



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Necessidades de azoto da beldroega (*Portulaca oleracea* Linn.) cultivada em substrato

Ricardo José Vieira Santos

Orientação: Professor Doutor Rui Manuel de Almeida Machado

Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

Évora, 2014



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Necessidades de azoto da beldroega (*Portulaca oleracea* Linn.) cultivada em substrato

Ricardo José Vieira Santos

Orientação: Professor Doutor Rui Manuel de Almeida Machado

Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

Évora, 2014

“O que está feito, não está por fazer.”

Poeta popular.

Agradecimentos

A todos os Professores que contribuíram para a minha aprendizagem ao longo dos anos passados nesta Universidade.

Ao Professor Doutor Rui Manuel de Almeida Machado, pela disponibilidade e auxílio na orientação da dissertação, principalmente nos ensaios.

À Professora Doutora Isabel Alves-Pereira por me ter possibilitado a realização das análises químicas no Laboratório de Química, bem como ao Professor Rui Ferreira e às estudantes de Doutoramento Joana e Marta.

Ao Professor Doutor José Manuel Martins, pela possibilidade de conservar as amostras na ultracongelamento.

À D. Luiseta Palma e D. Maria das Dores, por todo o apoio prestado no Laboratório de Física do Solo da Mitra.

Aos colegas Tiago Campos, Carina Barcelos, Domingos Barreto e Ermelindo Enoque, pela companhia e ajuda ao longo do decorrer dos ensaios.

Aos restantes colegas de curso pelo convívio e bons momentos passados em conjunto.

Aos amigos Luís Teves e David Raphael pelos momentos proporcionados na cidade de Évora, ao amigo Rui Letras pela eterna companhia em momentos caricatos, ao amigo Ricardo Ferro pelos jogos de ténis que em muito contribuíram para o meu bom estado físico e mental. E a toda a restante “maltinha”.

À Universidade, e à cidade de Évora.

Resumo

De modo a conhecer a reacção da beldroega (*Portulaca oleracea* L.) ao azoto, efectuaram-se dois ensaios, com baixa (165 plantas/m²) e elevada (2200 plantas/m²) densidade de plantas, em ambiente protegido, nos quais foram testados os níveis de 0, 30, 60 e 90 kg N/ha, sendo analisados parâmetros de crescimento e desenvolvimento (altura, número de folhas, de caules e de flores, área foliar, e peso fresco e seco) e de carácter nutricional (teor de nitrato e de ácido oxálico).

No ensaio com baixa densidade de plantas, constatou-se que a reacção ao azoto iniciou-se entre os 28 e os 35 dias após sementeira, e utilizando o nível de 60 kg N/ha as plantas apresentaram potencial para produção de semente. No ensaio com elevada densidade, as plantas sujeitas ao nível de 60 kg N/ha apresentaram-se propícias à comercialização, aliando elevada produtividade (5057 g/m²) a teores de nitrato (92,9 mg/g de peso seco) e de ácido oxálico (1,8 mg/g peso seco) não prejudiciais à saúde do consumidor.

Palavras-chave: Viabilidade da semente; Níveis de adubação; Dias após sementeira; Nitrato; Ácido oxálico.

Nitrogen requirements of purslane (*Portulaca oleracea* Linn.) grown on substrate.

Abstract

In order to determine the reaction of the purslane (*Portulaca oleracea* L.) to nitrogen, two experiments were carried with a lower (165 plant/m²) and higher (2200 plant/m²) plant density, in a protected environment, and were tested the levels 0, 30, 60 and 90 kg N/ha, and analyzed parameters of growth and development (height, number of leaves, stems and flowers, leaf area, and fresh and dry weight) and nutritional status (nitrate and oxalic acid).

In experiment with lower plant density, was observed that nitrogen reaction started between 28 and 35 days after sowing, and using the level of 60 kg N/ha the plants showed potential for seed production. In experiment with high plant density, plants subjected to level of 60 kg N/ha showed potential for commercial exploration, characterized by a high productivity (5057 g/m²) and levels of nitrate (92.9 mg/g dry weight) and oxalic acid (1.8 mg/g dry weight) which are not harmful to consumer health.

Keywords: Seed viability; Fertilization levels; Days after sowing; Nitrate; Oxalic acid.

Índice

Resumo	V
Abstract.....	VII
Índice de figuras	XI
Índice de tabelas	XIV
Índice de equações.....	XV
Lista de anexos	XVI
1. Introdução	1
2. Revisão bibliográfica	3
2.1 – Caracterização da planta	3
2.2 – Distribuição em Portugal e no Mundo	5
2.3 – Condições edafo-climáticas	6
2.4 – Utilizações	6
2.5 – Particularidades.....	7
2.6 – Composição nutricional	8
2.7 – Propriedades medicinais	13
2.8 – A produção de beldroega	15
2.8.1 – Sementeira.....	15
2.8.2 – Densidade de sementeira.....	15
2.8.3 – Germinação	16
2.8.4 – Métodos de cultivo	17
2.8.5 – Pós-colheita	17
2.8.6 – Comercialização	18
2.9 – O azoto	18
2.9.1 – Importância do azoto para as plantas	19
2.9.2 – Formas de azoto	20
2.9.3 – O azoto na beldroega.....	22
3. Material e métodos	24
3.1 – Ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.....	31
3.2 – Ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas	33
4. Resultados	40

4.1 - Ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas	40
4.2 - Ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.....	51
5. Discussão	59
6. Conclusão	68
7. Referências bibliográficas.....	70
Anexos.....	XIV

Índice de figuras

Figura 1 – <i>Portulaca oleracea sativa</i>	4
Figura 2 – Flor de beldroega.....	4
Figura 3 – Sementes de beldroega.....	5
Figura 4 – Beldroegas agrupadas para comercialização.....	18
Figura 5 – Estufa onde decorreram os ensaios de produção.....	24
Figura 6 – Semente utilizada nos ensaios.....	25
Figura 7 – Distribuição das caixas de Petri na bancada do laboratório.....	25
Figura 8 – Recipiente de cultivo	26
Figura 9 – Substrato utilizado.....	26
Figura 10 – Esquema ilustrativo do método e sistema de rega utilizado.....	27
Figura 11 – Pormenor de um difusor.....	27
Figura 12 – Disposição dos ensaios de produção.....	28
Figura 13 – Estação meteorológica (Helios Mini V400).....	28
Figura 14 – Medidor de pH (Micro pH 2000, Crison).....	30
Figura 15 – Medidor de CE (LF 330).....	30
Figura 16 – Aspecto do desenvolvimento das plantas no momento da transplantação para o local definitivo.....	31
Figura 17 – Distribuição das plantas no local definitivo.....	31
Figura 18 – Medidor de área foliar (LI-COR Model LI-3000, Lambda Instruments Corporation).....	32
Figura 19 – Amostras após maceração, folhas no tubo da esquerda e caules no tubo da direita.....	35
Figura 20 – Amostras após adição de água destilada para a extracção de nitrato.....	35
Figura 21 – Amostras em processo de filtração.....	35
Figura 22 – Pormenor de uma amostra em filtração.....	35
Figura 23 – Espectrómetro de absorção molecular (Thermo Scientific, Genesys 10S UV-VIS) utilizado nas leituras das absorvências.....	36
Figura 24 – Curva de calibração utilizada na determinação do teor de nitrato.....	37
Figura 25 – Oxaloacetate Assay Kit utilizado para determinação do teor de ácido oxálico.....	38
Figura 26 – Curva de calibração utilizada na determinação do teor de ácido oxálico.....	39
Figura 27 – Germinação em condições controladas após 96 h.....	40

Figura 28 – Germinação em condições de produção após 96 h.....	40
Figura 29 – Altura de planta (cm) obtida em cada tratamento ao longo do ciclo no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.....	41
Figura 30 – Número de folhas por planta obtido em cada tratamento ao longo do ciclo no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.....	42
Figura 31 – Número de caules por planta obtido em cada tratamento ao longo do ciclo no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.....	43
Figura 32 – Disposição dos caules na beldroega.....	43
Figura 33 – Número de flores por planta obtido em cada tratamento ao longo do ciclo no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.....	44
Figura 34 – Disposição das flores na beldroega.....	44
Figura 35 – Área foliar (cm ²) por planta obtida em cada tratamento no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.....	45
Figura 36 – Folhas de diversas dimensões que podem ser encontradas numa beldroega.....	45
Figura 37 – Aspecto das folhas e caules antes da secagem em estufa.....	47
Figura 38 – Aspecto das folhas e caules após secagem em estufa.....	47
Figura 39 – Senescência observada nas folhas mais velhas em plantas não adubadas.....	47
Figura 40 – Pormenor das folhas existentes junto das inflorescências.....	48
Figura 41 – Pormenor da alteração de coloração no caule.....	48
Figura 42 – Pormenor do aparecimento de um rebento na axila de uma folha.....	48
Figura 43 – Evolução do processo de abertura da flor de beldroega.....	49
Figura 44 – Imagens dos afídeos encontrados nas beldroegas.....	49
Figura 45 – Imagens aéreas da evolução do crescimento e desenvolvimento de plantas sujeitas ao nível de adubação de 60 kg N/ha no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.....	50
Figura 46 – Altura de planta (cm) obtida em cada tratamento no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas	51
Figura 47 – Número de folhas por planta obtido em cada tratamento no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas	51
Figura 48 – Número de caules por planta obtido em cada tratamento no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas	52
Figura 49 – Número de flores por planta obtido em cada tratamento no ensaio	

adubação azotada com elevada densidade de plantas.....	52
Figura 50 – Teor de nitrato obtido em cada tratamento no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas	54
Figura 51 – Diferença de coloração entre tubos de ensaio contendo água, folhas e caules, respectivamente da esquerda para a direita, após a etapa de filtração durante a análise ao teor de nitrato.....	54
Figura 52 – Teor de ácido oxálico obtido em cada tratamento no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas	55
Figura 53 – Beldroega sujeita ao nível de 90 kg N/ha, evidenciando o alongamento do caule.....	56
Figura 54 – Beldroegas sujeitas ao nível de 90 kg N/ha, agrupadas para comercialização.....	56
Figura 55 – Beldroegas ao início do dia, evidenciando as folhas fechadas.....	57
Figura 56 – Imagens aéreas da evolução do crescimento e desenvolvimento de plantas sujeitas ao nível de 60 kg N/ha no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.....	57

Índice de tabelas

Tabela 1 – Classificação científica da beldroega.....	3
Tabela 2 – Composição da beldroega em compostos benéficos para a saúde humana.....	10
Tabela 3 – Concentrações dos principais ácidos gordos e anti-oxidantes encontrados em beldroega e sua comparação com o espinafre.....	12
Tabela 4 – Composição da beldroega em compostos maléficos para a saúde humana.....	12
Tabela 5 – Propriedades medicinais existentes na beldroega.....	14
Tabela 6 – Cálculos das adubações relativas a cada tratamento.....	29
Tabela 7 – Valores de adubo comercial aplicados por recipiente de cultivo ao longo do ensaio.....	30
Tabela 8 – Valores de pH e CE de cada solução de adubação.....	30
Tabela 9 – Pesos fresco e seco e percentagem de matéria seca das plantas produzidas no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.....	46
Tabela 10 – Pesos fresco e seco e percentagem de matéria seca das plantas produzidas no ensaio adubação azotada com elevada densidade de planta.....	53

Índice de equações

Equação 1 – Equação da recta de regressão linear ajustada para a curva de calibração do teor de nitrato.....	37
Equação 2 – Equação da recta de regressão linear ajustada para a curva de calibração do teor de ácido oxálico.....	39

Lista de anexos

Anexo 1 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes à contagem de sementes.

Anexo 2 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes à percentagem de germinação em condições controladas.

Anexo 3 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes à percentagem de germinação em condições de produção.

Anexo 4 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições de temperatura e humidade durante o período de dia, no decorrer do teste à percentagem de germinação em condições de produção.

Anexo 5 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições de temperatura e humidade durante o período de noite, no decorrer do teste à percentagem de germinação em condições de produção.

Anexo 6 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições da altura de planta efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 7 – Comparações de pares resultantes do ajustamento de Bonferroni, obtidas no SPSS referentes às medições da altura de planta efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 8 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às contagens do número de folhas efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 9 – Comparações de pares resultantes do ajustamento de Bonferroni, obtidas no SPSS referentes às contagens do número de folhas efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 10 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às contagens do número de caules efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 11 – Comparações de pares resultantes do ajustamento de Bonferroni, obtidas no SPSS referentes às contagens do número de caules efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 12 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às contagens do número de flores efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 13 – Comparações de pares resultantes do ajustamento de Bonferroni, obtidas no SPSS referentes às contagens do número de flores efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 14 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes à área foliar, mensurada após a colheita das plantas do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 15 – Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes à área foliar, mensurada após a colheita das plantas do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 16 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes aos pesos fresco e seco das folhas, mensurados após a colheita das plantas do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 17 – Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes aos pesos fresco e seco das folhas, mensurados após a colheita das plantas do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 18 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes aos pesos fresco e seco dos caules, mensurados após a colheita das plantas do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 19 – Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes aos pesos fresco e seco dos caules, mensurados após a colheita das plantas do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 20 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições de temperatura e humidade durante o período de dia, no decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 21 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições de temperatura e humidade durante o período de noite, no decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Anexo 22 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições da altura de planta obtida no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 23 – Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes à altura de planta obtida no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 24 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes ao número de folhas obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 25 – Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes ao número de folhas obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 26 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes ao número de caules obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 27 – Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes ao número de caules obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 28 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes ao número de flores obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 29 – Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes ao número de flores obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 30 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes aos pesos fresco e seco obtidos no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 31 – Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes ao peso fresco obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 32 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes ao teor de nitrato obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 33 – Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes ao teor de nitrato obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 34 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes ao teor de ácido oxálico obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 35 – Comparações de pares resultantes do ajustamento de Bonferroni, obtidas no SPSS referentes ao teor de ácido oxálico obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 36 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições de temperatura e humidade durante o período de dia, no decorrer do ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Anexo 37 – Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições de temperatura e humidade durante o período de noite, no decorrer do ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

1. Introdução

A beldroega (*Portulaca oleracea* Linn.) é uma planta anual, da família Portulacaceae (Cros *et al.*, 2007), que habita diversas áreas do Mundo, devendo o seu nome ao Latim *Portula*, que significa porta pequena, alusivo à forma de deiscência das sementes, e *olera*, que significa vegetal. Consoante a língua, é conhecida como verdolada (Espanhol), purslane (Inglês), pourpier (Francês), portulak (Alemão), entre outros. A beldroega é uma planta comestível, bastante utilizada para consumo, quer humano, quer animal, bem como em usos medicinais, desde tempos antigos até à actualidade (Liu *et al.*, 2000).

Kays e Dias (1995), classificam a beldroega como um planta cultivada comercialmente, embora este ocorra apenas em pequena escala, maioritariamente na França e Holanda, iniciando-se mais recentemente nos Estados Unidos da América (Cros *et al.*, 2007), apesar de em muitas regiões do Mundo ser vista como uma infestante (Mitich, 1997), visão esta que tem sido alterada nos últimos anos, em parte devido ao reconhecimento desta planta como fonte de ácidos gordos ómega 3. Contudo, a beldroega tem sido estudada como infestante, existindo pouco conhecimento sobre o seu cultivo, e a influência deste na sua composição nutricional (Palaniswamy *et al.*, 2001a).

Existem variedades ornamentais e condimentares de beldroega, sendo as últimas bastante utilizadas como hortaliça, em sopas e saladas, no Mediterrânico e Ásia, apresentando as suas folhas e caules um sabor semelhante ao espinafre (Lim e Quah, 2007).

Segundo Bohm e Bohm (1996), existem duas sub-espécies de *Portulaca oleracea*, a *Portulaca oleracea silvestris* (alguns autores dão-lhe o nome de *Portulaca oleracea* variedade *oleracea*) e a *Portulaca oleracea sativa*, tendo esta distinção surgido na segunda metade do século XVI (d.C.), principalmente devido ao porte, prostrado na *silvestris*, e erecto na *sativa* (Uotila *et al.*, 2012).

Uma vez que a fertilização azotada contribui para o aumento da acumulação de ácidos gordos ómega 3 (Cros, 2007), e o azoto é o principal nutriente limitante ao bom desenvolvimento das plantas (Santos, 2012), este elemento assume um papel preponderante para a produção de beldroega, e conseqüentemente, o conhecimento de um plano de adubação adequado permitirá otimizar o cultivo desta planta.

Assim, a presente dissertação aborda a fertilização azotada, tendo como principais objectivos analisar a reacção das plantas ao azoto, determinar as necessidades de azoto da beldroega tendo em vista a sua produção comercial, e contribuir para o aumento do conhecimento sobre esta planta. Para o efeito, foram realizados dois ensaios de produção de beldroega em substrato, sendo cultivada a sub-espécie *Portulaca oleracea sativa*, de folha dourada, nos quais foram aplicados diferentes níveis de azoto. Para avaliar o efeito do azoto na planta, foram mensurados parâmetros de crescimento e desenvolvimento (altura, número de folhas, número de caules, número de flores, área foliar, peso fresco e peso seco), e de carácter nutricional (teor de nitrato e teor de ácido oxálico).

