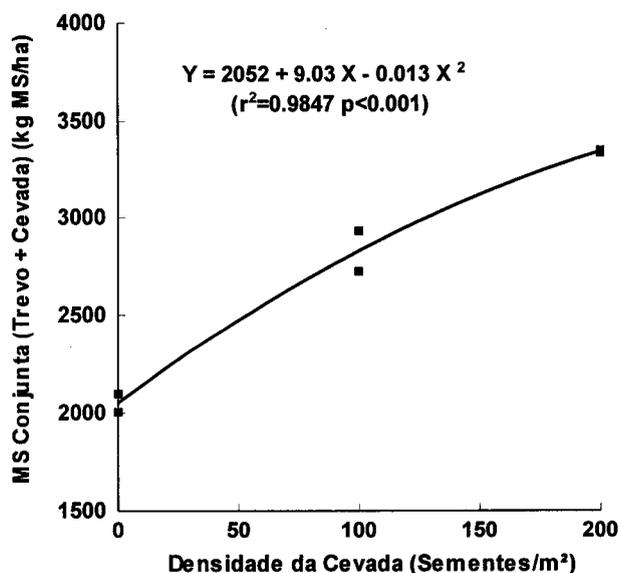


Figura 74. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m²) (X) na produção total de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (Y). Produção total.

Verifica-se então que a maximização da produção acontece para uma densidade de 347 sementes/m² donde podemos concluir que para maximizar a produção total conjunta de MS/ha a densidade de 200 sementes/m² estará abaixo do valor óptimo.

Para a situação em estudo as técnicas visam essencialmente a resolução do problema alimentar de Inverno e da sua dependência da suplementação necessária.

Aquando da discussão da densidade de sementeira e dos efeitos desta na produção de MS/ha da cevada para o primeiro corte de Inverno e período de Inverno bem como da produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies também para este período, verificámos que o aumento desta para além das 200 sementes/m² parece ser possível, do ponto de vista técnico, pois existiu uma resposta linear a esse aumento de densidade. Do ponto de vista energético, o balanço resultante da utilização da técnica apresentava-se bastante favorável, permitindo mesmo o aumento da densidade de sementeira da cevada.

Como nos ensaios realizados o limite superior das densidades utilizadas se situou nas 200 sementes/m² não podemos extrapolar para além disso no que se refere aos efeitos dessas densidades na produção de MS/ha, sobretudo para o período da Primavera. Donde pensamos que a utilização da densidade de 347 sementes/m², visando a maximização da produção total conjunta só poderá ser recomendada após verificação dos seus efeitos sobre a produção de Primavera e

regeneração da pastagem no ano seguinte, uma vez que como já vimos contribuirá para aumentos significativos na produção de MS/ha , PB/ha e EM/ha no primeiro corte de Inverno, produção de cevada e produção conjunta de Inverno, cabendo amplamente dentro dos limites considerados como economicamente aceitáveis.

Considerando apenas as condições do ensaio, com as duas densidades estudadas (100 e 200 sementes/m²), verificamos através do gráfico da Figura 75, que também em termos de estabilidade entre anos da produção total de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies, a introdução da cevada em linhas na pastagem contribuiu para diminuir a variabilidade.

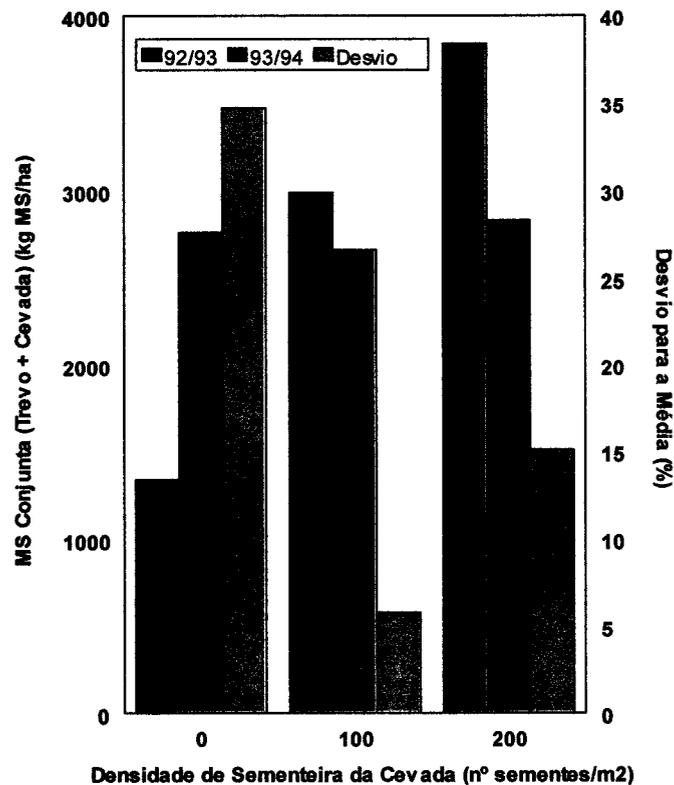


Figura 75. Produção total. Efeito da introdução da cevada na produção conjunta (trevo subterrâneo + cereal) (Kg MS/ha) e respectivos desvios para a produção média

dos dois anos $\left[\left(\frac{\text{Produção do ano} - \text{Produção média}}{\text{Produção média}} \right) * 100 \right]$.

2. 4. 2. Proteína Bruta e Energia Metabolizável

Quadro IV. 101 . Efeito dos tratamentos sobre a produção PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Produção Total.

TRATAMENTOS	CEVADA		TREVO		CONJUNTO	
	PB/ha	EM/ha	PB/ha	EM/ha	PB/ha	EM/ha
Sem gramínea	-	-	429 A	21 126 A	428 B	21 126 C
100 sementes /m ²	185 B	13 532 B	314 B	17 171 B	498 B	30 703 B
200 sementes/m ²	298 A	20 194 A	299 B	16 007 B	597 A	36 201 A
Entrelinha 20 cm	241	17 186	357	18 267	518	29 724
Entrelinha 40 cm	241	16 540	337	17 935	498	28 962

Proteína Bruta

Assim, no que diz respeito à produção total de PB/ha a partir da cevada, houve um aumento significativo da produção com o aumento da densidade de sementeira da cevada de 100 para 200 sementes/m² (Quadro IV. 101).

Em relação à produção total de PB/ha a partir do trevo subterrâneo, verificou-se uma diminuição desta com a introdução da cevada, independentemente da densidade e entrelinha utilizadas (Quadro IV. 101).

O aumento da densidade de sementeira da cevada (de 100 para 200 sementes/m²), quando introduzida numa pastagem à base de trevo subterrâneo conduz a um aumento significativo na produção total de PB/ha a partir do conjunto das duas espécies (Quadro IV. 101).

As produções totais de PB/ha, quer de cada uma das espécies, quer do conjunto delas, estiveram relacionadas com as respectivas produções de MS/ha. Tal pode ser confirmado através da equação de regressão da Figura 76, que relaciona a PB/ha conjunta total com a quantidade de MS/ha produzida, no total, pelo conjunto das duas espécies.

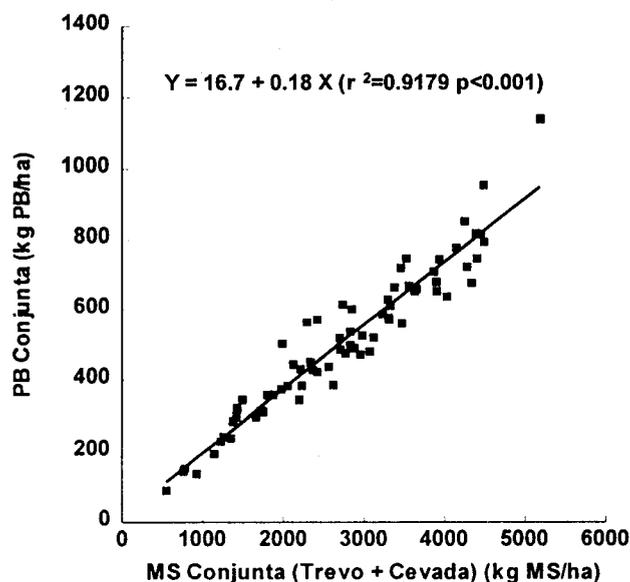


Figura 76. Influência da produção total de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (X) na produção total de PB conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg PB/ha) (Y). Produção total.

Existiu ainda uma interação significativa, ano x densidade, como se pode observar no Quadro IV. 102.

Quadro IV. 102. Interação ano x densidade para a produção de PB/ha (kg) a partir da cevada. Produção Total.

ANO	100 sementes/ m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	273 b	454 a	364 A
1993/1994	97c	141 c	119 B
MÉDIA	185 B	298 A	

Tal como se verificou para a produção de MS/ha, o efeito positivo do aumento da densidade de sementeira utilizada na cevada na produção de PB/ha, foi particularmente evidente no ano de 1992/1993, que foi o ano em que esta revelou maior potencial produtivo.

Verificou-se ainda a existência de uma interação ano x densidade como o Quadro IV. 103 ilustra.

Quadro IV. 103. Efeito dos anos na produção de PB/ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.

ANO	Sem cevada	100 sementes/ m²	200 sementes/m²	MÉDIA
1992/1993	260 cb	229 d	241 d	243 B
1993/1994	597 a	398 b	357 bc	451 A
MÉDIA	428 A	314 B	299 B	

Analisando o Quadro IV. 103, verifica-se que a introdução da cevada em linhas na pastagem só afectou significativamente a produção de PB/ha a partir do trevo subterrâneo, no segundo ano (1993/1994), tal como já havia acontecido em relação à produção de MS/ha, e que o fez independentemente da densidade utilizada.

Quadro IV. 104 . Interação ano x densidade para a produção de PB/ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Produção Total.

ANO	Sem cevada	100 sementes/ m²	200 sementes/m²	MÉDIA
1992/1993	260 c	502 b	695 a	486 B
1993/1994	597 ab	495 b	498 b	530 A
MÉDIA	428 B	498 B	597 A	

Através da análise do Quadro IV. 104, que nos dá a interação ano x densidade para o mesmo parâmetro, verifica-se que o efeito se fez sentir apenas no primeiro ano de ensaio (1992/1993), ano no qual o potencial produtivo foi menor.

Energia Metabolizável

Estando a EM/ha total produzida pelo conjunto das duas espécies dependente das produções destas para os períodos de aproveitamento (Inverno e Primavera) e não tendo havido para estas períodos efeitos significativos dos tratamentos na DOMD da cevada e do trevo subterrâneo, então a produção total de EM/ha produzida a partir do conjunto das duas espécies guarda uma relação muito estreita com as respectivas produções de MS/ha, como nos mostra a equação de regressão da Figura 77.

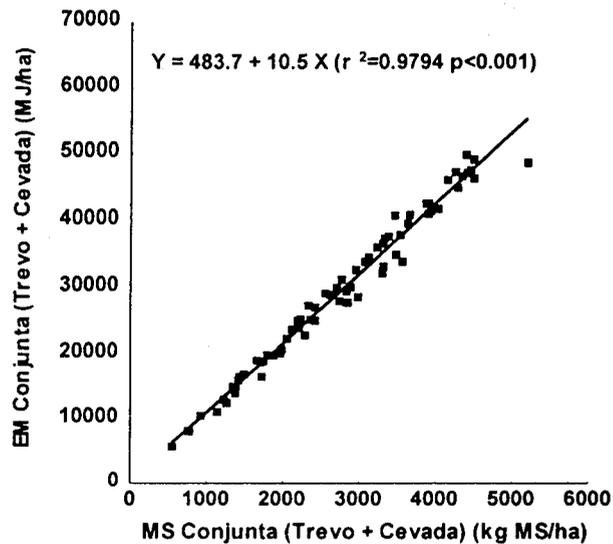


Figura 77. Influência da produção total de MS conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (Kg MS/ha) (X) na produção total de EM conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (MJ/ha) (Y). Produção total.

Como tal, a EM/ha total, obtida a partir da cevada, aumentou de forma significativa com o aumento da densidade desta, não tendo sido afectada pela entrelinha utilizada, como aliás já se havia registado para a produção de MS/ha (Quadro IV. 98).

No que diz respeito à EM/ha total produzida pelo trevo subterrâneo, verifica-se a tendência já obtida na produção de MS/ha, ou seja, existe uma diminuição significativa na produção de EM/ha total a partir do trevo subterrâneo com a introdução da cevada em linhas na pastagem.

Esta diminuição não guarda relação significativa nem com a densidade de sementeira, nem com a entrelinha utilizadas na instalação da cevada (Quadro IV. 101).

Observando o Quadro IV. 105, no qual se apresenta a interação ano x densidade para este parâmetro, verifica-se que o efeito da diminuição na produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo só é significativo para o ano de 1993/1994.

Quadro IV. 105 . Interação ano x densidade para a produção de EM/ha (MJ) a partir do trevo subterrâneo. Produção Total.

ANO	Sem cevada	100 sementes/ m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	13 985 cd	13 760 cd	13 192 d	13 646 B
1993/1994	28 266 a	20 582 b	18 821 bc	22 556 A
MÉDIA	21 125 A	17 171 B	16 007 B	

Tal como para a produção total de MS/ha a partir do trevo subterrâneo, também a produção total de EM/ha a partir deste só foi afectada significativamente para o ano de maior produção (1993/1994).

Finalmente, e no que diz respeito à quantidade total de EM/ha produzida a partir do conjunto das duas espécies, esta aumentou de forma significativa com a introdução da cevada em linhas na pastagem e com o aumento da densidade de sementeira desta, independentemente da entrelinha utilizada (Quadro IV. 101).

A relação entre a densidade de sementeira utilizada com a introdução da cevada e a produção total de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies, pode ser observada através da equação de regressão da Figura 78.

Assim, por cada semente/m² teremos um aumento de produção de 75.4 MJ/ha de EM. Recorrendo ao raciocínio já apresentado para a produção de Inverno, verificamos que os 5.4 MJ de EM contidos no aumento da densidade de sementeira de 1 semente/m² conduzem à produção

de 75.4 MJ/ha, representando uma eficiência de transformação igual a 14. Tal como já se verificara para o período de Inverno, também no que diz respeito à produção total de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies, a introdução da cevada em linhas na pastagem traduz-se em evidentes vantagens do ponto de vista energético.

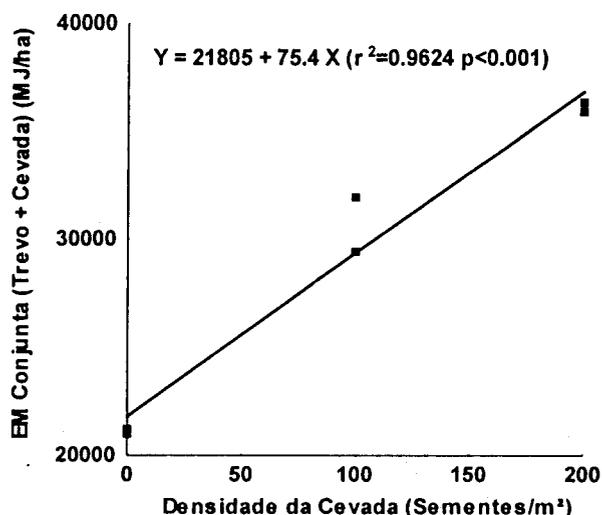


Figura 78. Influência da densidade de sementeira da cevada (sementes/m²) (X) na produção total de EM conjunta (trevo subterrâneo + cevada) (MJ/ha) (Y). Produção total.

Existiu ainda para este parâmetro uma interacção ano x densidade que se pode observar através do Quadro IV. 106.

Quadro IV. 106 . Interacção ano x densidade para a produção de EM/ha (MJ) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Produção Total.

ANO	Sem cevada	100 sementes/ m ²	200 sementes/m ²	MÉDIA
1992/1993	13 985 c	32 830 b	41 636 a	29 484 A
1993/1994	28 266 b	28 576 b	30 766 b	29 202 B
MÉDIA	21 126 C	30 703 B	36 201 A	

Assim, o aumento verificado na produção total de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies, com a introdução da cevada em linhas na pastagem, fez-se sentir no ano de menor potencial produtivo do trevo subterrâneo.

Nas zonas de características mediterrânicas, com grande sazonalidade na produção de pastagens de sequeiro, a necessidade do recurso à suplementação, faz com que, quer os alimentos utilizados nessa suplementação (ex: feno) , quer os cereais utilizados na alimentação animal nem sempre estejam disponíveis no mercado e conseqüentemente vejam os seus preços ser formados pela lei da oferta e da procura. Desta forma, o recurso à utilização de forragens conservadas destinadas à produção animal constitui-se sempre como um aumento significativo dos custos de produção, quer essas forragens sejam produzidas na própria exploração, quer sejam adquiridas fora dela. A aproximação ao estudo económico para o problema em causa está fora do âmbito do nosso trabalho, pelo que nos limitamos apenas à abordagem do balanço energético resultante da introdução da cevada em linhas na pastagem de trevo subterrâneo. Tal balanço surge-nos francamente positivo, como resultado da elevada eficiência de transformação da energia contida na semente em EM disponível para a produção animal. Por outro lado, os custos energéticos inerentes à sementeira da cevada em linhas na pastagem, bem como à posterior utilização do alimento produzido (pastoreio directo), serão seguramente bastante inferiores aos que suportam as operações culturais envolvidas na cadeia de produção e conservação de forragens, onde haverá a adicionar, os originados pela necessidade de distribuição do suplemento aos animais.

2. 5. Regeneração da pastagem no ano seguinte

A análise do Quadro IV. 107, permite-nos observar que os tratamentos não afectaram de forma significativa o nº de plantas emergidas/m² nos anos seguintes ao ensaio. Assim, podemos concluir que a introdução da cevada numa pastagem à base de trevo subterrâneo, independentemente da densidade de sementeira e da entrelinha utilizadas, não produz qualquer efeito negativo significativo na regeneração da pastagem no ano seguinte, não havendo portanto em relação à preservação da mesma qualquer limitação em relação as tratamentos utilizados. Reforça-se assim a possibilidade de se utilizar densidades de cevada superiores a 200 sementes/m², como forma de aumentar a produção de Inverno.

Quadro IV. 107 . Efeito dos tratamentos na regeneração do trevo subterrâneo no ano seguinte (nº plantas emergidas/m²)

TRATAMENTOS	Número Plantas Emergidas/m ²
Sem cevada	432
100 sementes/m ²	420
200 sementes/m ²	440
Entrelinha – 20 cm	473
Entrelinha – 40 cm	389

2. 6. CONCLUSÕES

Da análise e discussão dos resultados podemos concluir que a introdução da cevada em linhas numa pastagem de trevo subterrâneo, utilizando a densidade de sementeira mais elevada (200 sementes/m²) parece ser uma técnica a adoptar pois permite:

- O aumento de produção de MS/ha, PB/ha e EM/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada) quer para o primeiro corte de Inverno, quer quando considerado o período de Inverno;
- o aumento da estabilidade entre anos na produção de Inverno para os parâmetros medidos (MS, PB e EM);
- que a produção de Primavera não seja afectada;
- o aumento da produção anual de MS/ha, PB/ha e EM/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada).

Estes aspectos assumem grande importância nas condições mediterrânicas, tornando os sistemas de produção animal baseados na produção de pastagens menos dependentes da necessidade de suplementação no período de Outono – Inverno, sem que a pastagem sofra com a

introdução do cereal nas densidades utilizadas, qualquer efeito negativo na sua regeneração nos anos seguintes.

Os efeitos benéficos encontrados parecem estar muito pouco dependentes da entrelinha utilizada (20 cm ou 40 cm) na introdução da cevada.

Em termos energéticos, o aumento dos custos de produção provocados pela introdução da cevada na pastagem nos níveis estudados, revela-se francamente compensado pela diminuição dos custos necessários para suplementar as quantidades de alimento que a técnica consegue.

A análise das respostas produtivas ao aumento da densidade de sementeira da cevada para além das 200 sementes/m², sobretudo para o período de utilização do Inverno, devem ser objecto de estudos futuros, uma vez que encontrámos uma relação linear entre a densidade de sementeira da cevada e a produção da pastagem para período de Inverno.

3. ENSAIO DE ADUBAÇÕES

3. 1. Primeiro corte de Inverno

3. 1. 1. Produção de Matéria Seca

3. 1. 1. 1. Cevada

Quadro IV. 108. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir da cevada. Primeiro corte de Inverno.

TRATAMENTOS	PRODUÇÃO
Sem Azoto	371
20 kg/ha N	386
40 kg/ha N	397
Sem fósforo	360 B
40 kg/ha P ₂ O ₅	361 B
80 kg/ha P ₂ O ₅	432 A

Não se verificou, no primeiro corte de Inverno, nenhum efeito significativo da aplicação de azoto na produção de MS/ha da cevada. A muito fraca resposta obtida com a aplicação de azoto é de alguma forma surpreendente e contrária às respostas obtidas à aplicação de azoto nos cereais nas condições mediterrânicas. Uma explicação provável poderá estar relacionada com o facto da cevada estar associada ao trevo subterrâneo, se bem que nestas fases iniciais de desenvolvimento das duas espécies não seria de esperar uma contribuição da fixação simbiótica por parte da leguminosa, para a nutrição azotada da gramínea.

No que diz respeito ao fósforo, a aplicação de 80 kg/ha de P_2O_5 aumentou de forma significativa a produção de MS/ha da cevada neste corte. De qualquer forma, e ainda que esse aumento seja significativo, ele não será relevante, pois esses aumentos são bastante pequenos em termos reais.

3. 1. 2. Proteína Bruta, Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

Quadro IV. 109. Efeito dos tratamentos sobre o teor de PB (%), e DODM (%) da cevada e na sua produção de PB/ha (kg) e EM/ha (MJ). Primeiro corte de Inverno.

TRATAMENTOS	PB (%)	PB /ha	DOMD (%)	EM (MJ/ha)
Sem Azoto	25,6	103	78.4	4 567
20 kg/ha N	26,1	109	77.4	4 683
40 kg/ha N	25,5	110	77.2	4 814
Sem Fósforo	25.6	99 B	77.3	4 344 B
40 kg/ha P_2O_5	25,7	101 B	77.9	4 408 B
80 kg/ha P_2O_5	25,9	122 A	77.7	5 312 A

Proteína Bruta

A aplicação quer de azoto quer de fósforo não afectou de forma significativa os teores de PB da cevada no primeiro corte de Inverno, pelo que a produção de PB/ha traduz os efeitos dos tratamentos na produção de MS/ha, ou seja, apenas o fósforo apresentou um efeito positivo quando se aplicaram 80 kg/ha de P_2O_5 , que embora significativo foi muito pequeno.

Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

Nem a aplicação de azoto nem a de fósforo apresentaram efeitos significativos sobre os valores de DOMD da cevada no primeiro corte de Inverno. Assim sendo, o efeito dos tratamentos na produção de EM/ha dependeu do seu efeito na produção de MS/ha, ou seja, apenas se registou um aumento significativo, embora pequeno, com a aplicação de 80 kg/ha de P₂O₅.

3. 2. Produção de Inverno**3. 2. 1. Produção de Matéria Seca**

Quadro IV. 110. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.

TRATAMENTOS	CEVADA	TREVO	CONJUNTA
Sem Azoto	1 082	1 162 A	2 244
20 kg/ha N	1 144	1 135 A	2 278
40 kg/ha N	1 153	923 B	2 076
Sem Fósforo	1 096	1 086	2 182
40 kg/ha P ₂ O ₅	1 086	1 055	2 141
80 kg/ha P ₂ O ₅	1 197	1 079	2 276

Cevada

Da análise do Quadro IV. 110, verifica-se que nem a aplicação de azoto nem a de fósforo produziram qualquer efeito significativo na produção de MS/ha da cevada no período de Inverno.

Trevo subterrâneo

No que diz respeito ao efeito da aplicação de azoto sobre a produção de MS/ha de Inverno de trevo subterrâneo, regista-se um efeito depressivo significativo na produção desta quando se aplicaram 40 kg/ha de N. Esta ligeira diminuição da produção de trevo não pode ser totalmente explicada pelo aumento da produção de MS/ha do cereal, uma vez que o aumento verificado foi inferior à diminuição da produção de MS/ha do trevo e, para os dois ensaios anteriores, passou-se o contrário, ou seja, a diminuição da produção de trevo subterrâneo foi inferior ao aumento de produção do cereal.

Desta forma a diminuição da produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo poderá, possivelmente, ser atribuída ao efeito depressivo da aplicação da fertilização azotada no sistema de fixação simbiótica de azoto pela leguminosa, bem como à menor capacidade de extracção em associação com a gramínea como referem HOGLUND e BROCK (1978), BALL et al. (1978) e OFORI e STERN (1987). MILLER et al. e PAPASTYLIANOU (1990) referem mesmo a inibição total da fixação simbiótica de azoto por parte das leguminosas, com a aplicação de azoto simultaneamente com o favorecimento do desenvolvimento das gramíneas em detrimento das leguminosas. Estes aspectos devem ser considerados em relação à fertilização azotada, uma vez que esta pode modificar as relações competitivas entre os componentes da mistura e, consequentemente, as vantagens que em termos produtivos se esperam das mesmas, sugerindo WILSON e TILMAN (1991) e HELENIUS e JOKINEN (1994) a utilização de níveis moderados deste nutriente.

A aplicação de fósforo não produziu qualquer efeito significativo na produção de MS/ha a partir do trevo subterrâneo para o período de Inverno. A aplicação de fósforo na produção intensiva de cereais, a que esta zona tem sido sujeita (Capítulo III.1. Localização), poderá de alguma forma, explicar a ausência de resposta verificada à aplicação deste nutriente.

Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cevada)

Em termos de produção conjunta de MS/ha (trevo subterrâneo + cevada) de Inverno, não se registaram quaisquer efeitos significativos resultantes quer da aplicação de azoto, quer da aplicação de fósforo. Quer o efeito benéfico registado na produção de MS/ha da cevada no primeiro corte de Inverno em relação ao fósforo, quer o efeito depressivo na produção de MS/ha de Inverno do trevo com a aplicação de azoto (efeitos esses que apesar de significativos eram

como já havíamos referido), anularam-se quando considerada a produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies.

3. 2. 2. Proteína Bruta, Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

Quadro IV. 111. Efeito dos tratamentos sobre o teor de PB(%) e DOMD (%) da cevada e do trevo subterrâneo e sobre a PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) produzidos pela cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.

TRATAMENTOS	CEVADA				TREVO				CONJUNTO	
	PB (%)	PB/ha	DOMD (%)	EM/ha	PB (%)	PB/ha	DOMD (%)	EM/ha	PB/ha	EM/ha
Sem Azoto	21.5	231	74.8	12 466	23.0	263 A	68.3	12 928A	494	25 394
20 kg/ha N	21.9	249	74.3	13 194	23.3	262 A	67.9	12 591A	511	23 785
40 kg/ha N	21.9	249	74.3	13 298	23.2	210 B	67.5	10 188B	459	23 486
Sem Fósforo	21.7	236	74.8	12 701	22.9	244	68.6	12 218	480	24 918
40 kg/ha P ₂ O ₅	21.5	232	74.6	12 487	23.4	245	67.8	11 636	477	24 123
80 kg/ha P ₂ O ₅	21.6	261	74.1	13 770	23.2	246	67.4	11 853	507	25 623

Proteína Bruta

A aplicação quer de azoto quer de fósforo não produziram, como se pode verificar no Quadro IV. 111, quaisquer efeitos significativos nos teores de PB, quer da cevada, quer do trevo subterrâneo.

ABREU (1984), refere a tendência registada por diversos autores para o aumento do teor de PB das forragens com a fertilização azotada. Para JONES e WOODMANSEE (1979), o teor de PB das plantas é normalmente aumentado com a fertilização azotada, particularmente durante

o período do Inverno e início da Primavera, não se atribuindo grande relevância a este facto, pois os teores de PB são normalmente elevados nesta fase, mesmo sem haver fertilização. Por conseguinte a ausência de efeitos significativos da fertilização, nomeadamente a azotada, nos teores de PB para os aproveitamentos de Inverno, não deve merecer da nossa parte especial atenção, pois como podemos observar através dos Quadros IV. 109 e 111, eles são para este período elevados.

Os efeitos das aplicações sobre as quantidades de PB/ha seguiram a mesma tendência que se havia manifestado para a produção de MS/ha, ou seja, não se registou qualquer efeito significativo na produção de PB/ha a partir da cevada tendo-se manifestado um efeito depressivo significativo da aplicação de 40 kg/ha de azoto na produção de PB/ha a partir do trevo. Quando se analisou a produção de PB/ha produzida a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada), verificou-se para este período que os tratamentos não produziram qualquer efeito significativo para este parâmetro.

Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

Como se pode ver no Quadro IV. 111, os tratamentos não afectaram de forma significativa na DOMD da cevada e do trevo subterrâneo, o que está de acordo com a bibliografia consultada, pois segundo RAYMOND (1969) e DEMARQUILLY (1977), a fertilização tem muito pouca influência sobre a DOMD das forragens. Assim, a produção de EM/ha traduziu para este período a tendência já manifestada para a produção de MS/ha, ou seja, apenas se registou o efeito depressivo da aplicação do nível mais elevado de azoto (40 kg/ha) na produção de EM/ha a partir do trevo. Quer a produção de EM/ha a partir da cevada, quer a produção a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada) para este período, não sofreram efeitos significativos com a aplicação dos factores em estudo.

3.3. Produção de Primavera

3.3.1. Produção de Matéria Seca

Quadro IV. 112. Efeito dos tratamentos sobre a produção de MS/ha (kg) da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período da Primavera.

TRATAMENTOS	CEVADA	TREVO	CONJUNTA
Sem Azoto	768	562	1 331
20 kg/ha N	712	567	1 280
40 kg/ha N	744	448	1 191
Sem Fósforo	775	615 A*	1 391
40 kg/ha P ₂ O ₅	725	467 B*	1 192
80 kg/ha P ₂ O ₅	724	495 B*	1 219

* Valores significativos para $p \leq 0,1$.

Cevada

Nem a aplicação de azoto, nem a aplicação de fósforo produziram qualquer efeito significativo, sobre a produção de MS/ha a partir da cevada para o período da Primavera (Quadro IV. 112).

Trevo subterrâneo

A aplicação de azoto, como se pode ver no Quadro IV. 112, não provocou qualquer alteração significativa na produção de Primavera de MS/ha a partir do trevo subterrâneo, não se tendo manifestado para este período o efeito depressivo registado para o período de Inverno, com a aplicação de 40 kg/ha de azoto.

Registou-se em relação ao fósforo, um ligeiro efeito depressivo com a sua aplicação na produção de MS/ha, efeito esse significativo apenas para um nível de probabilidade do erro inferior a 10%.

Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cevada)

A produção conjunta (trevo subterrâneo + cevada) de MS/ha de Primavera não sofreu qualquer alteração significativa com os tratamentos. Quando considerada a produção conjunta das duas espécies, o efeito depressivo da aplicação do fósforo registado para produção de MS/ha do trevo subterrâneo deixa de se fazer sentir, possivelmente por ser pequeno e, por outro lado, só afectar o trevo e não a cevada, pelo que a contribuição desta para a produção conjunta de MS/ha terá tido um efeito diluidor.

3. 3. 2. Proteína Bruta, Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

QUADRO IV. 113. Efeito dos tratamentos sobre o teor PB (%) e DOMD (%) da cevada e do trevo subterrâneo e sobre a PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) produzidas pela cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Produção de Primavera.

TRATAMENTOS	CEVADA				TREVO				CONJUNTO	
	PB(%)	PB/ha	DOMD(%)	EM/ha	PB(%)	PB/ha	DOMD (%)	EM/ha	PB/ha	EM/ha
Sem Azoto	11.6 B	89	56.5	7 276	14.8B*	78	53.2	5 021	167	12 296
20 kg/ha N	11.6 B	83	59.1	6 898	14.8B*	75	53.3	4 969	158	11 867
40 kg/ha N	12.1 A	89	59.1	7 232	15.5A*	64	53.9	4 024	153	11 256
Sem Fósforo	11.6	90	59.3	7 536	14.7	81	54.9A*	5 588A*	171	13 125
40 kg/ha P ₂ O ₅	11.8	87	58.6	6 916	15.2	66	52.8B*	4 108B*	153	11 025
80 kg/ha P ₂ O ₅	11.8	85	58.7	6 953	15.1	69	52.8B*	4 317B*	154	11 270

* Valores significativos para p ≤ 0,1.

Proteína Bruta

A aplicação de azoto no nível mais elevado (40 kg/ha N) provocou um aumento significativo ($p < 10\%$) nos teores de PB da cevada de Primavera, (0.5%), tendo aumentado também de forma significativa o teor de PB do trevo subterrâneo (0.7%). Para além de JONES e WOODMANSEE (1979) referirem a existência de aumentos no teor de PB das plantas no período de Inverno e início da Primavera, com a fertilização azotada, pensamos que as diferenças significativas que registámos para este período só aconteceram porque o erro experimental foi bastante baixo. Portanto, em termos reais, a ausência de resposta verificada para este parâmetro à fertilização, para o período de Inverno, continua a verificar-se também no período da Primavera, o que guardará também relação com a forma de aplicação dos fertilizantes, nomeadamente o azoto, que só ocorreu de fundo e não como adubação de cobertura, pelo que mesmo que houvesse tendência para os teores de PB serem aumentados com a aplicação da adubação azotada, as condições climáticas de Inverno que facilitam a lavagem do N teriam impedido o efeito. De notar que segundo CARVALHO e BASCH (1996), a resposta à aplicação de N nas condições mediterrânicas é condicionada não só pela quantidade de precipitação ocorrida, como também pela forma de aplicação do mesmo ao longo do ciclo da cultura.

Os aumentos significativos registados nos teores de PB da cevada e do trevo subterrâneo são na realidade muito pequenos não influenciando as suas produções de PB/ha, pelo que estas não diferem significativamente para qualquer dos tratamentos, estando sobretudo relacionadas com as respectivas produções de MS/ha.

Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

A aplicação de azoto não afecta de forma significativa nem os valores de DOMD da cevada e trevo subterrâneo, nem as quantidades de EM/ha produzidas a partir destas espécies.

A aplicação de fósforo embora não tenha afectado de forma significativa os valores de DOMD quer da cevada quer do trevo subterrâneo, provocou uma diminuição significativa ($p < 10\%$) na produção de EM/ha a partir do trevo subterrâneo. Esta diminuição resultou do efeito já manifestado para a produção de MS/ha do trevo para o mesmo período.

Quando analisada a produção de PB/ha e de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada) verificou-se que não se registaram efeitos significativos dos tratamentos para estes dois parâmetros, pelo que os resultados exprimem a tendência já observada para a produção de MS/ha.

3. 4. Produção Total

3. 4. 1. Produção de Matéria Seca

Quadro IV. 114. Efeito dos tratamentos na produção MS/ha (kg) a partir da cevada, trevo subterrâneo e conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Produção Total.

TRATAMENTOS	CEVADA	TREVO	CONJUNTA
Sem Azoto	1850	1725 A	3575
20 kg/ha N	1856	1702 A	3558
40 kg/ha N	1897	1371 B	3268
Sem Fósforo	1872	1701	3572
40 kg/ha P ₂ O ₅	1811	1522	3333
80 kg/ha P ₂ O ₅	1921	1574	3495

Cevada

A produção total de MS/ha produzida pela cevada não foi afectada significativamente nem pela aplicação de azoto nem pela aplicação de fósforo (Quadro IV. 114).

Trevo Subterrâneo

No caso da produção total de MS/ha a partir do trevo subterrâneo, verificou-se que também para este parâmetro e traduzindo aquilo que já se havia registado para a produção de Inverno, a aplicação do nível mais elevado de azoto (40 kg/ha N) o afectou negativamente e de forma significativa.

Produção Conjunta (Trevo subterrâneo + cevada)

A produção total de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada) não foi afectada de forma significativa por qualquer dos tratamentos. O efeito depressivo e significativo que a aplicação do nível mais elevado de azoto apresentou para a produção total de MS/ha a partir do trevo subterrâneo foi portanto anulado, quando considerada a produção total conjunta das duas espécies. Para isso terá contribuído o facto da cevada não sofrer desse efeito depressivo da aplicação do azoto, antes sofrendo um efeito positivo, ainda que pequeno e não significativo em termos reais.

3. 4. 2. Proteína Bruta, Digestibilidade da Matéria Orgânica na Matéria Seca e Energia Metabolizável

QUADRO IV. 115. Efeito dos tratamentos sobre a produção de PB/ha (kg) e EM/ha (MJ) a partir da cevada, trevo subterrâneo e do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Produção Total.

TRATAMENTOS	CEVADA		TREVO		CONJUNTO	
	PB/ha	EM/ha	PB/ha	EM/ha	PB/ha	EM/ha
Sem Azoto	321	19 741	341 A	17 949 A	661	37 690
20 kg/ha N	332	20 092	337 A	17 560 A	669	37 652
40 kg/ha N	338	20 530	274 B	14 212 B	612	34 742
Sem Fósforo	326	20 237	325	17 806	651	38 043
40 kg/ha P ₂ O ₅	319	19 403	311	15 744	630	35 147
80 kg/ha P ₂ O ₅	346	20 723	316	16 170	661	36 893

Proteína Bruta

Não houve, para a produção total de PB/ha a partir da cevada, qualquer efeito significativo da aplicação dos tratamentos, tal como já se verificara para a produção total de MS/ha.

A produção total de PB/ha a partir do trevo subterrâneo foi afectada de forma significativa (Quadro IV. 115) com a aplicação de 40 kg/ha de azoto, sofrendo uma diminuição que guarda relação com a diminuição de produção de MS/ha nesta espécie, em resposta ao mesmo tratamento.

Apesar disto a produção total conjunta de PB/ha não sofreu alterações significativas em função dos tratamentos, pelas razões já apontadas para a produção total de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies.

Energia Metabolizável

Não se verificaram efeitos significativos dos tratamentos na produção total de EM/ha a partir da cevada, estando essa produção directamente dependente da sua produção de MS/ha.

A produção total de EM/ha a partir do trevo subterrâneo foi afectada negativamente de forma significativa pela aplicação de 40 kg/ha de N, traduzindo a tendência já verificada em relação à sua produção de MS/ha para o período de Inverno.

A produção total de EM/ha a partir do conjunto das duas espécies não sofreu qualquer efeito significativo com os tratamentos, pelos motivos já apontados para a produção de MS/ha total a partir do conjunto das duas espécies.

A ausência de efeito da adubação azotada na produção de gramínea é inesperada e não está de acordo com o encontrado por outros autores, nomeadamente WHYTE et al. (1959), BROCKMAN et al. (1971) e SPARROW (1979), que encontraram respostas significativas à aplicação de azoto nos cereais explorados como alternativa forrageira. No entanto, a bibliografia consultada não é unânime na confirmação desta tendência e MOREY (1969) apenas registou ligeiros aumentos na produção, em função da aplicação de azoto. CARVALHO e BASCH (1996), ao estudarem a optimização da aplicação de azoto em cereais nas condições mediterrânicas, concluem que a resposta destes é condicionada pela quantidade de precipitação ocorrida, bem como pela forma de aplicação do azoto ao longo do ciclo da cultura.

A ausência de resposta à adubação azotada poderá eventualmente estar relacionada com a presença do trevo e consequente mecanismo de fixação simbiótica do azoto atmosférico e com a transferência deste nutriente do trevo para a cultura acompanhante (cevada). Segundo OFORI e STERN (1987), é possível a transferência de consideráveis quantidades de azoto fixado pela leguminosa para a gramínea que lhe está associada, mesmo em culturas anuais. A transferência de azoto será para HEICHER e HENJUM (1991), no entanto, um processo sobretudo pela via indirecta considerando PEOPLES e HERRIDGE (1990), que a transferência directa de azoto da leguminosa para a não leguminosa não deverá ser um fenómeno rápido e comum.

No entanto, como nos mostra o Quadro IV. 116, mesmo considerando o efeito positivo da fixação simbiótica de azoto como responsável pela ausência de resposta à adubação azotada, verifica-se a existência de uma diminuição significativa dos teores de azoto no solo antes e depois da cultura.

Quadro IV. 116 . Variação do teor de Azoto no solo antes e depois da cultura.

NÍVEL DE N APLICADO	VARIAÇÃO DO TEOR NO SOLO (ppm)
Sem Azoto	- 7.4 c
20 kg/ha N	- 4.7 b
40 kg/ha N	- 1.1 a

Os teores de azoto nítrico do solo depois da cultura, diminuíram com o aumento da produção de MS/ha da cevada conforme a Figura 79. Esta diminuição foi mais acentuada nos talhões sem azoto, o que é também de alguma forma surpreendente, pois não seria de esperar nenhum efeito residual da adubação azotada de fundo no final do ciclo da cultura. De facto, se em dois dos anos de ensaio (ano 1 e ano 3), a precipitação abaixo da média poderá explicar a ausência de lavagem, no segundo ano a ocorrência de 607 mm de precipitação teriam evitado qualquer efeito residual da adubação de fundo no final do ciclo da cultura. Segundo CARVALHO e BASCH (1996), as perdas de azoto por lavagem estão muito dependentes da quantidade de precipitação ocorrida durante o Inverno, existindo nas nossas condições mediterrânicas grande variação entre anos, mas com grande probabilidade dessas lavagens ocorrerem.

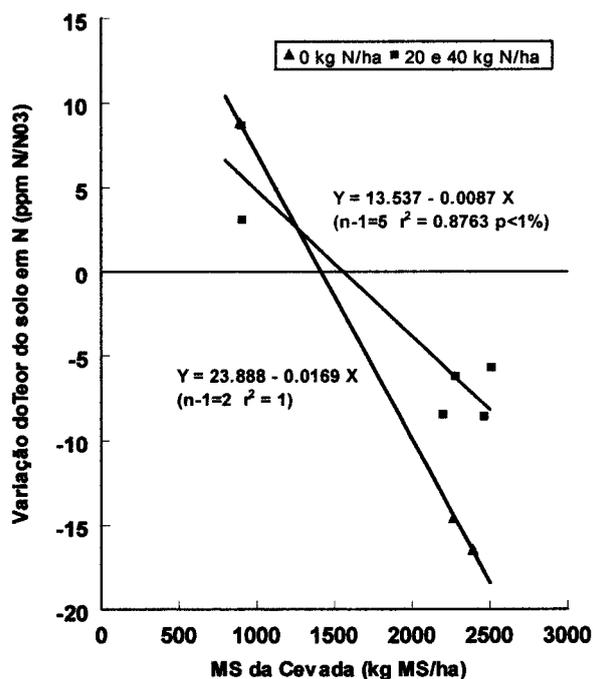


Figura 79. Variação do teor de Azoto do solo (ppm N/NO₃) (Y) em função da produção total de MS da cevada (Kg MS/ha) (X). Produção total.

A fraca resposta à adubação fosfatada poderá ter resultado do facto do local de ensaio ter sido explorado de forma bastante intensiva com cereais ao longo dos últimos anos. Assim, a adubação fosfatada regularmente aplicada a estas culturas terá conduzido a teores de fósforo no solo, de alguma forma superiores ao que seria de esperar (50 ppm em média para os três anos de ensaio), conforme o Quadro IV. 117.

Quadro IV. 117. Teor do solo em Fósforo antes da instalação para os anos de ensaio (ppm).

ANO	TEOR DE P ₂ O ₅ NO SOLO ANTES DA INSTALAÇÃO (ppm)
1	44.0
2	54.1
3	53.7

Apesar de não se haverem registado respostas significativas à adubação fosfatada os teores de fósforo no solo antes e depois da cultura diminuíram mesmo para o tratamento no qual se aplicaram 80 kg/ha P₂O₅ conforme o Quadro IV. 118.

Quadro IV. 118 : Variação do teor de Fósforo no solo antes e depois da cultura (ppm).

NÍVEL DE P ₂ O ₅ APLICADO	VARIAÇÃO DO TEOR DE P ₂ O ₅ NO SOLO (ppm)
Sem fósforo	- 9.9
40 kg/ha P ₂ O ₅	- 8.7
80 kg/ha P ₂ O ₅	- 8.1

Esta variação negativa do teor de fósforo no solo apresentou uma relação altamente significativa com a produção de MS da cevada, como nos mostra a equação de regressão da Figura 80.