2. Revisão bibliográfica

2.1 – Caracterização da planta

A beldroega, cuja classificação científica apresenta-se na tabela 1, foi identificada por Carolus Linnaeus em 1753, e mais tarde, em 1875, Böhm identificou a sub-espécie *sativa* (Castroviejo, 1986-2012).

Tabela 1 – Classificação científica da beldroega.

Classificação científica	
Reino	Plantae (Plantas)
Divisão	Magnoliophyta (Plantas com flôr)
Classe	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Sub-classe	Caryophyllidae
Ordem	Caryophyllales
Família	Portulacaceae
Género	Portulaca L.
Espécie	<i>Portulaca oleracea</i> L.

Fonte: Adaptado de Cronquist (1981).

A beldroega sub-espécie *sativa* (Fig. 1) é uma planta anual que apresenta um porte erecto podendo alcançar os 50 cm de altura, sendo uma planta glabra, suculenta-carnuda, com caules verdes em jovem, e avermelhados em adulta, de folhas sésseis, obovadas e carnudas, flores sésseis, solitárias ou aglomeradas, axilares, possuindo 6 a 15 estames, e ovário semi-ínfero, com o estilete 3-6-fendido, que origina uma cápsula transversalmente deiscente, polispérmica (Coutinho, 1939).



Figura 1 – *Portulaca oleracea sativa*. Foto do autor.

O cálice é composto por duas sépalas, apresentando uma quilha quási alada, aderentes inferiormente ao ovário e sem a parte livre caduca, e a corola apresenta um tamanho duas vezes superior ao cálice, sendo formada por 4 a 6 pétalas, de coloração amarela (Fig. 2), levemente aderentes na base (Coutinho, 1939).



Figura 2 – Flor de beldroega. Foto do autor.

Quanto ao sistema radicular, a beldroega apresenta uma raiz fasciculada, não existindo na bibliografia consultada informações acerca desta parte da planta.

A beldroega produz um elevado número de sementes, e estas apresentam uma longa longevidade (Liu *et al.*, 2000). As sementes são de cor negra (Fig. 3) e reduzidas dimensões, encontrando-se no interior de uma cápsula que as liberta para o exterior quando completam a sua maturação, podendo uma só planta produzir até 10 000 sementes (Wenzel *et al.*, 1990).



Figura 3 – Sementes de beldroega. Foto do autor.

Segundo Grieve e Suarez (1997), a beldroega apresenta um elevado polimorfismo, existindo plantas com porte prostrado, semi-erecto e erecto, podendo este variar em função das condições de crescimento.

Existem dois tipos de beldroega no que diz respeito à coloração das folhas, a de folha dourada e a de folha verde, sendo as características de crescimento e desenvolvimento muito semelhantes.

2.2 – Distribuição em Portugal e no Mundo

A beldroega é a oitava planta com maior distribuição no Mundo (Simopoulos, 2004), no entanto, a sua origem não é consensual, pensando-se que tal terá ocorrido na Índia, Himalaias ou Rússia Central (Wenzel *et al.*, 1990), tendo-se distribuído um pouco por todo o Mundo, nomeadamente em diversas regiões da Europa, África, Ásia, América e Austrália (Stroescu *et al.*, 2012). No entanto, é na bacia do Mar Mediterrânico que a beldroega tem apresentado maior importância nas últimas décadas, quer ao nível da sua utilização, quer do seu cultivo.

Em Portugal, a beldroega ocorre um pouco por todo o país, com predominância no Sul, nomeadamente na região do Alentejo, surgindo no Verão, em locais com disponibilidade de água no solo.

2.3 – Condições edafo-climáticas

Em termos de solo, a beldroega é uma planta que não apresenta grandes condicionalismos, preferindo solos ricos em nutrientes e com boa disponibilidade de água, mas possui a capacidade de se desenvolver em solos áridos e salinos (Yazici *et al.*, 2007).

No que diz respeito às condições climáticas, a beldroega ocorre em regiões de clima temperado a tropical (Stroescu *et al.*, 2012), apresentando forte resistência à secura, que, segundo Wenzel *et al.* (1990), deve-se à sua composição em polissacarídeos.

2.4 – Utilizações

Em termos de alimentação humana, na orla do Mediterrânico, a beldroega é consumida principalmente como hortaliça (Erkan, 2012), podendo ser incorporada em saladas, juntamente com diversas outras plantas características desta região, fazendo parte da reconhecida forma de alimentação denominada por “Dieta Mediterrânica”, recentemente eleita Património Imaterial da Humanidade pela United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO). No entanto, em várias outras zonas do Mundo, a beldroega é utilizada de diversas formas, como em alguns países Asiáticos, onde a beldroega é consumida como hortaliça, mas também adicionada a sopas e saladas (Palaniswamy *et al.*, 2002), e mais concretamente na China é conhecida a utilização de beldroegas em sopas e chás, após submetidas a processos de secagem (Cai *et al.*, 2004).

Em Portugal, a beldroega é consumida um pouco por todo o país, com maior ênfase na região do Alentejo, onde entra na composição de pratos tradicionais, como a sopa de beldroegas.

As sementes de beldroega podem ser utilizadas para consumo humano, na medida em que, destas pode ser extraído um óleo com uma boa relação entre ácidos gordos ómega 6 e ómega 3, que pode, posteriormente, ser incorporado na alimentação humana (Stroescu *et al.*, 2012).

A beldroega pode desempenhar, futuramente, um papel importante na indústria agro-alimentar, uma vez que, Wenzel *et al.* (1990), ao analisarem as propriedades reológicas de extracto composto por polissacarídeos da parte aérea desta planta, constataram que, a viscosidade era elevada, mesmo à temperatura ambiente, o que pode permitir a utilização deste tipo de extracto em aplicações industriais, como aditivo alimentar, por exemplo em geleias.

A beldroega é uma planta a ter em conta para diversas outras utilizações, como a alimentação animal (Bosworth *et al.*, 1980), aquacultura (Simopoulos *et al.*, 1995 citados por Palaniswamy *et al.*, 2002), e fito-remediação (Kiliç *et al.*, 2008).

2.5 – Particularidades

A beldroega apresenta duas importantes particularidades. Uma delas é o facto de ser uma planta halófito, tolerando elevados níveis de sais no solo, sem no entanto, se verificar uma diminuição da sua produtividade, acumulando mesmo certos elementos nos seus tecidos, como o sódio e o cloro, pelo que, é uma planta com potencial para utilização em fito-remediação de zonas salinas (Kiliç *et al.*, 2008). Assim, a beldroega pode desempenhar um importante papel na remoção de sais do solo, nomeadamente sódio (Graifenberg *et al.*, 2003), quer em zonas fortemente contaminadas, possibilitando o posterior cultivo de outras espécies vegetais, quer em consociação com outras culturas em zonas já agricultadas, influenciando positivamente o desenvolvimento destas, como o exemplo relatado por Graifenberg *et al.* (2003), em que o cultivo de tomateiros consociado com beldroegas, em condições de excessiva salinidade, permitiu um aumento de 33% da produção de tomate, sendo este aumento resultante da remoção de sódio do solo por parte da beldroega. Segundo Kumamoto *et al.* (1990) citados por Grieve e Suarez (1997), a beldroega suporta valores de CE (condutividade eléctrica) de 6,3 dS/m, sem perda de produtividade, ocorrendo uma redução de 50 % do seu rendimento com valores de CE próximos de 11,5 dS/m, mas esta planta consegue completar o seu ciclo com um valor de CE de 28,5 dS/m (Grieve e Suarez, 1997).

Yazici *et al.* (2007), sugerem que o mecanismo que permite à beldroega tolerar níveis elevados de salinidade, nomeadamente de cloreto de sódio, está ligado ao aumento da sua capacidade anti-oxidativa, que diminui a peroxidação lipídica, e à acumulação de prolina que funciona como osmo-protector. Grieve e Suarez (1997), consideram mesmo, que um nível moderado de salinidade pode estimular o crescimento da beldroega, o que reforça o carácter halofítico desta planta. Para melhor conhecer os valores de extracção de sais por parte desta planta, Hamidov *et al.* (2007), cultivaram beldroegas num solo com 2957 kg/ha de sais nos primeiros 10 cm de profundidade, e constataram que as plantas removeram do solo 497 kg/ha, ou seja, cerca de 17 % do total de sais existente na porção de solo considerada.

Outra particularidade existente na beldroega, prende-se com o facto de ser classificada como uma planta C4, mas existirem relatos de que apresenta actividade CAM (metabolismo ácido das crassuláceas). Koch e Kennedy (1980), em plantas sob boas condições hídricas, observaram actividade CAM quando estas eram submetidas a um fotoperíodo de 16 h, mas não com um fotoperíodo de 8 h, tendo a actividade maiores valores nas folhas que nos caules, e observaram ainda que a actividade reduz-se em condições de stress hídrico. Os mesmos autores, ao analisarem a resistência das folhas, constataram que os estomas destas se encontravam abertos durante uma parte do período nocturno, e relatam que a acidificação ocorrida durante esse período dever-se-á à re-fixação do dióxido de carbono da respiração, sendo a abertura dos estomas prolongada em condições de stress hídrico. Assim, concluíram que a beldroega apresenta a capacidade de produzir um metabolismo ácido semelhante ao produzido por plantas CAM, sendo este mecanismo potencializado sob condições de stress hídrico e dias curtos. Koch e Kennedy (1980), relataram que a beldroega apresenta uma elevada eficiência no uso da água, superior à maioria das plantas C4, o que juntamente com o metabolismo ácido, pode explicar a sua tolerância à secura.

2.6 – Composição nutricional

O principal constituinte da beldroega é a água, com valores próximos de 90 %, quer nas folhas, quer nos caules (Oliveira *et al.*, 2009). No entanto, o interesse no cultivo da beldroega para alimentação humana tem sido estimulado desde que foi identificada como fonte de elementos bio-protectivos.

Na tabela 2 podem observar-se os principais compostos nutricionais existentes na beldroega, sendo o ácido alfa-linolénico, um ácido gordo polinsaturado pertencente ao grupo 18:3, conhecidos vulgarmente como ómega 3, o principal elemento benéfico encontrado nesta planta, sobre o qual, Palaniswamy *et al.* (2001a) sugerem que a clorofila pode desempenhar um importante papel na sua produção, e Palaniswamy *et al.* (2000), sugerem que possivelmente a beldroega processa o seu armazenamento em grandes quantidades nos cloroplastos, e como estes são de grandes dimensões nesta planta, este facto pode explicar a sua elevada concentração em ácidos gordos. No entanto, Simopoulos *et al.* (1992), alertaram para o facto de que a elevada concentração de ácido alfa-linolénico na beldroega se deva a uma elevada concentração de ácidos gordos totais, e não a uma anormal composição em ácidos gordos como se possa pensar.

A concentração de ácido alfa-linolénico nas folhas de beldroega é superior à encontrada em espinafre (*Spinacia oleracea* L.), mustarda (*Brassica juncea* L.), sorrel (*Rumex acetosa* L.) e beterraba (*Beta vulgaris* L.), sendo mesmo superior à encontrada em diversas espécies de peixes, que são seres reconhecidos como fontes ricas neste ácido gordo (Simopoulos e Salem, 1986 citados por Palaniswamy *et al.*, 2000). A beldroega é, reconhecidamente, a planta mais rica em ácidos gordos ómega 3.

Segundo Cros *et al.* (2007), em termos da composição da beldroega em ácidos gordos, os principais são o ácido alfa-linolénico, ácido linoleico, ácido palmítico, e ácido esteárico, existindo também em pequenas quantidades ácido mirístico, ácido araquídico, ácido gondoico, ácido heneicosanoico, ácido erúcido, ácido beénico, ácido tricosanoico, e ácido lignocérico, e relataram ainda que o substrato pode influenciar a proporção destes ácidos na planta. Já Oliveira *et al.* (2009) encontraram, em folhas e caules de beldroega, 27 ácidos gordos, 5 ácidos orgânicos e 2 compostos fenólicos.

Segundo Liu *et al.* (2000) cerca de 40 a 60 % do total de ácidos gordos encontrados em folhas de beldroega, correspondem ao ácido alfa-linolénico, e relataram ainda, que os maiores valores de concentração de ácidos gordos encontram-se nas sementes, seguidas pelas folhas e pelos caules. Oliveira *et al.* (2009) indicaram que em termos de ácidos gordos e compostos anti-oxidantes, as folhas são mais ricas que os caules, sendo o ácido gordo mais abundante, o ácido alfa-linolénico, representando um valor de cerca de 30 %, seguido pelo ácido palmítico com 22 % e do ácido oleico com 15 % do total de ácidos gordos.

Tabela 2 – Composição da beldroega em compostos benéficos para a saúde humana.

Tipo de composto	Nome	Referência bibliográfica
Ácido gordo	Alfa-linolénico	Fernández <i>et al.</i> (2007) Palaniswamy <i>et al.</i> (2000) Cros <i>et al.</i> (2007)
	Palmítico	Liu <i>et al.</i> (2000) Cros <i>et al.</i> (2007)
	Linoleico	Liu <i>et al.</i> (2000) Cros <i>et al.</i> (2007)
Anti-oxidante	Beta-caroteno	Fernández <i>et al.</i> (2007) Liu <i>et al.</i> (2000) Dias <i>et al.</i> (2009)
	Alfa-tocoferol	Fernández <i>et al.</i> (2007) Palaniswamy <i>et al.</i> (2000)
	Glutationa	Simopoulos <i>et al.</i> (1992)
	Luteína	Dias <i>et al.</i> (2009)
Vitamina	A	Liu <i>et al.</i> (2000)
	C	Liu <i>et al.</i> (2000)
	E	Liu <i>et al.</i> (2000)
Flavonóide	Canferol	Cai <i>et al.</i> (2004) Erkan (2012)
	Quercetina	Cai <i>et al.</i> (2004) Erkan (2012)
	Apeginina	Cai <i>et al.</i> (2004)
	Luteolina	Cai <i>et al.</i> (2004)
Ácido fenólico	Clorogénico	Erkan (2012)
	Cafeico	Erkan (2012)
	Rosmarínico	Erkan (2012)
	Ferúlico	Erkan (2012)
Alcalóide natural	Betacianina	Wang e Yang (2010) YouGuo <i>et al.</i> (2009)
Catecolanina	Dopamina	Chen <i>et al.</i> (2003)
	Noradrenalina	Chen <i>et al.</i> (2003)

Tanto o ácido alfa-linolénico, como o ácido linoleico, não são sintetizados pelo Homem, mas permitem a síntese de outros elementos, como por exemplo as prostaglandinas (Palaniswamy *et al.*, 2002), sendo esta síntese o seu principal benefício, uma vez que, estes elementos originados desempenham importantes funções em determinados órgãos do corpo humano (Lorgeril e Salen, 2004), o que realça a importância do consumo de fontes destes ácidos gordos, como é o caso da beldroega.

Maximizar a concentração de ácido alfa-linolénico, é, assim, crucial no cultivo de beldroega, mas para tal é necessário perceber o possível efeito de práticas culturais no desenvolvimento desta planta, como a aplicação de nutrientes minerais, como é o caso do azoto, que pode afectar o desenvolvimento dos cloroplastos, o que consequentemente poderá influir na concentração do ácido alfa-linolénico nas folhas (Palaniswamy *et al.*, 2000).

A concentração de ácidos gordos, nomeadamente, ácido alfa-linolénico e ácido linoleico, foi superior em folhas de beldroega colhidas na etapa de 14 folhas verdadeiras, face a plantas colhidas nas etapas de 6 e 10 folhas verdadeiras (Palaniswamy *et al.*, 2001b), o que sugere que a planta acumula ácidos gordos ao longo do seu desenvolvimento.

Segundo Simopoulos *et al.* (1992), 100 g de beldroega, em termos de peso fresco, contém cerca de 350 mg de ácido alfa-linolénico, 26,6 mg de ácido ascórbico, 14,8 mg de glutathione, 12,2 mg de alfa-tocoferol, e 1,9 mg de beta-caroteno. Já Liu *et al.* (2000), analisando folhas de beldroega, relataram 26 mg de beta-caroteno em 100 g de peso fresco.

Observando a tabela 3, constata-se que a beldroega cultivada apresentou níveis superiores de ácido linoleico, face a plantas selvagens, e que, no que diz respeito, quer ao ácido alfa-linolénico, quer ao ácido linoleico, a beldroega apresenta valores bastante superiores ao espinafre. Segundo Bohm e Bohm (1996), a beldroega contém dez vezes mais ácido alfa-linolénico que o espinafre, apresentando valores entre as 300 e 400 mg/100 g de folhas. Na beldroega, o conteúdo total de ácidos gordos, das diversas famílias, ronda os 850 mg/100 g de peso fresco (Simopoulos, 2004).

Contudo, na beldroega podem ser encontrados diversos outros compostos, como hidratos de carbono, proteínas, cálcio, potássio, zinco e sódio (Aberoumand, 2009). Analisando a beldroega no seu todo, Kumar *et al.* (2008) detectaram a presença de alcaloídes, taninos e compostos fenólicos, flavonoídes, proteínas e aminoácidos, e esteróides. Segundo Odhav *et al.* (2007), a beldroega apresenta uma composição, por

100 g de peso seco, de 1361 mg de cálcio, 333 mg de fósforo, 148 mg de sódio, 24 mg de manganês, 3 mg de cobre, 34 mg de zinco, 1037 mg de magnésio, e 42 mg de ferro.

Tabela 3 – Concentrações dos principais ácidos gordos e anti-oxidantes encontrados em beldroega e sua comparação com o espinafre. Valores em mg/100 g de peso fresco.

Composto	Beldroega		Espinafre
	Cultivada	Selvagem	
Ácido alfa-linolénico	241	322	48
Ácido linoleico	97	70	10
Ácido ascórbico	27	23	22
Alfa-tocoferol	12	8	2
Beta-caroteno	2	2	3

Adaptado de: Simopoulos *et al.* (1992).

A beldroega apresenta alguns compostos maléficos para a saúde humana, conforme se pode observar na tabela 4, sendo o ácido oxálico o principal. Este ácido pode ligar-se com alguns minerais, como o cálcio e ferro, originando sais insolúveis, vulgarmente conhecidos como oxalatos, que dificultam a disponibilidade destes minerais para o ser humano, o que pode originar problemas de hipocalcemia e hipossideremia (Palaniswamy *et al.*, 2004). Os cristais de oxalatos armazenam-se nos tonoplastos das folhas de beldroega (Palaniswamy *et al.*, 2004).

Tabela 4 – Composição da beldroega em compostos maléficos para a saúde humana.

Composto	Referência bibliográfica
Nitrato	Gupta e Wagle (1988)
Oxalato	Gupta e Wagle (1988) Noonan e Savage (1999)
Saponina	Gupta e Wagle (1988) Kumar <i>et al.</i> (2008)

O ácido oxálico pode dificultar o incremento do consumo humano de beldroega, sendo primordial encontrar práticas culturais que minimizem a sua acumulação nas partes comestíveis. Face a isto, Palaniswamy *et al.* (2004), realizaram um estudo que consistiu em variar a proporção de azoto nítrico e amoniacal em 100:0, 75:25, 50:50, e

25:75, e concluíram que, quer em folhas colhidas na etapa de 8, quer na etapa de 16 folhas verdadeiras, a concentração de ácido oxálico foi 40 a 50 % inferior quando a solução de cultura continha azoto amoniacal, face a plantas produzidas em solução sem azoto nesta forma. Concluíram ainda que, as plantas colhidas na etapa de 16 folhas verdadeiras apresentaram uma concentração de ácido oxálico de 36 a 45% inferior que as colhidas na etapa de 8 folhas verdadeiras, o que os levou a indicar que uma relação de azoto nítrico e amoniacal constituinte da adubação numa proporção de 50:50 de cada um destas formas de azoto, e a colheita da planta numa fase mais avançada, podem minimizar a concentração de ácido oxálico nas folhas de beldroega.

Pensa-se que, a produção de ácido oxálico por parte da beldroega funcione como um mecanismo de defesa contra predadores ou condições ambientais adversas, uma vez que, a presença deste ácido não afecta o seu normal desenvolvimento (Palaniswamy *et al.*, 2004).

No caso do nitrato, outro dos compostos maléficos que assume um papel importante do ponto de vista da saúde humana, este acumula-se na planta quando esta não tem capacidade para o reduzir, podendo ser translocado para diversas partes da mesma ou para uma zona em particular, em função da fase do ciclo da planta, espécie e eficiência na sua conversão (Maynard e Baker, 1979). Porém, o verdadeiro problema não é o nitrato propriamente em si, mas sim um outro composto resultante da acumulação e conversão deste, o nitrito, que tem sido relatado como prejudicial à saúde (Maynard e Baker, 1979). Assim, reduzindo-se a acumulação de nitrato, poder-se-á diminuir a quantidade de nitrito que estará passível de entrar na dieta humana.

2.7 – Propriedades medicinais

Todas as partes da beldroega apresentam propriedades medicinais, desde as folhas às sementes, passando pelos caules e raízes, apresentando-se na tabela 5 algumas dessas propriedades.

Tabela 5 – Propriedades medicinais existentes na beldroega.

Efeito	Referência bibliográfica
Redução da incidência de doenças cardíacas coronárias	Palaniswamy <i>et al.</i> (2000) Cros <i>et al.</i> (2007) Lorgeril e Salen (2004)
Anti-cancerígeno	Palaniswamy <i>et al.</i> (2000) YouGuo <i>et al.</i> (2009)
Analgésico	Chan <i>et al.</i> (2000)
Anti-inflamatório	Chan <i>et al.</i> (2000)
Diurético	Ghazanfa (1994) citado por Chan <i>et al.</i> (2000) Xiang <i>et al.</i> (2005) Radhakrishnan <i>et al.</i> (2001)
Anti-escorbútico	Radhakrishnan <i>et al.</i> (2001)
Anti-séptico	Ghazanfar (1994) citado por Chan <i>et al.</i> (2000) Xiang <i>et al.</i> (2005) Radhakrishnan <i>et al.</i> (2001)
Anti-espasmódico	Ghazanfar (1994) citado por Chan <i>et al.</i> (2000) Xiang <i>et al.</i> (2005) Radhakrishnan <i>et al.</i> (2001)
Broncodilatador	Malek <i>et al.</i> (2004)
Hipoglicemiante	Cui <i>et al.</i> (2005) citados por El-Sayed (2011)
Hipocolesterolémico	Movahedian <i>et al.</i> (2007)
Anti-hipertensivo	Mohamed e Hussein (1994)
Neuro-protetivo	Wang e Yang (2010)
Anti-mutagénico	YouGuo <i>et al.</i> (2009)
Vermífugo	Xiang <i>et al.</i> (2005) Radhakrishnan <i>et al.</i> (2001)
Febrífugo	Xiang <i>et al.</i> (2005)
Anti-bacteriano	Zhang <i>et al.</i> (2002)

2.8 – A produção de beldroega

A beldroega é uma planta conhecida pelo seu rápido crescimento, pelo que, o conhecimento dos melhores métodos de cultivo assume um papel preponderante na sua produção comercial, de modo a que se possibilite à planta as melhores condições ao longo do seu ciclo produtivo, promovendo assim uma maior rentabilidade temporal.

2.8.1 – Sementeira

A sementeira é um processo fulcral para a boa germinação e posterior desenvolvimento das plantas, mas pode ser dificultada no caso de sementes de reduzidas dimensões, e mais, se não existirem no mercado sementes peletizadas industrialmente, como é o caso da beldroega. Para contornar esta dificuldade, Urdaneta (2008) indicou que se pode misturar as sementes de beldroega com materiais sólidos, quer manualmente, quer com máquinas apropriadas, de tal forma que permita a diluição de determinada quantidade de sementes num volume de substrato, e ao aplicar essa mistura se distribua a semente uniformemente. O mesmo autor estudou a influência de diversos tipos de materiais utilizados na mistura, na germinação e distribuição da semente, resultando que os vários materiais testados não afetaram a germinação, mas a distribuição das sementes foi maior quando estas eram misturadas com turfa, pelo que o autor indica que realizando uma mistura manual de semente de beldroega com turfa se obtém uma boa percentagem de germinação e distribuição uniforme.

2.8.2 – Densidade de sementeira

A beldroega é uma planta da qual se pretende o aproveitamento da parte aérea, como hortaliça. Como tal, a produção desta planta como baby-leaf tem sido estudada nos últimos anos, assumindo a densidade de sementeira um papel importante, de modo a maximizar a produção sem deteriorar a qualidade.

Segundo Fernández *et al.* (2007), a densidade de sementeira não influenciou a área foliar, conteúdo relativo de clorofila e o rendimento, mas afectou a altura e número de folhas, o que é importante para a qualidade visual das plantas, realçando que uma

menor densidade de sementeira origina plantas com uma altura superior e um menor número de folhas, o que será desaconselhado para a comercialização de uma planta como a beldroega.

Tendo em conta o cultivo hidropónico em bandejas flutuantes, Cros (2007) propôs uma densidade de 10 000 plantas/m², para produção de baby-leaf. Num outro estudo Cros *et al.* (2007), utilizaram uma densidade de 2 200 plantas/m² para avaliar diversos substratos no cultivo de beldroega, e obtiveram elevada produtividade aliada a elevado teor de ácidos gordos. Fernández *et al.* (2007) propuseram uma densidade de 10 200 plantas/m², o que originou plantas com baixa altura e elevado número de folhas, que serão aconselhadas para comercialização de beldroega como produto de IV gama.

2.8.3 – Germinação

Associada a boas condições de sementeira, está a germinação das sementes. Esta é influenciada por diversos factores, como a temperatura, luminosidade, profundidade de sementeira, entre outros.

No que diz respeito à temperatura, para o caso da beldroega os valores não são consensuais, encontrando-se o óptimo entre os 35 °C (Chaudary e Sinha, 1990 citados por Urdaneta, 2008) e os 40 °C (Gutterman, 1974).

Urdaneta (2008) constatou que a germinação de sementes de beldroega foi superior sob incidência de luz, do que em condições de escuridão, assim como foi superior à superfície do solo, face a sementes suavemente enterradas.

No entanto, as condições de desenvolvimento das plantas-mães influenciam o comportamento germinativo das sementes, no que diz respeito ao efeito da luminosidade e temperatura (Urdaneta, 2008; Cros, 2007).

No que diz respeito à profundidade de sementeira, Cros (2007) indicou que a germinação da beldroega melhora com a diminuição da profundidade, e sabendo que a temperatura é inversamente proporcional com este parâmetro, pode existir uma relação entre a profundidade e a germinação, explicada pela temperatura, enquanto que Urdaneta (2008), indicou que aquando da distribuição de uma mistura de sementes e substrato, existem sementes que ficam dispostas à superfície e outras enterradas, o que vai afetar a germinação pela influencia da luz e temperatura, desconhecendo qual destes factores terá maior importância.

Segundo Cros *et al.* (2007), 3 a 4 dias após a sementeira ocorre a germinação das plantas com a emergência dos cotilédones, surgindo o primeiro par de folhas verdadeiras 7 a 8 dias após a sementeira.

2.8.4 – Métodos de cultivo

As informações sobre os melhores métodos de cultivar a beldroega, assim como substratos, rega, entre outros, tendo em vista a sua produção comercial, são escassas (Cros *et al.*, 2007). Nos últimos anos, diversos estudos têm sido realizados, para conhecer os métodos de cultivo mais adequados à produção desta planta, sendo o cultivo sem solo o mais testado, nomeadamente o cultivo em substrato e a hidroponia.

Testando vários substratos com vista à produção de beldroega, assim como a sua influência no conteúdo em ácidos gordos, Cros *et al.* (2007), obtiveram os melhores resultados com turfa. Cros (2007) indicou igualmente que a turfa é um substrato que permite um correcto desenvolvimento inicial das plantas desta espécie.

Segundo Urdaneta (2008), os métodos de cultivo sem solo permitem um melhoramento da qualidade de hortaliças das quais se pretenda o aproveitamento das folhas, como é o caso da beldroega, tanto no pré, como no pós-colheita, em parte pela redução da contaminação microbiana. O cultivo de beldroega em sistema hidropónico de bandejas flutuantes, produz elevados rendimentos num curto intervalo de tempo, além de que as plantas obtidas contêm elevadas concentrações de ácidos gordos (Cros *et al.*, 2007).

2.8.5 – Pós-colheita

Segundo Rinaldi *et al.* (2010), as folhas de beldroega mantiveram-se em bom estado para comercialização, quando conservadas a 0 °C durante 13 dias, enquanto que passados 17 dias estas não apresentaram alterações no conteúdo antioxidante, mas perderam cerca de 15 % do conteúdo fenólico, sendo que a taxa de respiração e a produção de etileno aumentaram com a temperatura de armazenamento. Assim, concluíram que, as folhas de beldroega podem ser conservadas a baixas temperaturas,

com baixa produção de etileno, não sendo sensíveis à presença de baixas concentrações deste, especialmente num curto tempo de armazenamento.

2.8.6 – Comercialização

Em Portugal, a beldroega é geralmente comercializada em agrupamentos contendo a parte aérea de várias plantas (Fig. 4), no entanto, Cros *et al.* (2007) indicaram que um produto do tipo baby-leaf deverá ser o mais adequado para esta planta, tendo em vista o consumo humano.



Figura 4 – Beldroegas agrupadas para comercialização. Fonte: <http://mediterraneanista.com/category/tags/greenmarket> acedido em 10/12/2013.

2.9 – O azoto

O azoto é um dos nutrientes mais importantes para a produção vegetal, e mais, quando se trata de uma planta de rápido crescimento e da qual se pretende o aproveitamento das folhas. Posto isto, o estudo das necessidades de azoto da beldroega poderá ter um papel importante na produção desta planta, quer em termos quantitativos, quer qualitativos.

2.9.1 – Importância do azoto para as plantas

O azoto é considerado um elemento essencial para o bom desenvolvimento das plantas, uma vez que, é indispensável ao ciclo destas, é responsável por funções específicas, as quais não podem ser realizadas por outro nutriente, e, desempenha um papel importante no metabolismo, sendo classificado como um macronutriente, na medida em que, tende a ser absorvido em grandes quantidades pelas plantas, sendo fitotóxico só em caso excepcional (Santos, 2012). O azoto é ainda classificado como um macronutriente principal, uma vez que, geralmente, necessita de ser aplicado às plantas, por técnicas de fertilização.

O azoto representa cerca de 1 a 5 % da matéria seca das plantas, e é um constituinte de aminoácidos, proteínas, nucleoproteínas e da clorofila (Santos, 2012).

Devido ao facto do azoto ser um constituinte da clorofila, deficiências neste nutriente manifestam-se por sintomas de clorose nas folhas (Santos, 2012), que são visíveis primeiramente nas folhas mais velhas, visto o azoto ser um elemento solúvel e consequentemente, com grande mobilidade na planta, migrando para as zonas merismáticas em crescimento activo, ou seja, para as zonas mais novas. Por outro lado, a disponibilidade de azoto em quantidades excessivas, pode originar que as plantas o utilizem no chamado consumo de luxo, isto é, em quantidades superiores àquelas que são necessárias para o seu bom desenvolvimento, o que pode resultar em problemas para a planta, nomeadamente ao nível das folhas, tornando-as menos resistentes a pragas e doenças, assim como a condições ambientais adversas, devido à formação de células maiores e mais finas que o normal, podendo originar outros problemas, como uma diminuição da formação de tecidos mecânicos, o que torna a planta mais sensível à perda do seu porte habitual, e ainda, provocar atrasos na maturação (Santos, 2012). Assim, e tendo em conta que a beldroega sub-espécie *sativa* apresenta um porte erecto, é necessário ter em atenção a possível sensibilidade deste ao azoto.

Dada a importância que o azoto apresenta para desenvolvimento vegetal, a sua absorção é um processo fulcral para o sucesso da cultura. No que diz respeito à absorção do azoto, esta pode ocorrer, quer através das raízes, quer através das folhas. No entanto, é através das raízes que ocorre a maioria da absorção, sendo para tal, necessário que estas e o azoto se encontrem. Segundo Santos (2012), os nutrientes chegam à zona das raízes, fundamentalmente por três processos:

- Intercepção, quando as raízes contactam directamente com os nutrientes, quer estes estejam na solução do solo, quer adsorvidos nos colóides, ao longo do seu crescimento e movimentos no solo.
- Fluxo de massa, quando os nutrientes se movimentam em direcção às raízes, em conjunto com a água, sendo o fluxo desta provocado em parte pela transpiração da planta. Este processo apresenta um papel particularmente activo em nutrientes móveis, como é o caso do azoto.
- Difusão, quando os nutrientes se movem de locais onde a sua concentração é elevada, para locais onde a mesma é reduzida, através de um gradiente de concentração na solução do solo.

O azoto, é, geralmente, o nutriente que mais influência quantitativamente a produção de uma dada planta, mas é igualmente, o nutriente que mais pode afectar a qualidade da mesma. Se em excesso, pode provocar uma diminuição da qualidade, tanto ao nível visual, nutricional, e até na saúde dos consumidores, devido a um possível elevado teor de nitrato na planta (Santos, 2012). Se uma planta absorver uma quantidade de azoto superior àquela que o seu metabolismo tem capacidade de utilizar, este vai-se acumular nas folhas na forma de nitrato, que pode ser transformado em nitrito, composto este, que é prejudicial à saúde humana (Santos, 2012). Se em défice, a planta não tem à sua disposição as melhores condições para o seu desenvolvimento, o que origina uma redução na produção. Face a isto, o conhecimento das necessidades de azoto de uma dada espécie vegetal, tendo em conta o uso que se pretende da mesma, assume um papel fundamental na sua produção comercial.

2.9.2 – Formas de azoto

As plantas podem absorver azoto nas formas de catião amónio (NH_4^+) ou de anião nitrato (NO_3^-) (Ismail e Othman, 1995; Santos, 2012). A principal forma de azoto administrado às plantas em operações de fertilização é a nítrica, e nesta, o azoto pode ser armazenado no interior das plantas, além de não existir a obrigatoriedade de ser assimilado pelas raízes, como acontece com a forma amoniacal (Wang *et al.*, 2009).