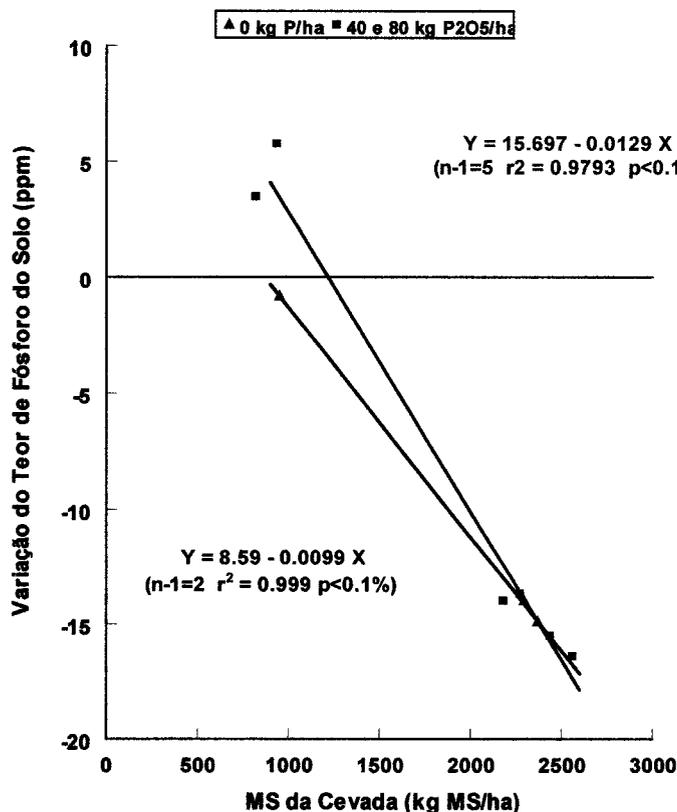


Figura 80. Variação do teor de Fósforo do solo (ppm) (Y) em função da produção total de MS da cevada (Kg MS/ha) (X). Produção total.

Ao tentarmos estabelecer igual relação agora para a produção de MS/ha do trevo subterrâneo, verificou-se que o efeito registado em relação à cevada não se fez sentir, para o trevo, conforme a equação de regressão da Figura 81.

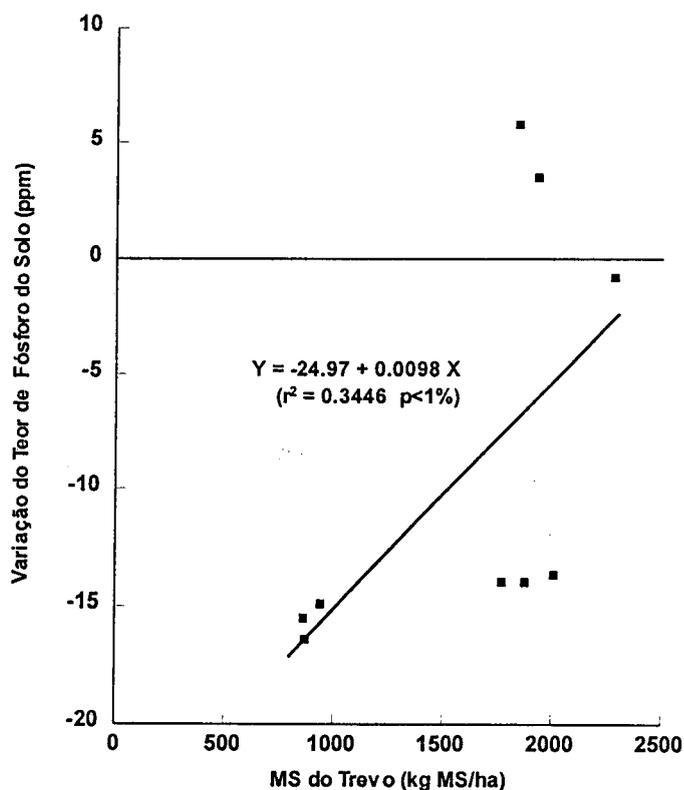


Figura 81. Variação do teor de Fósforo do solo (ppm) (Y) em função da produção total de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (X). Produção total.

Assim, quando considerada a relação entre a diminuição do teor de fósforo no solo e a produção total de MS no conjunto das duas espécies (cevada + trevo subterrâneo) verificou-se que essa relação já não foi significativa.

Nesse caso a contribuição da produção de MS do trevo para a produção total conjunta terá contrariado o efeito significativo que relacionava a diminuição dos teores de fósforo no solo, com a produção de MS da cevada.

Através da análise da equação de regressão da Figura 82, podemos verificar que a produção de MS do trevo e da cevada se relacionam de forma inversa pelo que o atenuar da diminuição dos teores de fósforo no solo não serão devidos logicamente à produção de MS do trevo mas sim à menor produção de MS da cevada.

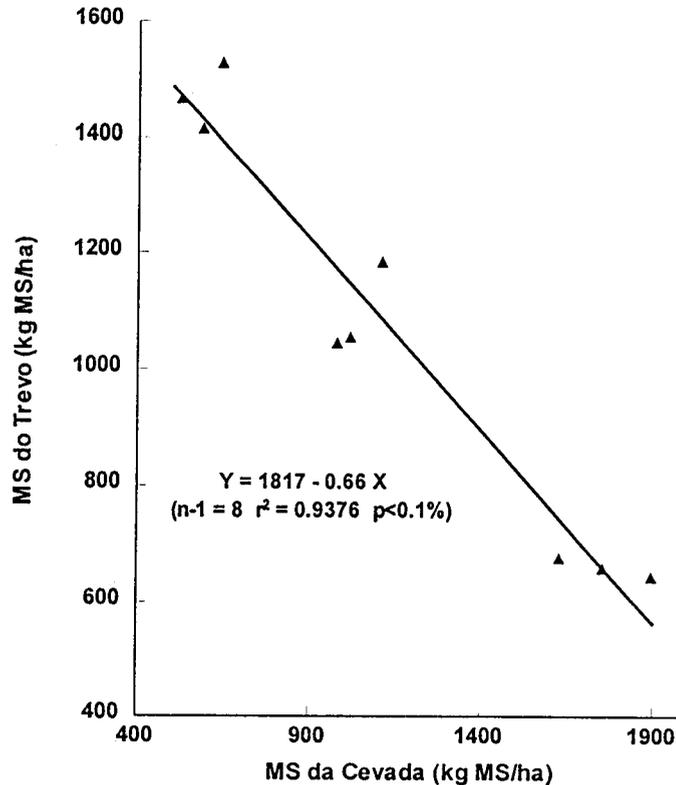


Figura 82. Relação entre a produção de MS da cevada (Kg MS/ha) (X) e a produção de MS do trevo subterrâneo (Kg MS/ha) (Y). Produção total.

Se aceitarmos esta explicação, tal significa que a cevada revelou maior capacidade de extrair fósforo do solo que o trevo subterrâneo, o que segundo HAYNES (1980), é devido às suas raízes possuírem uma morfologia mais favorável comparativamente com o trevo subterrâneo. Para SOUNDARARAJAN (1978), citado por MORRIS e GARRITY (1993), NATARAJAN e WILLEY (1980) e PATIL e PAL (1985), as extracções de fósforo estão bastante relacionadas com a forma e desenvolvimento do sistema radical.

MOUAT e WALKER (1959), SELVARAJ (1978), referido por MORRIS e GARRITY (1993), RAVICHANDRAN e PALANIAPPAN (1979), MARTIN e SNAYDON (1982) e

AHLAWAT e KUMAR (1988), demonstraram que a capacidade para extrair fósforo dependia também da capacidade competitiva para outros factores de crescimento, nomeadamente a luz. ZIMDAHL (1980), citando PAVLYCHENKO (1937), considerava que a capacidade competitiva da planta estava também relacionada com uma maior rapidez no estabelecimento e desenvolvimento inicial da planta. Então a cevada, com um sistema radical mais ramificado e, portanto, de maior densidade, possui por isso capacidade de explorar um maior volume de solo, e será mais competitiva na extracção de nutrientes como o fósforo, de muito pouca mobilidade no solo. Por outro lado, o maior crescimento inicial da cevada dar-lhe-á também vantagem competitiva para o fósforo. O trevo, como espécie dominada, terá menor capacidade para extrair o fósforo.

A restituição ao solo de significativas quantidades de nutrientes através do sistema de aproveitamento em pastoreio directo (FLOATE, 1970; MIDDLETON, 1973; DEAN et al., 1975 e WOODMANSEE, 1978), contribui de forma significativa para o balanço dos mesmo no solo, introduzindo benefícios que não acontecem com o corte mecânico situação na qual toda a quantidade de nutrientes que entram na composição da forragem é exportada (PARDO e GARCIA, 1984).

A diminuição verificada nos teores do solo, tanto de azoto como de fósforo, poderá também estar associada à forma de condução do ensaio, em que as plantas foram cortadas mecanicamente, não tendo havido retorno de nutrientes ao solo através dos dejectos dos animais, como acontece quando a pastagem é explorada em pastoreio directo.

3. 5. Regeneração da pastagem no ano seguinte

Como se pode observar através do Quadro IV. 119, não houve qualquer efeito significativo dos tratamentos no número de plantas de trevo subterrâneo emergidas na pastagem, no ano

seguinte. Assim, e tal como já se havia verificado para os outros ensaios, em relação à regeneração da pastagem após a introdução da cevada, medida através do número de plantas de trevo emergidas no ano seguinte, não será necessário qualquer reforço na adubação, para além dos níveis de nutrientes que asseguram as produções pretendidas.

Quadro IV. 119. Efeito dos tratamentos na regeneração do trevo subterrâneo no ano seguinte (nº plantas emergidas/m²).

TRATAMENTOS	Número Plantas Emergidas/m ²
Sem Azoto	554
20 kg/ha N	553
40 kg/ha N	556
Sem Fósforo	593
40 kg/ha P ₂ O ₅	518
80 kg/ha P ₂ O ₅	552

A regeneração da pastagem no ano seguinte sofreu um efeito significativo dos anos, registando-se um número superior de plantas emergidas/m² no ano de 1995 (Quadro IV. 120). A explicação para estes resultados poderá estar relacionada com as condições climáticas que se registaram no ano de emergência. De facto, conforme referido na análise e discussão de resultados do Ensaio de Espécies, a regeneração da pastagem sofre um efeito positivo com a quantidade de precipitação ocorrida nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro. Verificou-se que para esse período, no ano de 1995 registaram-se 503 mm de precipitação que terão beneficiado as condições para a emergência, comparativamente com os anos de 1993 e 1994, nos quais, para idêntico período, ocorreram respectivamente 163 e 157mm.

Quadro IV. 120. Efeito dos anos na regeneração do trevo subterrâneo no ano seguinte

ANO DE EMERGÊNCIA	NÚMERO PLANTAS EMERGIDAS /m ²
1993	481 B
1994	459 B
1995	723 A

3. 6. Conclusões

Os resultados parecem indicar que, pelo menos para o primeiro ano, a introdução de um cereal numa pastagem de trevo subterrâneo não exigirá reforços na adubação, para além daqueles que são os aconselhados pelos níveis de nutrientes no solo e a produção de MS/ha esperada na pastagem. Naturalmente, conclusões sobre o efeito continuado desta prática e eventuais necessidades de correcção da fertilização, não podem ser obtidas apenas pelo ensaio realizado.

A obtenção de informação definitiva sobre a fertilização a adoptar exigirá a realização de ensaios continuados no mesmo local, introduzindo a componente animal no sistema de exploração da pastagem, pois o corte mecânico poderá ter impedido um estudo mais aproximado à situação real de exploração destas alternativas forrageiras.

Pelos resultados deste ensaio, parece no entanto poder afirmar-se que os níveis de adubação azotada e fosfatada, respectivamente 40 kg/ha P₂O₅ e 40 kg/ha N, utilizados nos outros ensaios (Espécies e Densidades/Entrelinhas), terão sido suficientes para evitar que ambos os factores se tenham constituído como limitantes aos tratamentos ensaiados. Por outro lado, estes resultados encontram-se de acordo com o referido por LANINI (1997, comunicação pessoal), que recomenda a aplicação de 33Kg /ha de N como forma de garantir o aumento de produção a partir de gramíneas, instaladas como culturas acompanhantes de leguminosas em pastagens , não tendo o autor registado, no entanto, qualquer efeito adicional positivo, com o aumento das quantidades de N aplicadas.

4. ENSAIO DE FREQUÊNCIA DE CORTES

4. 1. Produção de Matéria Seca

4. 1. 1. Cevada

Tendo sido o ano de 1995/1996 um ano extremamente húmido (1074 mm), a produção de cevada foi muito escassa devido ao excesso de humidade que afectou negativamente a sua produção. A sensibilidade da cevada ao encharcamento, já referida na discussão para o Ensaio de Espécies, terá sido pois o factor responsável pelo comportamento da mesma neste ano de ensaio.

Quadro IV.121. Efeito dos tratamentos na produção de MS/ha (kg) a partir da cevada. Período de Inverno.

TRATAMENTO	PRODUÇÃO
2 cortes Inverno	99.1 B
1 corte Inverno	224.4 A

A análise do Quadro IV.121, mostra-nos que existem diferenças significativas entre tratamentos no que diz respeito à produção de MS/ha da cevada, tendo o tratamento no qual se efectuou apenas um corte de Inverno produzido maior quantidade de MS/ha. Tal como já referimos, na discussão para o Ensaio de Espécies e de acordo com DROUSHIOTIS (1984), qualquer interrupção no crescimento em pleno período vegetativo, com redução na área foliar, resulta numa diminuição da produção total de MS/ha. Assim, os dois cortes efectuados no período de Inverno, ainda que possibilitem a produção de forragem com qualidade e escalonada

no tempo, levarão a uma produção inferior quando comparados com o aproveitamento mais tardio e feito em corte único.

No entanto, esses valores ainda que significativos, são na realidade muito pequenos e a diferença entre tratamentos poderá estar de alguma forma relacionada com a dificuldade que a cevada terá sentido em responder com um recrescimento normal após o corte, prejudicada que estava com as condições climáticas adversas (527 mm de precipitação até à data do 2º corte).

4. 1. 2. Trevo subterrâneo

Da análise do Quadro IV. 122, podemos verificar que a produção de Inverno de MS/ha a partir do trevo subterrâneo foi muito superior à conseguida a partir da cevada, não tendo sido afectada de forma significativa nem pela introdução da cevada em linhas na pastagem, nem pela intensidade de cortes efectuados na cevada.

Quadro IV.122. Efeito dos tratamentos na produção M.S./ha (kg) a partir do trevo subterrâneo. Período de Inverno.

TRATAMENTOS	SEM CEVADA	COM CEVADA	MÉDIA
2 cortes de Inverno	1 943	1 905	1 924
1 corte de Inverno	2 022	2 150	2 086
MÉDIA	1 982	2 028	

Pensamos, no entanto, que a inexistência de efeitos significativos da introdução da cevada na produção de MS/ha do trevo subterrâneo só se verificou devido às condições desfavoráveis (precipitação bastante elevada), que não permitiram como já vimos produções normais naquela.

4. 1. 3. Produção Conjunta (trevo subterrâneo + cevada)

A produção de MS/ha a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada) para o período de Inverno aumenta significativamente, quer para os tratamentos com introdução da cevada em linhas nas pastagem, quer para os tratamentos que só registam um corte de Inverno na cevada, não tendo havido interacção significativa entre estes dois factores(Quadro IV.123).

Quadro IV.123 .Efeito dos tratamentos na produção de MS./ha (kg) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cevada). Período de Inverno.

TRATAMENTOS	SEM CEVADA	COM CEVADA	MÉDIA
2 cortes de Inverno	1 943	2 004	1 973 B
1 corte de Inverno	2 022	2 375	2 198 A
MÉDIA	1 982 B	2 189 A	

No entanto, e à semelhança do que já se havia verificado para a produção de MS/ha da cevada para o período de Inverno, estas diferenças ainda que significativas são na realidade muito pequenas. O reduzido vigor vegetativo da cevada explicará porventura quer os baixos acréscimos de produção de MS/ha registados com a sua introdução na pastagem, quer a dificuldade de recrescimento após o corte que terá penalizado a produção para este tratamento.

4. 2. Regeneração da pastagem no ano seguinte

No que diz respeito à emergência da pastagem no ano seguinte ao do ensaio, verifica-se pelo Quadro IV 124, que não houve diferenças significativas para qualquer dos factores em estudo, o que significa que nem a introdução do cereal nem a frequência de utilização da pastagem durante o Inverno, produziram qualquer efeito significativo na regeneração da pastagem no ano seguinte.

Quadro IV.124. Efeito dos tratamentos na regeneração do trevo subterrâneo no ano seguinte (nº de plantas emergidas/m²).

TRATAMENTOS	SEM CEVADA	COM CEVADA	MÉDIA
2 cortes de Inverno	438	394	416
1 corte de Inverno	388	344	366
MÉDIA	413	369	

4.3. Conclusões

O aumento da produção de MS total no período de Inverno, que se regista com a introdução do cereal em linhas na pastagem sem que a produção de trevo seja afectada, permite um aumento na disponibilidade de alimento de Inverno o que é particularmente importante nas condições mediterrânicas.

A não existência de diferenças significativas na interacção entre a introdução do cereal e a intensidade de aproveitamento no período do Inverno, parece indicar que não haverá necessidade de alterar a forma de condução do pastoreio pela introdução do cereal numa pastagem de sequeiro à base de trevo subterrâneo, no que respeita à eventual redução na produção deste. O maneiio será, pois, apenas função da análise do balanço entre as necessidades alimentares do efectivo animal e a oferta alimentar verificada, contribuindo desta forma para uma maior estabilidade no sistema.

A inexistência de diferenças significativas no que respeita à emergência da pastagem no ano seguinte, para qualquer dos factores estudados bem como para a interacção entre eles, indicamos também que a introdução da gramínea na pastagem não exige nenhuma alteração na frequência do pastoreio, em função da regeneração da pastagem no ano seguinte.

V. CONCLUSÕES FINAIS

A introdução dos cereais (aveia, cevada e triticale) em linhas numa pastagem de sequeiro à base de trevo subterrâneo, aumentou a produtividade desta quer para os períodos de Inverno e Primavera, quer considerando a produtividade total anual.

Assim, podemos considerar que a relação entre as duas espécies presentes foi sobretudo uma relação de complementaridade. Este efeito de complementaridade resultou dos distintos comportamentos das espécies presentes relativamente aos factores climáticos (temperatura e precipitação), nos diferentes períodos do ano (Inverno e Primavera). O reduzido crescimento do trevo subterrâneo durante o Inverno, devido à sua sensibilidade às baixas temperaturas foi compensado pela produção dos cereais que, ao suportarem as baixas temperaturas (zero vegetativo - 0°C), garantiram neste período a produção de uma apreciável quantidade de alimento. No período da Primavera, o trevo subterrâneo beneficiou das temperaturas mais elevadas e exibiu então todo o seu potencial produtivo, sempre que teve à disposição humidade adequada, sendo pouco afectado pelos cereais que, após os aproveitamentos de Inverno, ficaram com a sua capacidade de recrescimento prejudicada. O efeito de complementaridade entre as duas espécies reveste-se do maior interesse para os sistemas produtivos do sequeiro mediterrânico, não só em relação às quantidades de alimento produzidas, mas também em relação ao seu valor nutritivo. De facto, a baixa produção do trevo subterrâneo no Inverno não chegou a afectar o

valor nutritivo da pastagem pois foi perfeitamente compensada pelos elevados valores de PB e DOMD que os cereais apresentaram quando explorados numa fase inicial do seu ciclo.

A introdução do cereal em linhas na pastagem de trevo subterrâneo, para além de ter provocado um aumento na produtividade da pastagem num período do ano tão sensível para os nossos sistemas produtivos como é o Inverno, contribuiu ainda para lhes conferir uma maior estabilidade produtiva ao diminuir a variação da produtividade dentro e entre anos.

A já referida diferença de comportamento das espécies relativamente às condições ambientais, permitiu que nos anos secos ou frios, a contribuição relativa do cereal aumentasse no período de Inverno, enquanto que o trevo subterrâneo assegurou nos anos húmidos ou quentes uma maior contribuição para a produção total neste período.

A distinta resposta do trevo subterrâneo e dos cereais à quantidade de precipitação que ocorreu no mês de Março foi responsável pelo aumento da estabilidade produtiva da mistura na Primavera, tendo-se verificado um aumento da contribuição do trevo subterrâneo para a produção total do período nos anos com precipitação abundante em Março, enquanto que nos anos de Primavera seca o cereal aumentou a sua contribuição.

A introdução do cereal em linhas na pastagem, permitiu ainda que esta aumentasse a sua capacidade para responder às diferentes condições climáticas no Inverno e Primavera. Enquanto que em pastagens constituídas por trevo subterrâneo em estreme o seu potencial produtivo se concentra na Primavera para situações de precipitação normal no mês de Março, a associação de espécies permite através do maior crescimento dos cereais no Inverno, melhorar a relação entre a produção de Inverno e de Primavera.

De entre as espécies testadas (aveia, cevada e triticales), o triticales foi o que conduziu a produtividades mais baixas durante o período de Inverno. A aveia e a cevada foram as espécies que proporcionaram produtividades mais elevadas para o referido período, tendo no entanto havido entre estas duas espécies diferenças entre anos no seu comportamento. Assim, a aveia teve melhor comportamento nos anos com maior precipitação no Outono-Inverno, enquanto que a cevada se comportou melhor nos anos mais secos, pelo que, a mistura das duas espécies poderá ser uma prática a recomendar.

No que respeita à técnica cultural a adoptar com a introdução da cevada, verificámos que de entre as densidades de sementeira testadas a utilização de 200 sementes/m², parece poder ser adoptada pois permitiu o aumento da produtividade (MS, PB e EM) a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal), para o primeiro corte de Inverno, período de Inverno e produção total, sem que a produção de Primavera tenha sido afectada, aumentando ainda a estabilidade entre anos. Estes efeitos, foram pouco dependentes dos espaçamentos de entrelinha estudados, pelo que será indiferente a utilização de 20 ou 40 cm na entrelinha.