Em condições ideais ao nível do solo, as plantas tendem a absorver mais rapidamente o azoto na forma nítrica, uma vez que, este se encontra na solução do solo,

enquanto que o azoto na forma amoniacal está maioritariamente adsorvido nos colóides, podendo ser absorvido pela planta, por contacto, ou através da solução do solo após troca com outros catiões (Santos, 2012). Porém, a absorção de azoto nítrico origina um maior consumo de energia por parte da planta, uma vez que, este necessita de ser reduzido de modo a ser utilizado pela mesma, ocorrendo este processo na raiz ou na parte aérea, pela acção das co-enzimas nitrato-reductase, nitrito-reductase e hidroxilamia-reductase, sendo a energia fornecida pelo NADPH (Nicotinamida adenina dinucleótido fosfato) obtido na fotossíntese, que sob a catálise do molibdénio, origina o catião NH_4^+ que vai intervir na síntese de compostos orgânicos (Santos, 2012).

Na fertilização azotada, a utilização de azoto amoniacal origina um enriquecimento da solução do solo com catiões hidrogénio (H^+), provocando uma diminuição do pH na mesma (Ismail e Othman, 1995) devido à libertação de protões de hidrónio (H_3O^+) na conversão do NH_4^+ em NH_3^- (Santos, 2012), enquanto que a utilização de azoto nítrico origina a libertação de hidrogenocarbonatos (HCO_3^-) durante a absorção, e de aniões hidróxido (OH^-) durante a redução, contribuindo ambos para uma alteração do pH (Santos, 2012). Assim, uma combinação óptima entre as formas nítrica e amoniacal pode potencializar o rendimento da cultura, através de uma relação próxima da igualdade entre a produção e o consumo de catiões hidrogénio (Wang *et al.*, 2009), mantendo-se, assim, o pH em valores dentro do intervalo óptimo para a disponibilidade de nutrientes, e para as características específicas de determinada cultura. A utilização de azoto amoniacal, pode ainda, originar fito-toxicidade devido a uma elevada quantidade de nitrito (NO_2^-) que é um elemento fito-tóxico, ou à acumulação de NH_4^+ nos vacúolos, fenómenos estes, provocados por um excesso de catiões NH_4^+ na rizosfera (Santos, 2012).

O azoto nítrico, devido ao facto de apresentar carga negativa, está mais susceptível a sofrer lixiviação, face ao azoto amoniacal, uma vez que não poderá ser adsorvido pelos coloides do solo, que apresentam maioritariamente carga negativa (Santos, 2012). Assim, uma adubação excessiva em azoto na forma nítrica, isto é, superior ao que a planta tem capacidade de utilizar, pode originar contaminação de linhas de água, quer superficiais, quer subterrâneas. Segundo Libert e Franceschi (1987), a redução do azoto nítrico de modo a este ser utilizado pelas plantas, origina a produção e acumulação de ácidos orgânicos como o ácido oxálico, nas folhas e caules, uma vez que, os iões nitrato inibem a actividade da enzima oxidase, responsável pela degradação deste ácido. Sabendo que a beldroega é uma planta com reconhecida

produção e acumulação de ácido oxálico, este ponto tem assumido um papel relevante nos estudos efectuados nesta planta.

Plantas às quais foi disponibilizado azoto amoniacal obtiveram uma menor acumulação de ácido oxálico, com tal facto a dever-se a uma ligeira acidificação do citoplasma, favorecida pela assimilação desta forma de azoto (Schubert e Yan, 1997 citados por Palaniswamy *et al.*, 2004). Por outro lado, Palaniswamy *et al.* (2004), sugerem que as plantas sujeitas a azoto nítrico, produzem, durante a assimilação deste, elevadas quantidades de aniões hidróxido, e, para fazer face a esse aumento, produzem quantidades igualmente elevadas de ácido oxálico, o que permite a manutenção do pH em valores adequados. Wang *et al.* (2009) relataram uma diminuição do ácido oxálico em espinafre, com o aumento do nível de azoto amoniacal na fertilização azotada.

A relação entre azoto nítrico e amoniacal influencia a concentração de nitrato nas plantas (Wang *et al.*, 2009), sendo esta directamente proporcional ao nível de azoto nítrico. Assim, o aumento do nível de azoto amoniacal na adubação pode reduzir a concentração de nitrato nas plantas, conforme foi relatado por Wang *et al.* (2009) para espinafre.

2.9.3 – O azoto na beldroega

No que diz respeito ao azoto, até ao momento, os estudos efectuados em beldroega, centram-se na influência da fonte de azoto (proporção entre nítrico e amoniacal) na composição nutricional da planta e em parâmetros de crescimento e desenvolvimento.

Palaniswamy *et al.* (2000), testaram o efeito de diferentes proporções de azoto nítrico e amoniacal na concentração de ácidos gordos e clorofilas em folhas de beldroega, tendo concluído que as plantas sujeitas à proporção de 50:50 obtiveram mais 239 % e 114 % de ácido alfa-linolénico que as plantas obtidas numa relação de 100:0 e 75:25 respectivamente, mas o aumento do conteúdo de clorofila apenas aumentou 41 % e 26 %. Assim, a presença de azoto amoniacal favorece a acumulação de ácidos gordos na beldroega, e a concentração de ácido alfa-linolénico não dependerá apenas da concentração de clorofila, como reportado na literatura para outras plantas. No entanto, há-que salientar que a relação de azoto nítrico e amoniacal não interferiu no peso seco

da beldroega, nem na composição em ácidos gordos, mas sim na concentração destes nas folhas (Palaniswamy *et al.*, 2000).

Segundo Palaniswamy *et al.* (2004), a relação de azoto nítrico e amoniacal não influenciou os pesos seco e fresco das folhas e caules de beldroega, assim como a área foliar e a altura de planta, mas estes parâmetros foram influenciados pela etapa de colheita. No que diz respeito ao ácido oxálico, relataram que a concentração deste aumentou 40 % em folhas e caules de beldroegas produzidas numa solução hidropónica não contendo azoto amoniacal, em comparação com uma solução com azoto nesta forma, tendo obtido os menores valores deste ácido com uma relação de azoto nítrico e de amoniacal de 25:75. Assim, a concentração de azoto amoniacal na solução e de ácido oxálico nas folhas e caules, foram inversamente proporcionais. Os mesmos autores, observaram ainda que a concentração de ácido oxálico em folhas e caules foi 45 % inferior em plantas colhidas com 16 folhas verdadeiras, face a plantas colhidas com 8 folhas verdadeiras, pelo que, a fase em que as plantas se encontram aquando da colheita poderá influenciar o teor deste ácido. Estes factos permitem concluir que a relação de azoto nítrico e amoniacal não influencia a produtividade, mas sim a qualidade da beldroega, sendo que Palaniswamy *et al.* (2004) sugerem que uma combinação de azoto nítrico e amoniacal numa proporção de 35:65 em cultivo hidropónico e a colheita efectuada na fase de 16 folhas verdadeiras poderia otimizar os valores nutricionais das folhas, isto é, baixo teor de ácido oxálico e elevado teor de ácidos gordos ómega 3, sem colocar em causa a produtividade.

3. Material e métodos

Para a elaboração da presente dissertação foram realizados dois ensaios nos quais foram produzidas plantas sujeitas a diferentes níveis de adubação azotada:

3.1 – Ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas

3.2 – Ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas

Os ensaios foram realizados em ambiente protegido, numa estufa (Fig. 5) existente no terreno da antiga Horta da Herdade Experimental da Mitra, Universidade de Évora, caracterizada por armação em metal e revestimento em plástico térmico. De salientar que as plantas apenas receberam luz natural. Os materiais e métodos utilizados nos dois ensaios foram comuns em diversos aspectos, apresentando-se seguidamente as suas características, mais à frente será apresentado cada ensaio de forma detalhada.



Figura 5 – Estufa onde decorreram os ensaios de campo. Foto do autor.

Nos ensaios foi utilizada semente de beldroega de folha dourada (Fig. 6), adquirida comercialmente. No entanto, constatou-se que as empresas não disponibilizam no rótulo as características das sementes. Assim, antes de iniciar os ensaios de produção de plantas, e de modo conhecer melhor a semente utilizada, procedeu-se à determinação do número de sementes contidas em 0,1 g, e verificou-se a

sua viabilidade (verificar se a semente germina e origina uma planta) em condições controladas e de produção.



Figura 6 – Semente utilizada nos ensaios. Foto do autor.

O número de sementes contidas em 0,1 g, foi determinado através de contagem manual, sendo as amostras pesadas com uma balança de precisão (KERN 770), e efectuadas 5 repetições com semente colhida casualmente.

O estudo para a viabilidade em condições controladas foi realizado no Laboratório de Física do Solo da Herdade Experimental da Mitra, Universidade de Évora, entre os dias 8 e 12 de Julho de 2013, e consistiu na colocação de sementes em caixas de Petri, previamente forradas com papel absorvente humedecido. Em cada caixa foram colocadas 25 sementes distribuídas de forma homogénea, à superfície do papel, tendo sido colocadas as respectivas tampas e as caixas dispostas aleatoriamente na bancada do laboratório (Fig. 7), sob condições de luminosidade natural. A temperatura no interior do laboratório foi mantida em 23 °C durante o dia e em 18 °C durante a noite, através do sistema de condicionamento ambiental ar condicionado. Foram efectuadas 5 repetições, e a contagem do número de sementes germinadas foi realizada após decorridas 96 h.



Figura 7 – Distribuição das caixas de Petri na bancada do laboratório.
Foto do autor.

A análise à viabilidade em condições de produção foi realizada na estufa, entre os dias 4 e 7 de Julho de 2013, e consistiu na sementeira manual e de forma homogénea, à superfície do substrato, de 100 sementes de beldroega por recipiente de cultivo (Fig 8), contendo 8 L de substrato (Fig. 9), tendo sido realizadas 3 repetições. O sistema de rega funcionou diariamente segundo o seguinte esquema de hora e duração: 10 h (1 min), 12 h (2 min), 14 h (1 min), 16 h (2 min), 18 h (1 min), totalizando uma dotação de rega de 4,48 L de água a cada recipiente ao longo do ensaio. A contagem do número de sementes germinadas foi efectuada 96 h após a sementeira.

Na análise estatística foi utilizado o software IBM SPSS Statistics 21, e calculadas as estatísticas descritivas para cada um dos três testes efectuados.

Os ensaios de produção de beldroega foram efectuados em recipientes preenchidos com 8 L substrato. Os recipientes de cultivo, mais concretamente caixas de esferovite (Fig. 8), caracterizavam-se pelas dimensões 45 cm de comprimento, 25 cm de largura e 12 cm de altura, perfazendo uma área disponível de 0,11 m², tendo sido perfurados no centro de modo a permitir a vazão da água em excesso. O substrato utilizado foi obtido comercialmente, sendo formado por resíduos florestais e bagaço de uva compostados e turfa loura (Fig. 9), apresentando as seguintes características físico-químicas: granulometria inferior a 15 mm; teor de humidade entre 40 a 60 %; teor de matéria orgânica de 60 %; 200 a 400 mg/L de azoto; 100 a 200 mg/L de fósforo; 150 a 300 mg/L de potássio; pH entre 5,5 a 6,5; CE entre 1 e 3 mS/cm; relação carbono/azoto inferior a 20.



Figura 8 – Recipiente de cultivo.
Foto do autor.



Figura 9 – Substrato utilizado.
Foto do autor.

De modo a manter as plantas sob boas condições hídricas, foi instalado o método de rega localizada micro-aspersão, num sistema fixo, constituído por tubos (16 mm de diâmetro), difusores e controlador automático de rega acoplado a uma torneira (Fig. 10). Os difusores (Fig. 11) encontravam-se espaçados 30 cm ao longo de cada uma das 2 linhas de tubos, de modo a que os raios dos difusores (60 cm) se conjugassem, permitindo a sobreposição dos círculos molhados ao longo de cada linha e entre as linhas, e conseqüentemente uma rega uniforme (foi efectuado o teste com copos dispostos em malha quadrada ao longo do sistema de modo a averiguar a uniformidade, e esta verificou-se). Cada linha encontrava-se a uma altura de 40 cm em relação ao solo, e 15 cm em relação aos recipientes de cultivo, estando as duas linhas de difusores separadas por 110 cm. Este sistema disponibilizou a cada recipiente cerca de $0,16 \pm 0,015$ L de água/min. A água utilizada na rega, originária no poço existente nas imediações da estufa, apresentou um valor de pH de 7,35, e de CE de 0,66 dS/m, valores considerados não limitantes do desenvolvimento vegetal, e um teor de nitrato de 37,2 ppm.

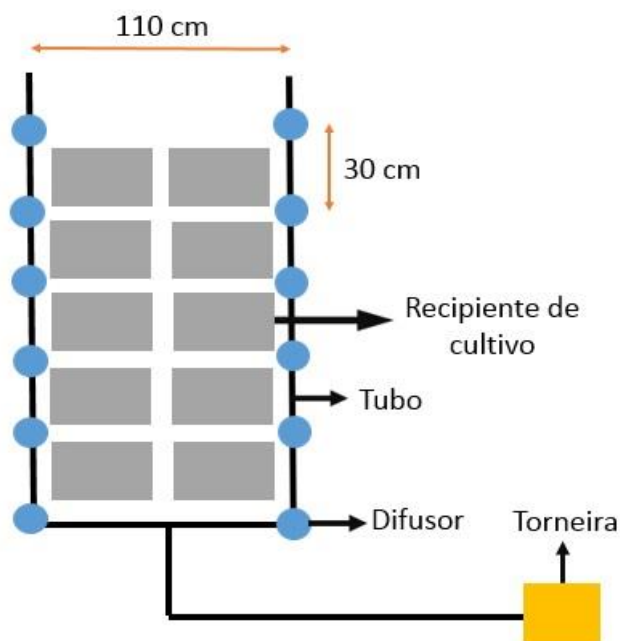


Figura 10 – Esquema ilustrativo do método e sistema de rega utilizados.



Figura 11 – Pormenor de um difusor. Foto do autor.

Na figura 12 apresenta-se uma imagem da disposição dos ensaios, onde se pode observar, entre outros, as plantas, os recipientes de cultivo e o sistema de rega.



Figura 12 – Disposição dos ensaios de produção. Foto do autor

No interior da estufa, foi instalada uma estação meteorológica (Skye Instruments, Helios Mini V400) (Fig. 13), para medição dos valores de temperatura e humidade relativa do ar a cada 2 h, considerando-se como período de dia entre as 10 e as 20 h, e como período de noite entre as 22 e as 8 h.



Figura 13 – Estação meteorológica (Helios Mini V400). Foto do autor.

Nas adubações foi utilizado nitrato de amónio, doseando 34,5 % de azoto, sendo 16,9 % na forma nítrica (NO_3^-) e 17,6 % na forma amoniacal (NH_4^+). Tendo em conta o tratamento, o doseamento do adubo e a área de cultivo ($0,11 \text{ m}^2$), calcularam-se os valores de adubo comercial a aplicar a cada tratamento ao longo do decorrer do ensaio, valores esses que se podem observar na tabela 6.

Tabela 6 – Cálculos das adubações relativas a cada tratamento.

Azoto (kg/ha)	Azoto/recipiente de cultivo (g)	Adubo comercial/recipiente de cultivo (g)
0	0	0
30	0,33	0,957
60	0,66	1,913
90	0,99	2,870

As aplicações de adubo foram calculadas tendo em vista 2 aplicações semanais durante 4 semanas, sendo que 40 % do azoto total foi aplicado nas primeiras duas semanas e os restantes 60 % nas duas semanas seguintes, de modo a acompanhar o crescimento e desenvolvimento das plantas (Tabela 7). O adubo referente a cada aplicação foi dissolvido em 0,5 L de água, sendo a solução obtida administrada manualmente, de forma uniforme ao longo de cada recipiente de cultivo, com recurso a um regador. De modo a conhecer a contribuição de cada uma destas soluções para os níveis de acidez e salinidade disponíveis para as plantas, foram mensurados os valores de pH (Micro pH 2000, Crison) (Fig. 14) e de CE (LF 330) (Fig. 15) (Tabela 8), verificando-se que estes factores não foram limitantes ao desenvolvimento das plantas (quer pelo substrato cujos valores já foram referidos, quer pelas soluções de adubação, recordando-se que, como já foi dito na revisão bibliográfica, a beldroega tolera valores de CE de 6,3 dS/m sem perda de produtividade, não existindo na bibliografia consultada referência a valores de de pH para esta cultura).

Tabela 7 – Valores de adubo comercial aplicados por recipiente de cultivo ao longo do ensaio.

Nível de adubação (kg N/ha)	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
	1 ^a aplicação (g)	2 ^a aplicação (g)	3 ^a aplicação (g)	4 ^a aplicação (g)	5 ^a aplicação (g)	6 ^a aplicação (g)	7 ^a aplicação (g)	8 ^a aplicação (g)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0,096	0,096	0,096	0,096	0,144	0,144	0,144	0,144
60	0,191	0,191	0,191	0,191	0,287	0,287	0,287	0,287
90	0,287	0,287	0,287	0,287	0,431	0,431	0,431	0,431

Tabela 8 – Valores de pH e CE de cada solução de adubação.

Solução de adubação	Semana	pH	CE (dS/m)
30 kg N/ha	1 e 2	7,60	0,970
	3 e 4	7,54	1,135
60 kg N/ha	1 e 2	7,61	1,295
	3 e 4	7,52	1,628
90 kg N/ha	1 e 2	7,54	1,475
	3 e 4	7,49	2,150



Figura 14 – Medidor de pH (Micro pH 2000, Crison). Foto do autor.



Figura 15 – Medidor de CE (LF 330). Foto do autor.

3.1 – Ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas

Este ensaio teve como objectivo analisar a influência do azoto no crescimento e desenvolvimento da beldroega, e para tal, a densidade foi baixa, mais concretamente de 165 plantas/m², de modo a que o espaço não fosse limitante ao correcto crescimento das plantas, sendo testados os níveis de 0, 30, 60 e 90 kg N/ha, com as aplicações de adubo a serem realizadas conforme já descrito anteriormente. A atribuição do respectivo tratamento a cada recipiente foi aleatória, e foram efectuadas 4 repetições.

A sementeira ocorreu no dia 31 de Julho de 2013, em recipientes contendo 8 L de substrato, e foi realizada de forma manual com as sementes a serem colocadas à superfície do substrato, efectuando-se a transplantação para o local definitivo passados 8 dias, a raiz nua, apresentando as plantas o estado fenológico 1 par de folhas verdadeiras (Fig. 16), sendo dispostas 18 plantas espaçadas equitativamente em cada recipiente (Fig. 17).

Em termos de rega, o sistema funcionou diariamente segundo o seguinte esquema de hora e duração: 10 h (1 min), 12 h (1 min), 14 h (1 min), 16 h (1 min), 18 h (1 min), perfazendo 32 L de água, aos quais acresceram 4 L de água utilizada nas soluções de adubação, totalizando uma dotação de rega de 36 L de água, por recipiente, ao longo do ensaio.



Figura 16 – Aspecto do desenvolvimento das plantas no momento da transplantação para o local definitivo. Foto do autor.



Figura 17 – Distribuição das plantas no local definitivo. Foto do autor.

Para avaliar o efeito do azoto na planta, aos 21, 28, 35 e 40 dias após sementeira, foram medidos a altura de planta e o número de folhas verdadeiras, de caules e de flores, sendo seleccionadas aleatoriamente 3 plantas de cada recipiente (12 observações por nível de adubação), permanecendo as plantas nos mesmos, e sendo analisadas sempre as mesmas 3 plantas de cada recipiente nas diversas datas de amostragens.

O ensaio terminou com a colheita das plantas, no dia 9 de Setembro de 2013, perfazendo um ciclo cultural de 40 dias. Após a colheita, foram analisadas, individualmente, as 3 plantas de cada recipiente já seleccionadas para as análises ao longo do ciclo, sendo mensurada a área foliar (LI-COR Model LI-3000, Lambda Instruments Corporation) (Fig. 18), pesos fresco de folhas e caules separadamente, e, após secagem em estufa ventilada (Cassel) a 65 °C durante 48 h, os respectivos pesos seco, tendo estas análises sido realizadas no Laboratório de Física do Solo da Herdade Experimental da Mitra, Universidade de Évora.



Figura 18 – Medidor de área foliar (LI-COR Model LI-3000, Lambda Instruments Corporation). Foto do autor.

Na análise estatística foi utilizado o software IBM SPSS Statistics 21. Neste, foi efectuada uma ANOVA medições repetidas para a análise da evolução ao longo do ciclo, sendo cada parâmetro (altura, nº de folhas, nº de caules e nº de flores) analisado individualmente, por via de um ajustamento de Bonferroni para comparações múltiplas, uma vez que existiu interação entre “nível de adubação” e “dias após sementeira” (valor $p = 0,001$ para altura, e valor $p < 0,001$ para os restantes). Quanto aos parâmetros mensurados após a colheita, a área foliar foi analisada recorrendo a uma ANOVA univariável e ao teste de Tukey para comparações múltiplas, visto que existiram diferenças entre “níveis de adubação” neste parâmetro (valor $p < 0,001$). Os pesos fresco e seco das folhas e caules foram analisados recorrendo a uma ANOVA

multivariável, e teste de Tukey para comparações múltiplas, uma vez que existiram diferenças entre “níveis de adubação” (valor $p < 0,001$ para as folhas em ambos os pesos e valor $p < 0,001$ e $p = 0,043$ para o peso fresco e seco dos caules, respectivamente). Para as medições de temperatura e humidade foram somente calculadas as estatísticas descritivas. Em todas as análises foi considerado um nível de significância de 5 %. As representações gráficas foram elaboradas recorrendo ao software Excel 2013.

3.2 – Ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas

Este ensaio teve como intuito analisar a influência do azoto na produção comercial de beldroega, e de modo a aumentar a rentabilidade da área de cultivo disponível, a densidade de plantas foi elevada (face ao ensaio 3.1), mais concretamente, 2 200 plantas/m², sendo testados os níveis de 0, 30, 60 e 90 kg N/ha, com as aplicações de adubo a serem realizadas de acordo com o já descrito anteriormente. A atribuição do respectivo tratamento a cada recipiente de cultivo foi aleatória, e foram efectuadas 4 repetições.

A sementeira foi efectuada no dia 19 de Agosto de 2013, no local definitivo, recipientes de cultivo contendo 8 L de substrato, de forma manual e homogénea, com as sementes a serem dispostas à superfície. Tendo em conta a área dos recipientes e a percentagem de germinação obtida no teste referente às condições de produção, foram semeadas 264 sementes em cada recipiente, de modo a obter-se a densidade pretendida (242 plantas em cada recipiente).

Em termos de rega, o sistema funcionou diariamente segundo o seguinte esquema de hora e duração: 10 h (1 min), 12 h (1 min), 14 h (1 min), 16 h (1 min), 18 h (1 min), perfazendo 24,8 L de água aos quais acresceram 4 L de água utilizada nas soluções de adubação, totalizando uma dotação de rega de 28,8 L de água, por recipiente de cultivo, ao longo do ensaio.

O ensaio terminou no dia 19 de Setembro de 2013, perfazendo um ciclo cultural de 31 dias. Após a colheita, foram analisados os parâmetros de crescimento e desenvolvimento, altura de planta, número de folhas verdadeiras, de caules e de flores, sendo que, para tal, foram seleccionadas de forma aleatória 3 plantas de cada recipiente (12 observações para cada nível de adubação), assim como foi analisado o peso fresco,

e, após secagem em estufa (Cassel) a 65 °C durante 48 h, o peso seco, da parte aérea das plantas contidas numa área de 0,01 m², tendo sido efectuada uma recolha por recipiente (4 observações por nível de adubação) de forma casual.

Para a análise estatística foi utilizado o software IBM SPSS Statistics 21. Os parâmetros altura de planta e números de folhas, de caules e de flores, foram analisados individualmente, recorrendo a uma ANOVA 1 factor, e ao teste de Tukey para comparações múltiplas, uma vez que se verificaram diferenças entre os "níveis de adubação" (valor $p < 0,001$ para todos os parâmetros). Os pesos fresco e seco foram analisados recorrendo a uma ANOVA multivariável e ao teste de Tukey para comparações múltiplas, uma vez que existiram diferenças entre "níveis de adubação" (valor $p = 0,035$). Para as medições de temperatura e humidade foram somente calculadas as estatísticas descritivas. Em todas as análises foi considerado um nível de significância de 5 %. As representações gráficas foram elaboradas recorrendo ao software Excel 2013.

Foi ainda analisado o teor de nitrato e de ácido oxálico, existente em folhas e caules, de plantas selecionadas aleatoriamente. Devido ao espaço temporal disponível, no qual as plantas se mantinham em boas condições hídricas, não existiu a possibilidade de realizar estas análises no imediato (após a colheita). Assim, as plantas foram lavadas em água corrente de forma a retirar impurezas, e separadas em folhas e caules, e posteriormente, conservadas em ultracongelação (Hera Freeze, Heraeus Instruments), a uma temperatura de -80 °C, de modo a manterem-se em bom estado até à realização das análises, que decorreram no Laboratório do Departamento de Química da Universidade de Évora, e cujos métodos se apresentam seguidamente.

○ **Análise do teor de nitrato**

A análise ao teor de nitrato existente em folhas e caules das beldroegas obtidas neste ensaio, foi realizada nos dias 18 e 19 de Dezembro de 2013, adaptando o método descrito por Lastra (2003), que se resume pela secagem das amostras em estufa ventilada (Cassel) a 65 °C durante 48 h, após a qual procedeu-se à pesagem de 0,1 g (Mettler AE200) de material vegetal de cada amostra (recorde-se foram testados 4 níveis de adubação com 4 repetições cada, e que as plantas foram separadas em folhas e caules, o que originou 32 amostras), seguida de maceração em almofariz, sendo cada macerado colocado num tubo de ensaio (Fig. 19) ao qual foram adicionados 10 ml de

água destilada, seguido de agitação no vortex (Heidolph REAX 2000) e colocação em banho-maria (Mettler) com agitação a 45 °C durante 1 h, para extração do nitrato (Fig. 20). De salientar que foram efectuados 4 tubos em branco, ou seja, sem material vegetal para termo de comparação.

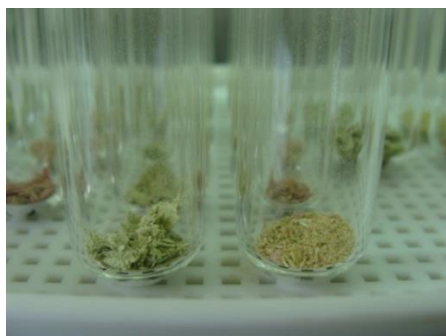


Figura 19 – Amostras após maceração, folhas no tubo da esquerda e caules no tubo da direita. Foto do autor.

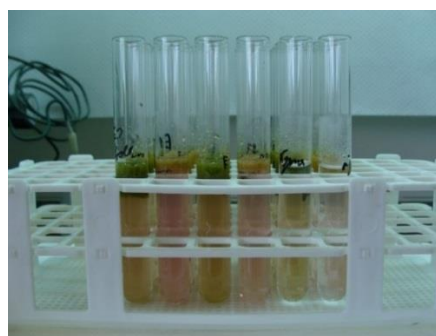


Figura 20 – Amostras após adição de água destilada para a extração do nitrato. Foto do autor.

Decorrido o tempo de extração, procedeu-se à filtração das amostras em filtros de papel (Whatman N°40, com 125 mm de diâmetro) colocados em funis de vidro (Fig. 21 e 22).



Figura 21 – Amostras em processo de filtração. Foto do autor.

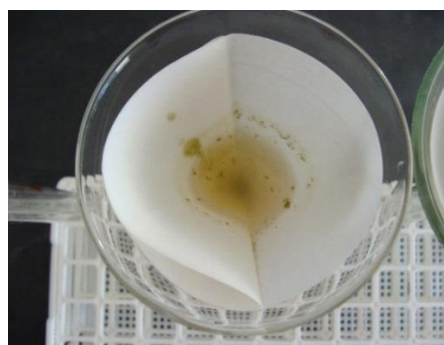


Figura 22 – Pormenor de uma amostra em filtração. Foto do autor.

A partir deste filtrado, de cada amostra foram transferidos 0,1 mL para novos tubos de ensaio, que foram armazenados no frigorífico a uma temperatura de 4 °C até à quantificação do teor de nitrato.

A cada 0,1 mL de amostra foram adicionados 0,4 mL de uma solução de ácido salicílico em ácido sulfúrico 5 % (m/v), sendo cada tubo agitado no vortex e colocado a incubar 20 min à temperatura ambiente. Decorrido este período de tempo, a cada tubo

foram adicionados 9,5 mL de solução de hidróxido de sódio 2 M, seguido de agitação no vortex. Por fim, o cromóforo foi quantificado pela leitura da absorvência num espectrómetro de absorção molecular (Thermo Scientific, Genesys 10S UV-VIS) aos comprimentos de onda de 338 nm e 440 nm (Fig. 23).



Figura 23 – Espectrómetro de absorção molecular (Thermo Scientific, Genesys 10S UV-VIS) utilizado nas leituras das absorvências. Foto do autor.

Para a obtenção do teor de nitrato existente em folhas e caules, foi utilizado um método de espectrometria de absorção molecular com o auxílio de uma curva de calibração. Esta curva, foi obtida de acordo com a lei de Lambert-Beer, com base nas leituras das absorvências a 440 nm e 338 nm de amostras de concentração de nitrato conhecida, mais concretamente com 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 e 100 mg de nitrato de potássio/L, preparadas com a adição das mesmas soluções já descritas anteriormente (ácido salicílico em ácido sulfúrico, e hidróxido de sódio). A única alteração foi a utilização do nitrato de potássio, como padrão, em substituição do extracto de material vegetal. Após as leituras, foi feita a subtração do valor a 338 nm ao valor a 440 nm, e com os valores obtidos foi ajustada uma recta de regressão linear (Fig. 24), da qual retirou-se a equação (1), procedendo-se do mesmo modo para os valores das leituras do material vegetal, ou seja, foi feita a subtração do valor a 338 nm ao valor a 440 nm, sendo os valores resultantes substituídos na equação, previamente resolvida em ordem a x, sendo utilizado o factor de conversão 10 (o valor encontrado na resolução da equação foi dividido por 10 de modo a permitir a conversão de L a g, tendo em conta as

quantidades de filtrado e de amostra utilizadas), resultando o teor de nitrato existente nas folhas e caules referentes a cada nível de adubação, expresso em mg/g de peso seco de material vegetal.

$$y = 0,0000689x$$

Equação 1 – Equação da recta de regressão linear ajustada para a curva de calibração do teor de nitrato.

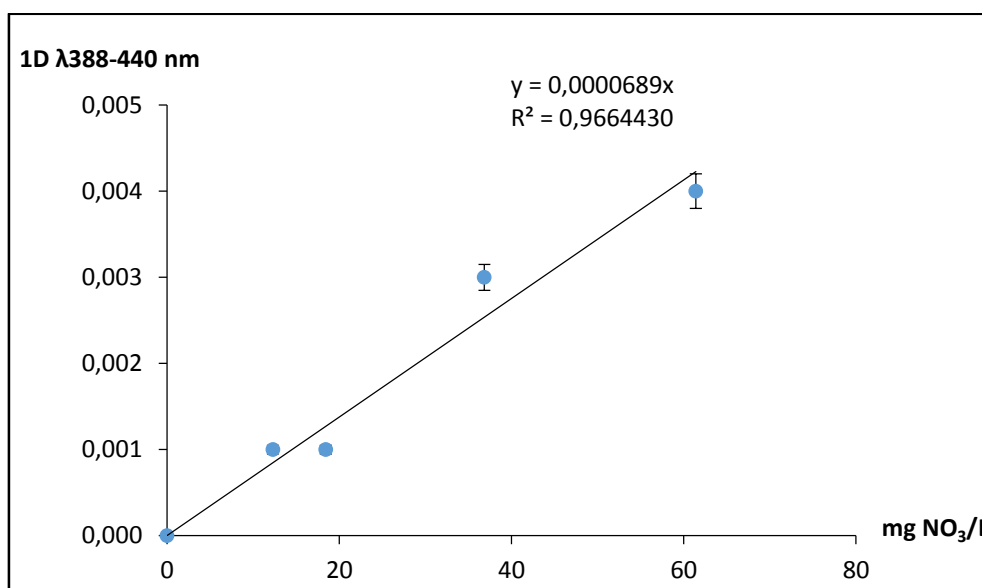


Figura 24 – Curva de calibração utilizada na determinação do teor de nitrato. As barras de erro representam uma percentagem de erro de 5 %.

Na análise estatística foi utilizado o software IBM SPSS Statistics 21, no qual foi efectuada uma ANOVA 2 factores, sendo eles “níveis de adubação” e “parte da planta” (folhas e caules), e o teste de Tukey para comparações múltiplas, uma vez que se verificaram diferenças entre os “níveis de adubação” (valor $p = 0,015$) e entre “parte da planta” (valor $p = 0,008$). Na análise foi considerado um nível de significância de 5 %. A representação gráfica foi elaborada recorrendo ao software Excel 2013.

○ **Análise do teor de ácido oxálico**

A análise do teor de ácido oxálico em folhas e caules das beldroegas obtidas neste ensaio foi realizada nos dias 16 e 17 de Dezembro de 2013 adaptando o método descrito por Palaniswamy *et al.* (2004), e que se resume pela secagem das plantas em estufa ventilada (Cassel) a 65 °C durante 48 h, seguida de maceração com recurso a um

almofariz, e pesagem de 0,01 g de cada amostra (recorde-se foram testados 4 níveis de adubação com 4 repetições cada, e que as plantas foram separadas em folhas e caules, o que originou 32 amostras), porção esta que foi colocada em tubos de ensaio aos quais se adicionou 5 ml de água destilada, passando por agitação no vortex (Heidolph REAX 2000), sendo de seguida adicionados 5 ml de EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) com concentração de 10 mM, seguida de nova agitação no vortex, de modo a permitir a extração do ácido oxálico. A seguir procedeu-se à filtração das amostras por filtros de papel (Whatman N°1, com 90 mm de diâmetro) em funis de vidro. Após este passo, os tubos foram armazenados no frigorífico a uma temperatura de 4 °C até à quantificação do teor de ácido oxálico.