O balanço energético resultante da introdução da técnica, revelou-se francamente positivo, pelo que, o aumento dos custos de produção daí derivado será compensado pela diminuição dos custos inerentes à necessidade de suplementação das quantidades de alimento que a técnica consegue, sugerindo mesmo a possibilidade de aumento das densidades de sementeira utilizadas com o cereal acompanhante, para além das 200 sementes/m² e visando sobretudo o período de utilização do Inverno.

Em função dos resultados conseguidos tudo parece indicar que, pelo menos para o primeiro ano, da introdução de um cereal numa pastagem de sequeiro à base de trevo subterrâneo, não resultará a necessidade de aumento dos níveis de adubação. Assim, as quantidades de nutrientes a aplicar serão apenas função do balanço entre as disponibilidades do solo e as extracções esperadas para os objectivos de produção da pastagem.

Finalmente, tudo parece indicar que, no período de Inverno, a intensidade de aproveitamento de uma pastagem de trevo subterrâneo na qual foi introduzido um cereal não provocará efeitos negativos na produção daquele, pelo que não haverá necessidade de alterar o pastoreio devido à introdução do cereal. O maneo a adoptar resultará apenas da análise entre as necessidades alimentares do efectivo e a disponibilidade alimentar verificada a cada momento.

Podemos então concluir que será possível nos sistemas Mediterrânicos de sequeiro, diminuir a forte dependência de elevados níveis de suplementação a que os diversos tipos de produção animal à base de ruminantes neles estão sujeitos durante determinadas fases do ano, com particular relevância para o período de Inverno, através da introdução de cereais em linhas nas pastagens à base de trevo subterrâneo. De facto, o aumento das produtividades (MS, PB e

EM) da pastagem nos períodos de Inverno e Primavera, bem como na totalidade do ano, conseguido com recurso a técnicas de custo reduzido (sementeira directa do cereal), e sem a necessidade de aumento dos níveis de adubação, parece ser possível com evidentes ganhos energéticos, utilizando a mais elevada densidade de sementeira por nós estudada (200 sementes/m²).

A facilidade de utilização do alimento produzido (pastoreio directo), assim como o facto de nenhum dos tratamentos estudados ter afectado a regeneração da pastagem nos anos seguintes, reforçam a possibilidade da técnica ser generalizada sendo, no entanto, oportuno o prosseguimento dos estudos de forma a tentar esclarecer alguns aspectos que consideramos de importância, tais como:

- O alargamento do estudo das espécies a utilizar ao centeio e ao trigo, já que em relação a este último, a grande variedade genotípica existente, poderá possibilitar-nos a utilização de variedades com interesse;
- a análise de respostas produtivas ao aumento das densidades de sementeira testadas para além das 200 sementes/m², tendo em consideração sobretudo a utilização no período de Inverno, bem como as repercussões desse aumento tanto no período posterior de aproveitamento (Primavera), como na regeneração da pastagem no ano seguinte;
- a obtenção de informação definitiva sobre a fertilização a adoptar introduzindo a componente animal na exploração da pastagem, pois o corte mecânico poderá ter impedido uma maior aproximação ao problema nomeadamente no que respeita à reciclagem de nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD EL-MONEIM, A.M.; COCKS, P.S. (1986) . Adaptation of medicago rigidula to a cereal-pasture rotation in north-west Syria. *Journal of Agricultural Research*, 18: 657 - 666.
- ABERG, E.; JOHNSON, I. J.; WILSIE, C.P. (1943) . Association between species of grasses and legumes. *J. Amer. Soc. Agron.*, 35: 357 - 369.
- ABREU, J. M. F. (1986) . Digestibilidade e ingestibilidade de forragens anuais. *Pastagens e Forragens*, 7 : 81 - 93.
- ABREU, J.M.F. (1984) . A Qualidade da Forragem e o Comportamento Alimentar do Ruminante. Aplicação no Estudo de um Segundo Corte de Bersim Utilizando Carneiros em Gaiolas de Digestibilidade. Tese de Doutorado. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 266 pp.
- AE, N.; ARIHARA J.; OKADA K.; KOSHIHARA, T.; JOHANSEN, C. (1990) –Phosphorus uptake by pigeon pea and its role in cropping systems of the Indian subcontinent. *Science*, 248 : 477 – 480.
- AHLAWAT, I.P.S.; KUMAR, A. (1988) . Dry-matter accumulation and nutrient uptake in pigeonpea as affected by intercropping and nitrogen fertilizer. *Int. Pigeon Pea Newsletter*, 7 : 20 - 21.

- ALIBES, XAVIER; TISSERAND, J. L. (1990) . Tableaux de la Valeur Alimentaire pour les Ruminants des Forrages et Sous-produits d'Origine Méditerranéenne. IAMZ/CIHEAM, Serie B : ETUDES ET RECHERCHES n° 4, Options Méditerranéennes, 89 pp.
- ANDREWS, A.C.; WRIGHT, R.; SIMPSON, P.G.; JESSON R., REEVES S.; WHEELER J. (1991) . Evaluation of new cultivars of triticale as dual – purpose forage and grain crops. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 31: 769 - 775.
- ARNON, I.; (1972) . Forage conservation. *In Crop Production in Dry Regions. Vol. 2 - Systematic Treatment of the Principal Crops. Plant Science Monographs*, Leonard Hill, Londres, p. 604 - 625.
- ASHOKAM, P.K., WAHID, P.A.; SREEDHARAN, C. (1988) . Relative uptake of ³²P by cassava, banana, elephant foot yam and groundnut in intercropping systems. *Plant Soil*, 109: 23 - 30.
- ASPINALL, D.; MILTHORPE, F.L. (1959) . An analysis of competition between barley and white persicaria. *Ann. Appl. Biol.*, 47 : 156 - 172.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), (1975) . *Official Methodes of Analysis* (12th ed.), AOAC, Washington, D.C.
- AVILEZ, D., 1975 . *Conservação de Forragens*. INIA – Oeiras.
- AXELROD, D.I., 1973 - History of the Mediterranean Ecosystem in California *In: F. di Castri and H.A. Mooney (Editors), Mediterranean Type Ecosystems, Origin and Struture*. Springer-Verlag, Berlin, p. 225 - 277.
- BALBER, S.A. (1989) . *Soil Nutrient Availability: A. Mechanistic Approach*. J. Wiley and Sons, New York, 398 pp.
- BALL, P.R.; CRUSH, J.R. (1985) . Prospects for increasing sumbiotic nitrogen fixation in temperate grasslands. P. 56-62. *In T. Okubo et al (ed.) Proc. Int. Grassland Congr. 15 th.*, Kyoto, Japan. 24 - 31. Aug. 1985.

- BALL, R.; MOLLOY, L.F. e ROSS, D.J.; (1978) . Influence of fertilizer nitrogen on herbage dry matter and nitrogen yields, and botanical composition of a grazed grass-clover pasture. *N.Z. J. Agric. Research*, 21: 47 - 55.
- BARNARD, (1972) . Registrar of Australian Herbage Plant Cultivars. Division of Plant Industry, CSIRO. Austrália.
- BECANA, M.; SPRENT, J.I. (1987) . Nitrogen Fixation and Nitrate Reduction in Root Nodules of Legumes. *Physiologia Plantarum*, 70 : 757 - 765.
- BELLIDO, LUIZ LOPEZ (1991) . Cultivos Herbaceos Vol. 1 - Cereales. Ediciones Mundi-Prensa , Madrid, 539 pp.
- BELLIDO, M.M., (1989) . Producción animal en el Suroeste Español. *Pastagens e Forragens*, 10 : 309 - 326.
- BENTO, OFÉLIA P., (1990) . Estudo Comparativo do Valor Alimentar da Aveia x Ervilhaca Conservada como Feno e Silagem . Dissertação apresentada à Universidade de Évora, para obtenção do grau de Doutor em Ciências Agrárias, especialidade de Nutrição e Alimentação. Évora 1990, 278 pp.
- BERNARDO, JOÃO MANUEL, (1995) . Ecologia das Populações e das Comunidades. Universidade Aberta. Lisboa, 81 pp.
- BEUSELINK, P.R.; SLEPER D.A.; BUGHRARA, S.S.; ROBERTS, C.A. (1992) . Effect of mono and mixed culture of tall fescue and birdsfost trefoil on yield and quality. *Agronomy Journal* , 84 : 133 - 137.
- BIDDISCOMBE, E.F. (1987) . The Productivity of Mediterranean and Semi-Arid Grasslands. *In* : "Manazed Grasslands" (Ecosystems of the World, 17B) Ed. R. W. Snaydn. Elsevier Scientific Publication Co., Amsterdam, p. 19 - 27.
- BISCOE, P.V.; GALLAGHER J.N. (1977) . Weather, dry matter production and yield. *In* Environmental Effects on Crop Physiology. Proceedings of the Fifth Long Ashton Symposium. J.J. Lanos Berg and C.V. Cutting (eds.). Academic Press, 1977, p. 75 - 100.

- BITTMAN, S., PULKINEN, D.A.; WADDINGTON, J. (1991) . Effect of N and P fertilizer on establishment of alfalfa with a wheat companion crop. *Canadian Journal of Plant Science*, 71: 1, 105 - 113.
- BLACK, C.C.; CHEN, T.M.; BROWN, R.H. (1969) . Biochemical basis for plant competition., *Weed Sci.*, 17 : 338 - 344.
- BLACK, J.N. (1957) . Seed size as a factor in the growth of subterranean clover (*Trifolium subterraneum*, L.) under spaced and sward conditions. *Aust. J. Agric. Res.*, 8 : 335 - 351.
- BLACK, J.N. (1958) . Competition between plants of different initial seed size in swards of subterranean clover (*Trifolium subterraneum*, L.) with particular reference to leaf area and the light microclimate. *Austr. J. Agric. Res.*, 9 : 299 - 318.
- BLACK, J.N. (1960) . The significance of petiole length, leaf areas, and light interception in competition between strains of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) grown in swards. *Austr. J. Agric. Res.*, 11 : 277 - 291.
- BLACK, J.N. (1963) . The interrelationship of solar radiation and leaf area index in determining the rate of dry matter production of swards of subterranean clover (*Trifolium subterraneum*, L.). *Austr. J. Agric. Res.*, 14 : 20 - 38.
- BLACK, J.N. (1966) . Competition within grass and cereal communities. *In* F.L. Milthorpe and G.D. Ivins (Eds). *Growth of Cereals and Grasses*. Univ. of Nottingham, U.K., p. 167 - 168.
- BLACKMAN, G.E.; BLACK, J.N. (1959) . Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. XII. The role of the light factor in limiting growth. *Ann. Bot.*, 23 : 131 - 145.
- BLASER, R.E., (1964) . Symposium on forage utilization: Fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. *J. Animal Science*, 23 : 246 - 253.
- BLASER, R.E.; BRADY, N.C. (1950) . Nutrient competition in plant associations. *Agronomy Journal*, 42 : 128 -135.

- BLATER, K.L.; WILSON, R.S. (1963) . The assessment of a crop husbandry technique in terms of animal production. *Animal Production*, 5 : 27-42.
- BLEASDALE, J.K.A. (1968) . Studies on plant competition,. *In* : *The Biology of Weeds* ed. J.L. HARPER, BLACKWELL Sci. Pub., Oxford, Eng., p. 133 – 142.
- BONACHELA, S. (1991) . Caracterizacion de los Cereales de Inverno en la Provincia de Granada (sistema radical, uso del agua y productividad). Doble aprovechamiento (forage + grano). Ph. D. Thesis Universidade de Córdoba. Espanha, 210 pp.
- BONACHELA, S.; ORGAZ, F.; FERERES, E. (1995) . Winter cereals grown for grain and for the dual purpose of forage plus grain. II water use and water-use efficiency. *Field Crops Research*, 44 : 13 - 24.
- BONACHELA, S.; ORGAZ, F.; FERERES, E. (1995) . Winter cereals grown for grain and for the dual purpose of forage plus grain. I. Production. *Field Crops Research*, 44: 1-11.
- BOOYSEN, P.V.; NELSON, C.J. (1975) . Leaf area and carbohydrate reserves in regrowth of tall fescue. *Crop Science*, 15 : 262 - 266.
- BOURBOUZE, A.; DONADIEU, P. (1987) . L'Élevage sur parcours en régions méditerranéennes. *Options Méditerranéennes*, 92 pp.
- BOUTONNET, J.P. (1986). Le Role Economique et Social du Mouton dans le Monde. Bicentenaire de la Bergerie Nationale, Rambouillet, 29 - 30 Avril, 17 pp.
- BRAUDEL, F. (1987) .*Il Mediterraneo*. Bompiani, Milano, 282 pp.
- BRINK, G.E.; MARTEN, G.C (1986b) . Barley *Vs.* oat companion crops: II. Influence on alfalfa persistence and yield. *Crop Science*, 26 : 1067-1071.
- BRINK, G.E.; MARTEN, G.C. (1986b) . Barley *Vs* oat companion crops: Forage yield and quality response during alfalfa establishment. *Crop Science*, 26: 1060 – 1067.
- BROPHY, L.S.; HEICHER, G.H.; RUSSELLE, M.P. (1987) . Nitrogen transfer from legumes to grass in a systematic planting design. *Crop. Sci.*, 27 : 753 - 758.

- BROUCKMAN, J.S.; ROPE, C.M.; STEVENS, M.T. (1971) . A mathematical relationship between nitrogen input and output in cut grass swards. *J. Br. Grassland Soc.*, 26: 75 - 77.
- BROUGHAM, R.W. (1958) . Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. *Austr. J. Agric. Res.*, 9 : 43 - 52.
- BROUGHAM, R.W. (1959) . Pasture establishment and management . Sheep farming. Annual 1959, p. 95 - 103.
- BROWN, A.R.; ALMODARES, A. (1976) . Quantity and quality of triticale forage compared to other small grains. *Agronomy Journal* ., 68: 264 - 266.
- BULA, R.J.; SMITH, D.; MILLER, E.E. (1954) . Measurement of light beneath a small grain companion crop as related to legume establishment. *Bot. Gaz.*, 115: 271 - 278.
- BURTON, G.W.; PRINE, G.M. (1958) . Forage production of rye, oats and ryegrass as influenced by fertilization and management. *Agronomy Journal*, 50 : 260 – 262.
- CALDWELL, M.M. (1987) . Plant architecture and resource competition. *Ecol. Studies*, 61 : 164 - 179.
- CAMPS, G. (1960) . Massinissa sur les débuts de l'histoire, *Libyca* (Alger), VIII, 1er sem. 1960, 320 pp.
- CANCELA D'ABREU, M. (1992) . Valor Alimentar de Três Pastagens Anuais para Ovinos. Dissertação apresentada à Universidade de Évora para obtenção do Grau de Doutor em Ciências Agrárias, 340 pp.
- CANCELA D'ABREU, M.; FREITAS, M.B. (1988) . O valor nutritivo dos restolhos de aveia na alimentação de ovinos. *Pastagens e Forragens*, 9 (2) : 103 - 110.
- CANNELL, R.Q.; JOBSON, H.T. (1968) . The relationship between yield and digestibility in spring varieties of barley, oats, and wheat after ear emergence. *Journal Agric. Sci. (Camb.)*, 71 : 337 - 341.

- CARBERRY, P.S.; MUCHON, R.C. (1992) . A simulation model of Kenaf for assisting fibre industry planning in northern Australia. 3. Model description and validation. *Austr. J. Agric. Res.*, 43 : 1527 – 1545.
- CARDOSO, J. CARVALHO; BESSA TEIXEIRA; MARADO BRANCO (1973) . Carta dos Solos de Portugal (1 : 1000 000). *Agronomia Lusitana* vol. XXXIII - Tomos I - IV , p. 481 - 602.
- CARMI, A. (1993) . Effects of root zone restriction on amino acid status and beanplant growth. *J. Exp. Bot.* , 44 : 1161 - 1166.
- CARMI, A.; B. HEUR (1981) . The role of roots in control of bean shoot growth. *Ann Bot. (London)*, 48 : 519 - 527.
- CARNIDE, VALDEMAR.; FERREIRA, A.M.; DIAS-DA-SILVA A.; PINTO, H. G. (1981) . O triticales como cereal forrageiro. Resultados de dois anos de ensaio. *Pastagens e Forragens*, 2 : 89 - 97.
- CARNIDE, VALDEMAR; PINTO, H.G.; FERREIRA, MASCARENHAS (1991) . Avaliação do potencial forrageiro do triticales em comparação com outros cereais. I. Corte ao emborrachamento. *Pastagens e Forragens*, 12 : 49 - 59.
- CARTER, E.D. (1983) . Report on short-term staff assignment at the Universidade de Évora, April - May 1983, 24 pp.
- CARTER, E.D.; DAY, H.R. (1970) . Interrelations - hips of stocking rate and superphosphate rate on pasture as determinants of animal production. 1. Continuously grazed old pasture land. *Austr. J. Agric. Res.* , 21 : 473 - 491.
- CARVALHO, MÁRIO; BASCH; GOTTLIEB (1996) . Optimization of nitrogen fertilization. *In. Fertilizers and Environment*. C. Rodriguez-Barrueco (ed.), p. 195 - 198.
- CARVALHO, R.; SERRANO, J. EFE, (1988) . Estudo da tecnologia e valor alimentar de silagens em sacões de plástico. Comunicação apresentada no I Congresso dos Engenheiros Zootécnicos, Évora, 1988.

- CARVER, B.F.; KRENZER, Jr., EG; WHITMORE, W.E. (1991) . Seasonal forage production and regrowth of hard and softred winter wheat. *Agronomy Journal*, 83 : 533 – 537.
- CASTRI, FRANCESCO di (1981) . “Mediterranean - Type Shrublands of the World”. *Ecosystems of the World 11*. Ed. F. di Castris, D.W. Goodall, R.L. Spedit, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 1-52.
- CENPUKDEE, U.; FUKAI, S. (1992) . Cassava/legume intercropping with contrasting cassava cultivars. 2. Selection criteria for cassava genotypes in intercropping with two contrasting legume crops. *Field Crop Research*, 29 : 135 - 149.
- CENPUKDEE, U.; FUKAI, S. (1991) . Effects of nitrogen supply on cassava/pigeonpea intercropping with three contrasting cassava cultivars. *Fert. Res.*, 29 : 275 - 280.
- CENPUKDEE, U.; FUKAY, S. (1992a) Cassava/legume intercropping with contrasting. Cassava cultivars. 1. Competition between component crops under three intercropping conditions. *Field Crops Research*, 29 : 113 - 133.
- CHAUHAN, K.P.S.; BAJPAI, G.C. (1972) . Preliminary data on the yield performance and hexaploid triticales at high altitudes in the Kumaon hills. *Current Sci.*, 41 : 852-853.
- CHRISTENSEN, D. A. ; OWEN, B. D. ; STEACY, G. ; CROWLE, W. L. ; MTIMUNI, J. P. (1977). Nutritive value of whole crop silage made from seven cereal cultivars. *Can. J. Anim. Sci.*, 57 : 537 - 542.
- CHRISTIANSEN, S.T.S.; PHILIS, W.A. (1989). Spring and fall cattle grazing effects on components and total grain yield of winter wheat. *Agronomy Journal*, 81 : 145 - 150.
- CHUI, J.A.N.; SHIBLES, R. (1984) . Influence of spatial arrangements of maize on performance on an associated soybean intercrop. *Field Crop Research*, 8 : 187 – 198.
- CIHA, A.J. (1983) . Forage production of triticales. *Agronomy Journal*, 75 : 610 - 613.
- CLEMENTS, R.O.; DONALDSON, G. (1998) . A clover-cereal whole crop silage system for mixed farming. *Mixed Farming Systems in Europe. Workshop Proceedings*, Dronten, The Netherlands, p. 91 - 94.

- COCKS, P.S. (1973) . The influence of temperature and density on the growth of communities of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L. cv. Mount Barker). Austr. J. Agric. Research, 24 : 479 - 495.
- COFFMAN, F.A. (1961) . Oats and Oat Improvement. Madison, Wisc. The American Society of Agronomy Publ., 650 pp.
- COOKE, D.A.; BEACOM , S.E.; DAWLEY, W.K. (1965) . Reponse of 6 -year-old garss alfalfa pastures to N fertilizer in northeastern Saskatchewan. Can. J. Plant Sci., 48 : 167 - 173.
- CORBETT, J.L. (1969) . The nutritional value of Grassland Herbage. Cap. 17. *In*: International Encyclopedia of Food and Nutrition. Vol. 17. Nutrition of Animals of Agricultural Importance. Part. 2 (Ed. D. Cuthbertson). Perganon Press., p. 593-644.
- COUTTS, J.H.; NELSON, C.J.; ZARROUGH, K.M. (1984) . Seasonal changes in carbohydrate content and stembase weight of tall fescues genotypes. p . 101 - *In* Agronomy abstracts. ASA, Madison.
- CRESPO, DAVID G. (1975) . Factores Elementares do Sequeiro do Sul - “Prados Temporários e Permanentes”. INIA, OEIRAS, Agro.1975, 99 pp.
- CRESPO, DAVID G. (1975) . Problems and potentialities od pastures and forage production in Portugal. 6th General Meeting of the European Grassland Federation. Madrid. April-May 1975.
- CRESPO, DAVID G. (1978) . O interesse do triticales como planta forrageira. Melhoramento vol., 27 : 295 - 305.
- CRESPO, DAVID G. (1980) . Problems and potentialities of pasture and forage production in Portugal. Melhoramento, 26 : 151 - 176.
- CRESPO, DAVID G. (1986) . Portuguese Grasslands. Proceedings of the 11th General Meeting of the Grasslands Federation, Tróia, Maio 1986, p. 24 – 38.
- CRESPO, DAVID G. (1988) . Some reflections on the degradation and improvement of rangeland productivity in the ard and semi-arid region of North Africa and the Near East. Arab. Conf. on Rangeland Management, Damascus, 23 - 27 Oct., 11 pp.