Para o restante processo foi utilizado o Oxaloacetate Assay Kit (Sigma-Aldrich) adquirido previamente e armazenado a -20 °C (Fig. 25), tendo sido seguidas, na íntegra, as informações contidas no mesmo, como passos, reagentes e suas quantidades, e utilizados microtubos de ensaio para manuseamento das amostras.

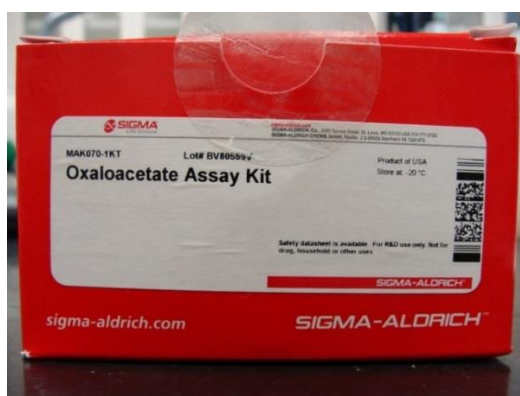


Figura 25 – Oxaloacetate Assay Kit utilizado para determinação do teor de ácido oxálico. Foto do autor.

No final, o cromóforo foi quantificado pela leitura da absorvência num espectrómetro de absorção molecular (Thermo Scientific, Genesys 10S UV-VIS) ao comprimento de onda de 570 nm.

Para a obtenção do teor de ácido oxálico existente em folhas e caules, foi utilizado um método de espectrometria de absorção molecular com o auxílio de uma curva de calibração, pela aplicação da lei de Lambert-Beer. Esta curva, foi obtida com base nas leituras da absorvências a 570 nm de padrões de concentração conhecida, preparadas de acordo com os instruções indicadas no Oxaloacetate Assay Kit, mais

concretamente com 0, 2, 4 e 6 μM de ácido oxálico, que foram convertidas (utilizando a massa molar de 132,07 relativo ao ácido oxálico) para 0, 5282,8, 10565,6 e 15848,4 μg de ácido oxálico/L de amostra, e posteriormente para 0, 5,3, 10,6 e 15,3 mg de ácido oxálico/L, respectivamente, à qual se ajustou uma recta de regressão linear (Fig. 26) da qual retirou-se a equação (2), procedendo-se à sua resolução em ordem a x, e à substituição dos valores resultantes das leituras das absorvências, resultando o teor de ácido oxálico existente nas folhas e caules referentes a cada nível de adubação, expresso em mg/g de peso seco de material vegetal.

$$y = 0,0342243 x + 0,0473000$$

Equação 2 – Equação da recta de regressão linear ajustada para a curva de calibração do teor de ácido oxálico.

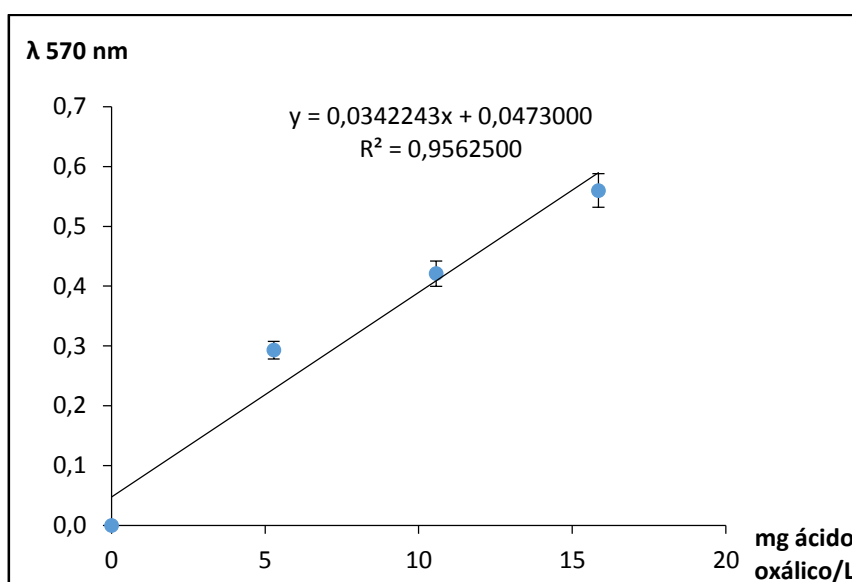


Figura 26 – Curva de calibração utilizada na determinação do teor de ácido oxálico. As barras de erro representam uma percentagem de erro de 5 %.

Na análise estatística foi utilizado o software IBM SPSS Statistics 21, no qual foi efectuada uma ANOVA 2 factores, sendo eles “níveis de adubação” e “parte da planta” (folhas e caules), e o ajustamento de Bonferroni para comparações de pares, uma vez que se verificou a existência de interação (valor $p = 0,013$) e diferenças tanto entre “níveis de adubação” (valores $p < 0,001$), como entre “parte da planta” (valor $p = 0,013$). Na análise foi considerado um nível de significância de 5 %. A representação gráfica foi elaborada recorrendo ao software Excel 2013.

4. Resultados

No que diz respeito à semente, constatou-se que existiam $247,6 \pm 8,6$ sementes em 0,1 g. Na viabilidade, em condições controladas, nomeadamente, temperatura e humidade, obteve-se uma germinação de $95,2 \pm 3,4$ % das sementes. De salientar que, no final do ensaio, a maioria das sementes apresentava os cotilédones a iniciar a sua expansão (Fig. 27). Em condições de produção, obteve-se uma germinação de $91,7 \pm 1,6$ % das sementes, com a maioria das plantas a apresentar os cotilédones totalmente expandidos no final (Fig. 28), sendo registada uma temperatura do ar média de $41,9 \pm 5,9$ °C e de $21,4 \pm 4,0$ °C, e humidade relativa do ar média foi de $8,1 \pm 3,9$ % e de $40,1 \pm 13,9$ %, durante o dia e noite, respectivamente. Assim, concluiu-se que a semente possibilitava a correcta realização dos ensaios de produção.



Figura 27 – Germinação em condições controladas, após 96 h.
Foto do autor.



Figura 28 – Germinação em condições de produção, após 96 h. Foto do autor.

4.1 - Ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas

A altura de planta (Fig. 29), aumentou sempre de forma significativa ao longo do ciclo, independentemente do nível de adubação disponibilizado, tendo existido uma ligeira reacção ao azoto, entre os 28 e os 35 dias após sementeira. Aos 21 dias os níveis de 0 e 90 kg N/ha apresentaram valores similares e significativamente superiores aos apresentados pelos restantes níveis, que por sua vez não diferiram entre si. Aos 28 dias, não se verificaram diferenças entre os níveis de adubação, com os níveis de 30 e 60 kg N/ha a aproximarem-se dos valores apresentados pelos níveis de 0 e 90 kg N/ha. Aos 35

dias, o nível de 90 kg N/ha distanciou-se do 0 kg N/ha, sendo o nível de 60 kg N/ha o que mais se aproximou do 90 kg N/ha, não existindo diferenças significativas entre eles. À colheita (40 dias), o nível de 0 kg N/ha voltou a não diferir do 90 kg N/ha, assim como do 60 kg N/ha, ficando o nível de 30 kg N/ha com o valor mais baixo, embora não significativamente diferente do apresentado pelo nível de 0 kg N/ha.

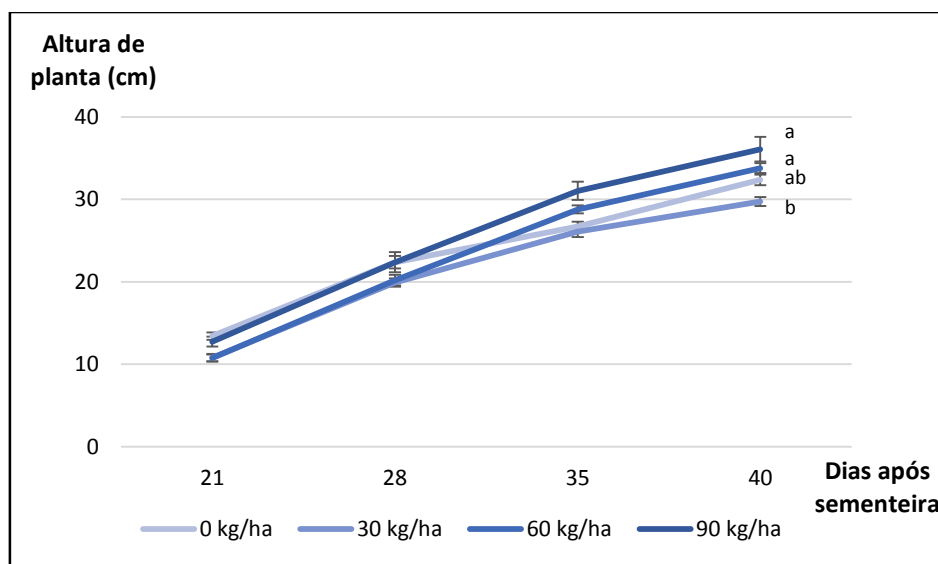


Figura 29 – Altura de planta (cm) obtida em cada tratamento ao longo do ciclo no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas. Os valores representam a média de 12 observações. As barras verticais representam o erro padrão da média. Letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os níveis de adubação à colheita. Nível de significância de 5 %.

No que diz respeito ao número de folhas por planta (Fig. 30), verificou-se que este, nos níveis de 60 e 90 kg N/ha aumentou de forma significativa ao longo do ciclo, enquanto que nos níveis de 0 e 30 kg N/ha, tal só se verificou dos 21 para os 28 dias, apesar de que neste último existiu também um aumento entre os 28 e os 40 dias. Aos 21 dias os níveis de 0 e 90 kg N/ha apresentaram valores similares e significativamente superiores aos apresentados pelos restantes níveis, que por sua vez não diferiram entre si. Aos 28 dias, não se verificaram diferenças entre os tratamentos. Aos 35 dias, o nível de 90 kg N/ha foi significativamente superior aos restantes, que por sua vez não apresentaram diferenças entre si. À colheita (40 dias), o nível de 90 kg N/ha voltou a apresentar valores significativamente superiores aos restantes, e o nível de 30 kg N/ha não apresentou diferenças nem face ao 0 nem face ao 60 kg N/ha.

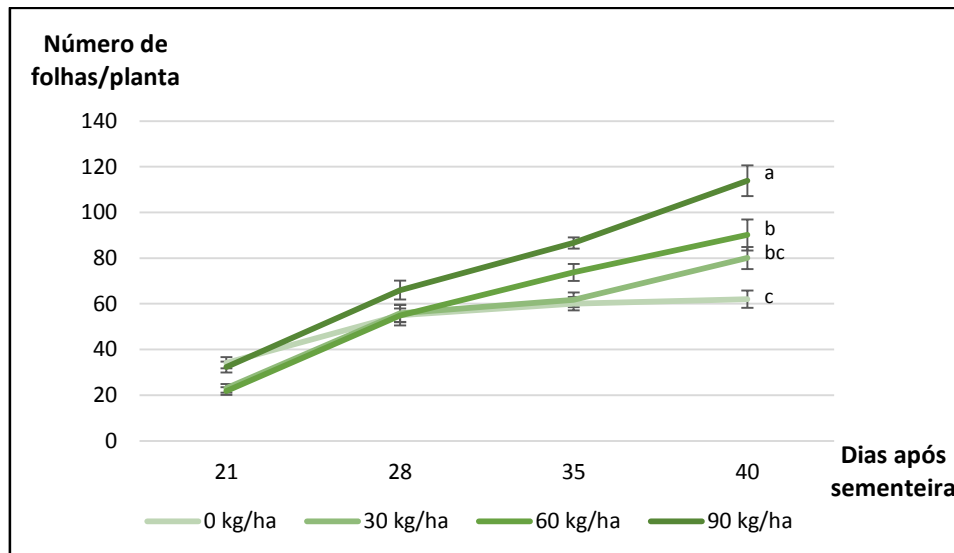


Figura 30 – Número de folhas por planta obtido em cada tratamento ao longo do ciclo no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas. Os valores representam a média de 12 observações. As barras verticais representam o erro padrão da média. Letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os níveis de adubação à colheita. Nível de significância de 5 %.

Quanto ao número de caules por planta (Fig. 31), verificou-se que aumento destes acompanhou a evolução progressiva do ciclo, embora apenas nos níveis de 60 e 90 kg N/ha esse aumento tenha sido significativo. Aos 21 dias, os níveis de 0 e 90 kg N/ha apresentaram valores similares e significativamente superiores aos restantes, que por sua vez não diferiram entre si. Aos 28 dias, não se verificaram diferenças entre os níveis de adubação testados, com os níveis de 30 e 60 kg N/ha a aproximarem-se dos valores apresentados pelos níveis de 0 e 90 kg N/ha. Aos 35 dias, o nível de 90 kg N/ha foi significativamente superior aos restantes, que não apresentaram diferenças entre si. À colheita (40 dias), o nível de 90 kg N/ha voltou a apresentar os maiores valores, mas desta vez não diferiu do nível de 60 kg N/ha, que por sua vez não diferiu do 30 kg N/ha, e mantendo a tendência, este não diferiu do 0 kg N/ha.

No que diz respeito aos caules, outro dado a retirar deste ensaio referiu-se à disposição destes na planta. Conforme ilustra a figura 32, ocorreu o desenvolvimento do caule principal, de onde surgiu um caule a partir de cada axila de folha, caule esse que se desenvolveu até certo ponto em que deu origem a mais dois novos caules, no formato já referido, ou seja, um caule por cada axila de folha. De salientar que, o caule principal, após um determinado desenvolvimento, dividiu-se em 3 caules terminais.

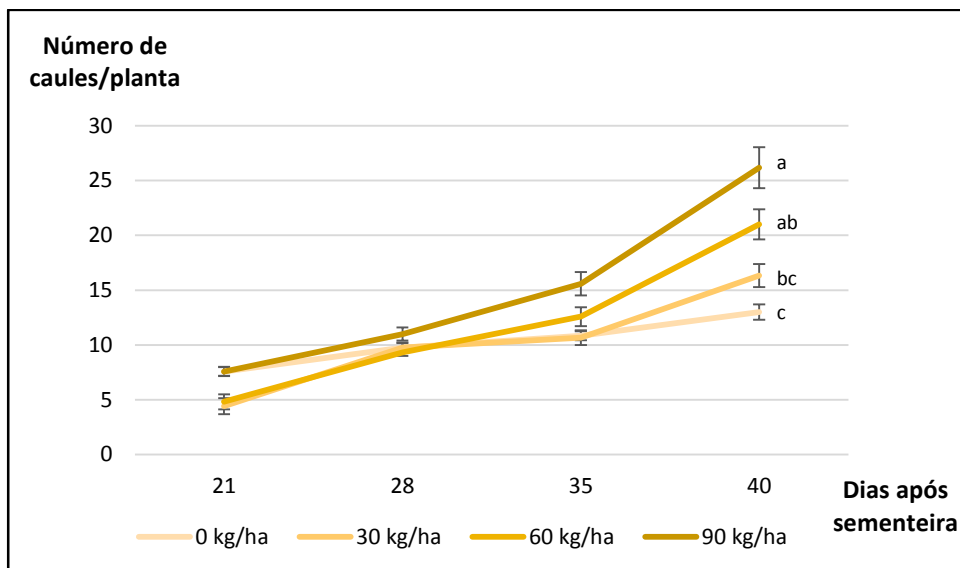


Figura 31 – Número de caules por planta obtido em cada tratamento ao longo do ciclo no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas. Os valores representam a média de 12 observações. As barras verticais representam o erro padrão da média. Letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os níveis de adubação à colheita. Nível de significância de 5 %.



Figura 32 – Disposição dos caules na beldroega.
Foto do autor.

Quanto ao número de flores por planta (Fig. 33), existiu sempre um aumento significativo ao longo do ciclo para todos os tratamentos testados. Aos 21 e 28 dias não existiram diferenças entre os níveis de adubação testados. Aos 35 dias, o nível de 90 kg N/ha apresentou os maiores valores, embora não diferindo do 60 kg N/ha, que por sua vez não diferiu do 30 kg N/ha, e mantendo a tendência, este não diferiu do 0 kg N/ha. À

colheita (40 dias), o nível de 90 kg N/ha apresentou novamente os maiores valores, sendo acompanhado pelo nível de 60 kg N/ha, e este pelos níveis de 30 e 0 kg N/ha.

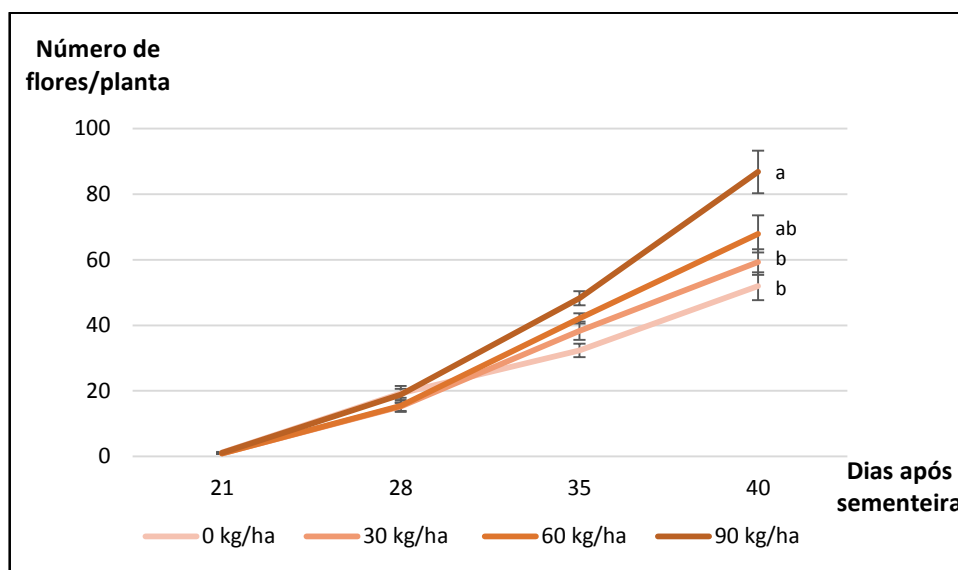


Figura 33 – Número de flores por planta obtido em cada tratamento ao longo do ciclo no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas. Os valores representam a média de 12 observações. As barras verticais representam o erro padrão da média. Letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os níveis de adubação à colheita. Nível de significância de 5 %.

Na planta, as flores surgiram agrupadas em capítulos multiflora, em número variável consoante o nível de desenvolvimento da planta, situando-se, geralmente, entre 1 a 5 por caule. No exemplo ilustrado na figura 34, pode-se observar que no caule principal surgiram 5 flores, ao passo que em cada um dos 2 caules secundários surgiram apenas 3. De salientar que o grau de desenvolvimento das flores foi igualmente bastante variável, quer ao longo da planta, quer dentro de um mesmo agrupamento.



Figura 34 – Disposição das flores na beldroega.
Foto do autor.

Terminada a análise da evolução ao longo do ciclo, apresentam-se os resultados relativos aos parâmetros que apenas foram analisados após a colheita das plantas.

Na área foliar (Fig. 35) verificou-se que um determinado nível não diferiu do que lhe foi suprajacente, isto é, o nível de 30 kg N/ha não apresentou diferenças face ao nível de 0 kg N/ha, e assim sucessivamente, com o nível de 90 kg N/ha a apresentar o valor mais elevado.

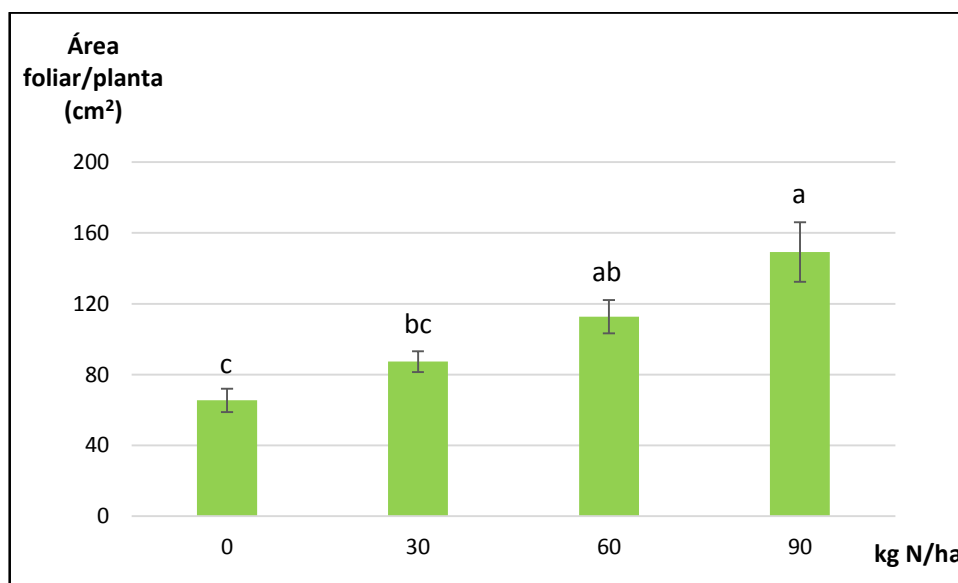


Figura 35 – Área foliar (cm^2) por planta obtida em cada tratamento no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas. Os valores representam a média de 12 observações. As barras verticais representam o erro padrão da média. Letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os níveis de adubação. Nível de significância de 5 %.

De salientar que numa mesma planta podem ser encontradas folhas de diversas dimensões (Fig 36).



Figura 36 – Folhas de diversas dimensões que podem ser encontradas numa beldroega. Foto do autor.

No que diz respeito aos pesos fresco e seco das folhas, cujos resultados se apresentam na tabela 9, em ambos os casos, o nível de 90 kg N/ha obteve os maiores valores, embora um determinado nível não tenha diferido significativamente do que lhe foi suprajacente. Nos caules, cujos resultados se apresentam igualmente na tabela 9, no peso fresco o nível de 90 kg N/ha obteve o maior valor, e os restantes níveis não apresentaram diferenças entre si. Quanto ao peso seco, o nível de 90 kg N/ha obteve o maior valor embora não significativamente diferente dos encontrados nos níveis de 0 e 60 kg N/ha. A percentagem de matéria seca não diferiu entre os 4 níveis de adubação testados, tanto em folhas, como em caules.

Tabela 9 – Pesos fresco e seco e percentagem de matéria seca das plantas produzidas no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Nível de adubação (kg N/ha)	Folhas			Caules		
	Peso fresco (g/planta)	Peso seco (g/planta)	Matéria seca (%)	Peso fresco (g/planta)	Peso seco (g/planta)	Matéria seca (%)
0	5,01 c	0,39 c	7,73 a	9,60 b	1,09 ab	11,31 a
30	6,48 bc	0,46 bc	7,33 a	8,41 b	0,96 b	11,39 a
60	7,63 ab	0,57 ab	7,46 a	12,57 ab	1,19 ab	9,40 a
90	9,62 a	0,71 a	7,33 a	18,66 a	1,56 a	8,65 a

Os valores representam a média de 12 observações. Para um dado parâmetro, letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os níveis de adubação. Nível de significância de 5 %.

Fazendo uma comparação entre as partes da planta analisadas, resultou que, nos caules, os pesos fresco e seco foram superiores aos encontrados nas folhas. Da diferença entre os pesos frescos (Fig. 37) e secos (Fig. 38), resultou que, em média, e tendo em conta todos os níveis de adubação, as folhas apresentaram cerca de $92,64 \pm 0,17$ % de água e os caules cerca de $89,81 \pm 1,38$ %.



Figura 37 – Aspecto das folhas e caules antes da secagem em estufa.
Foto do autor.



Figura 38 – Aspecto das folhas e caules após secagem em estufa.
Foto do autor.

Durante o decorrer deste ensaio foram registadas outras observações relevantes, que serão apresentadas seguidamente.

Foi observada a senescência das folhas mais velhas (Fig. 39), nomeadamente em plantas não sujeitas a adubação (0 kg N/ha), sendo que algumas folhas chegaram mesmo a cair da planta, enquanto que em plantas sujeitas a adubação tal ocorrência foi verificada em menor escala.



Figura 39 – Senescência observada nas folhas mais velhas em plantas não adubadas. Foto do autor.

Já foi referida anteriormente a diversidade ao nível da dimensão das folhas encontradas na beldroega, mas há-que salientar que junto às inflorescências que

surgiram na divisão do caule principal em caules terminais, bem como nestes últimos, as folhas apresentaram um tamanho particularmente reduzido, e surgiram em número de 2 ou 3 (Fig 40), ao passo que até aqui, isto é, nas zonas inferiores da planta, as folhas surgiram sempre opostas 2 a 2.

Verificou-se também que à medida que as plantas se desenvolveram, o caule alterou a sua coloração de esverdeada para avermelhada (Fig 41), tendo tal alteração início na zona mais baixa do caule, isto é, na base junto ao substrato/raízes, expandido-se depois ao longo da planta com o decorrer do tempo.

Outro aspecto a reter, prende-se com o facto de, mesmo após a entrada em floração e início do processo de maturação das sementes, as plantas não cessaram o seu crescimento, alongando os caules e as folhas, e possibilitando o surgimento de novas inflorescências. Além disso, a partir das axilas de folhas posicionadas em zonas superiores da planta, surgiram novos rebentos (Fig. 42).



Figura 41 – Pormenor da alteração de coloração no caule. Foto do autor.



Figura 40 – Pormenor das folhas existentes junto das inflorescências. Foto do autor.



Figura 42 – Pormenor do aparecimento de um rebento na axila de uma folha. Foto do autor.

As plantas deste ensaio, em todos os níveis de adubação, entraram em floração cerca de 25 dias após sementeira. Na figura 43 pode observar-se a evolução do processo de abertura da flor, que ocorreu apenas durante a manhã, permanecendo abertas durante um curto período de tempo, cerca de 2 h, maioritariamente entre as 10 e as 13 h, voltando depois a fechar.



Figura 43 – Evolução do processo de abertura da flor de beldroega. Fotos do autor.

Em algumas plantas deste ensaio foram encontrados afídeos, de cor castanho/preto (Fig. 44), maioritariamente em zonas de inflorescências, mas também em zonas de folhas, sem no entanto, se ter observado que a existência destes insectos tenha afectado o correcto desenvolvimento das plantas.



Figura 44 – Imagens dos afídeos encontrados nas beldroegas. Fotos do autor.

A título de exemplo, apresenta-se na figura 45, a evolução do crescimento e desenvolvimento de plantas sujeitas ao nível de adubação de 60 kg N/ha.

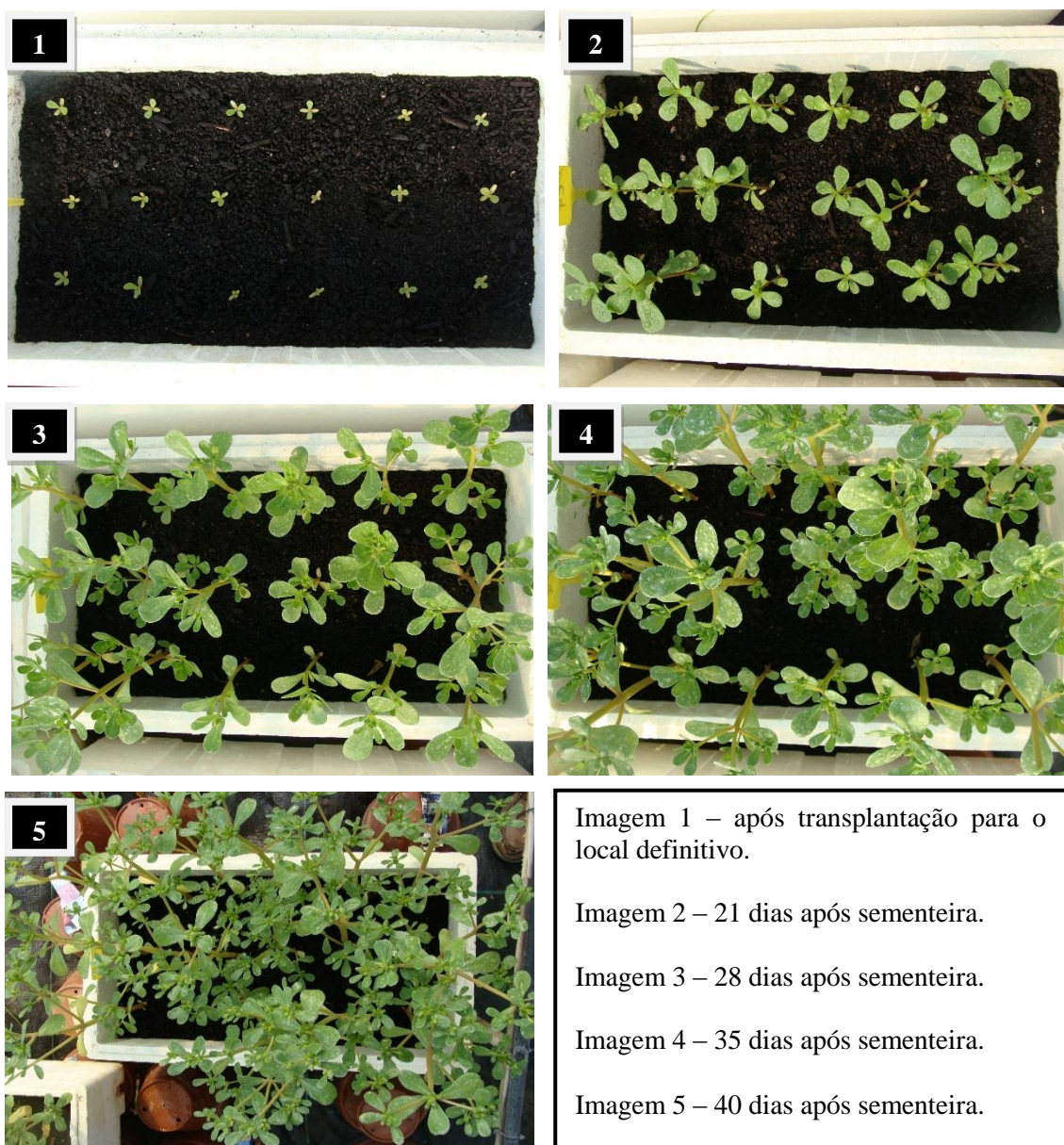


Figura 45 – Imagens aéreas da evolução do crescimento e desenvolvimento de plantas sujeitas ao nível de adubação de 60 kg N/ha no ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas. Fotos do autor.

Durante o decorrer do ensaio, a temperatura do ar média foi de $34,8 \pm 5,7$ °C e de $17,7 \pm 4,0$ °C, e a humidade relativa do ar média foi de $11,4 \pm 9,0$ % e de $51,2 \pm 25,1$ % durante o dia e noite, respectivamente.

4.2 - Ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas

No que diz respeito à altura de planta (Fig. 46), verificou-se que não ocorreram diferenças entre os níveis de 90 e 60 kg N/ha, mas, no entanto, os valores destes foram significativamente superiores aos encontrados nos níveis de 0 e 30 kg N/ha.

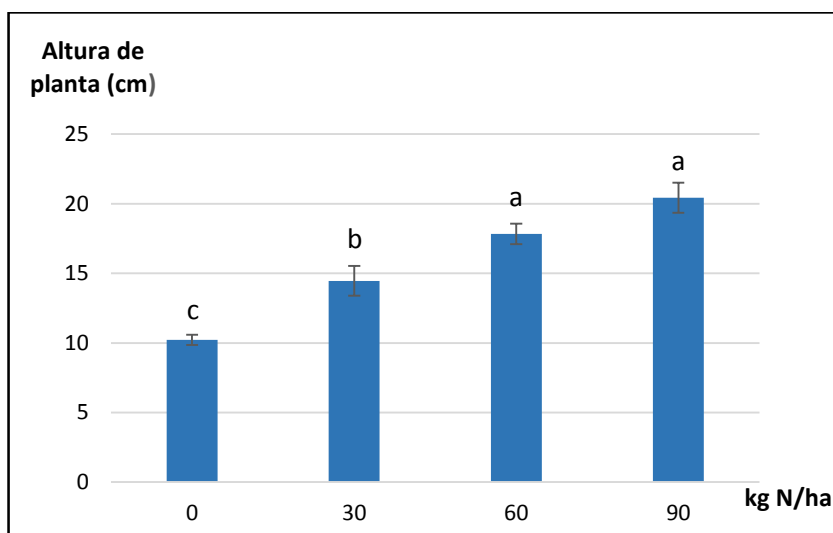


Figura 46 – Altura de planta (cm) obtida em cada tratamento no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas. Os valores representam a média de 12 observações. As barras verticais representam o erro padrão da média. Letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os tratamentos. Nível de significância de 5 %.

Quanto ao número de folhas por planta (Fig. 47), o nível de 90 kg N/ha apresentou os maiores valores, embora não diferindo dos encontrados no nível de 60 kg N/ha, que por sua vez não diferiu do nível de 30 kg N/ha, mas estes três níveis diferiram significativamente do nível de 0 kg N/ha.

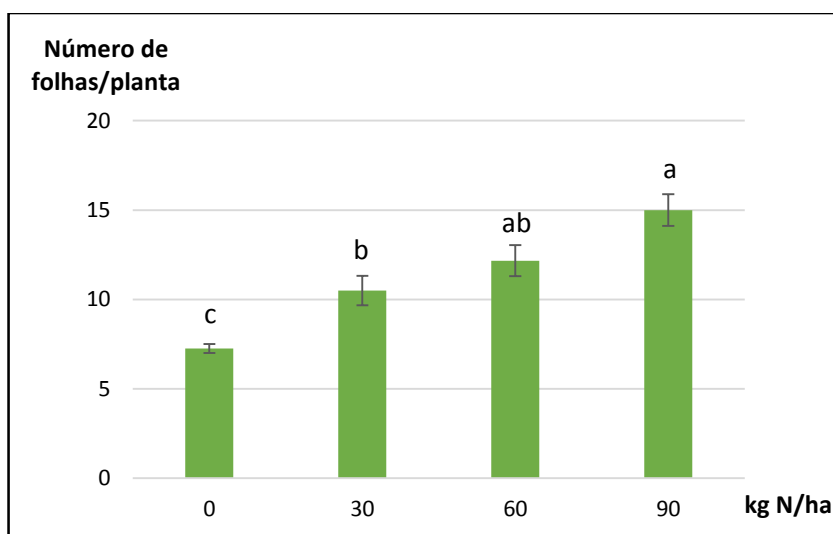


Figura 47 – Número de folhas por planta obtido em cada tratamento no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas. Os valores representam a média de 12 observações. As barras verticais representam o erro padrão da média. Letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os tratamentos. Nível de significância de 5 %.