- CRISTIENSEN, S. ; SVEJCAR, T. ; PHILLIPS, W. A. (1989). Spring and fall cattle grazing effects on components and total grain yield of winter wheat. *Agronomy Journal* , 81: 145 – 150.
- CROCKET, S.P. et al. (1952) . Results of winter grazing test 1951-1952. *Mississippi Agric. Exp. Sta. Cir.*, 175.
- CUTER, G.H.; PAVEZ D.; MULVEY, R.R. (1949). The effect of clipping to stimulate pasturing winter wheat on growth, yield and quality of the crop. *Agronomy Journal*, 41 : 169 - 173.
- DALAL, R.C. (1974) . Effects of intercropping maize with pigeon peas on grain yield and nutrient uptake. *Exp. Agric.*, 10 : 219 – 224.
- DAVIDSON, I.A.; ROBSON, M.J. (1985) . Effect of nitrogen supply on the grass and clover components of simulated mixed swards grown under favourable environmental conditions: II. Nitrogen fixation and nitrate uptake. *Ann. Bot.*, 55 : 697 - 703.
- DAVIDSON, J.L.; PHILLIP, J.R. (1958) . Light and pasture growth . *Symp. Climatology and Microclimatology*, Canberra, 1956, p. 181 – 187. (UNESCO : Paris.)
- DAVIDSON, J.L.; DONALD, C.M. (1958) . The growth of swards of subterranean clover with particular reference to leaf area. *Aust. J. Agric. Res.* 9 : 53 - 72.
- DAVIES, W.E.; A. GRIFFITH, G.; ELLINGTON, A.; (1966) . The assesment of herbage legumes varieties. II. *In Vitro* digestibility, water soluble carbohydrates, crude protein and mineral content of primary growth of clover and lucerne. *J. Agric. Sci., Camb.*, 66 : 351 - 357.
- DAVIES, W. E. ; DAVIES, R. O. ; HARVARD, A. (1960). The yields and composition of lucerne, grass and clover under different systems of management. III. The effect of nitrogen and frequency of cutting. *J. Br. Grassl. Soc.*, 8 : 149 – 168.
- DAVIS, J. H. C.; GARCIA, S. (1983) . Competitive ability and growth habit of *in* determinate beans and maize for intercropping. *Field Crop. Research*, 6: 59 -75.

- DAVIS, J.H.C.; WOOLEY, J.N. (1993) . Genotypic requirement for intercropping. *Field Crops Research*, 34 : 407 - 430.
- DAVIS, J.H.C.; WOOLEY, J.N.; MORENO, R.A. (1986) . Multiple cropping with legumes and starchy roots. *In* : C.A. Francis (Editor), *Multiple Cropping Systems*. Macmillan, New York, p. 133 - 160.
- De PUIS, G. (1983) . Influence of nitrogen fertilizer and row spacing of companion crop harvested as forage on the establishment of alfalfa. *Can. J. Plant Sci.*, 63 : 443 - 452.
- De WIT, C.T. (1960) . On competition. *Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen*. N° 66 : 8.
- De WIT, C.T.; TOW, P.G.; ENNIK G.C. (1966) . Competition between legumes and grasses. *Ag. Res. Rpts 687*. Inst. for Biological and Chemical Research on Field Crops and Herbage. Wageningen. Neth.
- DEAN, R.; ELLIS, J.E.; RICE, R.W.; BEMENT, R.E. (1975) . Nutrient removal by cattle from a short grass prairie. *J. Appl. Ecology*, 12 (1) : 25 - 29.
- DEMARQUILLY, C. (1970) . Évolution de la digestibilité et de la quantité ingérée des plantes entières d'avoine, de blé et d'orge entre le floraison et la maturation du grain. *Arm. Zootech.*, 19 (4) : 413 - 422.
- DEMARQUILLY, C. (1978) . Valeur alimentaire des forrages verts et leur utilization. III Congrès Mondial d'Alimentation Animale. Madrid, p. 384 - 401.
- DEMARQUILLY, C. (1982) . Valeur alimentaire des fourrages - Curso Superior de Produção Animal, CIHEAM - IAMZ – ZARAGOZA, 73 pp.
- DENTINHO, M.T.; PONCE, OLGA MOREIRA; COELHO, M. MADALENA; RAMALHO RIBEIRO, J.M.C. (1994). Valor alimentar do triticales forrageiro. *Pastagens e Forragens*, vol. 14/15 : 189 - 198.
- DEVUYST, A.; ARNOULD, R.; DELVAUX, R.; TIJSKENS, R.; FRANÇOIS, J. (1975) . Les céréales immatures sont-elles en fourrage interessant *Revue de l'Agriculture*, 28 (1) : 39 - 58.

- DONALD, C. M. (1963) . Competition among crop and pasture plants. *Advances in Agronomy*, 15 : 1 - 118. Acad. Press, N.Y.
- DONALD, C.M. (1951) . Competition among pasture plants. I. Intraespecific competition among annual pasture plants. *Austr. J. Agric. Res.*, 2 : 355 - 376.
- DONALD, C.M. (1954) . Competition among pasture plants. II. The influence of density on flowering, and seed production in annual pasture plants. *Austr. J. Agric. Res.*, 5 : 585 - 597.
- DONALD, C.M. (1958) . The interaction of competition for light and nutrients. *Austr. J. Agric. Res.*, 9 : 421 - 435.
- DONALD, C.M. (1968) . The breeding of crop ideotypes. *Enphytica*, 17 : 385 - 403.
- DONALD, C.M.; HAMBLIN, J. (1976) . The Biological yield and harvest index cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Advances in Agronomy*, 28 : 361 - 405.
- DORDIO, ANDRÉ M.; O'NEILL, J.F.; MONTEIRO, MAFALDA F. (1991) . Melhoramento de pastagens naturais. Resultados de um ensaio no Miocénico. *Pastagens e Forragens*, 12 : 115 - 125.
- DOYLE, C. (1988) . The economics of replacing grass with grass/clover. *In : The Grassland Debate : White clover versus applied nitrogen*. RASE/ADAS, Stoneleigh.
- DRAPALA, W. J. ; JOHNSON, C.M. (1961) . Border and competition effects in millet and sudan grass plots characterized by different levels of nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, 53 : 17 - 19.
- DROUSHIOTIS, D. N. (1984) . Effect of grazing simulation on forage hay and grain yields of spring barleys in a low rainfall environment. *Journal Agric. Sci. Camb.*, 103 : 587 - 594.
- DROUSHIOTIS, D.N. (1989) . Forage production from barley, oats and triticale under semi-arid conditions . *Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Nice, França, I.* p. 1519 - 1520.

- DUHALDE, J.M.; FORJAN, H. J. (1988) . Wheat sown in association with a forrage mixture. Effect on establishment, grain and forrage production. *Revista Argentina de Produccion Animal.*, 8, 1 : 25 - 31.
- DUNCAN, D.A.; REPERT, J. N.. (1961) . Even dry-fertilized ranges produce more meat. *Western Livestock J.* , 39 (35) : 15.
- DUNCAN, W.G. (1972) . Plant spacing, density orientation, and light relationships as related to different corn genotypes. Reprinted from Proc. 27th Annual Corn and Sorghum Research Conf. Am. Seed Trade Assoc., Nashington, Dc.
- DUNPHY, D.J.; HOLT, E.C.; McDANIEL, M.E. (1984) . Leaf area and dry matter accumulation of wheat following forage removal. *Agronomy Journal*, 76 : 871-874.
- DUNPHY, D.J.; Mc DANIEL, M.E.; HOLT, E.C. (1982) . Effect of forage utilization on wheat grain yield. *Crop Science*, 22 : 106 - 109.
- EAGLES, H.A.; LEWIS, T.D.; HOLLAND, R.; HASLE MORE, R.M. (1979) . Quality and quantity of forage from winter oats in the Mana. Watu. N.Z. *Journal of Experimental Agriculture*, 7 : 337 – 341.
- ELGABALY, M.M. ; WIKLANDER, L. (1949) . Effect of exchange capacity of clay mineral and acidoid content of plant on uptake of sodium and calcium by excised barley and pea roots. *Soil Science*, 67: 419 – 424.
- ENSMINGER, M.E.; OLENTINE, Jr C.G. (1978) . *Feeds & Nutrition – Complete*. 1417 pp. The Ensminger Publishing Company. USA.
- EPAC (1997) . Folheto de divulgação das variedades comercializadas. Empresa para Agroalimentação e Cereais, S.A. Lisboa, 1997.
- ERDMANN, M.H.; HARRISON, C.M. (1947) . The influence of domestic ryegrass and redtop upon the growth of Kentucky bluegrass and Chewing's fescue in lawn and turf mixtures. *J. Am. Soc. Agron.*, 39 : 682 - 689.
- ERIKSEN, F.I.; WHITNET, A.S. (1984) . Effects of solar radiation regime on growth and N₂ fixation of soybean, cowpea and bushbean, *Agron. Journal*, 76 : 529 - 535.

- ESPEJO DIAZ, M.J.; BERNARDO, I.; MONTERO, L. GARCIA BARRETO (1989) . The influence of some factors on the production of Mediterranean pastures. Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Nice, França, 1989. II. p. 1565 – 1566.
- ETHERINGTON, J.R. (1975) . Environment and Plant Ecology. John Wiley & Sons, Ltd. (edit.) 1975, 347 pp.
- EVANS, L.T.; WARDLAW, I.F. (1976) . Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. *Advances in Agronomy*, 28 : 301 – 359.
- FAIRES, E.W. (1941) . Experiments with annual crops and permanent pastures to provide grazing for dairy cows in the Sandhill region of the Southeast. U.S.D.A. Tech. Bul., 805.
- FAIREY, N.A. (1991) . Effects of nitrogen fertilizer, cutting frequency, and companion legume on herbage production and quality of four grasses. *Journal of Plant Science (Canadian)*, 71, 3 : 717 - 725.
- FAIREY, N.A.; LEFKOVITCH, L.P. (1990) . Herbage Production: Conventional Mixtures vs. Alternating Strips of Grass and Legume. *Agronomy Journal*, 82: 737 – 744.
- FISCHER, R.A. (1989) . Cropping systems for greater drought resistance. *In* F. W. Baker (Editor) *Drought Resistance in Cereals*. C.A.B. International, Wallingford, p. 201-211.
- FLANAGAN, T.R. ; WASHKO, J. (1950) . Spring grain characteristics which influence their value as companion on crops. *Agronomy Journal*, 42 : 460.
- FLOATE, M.J.S. (1970) . Mineralization of nitrogen and phosphorus from organic materials of plant and animal origin and its significance in the nutrient cycle in grazed upland and hills soils. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 25, 4, p. 295 - 302.
- FORDHAM, R. (1983) . Intercropping – what are the advantages? *Outlook Agric.*, 12 : 142 - 146.
- FRAME, J.; NEWBOULD, P. (1986) . Agronomy of white clover. *Advances in Agronomy*, 40 : 1 - 88.

- FRANCIS, C.A. (1989) . Biological efficiencies in multiple cropping systems. *Advances in Agronomy*, 42 : 1 - 42.
- FREYMAN, S.; BITTMAN, S. (1990) . Effect of companion crops on forrage establishment in south coastal British Columbia. *Canadian – Journal of Plant Science*, 70, 3, p. 777 - 784.
- FRIBOURG, H.A. (1973) . Summer annual grasses and cereals for forage. *In: "Forages"* 3th ed. Ed. E. Heath; D.S. Metcalfe and R.F. Barnes, The Iowa State University Press., p. 344 - 357.
- FUKAI, S.; SILSBURY, J.H. (1976). Response of subterranean clover communities to temperature. I. Dry matter production and plant morphogenesis. *Australian Journal of Plant Physiology*, 3 : 527 - 543.
- GARCIA del MORAL, L.F. (1992) . Leaf area, grain yield and yield components following forage removal in triticale. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 168 : 100 - 107.
- GARDNER, F.P.; ROGER, T. HAYDEN S (1956) . Seasonal and yearly production of annual winter grasses and grass – legume combinations for temporary winter grazing in Georgia. *Agronomy Journal* , 48 : 547 - 551.
- GARDNER, F.P.; WIGGANS, S.C. (1960) . Effect of clipping and nitrogen fertilization on forage and grain yields of spring oats. *Agronomy Journal*. Volume, 52 : 566 - 568.
- GARDNER, W.K.; BOUNDY, K.A. (1983) . The acquisition of phosphorus by *Lupinus albus* L. *IV*. The effect of interplanting wheat and wheat lupin on the growth and mineral composition of the two species. *Plant Soil*, 70 : 391 - 402.
- GENEST, J.; STEPPLER, H. (1973) . Effect of companion crops and their management on the undersown forage seedling environment. *Can. J. Plant Sc.*, 52 : 285 - 290.
- GOUDRIAAN, J. (1982) . Potential production processes. *In: F.W.T. Penning Vries H.H. van Laar* (Editors), *Simulation of Plant Growth and Crop Production*. Pudoc, Wageningen, p. 98 - 113.

- GRAY, B.; DRAKE M. ; COLBY, W.G. (1953) . Potassium competition in grass-legume associations as a function of root cation exchange capacity. *Soil Soc. Am. Proc.*, 17 : 235 - 239.
- GRIGG; D.B. (1974) . *The Agriculture Systems of the World. An Evolutionary Approach.* Cambridge Univ. Press., 358 pp.
- HADJICHRISTODOULOU, A. (1976) . Effect of genotype and rainfall on yield and quality of forage barley and wheat varieties in a semi-arid region. *Journal Agric. Sci. Comb.*, 87 : 489 - 497.
- HADJICHRISTODOULOU, A. (1984) . Performance of triticale in comparison with barley and wheat in a semi-arid mediterranean region. *Experimental Agriculture*, 20 : 41-51.
- HALVORSON, G.A.; BAUER, A. (1984) . Yield and botanical composition of a grass-legumes mixture on reclaimed land as affected by *N* and *P* fertilizer. *Agronomy Journal*, 76 : 355 – 358.
- HARPER, J. L. (1960) . Factors controlling plant numbers. p. 119-139. *In: The Biology of weeds* ed. J.L. Harper. Blackwell Sci. Pub., Oxford, 256 pp.
- HARPER, J.L., GAJIC, D. (1961) . Experimental studies of the mortality and plasticity of a weed. *Weed Res.*, 1 : 91 – 104.
- HARPER. JOHN L., (1961) . Approaches to the study of plant competition. *In: Mechanisms in Biological Competition. Symp. Soc. Exp. Biol. N° XV*, p. 1 - 268.
- HARPER, J.L. (1964) . The individual in the population *British Ecological Society Jubilee Symp.* A. Mac Fayden and P.J. Newbould (eds.), p. 149 - 158.
- HARPER, F. (1983) . *Principles of Arable Crop Production.* Granada Publishing Ltd. Great Britain, 336 pp.
- HARRIS, W.; RHODES, I. (1989) . Comparison of ryegrass – white clover competitive interactions in New Zealand and Wales. *XVI International Grassland Congress, Nice França.*

- HARWELL, R.L.; STRICKLAND, P.L.; JOBES R. (1976) . Utilization of winter wheat pasture in Oklahoma. Okla. Agricultural Exp. Stn. Res. Rep., p. 743.
- HAUDRICOURT, A.G. (1975) . La paille et la faucille, le poin et la faux. Ethnologie et histoire, forces productives et problemes de transition. Ed. Sociales Paris, p. 49-51.
- HAUDRICOURT, A.G.; HÉDIN, L. (1987) . L'homme et les Plantes Cultivées. Metailié, Paris, 281 pp.
- HAWKINS, A.F. (1982) . Light interception, photosynthesis and crop productivity. Outlook Agric., 11: 104 – 113.
- HAYNES, R.J. (1980) . Competitive aspects of the grass-legume association. Advances in Agronomy , 33 : 227 – 261.
- HEDGE, D.M.; SARAF S.C. (1982a) . Growth analysis of pigeon pea [*Cajanus Cajan* (L) Huth]. in pure and intercropped stands with different grain legumes in relation to phosphorus fertilization. J. Agron. Crop Science, 151: 49 - 61.
- HEDGE, D.M.; SARAF, S.C. (1978) . Effect of intercropping and phosphorus fertilization of pigeon pea on fertility status of soil. Indian Journal Agronomy, 23 : 372 - 373.
- HEDGE, D.M.; SARAF, S.C. (1982b) . Effect of intercropping and phosphorus fertilization on nitrogen, phosphorus and potassium concentration and uptake and productivity of pigeon pea [*Cajanus Cajan* (L) Huth] J. Agron. Crop Science, 151 : 302 - 314.
- HEGER; J.; EGGUM, B.O. (1991) . The Nutritional values of some high-yielding cultivars of triticale. Journal of Cereal Science, 14 : 63 - 71.
- HEICHEL, G. H. (1989) . Dinitrogen fixation and nitrogen transfer in temperate legume –grass communities. Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Nice, França, 1989. I. p. 131 – 132.
- HEICHEL, G.H.; HENJUM, K.I. (1991) . Dinitrogen fixation, nitrogen transfer and productivity of forage legume-grass communities. Crop Science, 31 : 202 - 208.

- HELENIUS, J.; JOKINEN, K. (1994) . Yield advantage and competition in intercropped oats (*avena sativa* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.): Application of the hyperbolic yield – density model. *Field Crops Research* ,37 (1994) : 85 – 94.
- HOEN, K.; HORAM, R. N. (1967) . Establishment of perennial pasture grasses under a cover crop in Mediterranean type environment. *Austr. J. Exp. Agric. An. Husb.*, 7 : 241 - 248.
- HOGLUD, J.M.; BROCK, J.L. (1978) . Regulation of nitrogen fixation in a grazed pasture. *N.Z.J. Agriculture Research*, 21 : 73 - 82.
- HOLLYDAY, R. (1956) . Fodder production from winter-sown cereals and his effect upon grain yield. *Field Crops Abstr.*, 9 : 129 – 135, 207 - 213.
- HOLT, ETHAN, C. (1961) . Growth behaviour and management of small grains for forage. *Agronomy Journal*, 54 : 272 - 275.
- HORIE, T.; UDAGAWA, T. (1970) . Canopy architecture and radiation environment within sunflower communities. In “Photosynthesis and Utilization of Solar Energy”, Report of Level III Experiments IIBP/PP, Tokyo.
- HORST, W.J.; WASCHKIES, C. (1987) . Phosphatversorgung von Sommerversen (*Triticum aestivum* L.) in Mischkultur mit weisser Lupine (*Lupinus albus* L.) *Pflanzenernahr. Bodenkd.*, 150 : 1 - 8.
- HUBERT, S. (1988) . Les pratiques agricoles et la transformation des terres: l’intensification de la production fourragère et des systemes d’élevage. *Atelier Agricole et Transformation des Terres*, Montpellier, 13 – 17 Juin, 22 pp.
- HUGUES, P. (1956) . Les fourrages annuels dans le midi de la France. *Bulletin Technique d’Information des Ingénieurs des Services Agricoles* N° 115, Dez. 1956, 15 pp.
- HULUGALLE, N.R; LAL, R. (1986) . Soil water balance of intercropped maize and cowpee grown in a tropical hydromorphic soil in Western Nigeria. *Agronomy Journal*, 77 : 86 - 90.

- HUME, I.D.; PURSER, D.B. (1975) . Ruminal and post-ruminal protein changes in sheep fed on subterranean clover. *Aust. Journal Exp. Agric. Anim. Husb.*, 8 : 295 - 300.
- INE (1978 a 1987) . *Estatísticas Agrícolas*. Ed. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa.
- IRRI (International Rice Research Institute),(1978) . Annual report for 1977. IRRI, Manila, Philippines.
- JAMRISKA, P. (1989) . Effect of sowing rate and harvest date of oats and barley undersown with lucerne on fodder yield. *Rostlinna – Vyroba.*, 35, 1 : 75 - 84.
- JAMRISKA, P.; SUROVCIK, J.; (1991) . Effect of undersowing lucerne into oats and barley on fodder yields. *Vedecke-Prae-Vyskumneho-Ustavu-Rastlinnej-Vyroby-v-Piest'anoch, - Krmoviny*, No. 23 : 17 - 28.
- JANSON, C.G.; KNIGHT, T.L. (1973) . Establishment of lucerne with cover crops under different soil moisture conditions. *Journal Exp. Agric.* , 1 : 243 – 251.
- JARRIGE, R. (1979) . Utilisation des paturages des milieux defavorisés: essai de conclusion. *INRA*, 10^e Journ. Grenier de Theix, p. 541 - 565.
- JARVIS, R.H.; HANLEY, F.; RIDG MAN, W.J. (1958) . The effect of leys on soil fertility. II. The effect of undersowing with grasses and legumes on the yield of a barley nurse crop. *Journal of Agric. Science*, 51 : 229 – 233.
- JENA, D.; MISRA, C. (1988) . Effect of crops geometry (row proportions) on the water balance of the root zone of a pigeonpea and rice intercropping system. *Exp. Agric.*, 24 : 385 – 391.
- JONES, H. G. (1976) . Crop characteristics and the ratio between assimilation and transpiration: *Jour. App. Ecol.*, 13 : 605 – 622.
- JONES, M.B.; WOODMANSEE, R.G. (1979) . Biogeochemical cycling in annual Grassland Ecosystems. *The Botanical Review*, vol. 45, 2 : 11 - 144.
- JUNG, G.A., . SHAFFER, J.A.; ROSENBERGER, J.L. (1991) . Sward dynamics and herbage nutritional value of alfalfa – ryegrass mixtures. *Agronomy Journal*, 83: 786 - 794.

- KANEMASU, E.T.; ARKIN, G.F. (1974) . Radiant energy and light environment of crops. *Agric. Meteorol.*, 14 : 211 - 225.
- KEATING, B.A.; CARBERRY, P.S. (1993) . Resource, capture and use in intercropping: solar radiation. *Field Crops Res.*, 34 : 273 - 301.
- KEATING, B.A.; EVENSON, J.P.; FUKAI, S. (1982) . Environmental effects on growth and development of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). 1. Crop development. *Field Crops Res.*, 5 : 271 - 281.
- KENDALL, W.A.; STRINGER, W.C. (1985) . Physiological aspects of clover p. 111-159. *In* N.L. Taylor (ed.) *Clover Science and Technology*. Agronomy Monogr. 25. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- KESSEL, C.; ROSKOSKI (1988) . Row spacing effects on N₂ – fixation, N – yield and soil – N uptake of intercropped cowpea and maize. *Plant Soil*, 111 : 17 - 23.
- KINIRY, J.R.; C.A. JONES; O'TOOLE, J.C., R.; BLANCHET, M. CABEL GUENEE; SPANEL, D.A. (1989) . Radiation-use efficiency in biomass accumulation prior to grain-filling for five grain-crop species. *Field Crop Research*, 20 : 51 - 64.
- KIRKHAM, M. B. (1982). Orientation of leaves of winter wheat planted in North-South or East-West rows. *Agronomy Journal*, 74 : 893 - 898.
- KLETER, H.J. (1968) . Influence of weather and N fertilization on white clover percentage of permanent grassland. *Neth. J. Agr. Sci.*, 16 : 43 – 52.
- KÖPPEN, W., (1923) . “Die Klimate der Erde”. De Gruyter, Berlin.
- KREBS, CHARLES J. (1978) . *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Second edition. Harper e Row (edit.), 678 pp.
- KURTZ, T.; MELSTED, S.W.; BRAY, R.H. (1952) . The importance of nitrogen and water in reducing competition between intercrops and com. *Agronomy Journal*, 44 : 13 - 17.
- KURTZ, T.; APPLEMAN, M.L.; BRAY, R.H. (1947) . Preliminary trials with intercropping corn and clover. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 11 : 349 – 355.

- KURTZ, T.; MELSTED, S.W.; BRAY, R.H.; BRELAND, H.L. (1952) . Further trials with intercropping of corn in established sods. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 16 : 282 – 285.
- KUSHWAHA, B.L.; DE, R. ??(1987) . Studies of mustard and chickpea grown in intercropping systems. *Journal Agric. Sci. Comb.*, 108 : 487 – 495.
- KUST, C.A. (1968) . Herbicide use in legume establishment. p. 55. *In Proc. North Central Weed Control Conf. Indianapolis, In 3-5 Dec. 1968. Midwest Printing Co. Fargo ND.*
- LAI, T.M.; LAWTON, K. (1962) . Root competition for fertilizer phosphorus as affected by intercropping. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 26 : 58 - 62.
- LANG, A.L.; PENDLETON, J.W.; DONGAN, G.H. (1956) . Influence of population and nitrogen levels on yield and protein and oil contents of nine corn hybrids. *Agronomy I.* 48 : 284 – 289.
- LANINI, W.T., ORLOFF, STEVE B.; VARGAS, RONDLAN; ORR, JACK P.; MARBLE, VERNE L.; GRATAN, STEPHAN R. (1991) . Oat Companion Seeding Rate Effect on Alfalfa Establishment, Yield and Weed Control. *Agronomy Journal*, 83 : 330 – 333.
- LANINI, W.T., STEVE B.; ORLOFF, RONDLAN VARGAS; ORR, JACK P. (1992) . Using oats as a companion crop in establishing alfalfa. *California Agriculture*, 46, 4 : 25 - 27.
- LAPEYRONIE, A. (1982) . *Les Productions Fourragères Méditerranéennes.* Maisonneuve et Larose, Paris 425 pp.
- LAWES, D, A.; JONES, D. I. H. (1971) . Yield nutritive value an ensiling characteristics of whole – crop spring cereals. *Journal Agric. Sci. Camb.*, 76 : 479 - 485.
- LE HOUÉROU, H.N. (1971) . Le Rôle de L'écologie Végétale dans les Études de Mise en Valeur de la Region Méditerranéenne. *Bull. Rech. Agron. Gembloux, Vol. ext.*, p. 68 - 87.

- LECOMTE, P.; P. PARACHE (1993) – The oats/peas mixture: a forage crop adapted to regions of medium altitude which can be used as a cover crop for an undersown forage crop. *Fourrages*, 134 : 211 - 216.
- LEDGARD, S.F. (1991) – Transfer of fixed nitrogen from white clover to associated grasses in sewards grazed by dairy cows, estimated using ^{15}N methods. *Plant and Soil*, 131 : 215 - 223.
- LHORCA, A.; RUIZ, M. (1987) . La Dehesa y la Transhumanica Actual. Seminario sobre Dehesas y Sistemas Agro-Silvo-Pastorales Similares. MAB Madrid.
- LOF, H. (1976) . Water use efficiency and competition between arid zone annuals, especially the grasses *Phalaris minor e Hordeum murinum*. *Agric. Res. Rep. (Versl. Landbouwk, Onderz.)* 853. Wageningen 109 pp.
- LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A. (1963) . Maximum crop productivity: An estimate. *Crop Science*, 3: 67 - 72.
- LÓPEZ-CASTAÑEDA, C.; RICHARDS, R.A. (1994) . Variation in temperate cereals in rainfed environments II . Phasic development and growth. *Field Crops Research*, 37 : 63 - 75.
- LORENZ, R.J.; ROGLER G.A. (1973b) . Growth rate of mixed prairie in reponse to nitrogen and phosphorus fertilization. *J. Range Manage.*, 26 : 365 – 368.
- LOSADA, M.; GRANDA, M. ACIAS; PRIETO, P.M. (1989) . Contribucion de Pratenses Anuales en la Explotacion de Pastos Naturales de la Dehesa Extremeña. II Reunião Ibérica de Pastagens e Forragens, Badajoz – Elvas. 1989.
- LOURENÇO, M.E.; CARVALHO, R.J.M. DE; PIMENTA DA SILVA, MARIA DE L.A. (1989) . Effects of fertilization and liming on the improvement of native pastures. *Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Nice, France, 1989*. I. p. 57 – 58.
- LUDLOW, M.M. (1978) . Light relations of pastures plants. p. 35-49. *In* WILSON (ed.) *Plant Relations in Pastures* CSIRO, Melbourne, Australia.

- LUTWICK, L.E.; A.D. SMITH (1977) – Yield and composition of alfalfa and crested wheat grass, grown singly and in mixture, as affected by N and P fertilizer. *Can. J. Plant Science*, 57 : 1077 – 1083.
- MAÇÃS, B.; CARNEIRO, J.PAULO; COUTINHO, J.; TAVARES DE SOUSA, M. (1993) . Melhoramento genético da aveia para usos múltiplos. Avaliação preliminar de um grupo de germoplasma da ENMP. Comunicação apresentada na XIV Reunião de Primavera da SPPF Braga, Abril de 1993.
- MACHADO, A.A.; WILLIAMS, W.A.; TUCKER, C.L. (1974) . Dry matter contribution on by cotiledons of lima beans and other epigral legumes. *Crop Science*, 14 : 90 -93.
- MAFF (1977). Energy allowances and feeding systems for ruminants. London, ed. Her Majesty's Stationery Office, 80 pp.
- MANGAN, J.L. (1982) . *In* : Thomson D.J.; BEEVER, D.E. and Grun, R.G., eds. Forage protein in ruminant animal production. Occasional Publication of British Society of Animal Production no. 6 Edinburgh, U.K. BSAP. p. 25 - 40.
- MANN, H.H.; BARNES, T.W. (1953) . The competition between barley and certain weeds under controlled conditions *Ann. Appl. Biol.*, 40 : 566 – 572.
- MARQUES DE ALMEIDA, J. (1975) . Os ferrejos na cultura de sequeiro. *In*: Fichas culturais, Vol. II. Curso de reciclagem de sequeiro, Oeiras, INIA, p. 5 - 40.
- MARTIN JAVATO, J.; GARCIA VILLACÓN, M. (1980) . Efects de la densidad de siembra y utilización del cereal asociado en la implantación del trébol subterráneo. XX Reunión Científica de la SEEP. Badajoz – ELVAS.
- MARTIN POLO, J.L.; BELLIDO, GARCIA I; RIVILLA, M. (1989) . Valor nutritivo de cereales de Invierno empleados como forraje en la zona Centro-Oeste de España. *Invest. Agri. Prot. Vegetal* , 4 (1) : 71 - 85.
- MARTIN, M.P.; SNAYDON, R.W. (1982) . Root and shoot interations between barley and field beans when intercropped. *J. Appl. Ecology*, 19 : 263 - 272.

- MARTIN, W.E. (1958) . Sulfur deficiency widespread in California soils. Calif. Agric., 12, (11) : 10 - 12.
- MASON, S.C.; LEIHENEN, D.E.; VORTS, J.J (1986a) – Cassava-cowpea and cassava-peanut intercropping. I. Yield and use efficiency. Agronomy Journal, 78 : 43 - 46.
- MATHER, K. (1961) – Competition and cooperation. Mechanisms in Biological Competition Soc. For Expt. Biol. Symp. IV. Academic Press, N.Y., 15 : 264 - 281.
- Mc DONALD, R.C.; STEPHEN, R.C. (1979) . Effect of sowing and harvesting dates on dry matter production of autumn – sown Tama ryegrass, ryecour and oats. N.Z. Journal of Experimental Agriculture, 7 : 271 - 275.
- Mc GOWAN, A.A. (1974) – Assignement termination report. (UNDP/FAO/INIA SPA 71/517).
- Mc GOWAN, A.A., WILLIAMS, W.A. (1973) . Factors affecting competition between subterranean clover and a barley cover crop. Aust. J. Exp. Agric. An. Husb., 13: 56 - 62.
- Mc KELL, C.M., C.A. GRAHAM e A.M. WILSON. (1960) . Benefits of fertilizing annual range in a dry year. Pacific Southwest Forest an Range Exp. Stn. Res. Note 172.
- MEIJER, W.J.M. (1978) . The influence of winter wheat cover crop management in first-year *Poa pratensis* L. and *Festuca rubra* L. seed crops. Journal of Agriculture Science, Netherlands, 35 , 4 : 529 - 532.
- MIDDLETON, K.R. (1973) . Estimation of the fertilizer rate for maintainning pasture production. N.Z. Soils News, 21 : 17 - 22.
- MIDMORE, D. J. (1993) . Agronomic modifiction of resource and intercrop productivity. Field Crops Research, 34 : 357 – 380.
- MIDMORE, D.J.; ROCA, J.; BERRIOS, D. (1988 a) . Potato (*Solanum spp*) in the hot tropics. V. Intercropping with maize and the influence of shade on tuber yields. Field Crops Research, 18 : 159 – 176.
- MILFORD, R.; MINSON, D.J. (1965) . Intake of tropical pasture species. Proc. 9 th International Grassland Congress. São Paulo, Brasil, p. 815 - 822.

- MILLER, Jr. J.C. JOOST, R.E.; HARRISON, S.A. (1993) . Forage and grain yields of wheat and triticale as affected by forage management practices. *Crop Science*, 33: 1070 - 1075.
- MILLER Jr., J.C., SCOTT, J.S., ZARY, K.W., O'HAIR, S.K. (1982) . The influence of available nitrate levels on nitrogen fixation in three cultivars of cowpea. *Agronomy Journal*, 74 : 14 – 18.
- MILNE, A. (1961) . Definition of competition among animals. In *Mechanisms in Biological Competition* Soc. For Expt. Biol. Symposia XV, Academic Press, 15 : 40 - 61.
- MILTHORPE, F.L. (1961) . The nature and analysis of competition between plants of different species. *Symposia Spc. For Expt. Biology*, 15 : 330 – 335.
- MINSON, D. J.; HARRIS, C.E.; RAYMOND, W.F.; MILFORD, R. (1964) . The digestibility and voluntary intake of S22 and H1 ryegrass, S170 tall fescue, S48 timothy, S215 meadow fescue and Germinal cockfoot. *J. Br. Grassl. Soc.*, 19 : 298 – 305.
- MONTERO, G.; SAN MIGUEL, A.; ALIA, R. (1991) . Estructura y Producción de los Alcornocales (*Quercus suber*. L.) del Sur de España. *Investigación Agrária. Sistemas y Recursos Forestales*, 0 : 69 - 74.
- MONTOYA, J. M. (1988) . Los Alcornocales. Ministerio de Agricultura. Manuales Técnicos del S.E.A. Madrid.
- MOOLANI M.K.; KNAKE, E.L.; SLIFE, F.W. SLIFE (1964) . Competition of smooth pigweed with corn and soybeans. *Weeds*, 12 : 126 - 128.
- MOOLANI M.K.; SLIFE, F.W. (1960) . The competitive effects of various intensities of pigweed on the development of corn and soybeans. *North Cent. Weed Control Conf. Proc.*, 17 : 26 - 27.
- MOOSO, G.D.; WEDIN, W.F. (1990) . Yield dynamics of canopy components in alfalfa – grass mixtures. *Agronomy Journal*, 82 : 696 – 701.
- MOREIRA, NUNO (1980) . *Cultura de Pastagens e Forragens*. UTAD, VILA REAL, 1980, 143 pp.

- MOREIRA, NUNO (1986) . A Aveia como Cultura Forrageira. Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Agrícola. UTAD, Vila Real, 1986, 213 pp.
- MOREIRA, NUNO (1986) . Produção de forragens e pastagens no sequeiro Mediterrânico. I. Produção de cultivares e consociações forrageiras anuais de sequeiro. Pastagens e Forragens, 4 : 9 - 24.
- MORESHET, S.; BRIDGES, C.B.; SMITH, D. S. Ne; HUANG, B., . (ANO)Agronomy Journal, 88 : 636 – 644.
- MORESHET, S.; HUANG, B.; HUCK, M. G. (1996) . Water permeability of roots, p. 659 – 678. *In* Waisel et al (ed.) Plant roots: The hidden half. 2nd ed. Marcel Dekker, New York.
- MOREY, DARREL; WALKER, M.E.; MARCHANT, W. H; LOWREY, R.A. (1969) . Small grain forage production and quality as influenced by rates of nitrogen : Research Bulletin, 70. University of Georgia. College of Agriculture Experiment Stations; Nov. 1969, 19 pp.
- MORRIS, G.C. (1938) . Germination studies of hullless seeds of canarygrass. Proc. Assoc. Off. Seed Analysts, 39 : 259.
- MORRIS, H.D.; GARDNER, F.P. (1958) . The effect of nitrogen fertilization and duration of clipping period on forage and grain yields of oats, wheat and rye. Agronomy Journal, 50 : 454 - 457.
- MORRIS, R.A.; GARRITY, D.P. (1993) . Resource, capture and utilization in intercropping: water: Field Crops Research, 34 : 303 - 317.
- MOUAT, C.H.; WALKER, T.W. (1959) . Competition for nutrients between grasses and white clover. I. Effect of grass species and nitrogen supply,. Plant and Soil, 11 : 30 – 40.
- MOUAT, M.C.H.; WALKER, T. W. (1959) . Competition for nutrients between grasses and white clover. Plant and Soil XI, nº1 : 41 - 52.
- MOULE, C. (1971) . Céréales. Paris, ed. La Maison Rustique – Librairie Agricole, Horticole, Forestière et Ménagère, 236 pp.

- MOYER, J.R. (1985) . Effect of weed control and a companion crop on alfalfa and sainfoin establishment, yields and nutrient composition. *Can. J. Plant Science*, 65 : 107 – 116.
- MYERS, R.J. K.; WOOD, I.M. (1987) . Food legumes in the nitrogen cycle of farming systems. In: E.S. Wallis and D.E. Byth (Editors),. *Food legume Improvement for Asian Farming Systems*. ACIAR Proceedings 18, ACIAR, Canberra, p. 46-52.
- NAGY, L. (1994) . Studies on sowing birdsfoot trefoil with companion crops. *Novenytermeles*, 43 , 3 : 243 - 251.
- NAHAL, I. (1977) . The Mediterranean Climate From a Biological Viewpoint. *In Ecosystems of the World*. 11. Mediterranean – Type Shrublands. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam – Oxford – New York 1981.
- NASS, H.G. et al (1975) . Effects of nitrogen application on barley, oats and triticale grown as forage. *Can. Journ. Plant. Sci.*, 55 : 49 – 53.
- NATARAJAN, M.; WILLEY, R.W. (1985) . The effect of row arrangement on light interception and yield in sorghum-pigeonpea intercropping. *J. Agric. Sci., Camb.*, 104 : 263 - 270.
- NATARAJAN, M.; WILLEY, R.W. (1980a) . Sorghum – pigeonpea intercropping and the effects of plants population density. I. Growth and yield. *Journal Agric. Sci. Camb.*, 95 : 51 - 58.
- NATARAJAN, M.; WILLEY, R.W. (1980b) . Sorghum - pigeonpea intercropping and the effects of plant population density. II. Resource use. *Journal Agric. Sci. Camb.*, 95: 59 - 65.
- NATARAJAN, M.; WILLEY, R.W. (1986) . The effects of water stress on yield advantages of intercropping systems. *Field Crop Research*, 13 : 117 - 131.
- NE SMITH, D.S.; RIDGES, D. G.; . BARBOUR, J.C. (1992) . Bell pepper reponses to root restriction. *J. Plant. Nutr.*, 15 : 2763 – 2776.
- NELSON, O.E., OHLOGGE, A.J. (1957) . Differential reponses to population pressunes by normal and dwarf lines of maize. *Sci.*, 125 : 1200.

- NICKEL, S.E., SIMMONS, S.R.; SHEAFFER, C.C.; RADOSEVICH, S.R. (1990) . Addition series approach to assessing competition in a small grain alfalfa companion crop community. *Crop Science*, 30 : 1139 - 1141.
- NORMAN, D.W. (1974) . Rationalising mixed cropping under indigenous conditions: The example of Northern Nigeria. *J. Devel. Studies*, 11 : 3 - 21.
- NUGENT, J.H.A.; MANGAN, J.L. (1978) . Rumen proteolysis of fraction 1 leaf protein, casein and bovine serum albumine. *Proc. Nutr. Soc.*, 37 : 48A.
- NUTTALL, W.F. (1980) – Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on a bromegrass and alfalfa mixture grown under two systems of pasture management. II. Nitrogen and phosphorus uptake and concentration in herbage. *Agronomy Journal*, 72 : 289 – 294.
- NUTTALL, W.F., COOKE, D.A.; WADDINGTON, J.; ROBERTSON, J.A. (1980) . Effects of nitrogen and phosphorus fertilizers on a bromegrass and alfalfa mixture grown under two systems of pasture management. I. Yield, percentage legume in sward and soil tests. *Agronomy Journal*, 72 : 295 – 298.
- ODUM, EUGENE PLEASANTS (1976) . *Fundamentos da Ecologia*. 2ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 595 pp.
- ODUM, EUGENE PLEASANTS (1983) . *Basic Ecology*. Saunders College Publishing. London, 613 pp.
- OFORI, F.; STERN, W.R. (1987) . Cereal legume intercropping systems. *Advances in Agronomy*, 41 : 41 - 90.
- OLEA, L.; PAREDES, J.; VERDASCA, P. (1989) . Características productivas de los pastos de la dehesa del S.O. de la Península Ibérica. *Pastagens e Forragens*, 10 : 147 – 172.
- ORLANDO, D.; RAMEAU, C. (1992). Des désherbages plus ciblés. *Cultivar*, nº 324. September 1992 : 34 - 36.
- OSBOURN, D.F. (1980) . The feeding value of grass and grass products. *In* “Grass, its production and utilization”. Ed. W. Holunes, Brit. Grass. Soc., p. 70 - 124.

- OSMAN, A., C:A. RAGÜSE e D.C. SUMMER (1977) – Growth of subterranean clover in a range soil as affected by microclimate and phosphorus availability. II. Laboratory and phytotron studies. *Agronomy Journal*, 69 : 26 – 29.
- OZANNE, P.G., PURSER D.B., HOWES, K.M. W.; SOUTHEY, I.N. (1976) . Influence of phosphorus content on feed intake and weight gain in sheep. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husbandry*, 16 : 353 – 360.
- PALMBLAD, I.G. (1967) . Experimental studies in interference in weedy plant species: Diss. Abstr., Sect. B 27 (9) : 3001 – B.
- PAPASTYLIANOU, I. (1990) . Reponse of pure stands and mixtures of cereals and legumes to nitrogen fertilization and residual effect on subsequent barley. *J. Agric. Sci. Camb.*, 115 : 15 - 22.
- PARDO, E. MUSLERA; GARCIA, C. RATERA (1984) . Praderas y Forrajes. Produccion y Aprovachamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 702 pp.
- PASCAL, J.A.; ROBERTSON, T.P.; LANGLEY, A. (1977) . Yield effects of regularly and irregularly saped, potato tubers. *Experimental Husbandry*, 32 : 25 - 33.
- PATIL, B.P.; PAL, M. (1985) . Investigations on growth, energy out put, chemical composition and mineral uptake by legumes intercropped with transplanted pearl millett. *Indian J. Agronomy*, 30 : 181 - 185.
- PENDLETON, J.W. (1957) – Effect of clover, row spacing, and rate of planting on spring oat yields. *Agronomy Journal*, 49 : 555 - 558.
- PENDLETON, J.W.; DUNGAN, G.H. (1953) . Effect of different oat spacings on growth and yield of oats and red clover. *Agronomy Journal*, 45 : 442 - 444.
- PEOPLES, M.B.; HERRIDGE, D.F. (1990) . Nitrogen fixation by legumes in tropical and subtropical agriculture. *Advances in Agronomy*, 44 : 155 – 223.
- PETERS, R.A. (1961) . Legume establishment as related to the presence or absence of an oat companion crop. *Agronomy Journal*, 53 : 195 – 198.

- PORQUEDOU, C., L. SULAS (1998) . Mediterranean grassland systems. Ecological Aspects of Grassland Management. 17th EG-F Meeting 1998.
- POYSA, V.W. (1985) . Effect of forage harvest on grain yield and agronomic performance of winter triticale, wheat and rye. Canadian Journal of Plant Science, 65 : 879-888.
- PRINS, W.H.; DILZ, K.; NEETESON. J.J. (1988) . Current recommendations for nitrogen fertilization within the EEC in relation to nitrate leaching. Proceedings of the Fertiliser Society. 276 pp.
- PUCKRIDGE, D.W.; C.M. DONALD (1967) – Competition among wheat plants sown at a wide range of densities. Aust. Journal Agric. Res., 18 : 193 – 211.
- PUMPHREY, F. V. (1970) . Semidwarf winter reponse to early spring clipping and grazing. Agronomy Journal, 62 : 641 – 643.
- PURSER, D.B. (1981) . Nutritional value of mediterranean pastures. In “Grasing Animals” (World Animal Science – B1) Ed. F.H. W. Morley, Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam, p. 159 – 178.
- QUEIROGA, M.R.; SERRANO, J.M. EFE; LOURENÇO, MARIA ERMELINDA (1998) . The triticale as compared to oats for forage. Ecological Aspects of Grassland Management. 17th EG-F Meeting 1998.
- QUEZEL, P. (1976) . Les Forêts du Pourtour Mediterranéen. Notes Techn. MAB, 2 : 9 - 23.
- QUINLIVAN, B.J. (1978) . El Trebol Subterráneo en el Sudoeste Español. Ministério de Agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, Produccion Vegetal, 27 pp. Madrid 1978.
- QUINTANA, J.; PRIETO, P.M. (1977) . Produccion de Forrajeras anuales en las zonas de secano en Extremadura. Com. XVII Reunión Científica S.E.E.P. Córdoba.
- QUINTANA, J.; PRIETO, P.M. (1982) . Possibilidades de aprovechamiento forrajero invernal de varios cereales y mezclas y sus efectos sobre la producción de primavera en Extremadura. Anales INIA. Série Agrícola, 17 : 31 - 47.

- RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.S. (1984) . Limiting factors and competition, p . 139 – 176. In Weed Ecology: Implication for vegetation management. John Wiley Sons, New York.
- RANELLS, NOAH N., MICHAEL G. WAGGER (1997) . Grass-legume bicultures as winter annual cover crops. *Agronomy Journal*, 89 : 659 - 665.
- RAO, M.R.; WILLEY, R.W. (1983b) . Effects of genotype in cereal/pigeonpea intercropping on the alfisols of the semi-arid tropics of India. *Exp. Agric.*, 19: 67-78.
- RAVICHANDRAN, P.K.; PALANIAPPAN, S.P. (1979) . Effect of intercropping on dry matter production and nutrient uptake in sorghum (CSH.5) under rainped condition. *Madras Agric. J.*, 66 : 222 - 229.
- RAYMOND, W.F. (1969) . The nutritive value of forage crops. *Advances in Agronomy*, 21 : 1 - 108.
- REDDY, M.S.; WILLEY, R.W. (1981) . Growth and resource use studies in an intercrop of pearl millet/growndnut: *Field Crops Research*, 4 : 13 - 24.
- REDDY, S.N.; REDDY, E.V.R.; REDDY, V.M.; REDDY, M.S.; REDDY, P.V. (1989) . Row arrangment in growndnut/pigeonpea intercropping. *Trop. Agric.*, 66 : 309-312.
- REDMON, LARRY.; HORN, GERALD W.; KRENZER, EUGENE G.; Jr.. DAVID, J. BERNARDO (1995) . A review of livestock grazing and wheat grain yield: boom or bust? *Agronomy Journal* , 87 : 137 – 147.
- REES, D.J. (1986a) . Crop growth, development and yield in semi arid conditions in Botswana. II. The effects of intercropping *sorghum bicolor* with *Vigna unguiculata*. *Exp. Agric.*, 22 : 169 – 177.
- REES, D.J. (1986b) . The effects of population density and intercropping with cowpea on the water and growth of sorghum in semi-arid conditions in Botswana. *Agric. Forest Metereol.*, 37 : 293 – 308.
- RHODES, I. ; MEE S.S. (1984) . White clovery ryegrass mixtures – clover / grass interactions. Report of the Welsh Plant Breeding Station for 1983, 43 pp.

- RHODES, I. ; NGAH. A.W. (1983) . Yielding ability and competitive ability of forage legumes under contrasting defoliation regimes. *In*: G.D. JONES, R.D. DAVIES (eds.), The physiology, genetics and nodulation of temperate legumes. Pitman, London, p. 77 - 88.
- RIBEIRO, ORLANDO (1972) – II Mediterraneo: ambiente e tradizione. Murcia, Milano, 190 pp.
- RITCHIE, J.T. (1980) . Climate and soil water. p. 1-23. *In* L.S. Murphy, E.C. DOLL, L.F. Welch (ed.) Moving up the yield curve: advances and obstacles. Am. Soc. Agron., Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wis. Spec. pub. N° 39.
- ROBERTS, J.L.; OLSEN, F.R. (1942) . Interrelationships of legumes and grasses grown in association. *Journal Am. Soc. Agron.*, 34 : 695 – 701.
- RODRIGUEZ BERROCAL, J. (1978) . Introduccion al Estudio y Valoracion de Recursos Forestales y Arbustivos para el Ciervo en el Area Ecologica de Sierra Morena. II: Evolución de los Principios Nutritivos Brutos. *Archivos de Zootecnia*, 27 (107) : 243 - 255.
- ROEBUCK, J.F. e J. TRENERRY (1978) – Precision drilling of cereals. *Experimental Husbandry*, 34 : 1- 11.
- ROMANO, A.M. (1987) . Triticale forrageiro e o seu potencial produtivo nas condições Alentejanas. *Pastagens e Forragens*, 8 (2) : 11 - 19.
- ROMANO, A.M. e VINTE UM, F.R. (1981) . Reacção de gramíneas e leguminosas de sequeiro quer estremes quer consociadas a níveis de adubação azotada. *Pastagens e Forragens*, 2 : 147 - 164.
- ROSSITER, R.C. (1966) . Ecology of the mediterranean annual – type pasture. *Advances in Agronomy*, 18 : 1 - 56.
- ROYO, C.; INSA, J.A.; BOUJENNA, A.; RAMOS, J.M.; MONTESINOS, E.; GARCIA del Moral, L.F. (1994). Yield and quality of spring triticale used for forage and grain as influenced by sowing date and cutting stage. *Field Crops Research*, 37: 161 - 168.

- ROYO, C.; MONTESINOS, E.; MOLINA-CANO.; SERRA, J. (1993) . Triticale and other small grain cereals for forage and grain in Mediterranean conditions. *Grass and Forage Science*, 48 : 11-17.
- ROYO, C.; TRIBÓ, F. (1997) . Triticale and barley for grain and for dual-purpose (forage+grain) in a Mediterranean-type environment I . Growth analyses. *Aust. Journal Agric. Res.*, 48 : 411 - 421.
- ROYO, C.; TRIBÓ, F. (1997) . Triticale and barley for grain and for dual-purpose (forage+grain) in a Mediterranean-type environment II .Yield, yield components, and quality. *Aust. Journal Agric. Res.*, 48 : 423 - 432.
- RU, Y.J. ; FORTUNE, J. A.; BELLOT, W. D. (1997) . Effect of cultivar, sowing time, and density on the growth of subterranean clover in winter. *Aust. J. Agric. Res.* ,48 : 977 - 987.
- SAKAI, K. (1961) . Competitive ability in plants: its inheritance and some related problems. *Mechanisms in Biological Competition*. Soc. For Expt. Biol. Symp. XV Academic Press. N.Y. , 15 : 245 - 263.
- SALGUEIRO, T.A. (1973) . A Contribuição das Azinheiras e Sobreiros para a Fertilidade do Solo. *Fundo de Fomento Florestal. Estudos* 1, 15 pp.
- SANGAKKARA. U.R.; ROBERTS, E. (1989) . Effect of interspecific competition on the development and early growth of grass species. *Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Nice, France, 1989*. I. p. 473 – 474.
- SANTHIRASEGARAM, K.; BLACK, J. N. (1965) . Agronomic practices aimed at reducing competition between cover crops and under sown pasture. *Herb. Abs.*, 35 : 221 - 225.
- SANTHIRASEGARAM, K.; BLACK, J. N. (1968) . The distribution of leaf area and light intensity within wheat crops differing in row direction, row spacing and rate of sowing; a contribution to the study of undersowing pasture with cereals. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 23 : 1 – 12.

- SCHMID, A.R.; BEHRENS, R. (1972) . Herbicides *Vs.* oat companion crops for alfalfa establishment. *Agronomy Journal*, 64 : 157 – 159.
- SEANEY, R.R. (1973) . Birdsfoot trefoil. 177 – 188. *In* Heath et al. (ed.) Forages; the science of grassland agriculture. 3rd Edition. Iowa State Univ. Press, Amer., I.A.
- SERRANO. J. EFE; ALMEIDA, JOSÉ AFONSO DE (1987) . Programa de Investigação e Desenvolvimento de Silagens para a Ovinicultura Alentejana. Universidade de Évora.
- SHAEFFER, C.C. (1989) . Effect of competition on legume persistence. *In* G.C. Marten et al (ed.) Persistence of forage legumes. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, p. 327 – 333.
- SHARROW, S.H. (1990) . Defoliation effects on biomass yield components of winter wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 70 : 1191 - 1194.
- SHARROW, S.H.; MOTAZEDIAN, I. (1987) . Spring grazing effects on components of winter wheat yield. *Agronomy Journal*, 63 : 52 - 56.
- SHIBLES, R.M.; WEBER, C.R. (1966) . Interception of solar radiation and dry matter production by various soya bean planting patterns. *Crop Science*, 6 : 55 - 59.
- SIMMONS, S.R., SHEAFFER, C.C.; RASMUSON, D.C.; STUTHMAN D.D.; NICKEL, S.E. (1995) . Alfalfa establishment with barley and oat companion crops differing in stature . *Agronomy Journal*, 87 : 268 - 272.
- SIMMONS, S.R.; MARTIN, N.P.; SHEAFFER, C.C.; STUTHMAN, D.D.; HAUGEN E.L.; SHIEFELBEINE T. (1992) . Companion crop forage establishment: Producer practices and perceptions. *J. Prod. Agric.*, 5 : 67 - 72.
- SIMPSON, J.R. (1965) . The transference of nitrogen from pasture legumes to an associated grass under several systems of management in pot culture. *Aust. J. Agric. Res.*, 16 : 915 - 926.
- SINCLAIR, T.R.; HORIE , T. (1989) . Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. *Crop Science*, 29 : 90 - 98.

- SING, S.; NARWALL, S.S.; CHANDER, J. (1988) . Effect of irrigation and cropping systems on consumptive use, water use efficiency and moisture extraction patterns of summer fodders. *Int. J. Agric.*, 6 : 76 – 82.
- SLAYTER, R.O. (1955) . Studies of the water relations of crop plants grown under natural rainfall in northern Australia. *Aust. J. Agric. Res.*, 6 : 365 – 377.
- SMITH, D.; NELSON, C.J (1969) . Growth of birdsfoot trefoil and alfalfa. I. Reponse to height and frequency of cutting. *Crop Science*, 7 : 130 – 133.
- SMITH, D.; LOWE, H.J.; STROMMEN, A.M.; BROOKS, G.N. (1954) . Establishment of legumes as influenced by the rate of sowing the oat companion crop. *Agron. Journal*, 64 : 157 – 159.
- SMITH, E.L. (1976) . The genetics of wheat architecture. p. 117-132. *In the Grasses and Grasslands of Oklahoma. Ann. Okla Acad. Sci. Pub. N° 6 The Samuel Roberts Noble Foundation, Ardmore, Okla.*
- SMITH, M.E.; ZOBEL, R.W. (1991) . Plant genetic interactions in alternative cropping systems: Considerations for breeding methods. *In: Plant Breeding and Sustainable Agriculture: Considerations for Objectives and Methods. Crop Science Society of America, Madison, WI, Special Publication, 18 : 57 - 81.*
- SOLTNER, DOMINIQUE (1988-1989) . *Tablets de calcul des rations, 20° edition. Collection Sciences et Techniques Agricoles.*
- SOWELL, W.F.; OHLROGGE, A.J.; NELSON, O.E. (1961) . Growth and fruiting of compact and Hy normal corn types under a high population stress. *Agronomy Journal*, 53 : 25 - 28.
- SPARROW, P.E. (1979) . The comparison of five reponse curves for representing the relationship between the annual dry-matter yield of grass herbage and fertilizer nitrogen. *Jour. Agric. Sci., Camb.*, 93 : 513 - 520.
- SPURWAY, R.A., HEDGES, D.A; WHEELER, J.L. (1976) . The quality and quantity of forage oats sown at intervals during autumn: effects of nitrogen and supplementary

irrigation. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 16 : 555 - 563.

STAHLER, L.M. (1948) – Shade and soil moisture as factors in competition between selected crops and field bindweed (*Convolvulus arvensis*) J. Amerc. Soc. Agron., 40 : 490 - 502.

STANSEL, R.H.; DUNKLE, P.B.; JANES, D.L. (1937). Small grains and ryegrass for winter pasture. Texas Agr. Exp. Sta. Bretl., 539 pp.

STERN, W.R. ; DONALD C. M. (1962) . Light relationships in grass clover swards. Aust. J. Agri. Res., 13 : 599 – 614.

STERN, W.R. (1993) . Nitrogen fixation and transfer in intercropping. Field Crops Res., 34 : 335 – 356.

STERN, W.R.; DONALD, C.M. (1962) . Light relationships on grass-clover swards. Aust. Journal Agric. Research, 13 : 599 - 614.

STEWART, J.I. (1983) . Crop yields and returns under different soil moisture regimes.: J. C. Hohnes and W.M. Talui (Editors), More food for Better Technology. FAO, Rome, p. 427 - 438.

SULC, R.M.; ALBRECHT, K.A.; CASLER, M.D. (1993) . Ryegrass companion crops for alfalfa establishment: I. Forage yield and alfalfa suppression. Agronomy Journal 85 : 1 : 67 -74.

TALAMUCCI, P.; CLAUDINE, CHAULET (1989) . Contraintes et évolution des ressources fouragères dans le Bassin Méditerranéen. XVI Congrès International des Herbages, Nice, France, p. 1731 - 1739.

TALBOT et al (1939) – Germination studies of holless seeds of canarygrass. Proc. Assoc. Off. Seed Analysts., p. 39 : 259 .

TALBOT, L.M.; SWIFF, L.W. (1965) . Production of wildlife in support of human populations in Africa. Proc. 9th Int. Grassl. Congre., 1355 - 1359 (São Paulo, Brasil).

- TESAR, M.B.; MARBLE, V.L. (1988) . Alfalfa establishment. In A.A. HANSON et al. (ed.), p. 303 - 332 – Alfalfa and alfalfa improvement. Agron. Monogr. 29, ASA, CSSA and SSSA. Madison, WI.
- THONSON, D.J. (1979) . Effect of the proportion of legumes in the sward on animal output. p. 101 - 109. In A.H. Charles and R.J. HAGGAR (ed.). Changes in sward composition and productivity. Ocasional symp. N° 10, Univ. of York, United Kingdom. 20-22 Sept. 1978. British Grassland Soc. Hurley, United Kingdom.
- THRASHER, F.P.; COOPER, C.S.; HODGSON, J.M. (1963) . Competition of forage species with Canada thistle, as affected by irrigation and nitrogen levels. Weeds, 11 : 136 – 138.
- THUNG, M.; COCK, J.H. (1979) . Multiple cropping cassava and filed beans: Status of present work at the International Centre of Tropical Agriculture (CIAT). In: E. Weber, B. Nestel and M. Campbell (Ditors), Intercropping with Cassava, Proc. Int. Workshop, Trivandum, India, 27 November – 1 December 1978. Series I DRC – 142 e, : 7 - 16.
- TILLEY, J.M.; TERRY, R.A. (1964) . The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sanfoin, as measured by an in vitro procedure. J. Br. Grassl. Soc., 19 : 363 – 372.
- TOW, P.G.; LAZENBY, A J.; LOVETT, V. (1997) . Effects of environmental factors on the performance of *Digitaria eriantha* and *Medicago sativa* in monoculture and mixture. Australian Journal of Experimental Agriculture, 37 : 323 - 333.
- TRENBATH, B.R. (1976) . Plant interactions in mixed crop communities. In: R.I. Papendick, P.A. Sanchez and G. B. Triplett (Editors), Multiple Cropping. American Society for Agronomy, Madison, WI, p. 57 – 81.
- TRENBATH, B.R. (1986) . Resource use by intercrops. In: C.A. Francis (Editor), Multiple Cropping Systems. Mc Millan, New York, p. 57 - 81.
- TRENBATH, B.R. (1993) . Intercropping for the management of pests and diseases. Field Crops Research., 34 : 381 - 405.

- TREVIÑO, J.; CABALLERO, R.; GIL, J. (1979) . Estudio comparado de la composición química, digestibilidad y valor energético de diferentes cultivares y poblaciones de veza. *Pastos*, 9, 2 : 140 - 149.
- TRINDADE, HENRIQUE; MOREIRA, NUNO (1987) . Importância da data de corte da aveia do tritcale e das suas consociações com ervilhaca para forragem Análise da evolução dos caules, folhas e órgãos reprodutores. *Pastagens e Forragens*, 8 (1), p. 85 - 98.
- TURNER, N.C.; JONES, M.M. (1980) . Turgor maintenance by osmotic adjustment: A review and evaluation. In: N.C. Turnur and P.J. Kramer (Editors). *Adaptation of Plants to Water and Hight Temperature Stress*. Wiley, New York, p. 87 - 103.
- ULYATT, M. J. (1973) . The feeding value of herbage. In "Chemistray and Biochemistry of Herbage". Ed. G.W. Buttlar, R.W. Bailay, Academic Press, London , p. 131-178.
- ULYATT, M. J. (1981) . The feeding value of temperate pastures. In : "Grazing Animals" (World Animal Science – B1/ Ed. F.H. W. Morley, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 125 - 141.
- VAN DIJK, G.E. (1973) . Het beoordelen van planten en families bij de veredeling van *Phleum pratense*. Agricultural Research Report, 788. (Pudoc: Wageningen, Netherlands).
- VAN SOEST, P.J. (1982) . *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & B Books Inc., Coevalis, Oregon, USA. 374 pp.
- VANDERMEER, J. (1989) . *The Ecology of Intercropping*. Cambridge Unievrsity Press, Cambridge, 237 pp.
- VILLAX, E.J. (1963) . *La Culture des Plantes Fourragères dans la Région Méditerranéenne Occidentale*. Ins. National de la Recherche Agronomic, Rabat, 641 pp.
- WADDINGTON, J.; BITTMAN, S. (1984) . Establishment and subsquent productivity of bromegrass and alfalfa seeded with an Argentine rapeseed companion crop in northeastern Saskatchewan. *Can. J. Plant Science*, 64 : 303 – 308.
- WAKEFIELD, R.C.; PEARSON, J.O. (1964) . Effects of herbicides and management factors on establishment of alfalfa seedings. p. 319 - 323. In *Proc. Northeast Weed Control*

Conference. Vol. 18 New York, N.Y. 8-10 Jan. 1964. University of Maryland Press. College Park..

WALKER, T.W.; ADAMS; A.F.R.; ORCHISTON, H.D. (1956) . Fate of labeled nitrate and ammonium nitrogen when applied to grass and clover grown separately and together. *Soil Sci.*, 81 : 339 – 351.

WALLACE, J.S.; BACHELOR, C.H.; DABEESING, D.N.; SOOPRAMANIEN, G.C. (1990) . The partitioning of light and water in drip irrigated plant cane with a maize intercrop. *Agric. Water Manage.*, 17: 235 - 256.

WARREN WILSON, J. (1969) . Maximum yield potential. *In: Proc. VIIth Colloquium. Int. Potash Inst., Bern., Switzerland*, p. 34 - 56.

WARWICK, S.I.; DBRIGGS (1978) . The genecology of lawn weeds. I. Population differentiation in *Poa annua* L. in a mosaic environment of bowling green lawns and flower beds. *New Phytol.*, 81 : 711 - 723.

WATSON, D.J. (1947) . Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties and within and between years. *Ann. Bot.*, 11 : 41 - 76.

WATSON, D.J.; WITTS, K.J. (1959) . The net assimilation rates of wild and cultivated beets. *Ann. Bot.*, 23 : 431 - 439.

WEEDA, W.C. (1970) . The effect of fertilizer N on the production of irrigated pasture with and without clover. *N.Z.J. Agric. Res.*, 13 : 896 - 908.

WEELER, J.L. (1968) . Major problems in winter grazing. *Herb. Abstr.*, 38 : 11-18.

WHAN, B.R., CARLTON, G.P. e ANDERSON, W.K., 1991. Potential for increasing early vigour in spring wheat. I. Identification of genetic improvements. *Aust. Journal Agric. Res.*, 42 : 347 – 361.

WHAVA, T. A.T. (1983) . Nutrient uptake by intercropped maize and cowpeas and a concept of nutrient supplementation index (NSI). *Exp. Agric.*, 19 : 263 - 275.

- WIESE, A.F.; VANDIVER, C.W. (1970) . Soil moisture effects on competitive ability of weeds. *Weed Science*, 18: 518 - 519.
- WIGHT, J.R.; . BLACK, A.L (1972) . Energy fixation and precipitation – use efficiency in a fertilized rangeland ecosystem of the Northern Great Plains. *J. Range Manage.*, 25 : 376 - 380.
- WILLEY, R.W. (1979a) . Intercropping – its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crop Abst.*, 32 : 1-10.
- WILLEY, R.W. (1979b) . Intercropping – its importance and research needs. Part 2. Agronomy and research approaches. *Field Crop Abst.*, 32 : 73 - 85.
- WILLEY, R.W., NATARAJAN, M., REDDY, M.S. (1983) – Intercropping studies with annual crops. *In: J. Nugent and M.O.'Connor (Editors), Better crops for Food. CIBA – Foundation, London, 14-16 September 1982. Pitman Books, London, England, p. 83 – 100.*
- WILLIAMS. O.B. (1963) . Stability in plant communities. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*, 29 : 154 -159.
- WILLIS, A.J. (1963) . Brautn Burrows: the effects on the vegetation of the addition of mineral nutrients to the dune soil. *J. Ecology*, 51 : 353 - 374.
- WILMAN, D. (1989) . The growth of white clover (*Trifolium repens*, L.) in field swards in Wales: A Review Proceedings International Grassland Congress, 16 : 1039 -1040.
- WINTER, S.R.; MURICK, J.T. (1991) . Grazed wheat grain yield relationships. *Agronomy Journal*, 83 : 130 – 135.
- WOLLENHAUPT, N.C.; BOSWORTH, A.H.; DOL, J.D.L.; UNDERSANDER, D.J. (1995) . Erosion from alfalfa established with oat under conservation tillage. *Soil Science Society of America Journal*, 59 , 2 : 538 – 543.
- WOODMANSEE, R.G. (1978) . Assitions an losses of N in grassland ecosystems. *Bio. Science*, 28 : 448 - 453.

- WOOLLEY, J.N.; LEPIZ I.; PORTES, R.; E CORTES, T. A.; VOSS, J., (1991) . Bean cropping systems in the tropics and then determinants. *In*: A. van SCHOONHOVEN and VOYAT Voyset (Editors), *Cminon Beans: Research for Crop Improvement*. CAB International/CIAT, Wallingford, UK, p. 707 - 736.
- WOOLLEY, J.N.; RODRIGUEZ, (1987) . Cultivar cropping system interactions in relay and row intercropping of bush beans with diferent maize plant types. *Exp. Agric.*, 23 : 181-192.
- ZADOKS, J.C. ; T.T. ; C.F. KONZAK (1974) . A decimal code for the growth stage of cereals. *Eucarpia Bulletin*, 7 : 42 - 52.
- ZIMDAHL, ROBERT, L. (1980) . Weed . Crop Competition. A review. *International Plant Protection Center (Eds)*. Oregon State University. Corvallis, Oregon 97331, USA. 196 pp.
- ZOBEL, RICHARD W. (1991) . Genetic control of root systems. *In Plant Roots. The Hidden Half*-Yoav Waisel, Amram Eshel e Uzi Kafkafi. (Editions), p. 27 - 38.

Anexos

Quadro 1. Ensaio de Espécies. Valores dos quadrados médios nas análises de variância relativas à produção a partir dos cereais.

Origem da Variação				
	ANO	ESPÉCIE	ANO X ESPÉCIE	ERRO
G.L.	3	2	6	24
1º Corte Inverno				
M.S. (kg/ha)	707828.81 ***	2229720.77 ***	113507.24 ***	11752.99
PB (%)	223.23 ***	48.40 ***	6.69	6.41
PB (kg/ha)	59775.96 ***	18250.95 ***	7779.68 ***	1098.44
DOMD (%)	45.84 **	19.42 *	4.23	5.93
EM (MJ/ha)	111610915.78 ***	37592714.25 ***	17868818.69 ***	1939606.69
Produção de Inverno				
M.S. (kg/ha)	6583569.24 ***	634765.69 ***	333100.16 **	97990.40
PB (%)	130.9 ***	19.82 ***	4.36	2.68
PB (kg/ha)	326892.78 ***	31445.46 ***	16764.22 **	5062.44
DOMD (%)	103.38 ***	21.05 **	2.6	4.97
EM (MJ/ha)	88299046.22 ***	84732840.44 ***	45174423 **	12423206.19
Produção de Primavera				
M.S. (kg/ha)	497091.39 ***	247446.06 ***	125135.12 **	37439.55
PB (%)	50.85 ***	16.89 ***	2.61	1.57
PB (kg/ha)	5100.39 ***	2376.54 **	1717.24 **	573.73
DOMD (%)	71.54 ***	43.06 ***	55.74 ***	4.81
EM (MJ/ha)	59505525.89 ***	30327369.08 ***	16530576.64 ***	4196805.72
Produção total				
M.S. (kg/ha)	3596163.08 ***	1629594.02 ***	591304.08 ***	119124.2
PB (kg/ha)	264579.19 ***	50061.32 ***	23981.51 ***	50707.87
EM (MJ/ha)	511859523.67 ***	211195136.69 ***	77166953.77 ***	16020149.89

* corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,1$

** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,05$

*** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,01$

Quadro 2. Ensaio de Espécies. Valores dos quadrados médios nas análises de variância relativas à produção a partir do trevo subterrâneo.

Origem da Variação

	ANO	ESPÉCIE	ANO X ESPÉCIE	ERRO
G.L.	3	3	9	36
1º Corte Inverno				
M.S. (kg/ha)	5825410.22 ***	134352.81 ***	57076.03 **	25213.67
PB (%)	16.68 *	5.32 **	2.60	1.24
PB (kg/ha)	305716.61 ***	9689.54 ***	3650.31 **	1291.94
DOMD (%)	7.7 *	29.84 ***	10.23 **	2.36
EM (MJ/ha)	814939171.73 ***	22795122.94 ***	8868718.1 **	3302861.78
Produção de Inverno				
M.S. (kg/ha)	4175832.79 ***	904044.35 ***	588771.13 ***	101909.26
PB (%)	36.73 ***	1.82	3.34 ***	0.92
PB (kg/ha)	193.516.88 ***	45356.35 ***	28836.74 ***	4731.98
DOMD (%)	16.2	12.98 **	7.49 *	3.85
EM (MJ/ha)	556492968.96 ***	132418669.54 ***	83102514.25 ***	14095775.31
Produção de Primavera				
M.S. (kg/ha)	19526602	612922.18 ***	471232.93 ***	105242.51
PB (%)	285.15 ***	2.39	7.67 ***	1.32
PB (kg/ha)	37038.85 ***	18907.83 ***	11810.19 ***	2977.57
DOMD (%)	282.86 ***	7.83	28.85 ***	8.84
EM (MJ/ha)	19754375.14	70770826.6 ***	51882087.17 ***	10956533.16
Produção total				
M.S. (kg/ha)	3969254.71 ***	288668.12 ***	1156638.11 ***	191226.13
PB (kg/ha)	129699.8 ***	120398.68 ***	48032.15 ***	6070.59
EM (MJ/ha)	414525670.31 ***	38543139602 ***	147552604.13 ***	23545997.66

* corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,1$ ** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,05$ *** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,01$

Quadro 3. Ensaio de Espécies. Valores dos quadrados médios nas análises de variância relativas à produção a partir do conjunto das duas espécies. (trevo subterrâneo + cereal).

Origem da Variação				
	ANO	ESPÈCIE	ANO X ESPÈCIE	ERRO
G.L.	3	3	9	36
1º Corte Inverno				
M.S. (kg/ha)	6757444.56 ***	414529.4 ***	126239.78 ***	4116348
PB (kg/ha)	421634.84 ***	26320.74 ***	6716.46 **	2563.41
EM (MJ/ha)	941140854.27 ***	68614862.39 ***	21127782.6 ***	5578316.7
Produção de Inverno				
M.S. (kg/ha)	13111160.71 ***	4474523.21 ***	421307.31 **	168777.53
PB (kg/ha)	634323.42 ***	186071.03 ***	19480.43 **	8424.3
EM (MJ/ha)	1777108843.54 ***	623657083.5 ***	51199711.5 **	20818741.5
Produção de Primavera				
M.S. (kg/ha)	37384.44 **	310609.52 *	698067.45 ***	135316.73
PB (kg/ha)	35787.22 ***	386.14	15110.85 ***	3241.01
EM (MJ/ha)	47084723.79 ***	37270712.04 *	80303167.92 ***	14444625.89
Produção total				
M.S. (kg/ha)	10815000.85 ***	6688052.73 ***	430957.96 *	212893.25
PB (kg/ha)	569533.42 ***	200959.83 ***	14008.24	8268.09
EM (MJ/ha)	1299792259.1 ***	895002995.93 ***	50737462.36 *	25785503.87
EMERGÊNCIA NO ANO SEGUINTE (nº plantas/m²)	555605.77 ***	6645.72	48621.28 ***	14081.68

* corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,1$

** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,05$

*** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,01$

Quadro 4. Ensaio de Densidades/Entrelinhas. Valores dos quadrados médios nas análises de variância relativas à produção a partir dos cereais.

Origem da Variação

	ANO	DENSI- DADE	ENTRE- LINHA	DENSIDADE X ENTRELINHA	ANO X DENSIDADE	ANO X ENTRELINHA	ANO X DENSIDADE X ENTRELINHA	ERRO
G.L.	1	1	1	1	1	1	1	30
1° Corte Inverno								
M.S. (kg/ha)	187375 ***	487428.5 ***	25438 *	157.7	13417	5698.5	16465	8815.6
PB (%)	2565.2 ***	0.992	3.4	25.1 ***	6.2 *	0.88.	1.6	1.7
PB (kg/ha)	3437.5 **	23950.3 ***	447.7	111.6	5529.8 ***	37.5	1350.4	564.2
DOMD (%)	0.041.	18.8 **	20 ***	15.4 **	8.0 *	0.607	2.8	2.6
EM (MJ/ha)	30254576.3 ***	74271776.3 ***	4718802 *	137174	927408	963900	3312752	1465153.5
Produção de Inverno								
M.S. (kg/ha)	343577.5 **	27797.00 ***	5229.2	7276.7	260632.7 *	273159.2 **	48.323.5	64144.6
PB (%)	1114.6 ***	10.2 **	0.255	13.3 **	1.96	0.775	0.585	1.852
PB (kg/ha)	88056.8 ***	86878.6 ***	0.880	605.6	20737.6 **	5622.5	2317.1	28224.9
DOMD (%)	0.017	14.85 **	12.9 **	7.44 *	10.17 *	4.5	0.500	2.497
EM (MJ/ha)	52245960 **	404399520.3 ***	1842400.3	1973163	44911352.1 **	444171544.1 **	6291560.1	9661166.4
Produção de Primavera								
M.S. (kg/ha)	16068416.3 ***	171841.3	40020.8	46004.1	150080.3	13266.8	31724.1	120067.8
PB (%)	7.13 **	3.152	0.092	0.317	0827	0677	1.162	1.295
PB (kg/ha)	217015.8 ***	4698.5	492.16	1939.29	4243.16	181.35	1632.16	1737.8
DOMD (%)	333.38 ***	17.885 *	59.63 ***	4.625	51.46 ***	5.535	0.200	4.734
EM (MJ/ha)	1642761901 ***	8810817.18	769880.2	4153045.02	7240863.52	21547.68	2988511.02	11280458.26
Produção total								
M.S. (kg/ha)	21113900.52 ***	43326909.18 ***	74182.68	16837.52	806786.02 *	166027.68	157896.02	250486.15
PB (kg/ha)	718290.86 ***	153645.85 ***	30949	134676	56620.19 **	7624.48	6952.12	7725.37
EM (MJ/ha)	2280935067 ***	532633563.0 ***	4994235.18	401319.18	882132.30 *	42241892.5	17954863.5	29889248.3

* corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,1$

** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,05$

*** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,01$

Quadro 5. Ensaio de Densidades/Entrelinhas. Valores dos quadrados médios nas análises de variância relativas à produção a partir do trevo subterrâneo.

Origem da Variação

	ANO	DENSI- DADE	ENTRE- LINHA	DENSIDADE X ENTRELINHA	ANO X DENSIDADE	ANO X ENTRELINHA	ANO X DENSIDADE X ENTRELINHA	ERRO
G.L.	1	2	1	2	2	1	2	50
Produção de Inverno								
M.S. (kg/ha)	17336136.75 ***	877637.95 **	62994.76	19507.73	1301179.61 ***	17977.24	79708.29	174903.28
PB (%)	311.66 ***	14.057 ***	4.805	0.823	3.397	0.109	1.475	2.368
PB (kg/ha)	1251203.8 ***	80248.23 ***	7048.8	2537.06	95077.13 ***	26888,89	6048.96	11785.62
DOMD (%)	67.28 **	73.05 ***	1.389	45528 *	25.315	5.014	73.773 ***	14.042
EM (MJ/ha)	2327484506 ***	95636834.7 **	5503456.05	276262.88	145861571.72 ***	1138540.5	1059728.16	21744326.32
Produção de Primavera								
M.S. (kg/ha)	79527.37	180903.38	4571.27	182381.19	11598.72	28151.69	202804.32 *	75926.123
PB (%)	806.681 ***	1.046	0.845	0.909	1.196	0.605	0.403	1.377
PB (kg/ha)	56213.04 ***	4712.42 *	0.889	4301.045 *	723.32	664.90	4661.74 *	1670.761
DOMD (%)	4576.055 ***	17.019	15.867	1.306	5.493	11.361	2.275	13.021
EM (MJ/ha)	108985387.3 ***	15650679.5	874062.34	13367680.2	2393238.18	3616705.12	20178809.54 *	6977328.65
Produção total								
M.S. (kg/ha)	15067304.9 ***	1737151 **	33626.92	142583.18	1203009.94 **	1136.05	11464.36	354156.13
PB (kg/ha)	776964.21 ***	120936.53 ***	6907.04	6276.65	79778.22 **	678.35	6279.96	16882.01
EM (MJ/ha)	1429172916 ***	172798050.6 **	1991010.12	16894332.38	131943588.3 **	695217.01	13473047.68	38250982.82

* corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,1$

** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,05$

*** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,01$

Quadro 6. Ensaio de Densidades/Entrelinhas. Valores dos quadrados médios nas análises de variância relativas à produção a partir do conjunto das duas espécies (trevo subterrâneo + cereal).

Origem da Variação

	ANO	DENSI- DADE	ENTRE- LINHA	DENSIDADE X ENTRELINHA	ANO X DENSIDADE	ANO X ENTRELINHA	ANO X DENSIDADE X ENTRELINHA	ERRO
G.L.	1	2	1	2	2	1	2	50
Produção de Inverno								
M.S. (kg/ha)	13577955.56 ***	3465803.37 ***	96155.73	8934.3	2232853.01 ***	314583.09	487.15	238475.24
PB (kg/ha)	651225.79 ***	84142.41 ***	4157.2	3180.11	246217.33 ***	17983.56	716.28	14865.07
EM (MJ/ha)	1792857100 ***	574141188.43 ***	11935683.68	2763827.93	274309240.7 ***	42174458.68	5340557.18	31404480.91
Produção de Primavera								
M.S. (kg/ha)	12640308.45 ***	2170386.30 ***	9146.28	85598.95	2638565.43 ***	68604.26	151892.87	119197.48
PB (kg/ha)	38182.78 ***	22512.46 ***	295.65	1102.66	28891.3 ***	1349.4	2864.58	2026.7
EM (MJ/ha)	1895134873. ***	235191933.2 ***	47689.01	504224.43	263732892.6 ***	4086464.01	17273845.85	10234241.13
Produção total								
M.S. (kg/ha)	16771.94	10037257.53 ***	164613.67	73380.25	9423362.38 ***	89372.88	135176.84	512508.34
PB (kg/ha)	35907.29	171633.81 ***	6664.54	5724.13	439740.09	9478.5	1315.94	21520.2
EM (MJ/ha)	1418208.68	1396859477.9 ***	104706.68	14789371.09	1019908352.1 ***	20003866.68	35578484.6	53439928.28
EMERGENCIA NO ANO SEGUINTE (plantas/m ²)	30173501 ***	2576.76	126924.01 *	7366.85	21502.18	36315.12	69285.04	39906.85

* corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,1$

** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,05$

*** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,01$

Quadro 7. Ensaio de Adubações. Valores dos quadrados médios na análise de variância relativa à produção dos cereais.

Origem da Variação

	ANO	AZOTO	FOSFORO	AZOTO X FÓSFORO	ANO X AZOTO	ANO X FÓSFORO	ANO X AZOTO X FÓSFORO	ERRO
G.L.	2	2	2	4	4	4	8	72
1º Corte Inverno								
M.S. (kg/ha)	2502049.34 ***	5871.09	61076.6 ***	5825.75	028	1.68	14880.46 *	8145
PB (%)	1837.81 ***	3.5	1.07	12.59 *	2.16	1.08	5.32	5.16
PB (kg/ha)	266678.06 ***	545.04	5820.46 ***	524.19	330.95	1766.54 *	1063.3	755.56
DOMD (%)	649.84 ***	14.04	3.18	9.15	2.32	20.39 **	10.48	6.3
EM (MJ/ha)	319993931.84 ***	548622.3	10533585.08 ***	665328.7	380340.5	3003132.5 *	2211894.46	1285991.98
Produção de Inverno								
M.S. (kg/ha)	12653182.51 ***	53679	135646.45	37087.90	18359.70	86854.56	153591.59	106500.24
PB (%)	941.14 ***	2.11	0.683	7.3 ***	1.29	0.718	2.38	2.03
PB (kg/ha)	927262.19 ***	3675.03	8858.78	3306.22	1269.97	5546.81	4866.33	4447.85
DOMD (%)	1100.48 ***	3.40	4.12	10.42 **	4.46	2.68 **	4.06	3.87
EM (MJ/ha)	1297260804.6 ***	77398968.3	170030101.45	6435170.62	3235896.83	12984730.73	22113438.38	14724416.2
Produção de Primavera								
M.S. (kg/ha)	7294337.53 ***	28438.08	31077.25	73595.33	16340.65	19162.53	24338.24	61397.22
PB (%)	112.17 ***	2.2 *	0.580	0568	1.07	0.848	0.252	0.816
PB (kg/ha)	74961.37 ***	394.7	240	720.26	159.54	322	271.34	702.59
DOMD (%)	920.02 ***	4.11	5.89	32.73 **	12.48	12.59	9.17	12.81
EM (MJ/ha)	723574134 ***	1535964.18	4358686	8000232.86	618844.98	2446972.44	2118924.5	6014601.79
Produção total								
M.S. (kg/ha)	25679274.36 ***	23276.58	109124.19	181141.32	21721.36	53.867.39	112864.06	231411.08
PB (kg/ha)	1356055.07 ***	2660.26	6977.15	5442.76	973.47	4246.44	4056.93	6903.05
EM (MJ/ha)	2702723305.53 ***	5619873.25	16034291.03	26220051.9	4085889.82	9286272.39	17801108.33	28994915.3

* corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,1$

** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,05$

*** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,01$

Quadro 8. Ensaio de Adubações. Valores dos quadrados médios na análise de variância relativa à produção do trevo subterrâneo.

Origem da Variação								
	ANO	AZOTO	FOSFORO	AZOTO X FÓSFORO	ANO X AZOTO	ANO X FÓSFORO	ANO X AZOTO X FÓSFORO	ERRO
G.L.	2	2	2	4	4	4	8	72
Produção de Inverno								
M.S. (kg/ha)	5907309.18 ***	616635.29 ***	9180.34	128827.15	1.57	0.9612	73603.36	85526.02
PB (%)	941.14 ***	2.11	0.683	7.3 ***	1.287	0.718	2.38	2.03
PB (kg/ha)	927262.19 ***	3675.03	8858.78	3306.22	1269.97	5546.81	4866.33	4447.85
DOMD (%)	1100.48 ***	3.397	4.121	10.42 **	4.46	10.38 **	4.06	3.87
EM (MJ/ha)	1297260804.6 ***	7398768.34	17003101.45	6435170.62	3235896.83	12984730.73	22113438.38	14724416.2
Produção de Primavera								
M.S. (kg/ha)	2846758.73 ***	164868.48	223551.59 *	152612.2	24979.13	105019.33	85494.32	912.79.72
PB (%)	571.2 ***	595 **	2.53	5.74 **	4.58 *	3.7	3.87 *	1.888
PB (kg/ha)	34644.04 ***	1877.90	212.51	2186	397.94	1125.76	1170.45	1481.47
DOMD (%)	1884.52 ***	5.08	50.65 ***	27.74 ***	78.28 ***	26.15 ***	8.84	6.92
EM (MJ/ha)	280794135.68 ***	11333897.1	23096587.37 *	11393757.1	1709750.82	7420977.98	7331897.4	7661226.81
Produção Total								
M.S. (kg/ha)	13633592.34 ***	1413018.4 ***	303383.90	500089.68	247694.79	270692.95	255598.02	273650.58
PB (kg/ha)	351910.48 ***	50184.73 ***	1784.62	14227.32	14565.3	3638.82	6636.55	7813.86
EM (MJ/ha)	1849249639.7 ***	151967318 ***	42640430.95	55371381.1	32402579.3	34297299	32321341.6	30090399.9

* corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,1$

** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,05$

*** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,01$

Quadro 9. Ensaio de Adubações. Valores dos quadrados médios na análise de variância relativa à produção do conjunto das duas espécies. (Trevo subterrâneo + cereal).

Origem da Variação								
	ANO	AZOTO	FOSFORO	AZOTO X FÓSFORO	ANO X AZOTO	ANO X FÓSFORO	ANO X AZOTO X FÓSFORO	ERRO
G.L.	2	2	2	4	4	4	8	72
Produção de Inverno								
M.S. (kg/ha)	1342541.23 **	420407.82	174028.93	275489.33	229869.8	179075.04	357547.65	292004.53
PB (kg/ha)	213089.19 ***	25419	10277.53	15606.24	16328.69	5711.85	11644.12	11661.59
EM (MJ/ha)	28330057.82	54476752.3	20281056.23	45691904.1	34378114.6	3800816.9	56796926.16	41842977.3
Produção de Primavera								
M.S. (kg/ha)	14815340.78 ***	178766.03	418145.19	406755.14	11583.35	40320.39	43207.63	225254.17
PB (kg/ha)	149542 ***	1906.79	3685.9	4826.97	398.23	585.05	550.23	3125.68
EM (MJ/ha)	1481368324.8 ***	9839836.73	47460643.12	35042654.2	2691389.95	2749802.63	3846689.59	20391380
Produção Total								
M.S. (kg/ha)	137265437.75 ***	1074047.58	537170.78	1206449.03	334131.33	376806.4	537227.11	829491.58
PB (kg/ha)	406759.06 ***	34646.18	9359.45	34281.19	21770.51	7529.12	15676.9	22019.16
EM (MJ/ha)	1504273688 ***	102978643. 2	76539255.56	145689726	45350611.4	57204437.4	77530012.8	98859655.2
EMERGÊNCIA NO ANO SEGUINTE (nº plantas/m ²)	773469.29 ***	93.51	51148.45	28331.83	8296.29	31183.98	13730.36	24021.86

* corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,1$

** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,05$

*** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,01$

Quadro 10. Ensaio de Frequência de cortes. Valores dos quadrados médios na análise de variância.

Origem da Variação				
	CORTE	CEREAL	CORTE x CEREAL	ERRO
G.L.	1	-	-	7
CEREAL				
M.S. (kg/ha)	63114 ***	-	-	2958.31
G.L	1	1	1	21
TREVO SUBTERRÂNEO				
M.S. (kg/ha)	211542.65	16561.96	55112	90921.67
G.L	1	1	1	21
CEREAL + TREVO SUBTERRÂNEO				
M.S. (kh/ha)	406508.86 **	343226.73 *	170075.63	82160.09
G.L	1	1	1	21
EMERGÊNCIA NO ANO SEGUINTE (n° plantas/m ²)	20000	15213.5	0	9568.45

* corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,1$

** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,05$

*** corresponde a diferenças significativas para $P \leq 0,01$