Quanto ao número de caules por planta (Fig. 48), o nível de 90 kg N/ha apresentou os maiores valores, embora não diferindo dos encontrados no nível de 60 kg N/ha, que por sua vez não diferiu do nível 30 kg N/ha, mas estes três níveis diferiram significativamente do 0 kg N/ha.

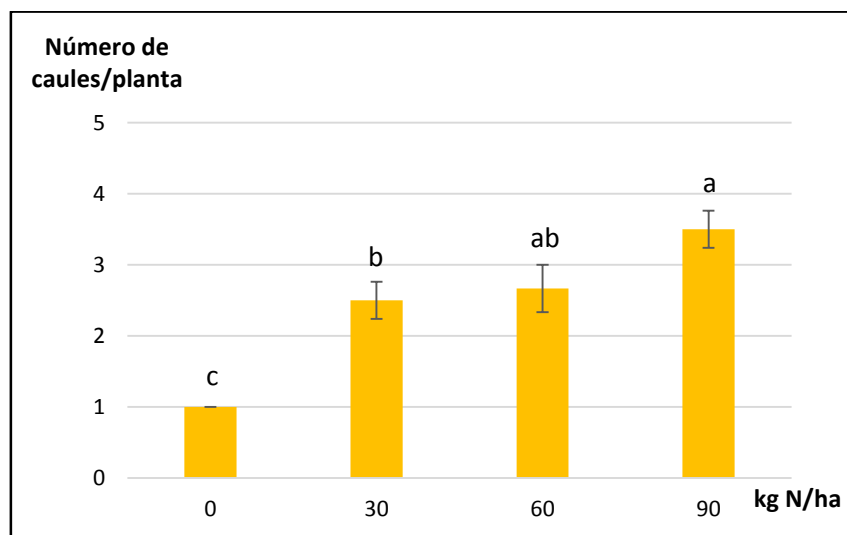


Figura 48 – Número de caules por planta obtido em cada tratamento no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas. Os valores representam a média de 12 observações. As barras verticais representam o erro padrão da média. Letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os tratamentos. Nível de significância de 5 %.

Já o número de flores por planta (Fig. 49), foi significativamente superior no nível de 90 kg N/ha, face aos restantes, no entanto, o nível de 30 kg N/ha não apresentou diferenças nem face ao 60 nem face ao 0 kg N/ha.

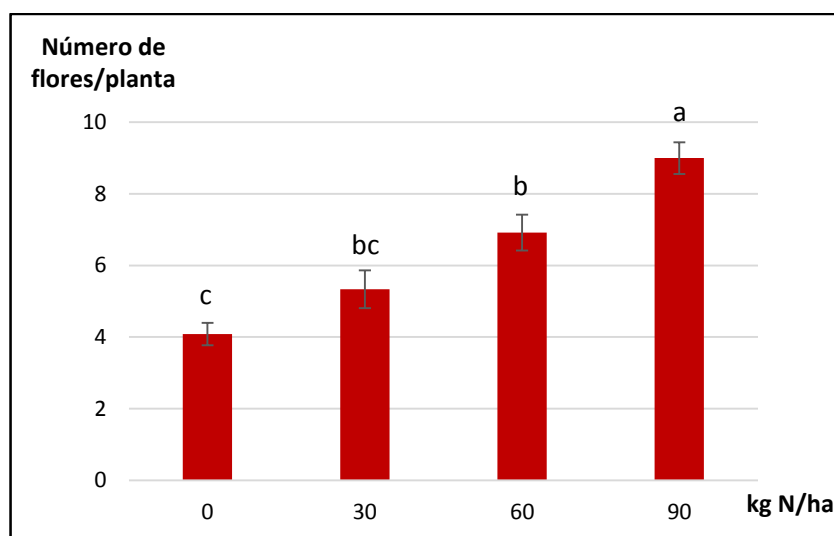


Figura 49 – Número de flores por planta obtido em cada tratamento no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas. Os valores representam a média de 12 observações. As barras verticais representam o erro padrão da média. Letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os tratamentos. Nível de significância de 5 %.

No que diz respeito aos pesos da parte aérea das plantas contidas em 0,01 m², cujos resultados se apresentam na tabela 10, verificou-se que, relativamente ao peso fresco, o nível de 90 kg N/ha obteve os maiores valores mas estes não foram significativamente diferentes dos obtidos nos níveis de 60 e 30 kg N/ha, assim como estes dois níveis e o nível de 0 kg N/ha não diferiram entre si. No peso seco não se registaram diferenças entre os níveis de adubação testados. A parte aérea das plantas produzidas neste ensaio, tendo em conta todos os tratamentos, apresentaram uma média de 92,74 % de água na sua constituição.

Tabela 10 – Pesos fresco e seco e percentagem de matéria seca das plantas produzidas no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Nível de adubação (kg N/ha)	Peso fresco (g/0,01 m ²)	Peso seco (g/0,01 m ²)	Matéria seca (%)
0	23,76 b	1,96 a	8,25 a
30	40,08 ab	2,62 a	6,53 a
60	50,57 ab	3,67 a	7,25 a
90	53,00 a	3,72 a	7,02 a

Os valores representam a média de 4 observações. Para um dado parâmetro, letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os níveis de adubação. Nível de significância de 5 %.

De modo a permitir inferir sobre as características nutricionais das plantas obtidas neste ensaio, mais concretamente ao nível de compostos maléficos para a saúde humana, foram analisados os teores de nitrato e de ácido oxálico, em folhas e caules, para todos os níveis de adubação testados.

No que diz respeito ao teor de nitrato (Fig, 50), este foi calculado em mg/g de peso seco de planta, e verificou-se que, em todos os tratamentos testados, as folhas apresentaram um teor de nitrato superior aos caules, e essa superioridade apenas não foi significativa nos níveis de 0 e 60 kg N/ha. Nas folhas o nível de 90 kg N/ha obteve o maior teor de nitrato, embora não significativamente diferente do obtido nos níveis 30 e 60 kg N/ha, sendo estes três níveis significativamente superiores ao nível de 0 kg N/ha. Já nos caules, foi o nível de 60 kg N/ha a obter o maior teor de nitrato, embora o seu valor apenas seja significativamente diferente do obtido no nível 0 kg N/ha, com os níveis 30 e 90 Kg N/ha não apresentaram diferenças face aos restantes.

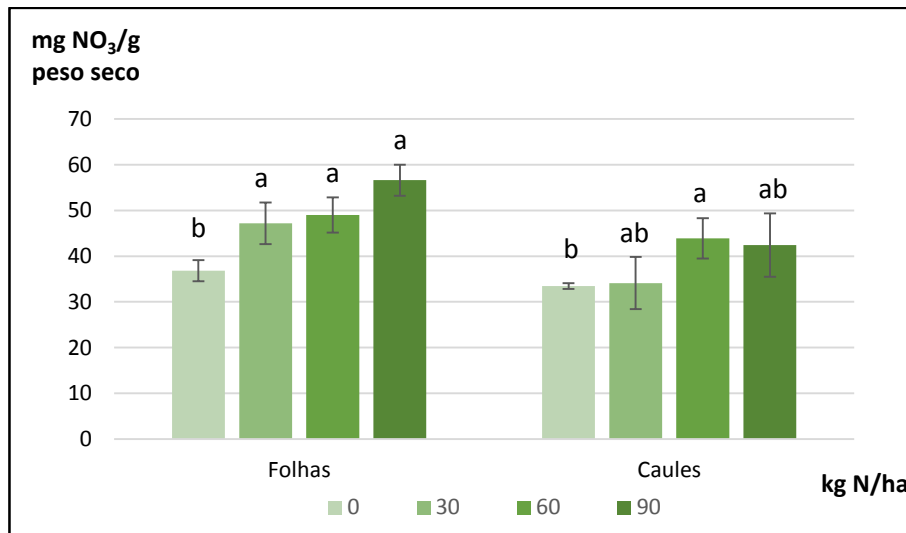


Figura 50 – Teor de nitrato obtido em cada tratamento no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas. Os valores representam a média de 4 observações. As barras verticais representam o erro padrão da média. Para uma dada parte da planta, letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os tratamentos. Nível de significância de 5 %.

De salientar que, após a filtração foi possível observar a diferença de coloração que as amostras apresentaram (Fig. 51), com a amostra correspondente às folhas a apresentar a coloração mais intensa, seguida pela amostra obtida a partir dos caules, e por último a amostra controlo, contendo apenas água, o que já indicava que as folhas apresentariam um teor de nitrato mais elevado que os caules.

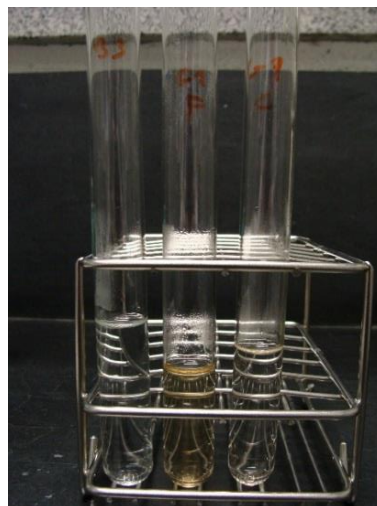


Figura 51 – Diferença de coloração entre tubos de ensaio contendo água, folhas e caules, respectivamente da esquerda para a direita, após a etapa de filtração durante a análise ao teor de nitrato. Foto do autor.

No que diz respeito ao teor de ácido oxálico (Fig. 52), expresso em mg/g de peso seco de planta, verificou-se que as folhas apresentaram maior quantidade deste elemento que os caules, excepto no nível de 0 kg N/ha, no qual os caules se superiorizaram às folhas, embora essa diferença não tenha sido significativa, enquanto que no nível de 90 kg N/ha a superioridade das folhas não foi significativa. Nas folhas, os níveis de 60 e 90 kg N/ha obtiveram os maiores teores de ácido oxálico, sendo estes significativamente diferentes dos obtidos pelos restantes níveis, que não diferiram entre si. Nos caules, foi o nível de 90 kg N/ha a obter o maior teor de ácido oxálico, destacando-se fortemente dos restantes, seguido pelos níveis de 0 e 60 kg N/ha, que não apresentaram diferenças entre si, e por último o nível 30 kg N/ha, que não apresentou diferenças face ao nível de 0 kg N/ha.

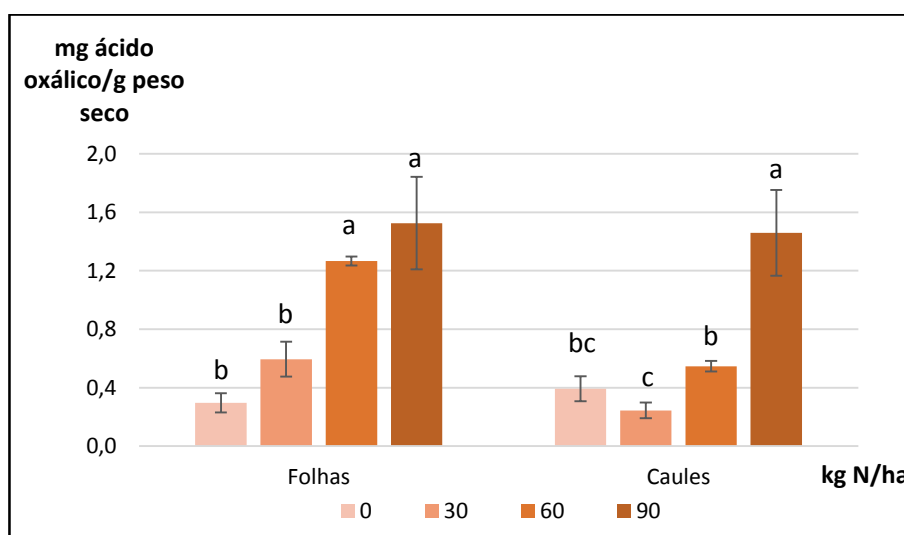


Figura 52 – Teor de ácido oxálico obtido em cada tratamento no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas. Os valores representam a média de 4 observações. As barras verticais representam o erro padrão da média. Para uma dada parte da planta, letras diferentes simbolizam diferenças significativas entre os tratamentos. Nível de significância de 5 %.

Ao longo deste ensaio, foram registados outros dados que se consideraram relevantes, e que são apresentados seguidamente.

Um dos aspectos verificados, principalmente nas plantas sujeitas ao maior nível de adubação, foi o alongamento do caule e a curta distância entre os pares de folhas (Fig. 53).



Figura 53 – Beldroega sujeita ao nível de 90 kg N/ha, evidenciando o alongamento do caule. Foto do autor.

As plantas sujeitas o nível de 90 kg N/ha apresentaram-se passíveis de serem agrupadas para comercialização do modo mais tradicional, conforme se pode observar na figura 54. Nesta figura é também possível constatar a alteração de coloração na base dos caules, de verde para vermelho.



Figura 54 – Beldroegas sujeitas ao nível de 90 kg N/ha, agrupadas para comercialização. Foto do autor.

Um aspecto a salientar foi o facto de, por vezes, às primeiras horas do dia, as plantas dos diversos tratamentos apresentarem as folhas fechadas sob si próprias (Fig. 55), e à

medida que o dia avançou, rapidamente retomaram o seu aspecto normal, isto é, plenamente expandidas na horizontal.



Figura 55 – Beldroegas ao início do dia, evidenciando as folhas fechadas. Foto do autor.

A título de exemplo, apresenta-se na figura 56, a evolução do crescimento e desenvolvimento de plantas sujeitas ao nível de 60 kg N/ha.

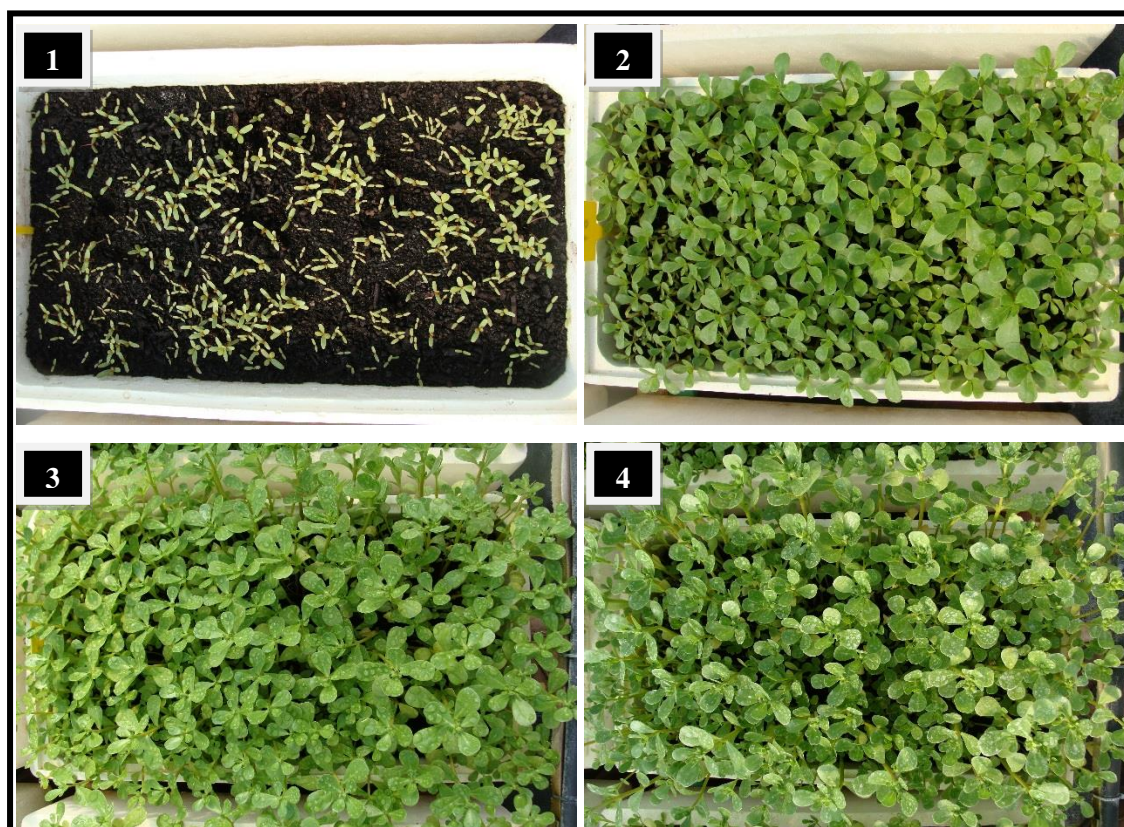


Imagem 1 – 7 dias após sementeira.
Imagem 3 – 21 dias após sementeira.

Imagem 2 – 15 dias após sementeira.
Imagem 4 – 31 dias após sementeira.
(à colheita)

Figura 56 – Imagens aéreas da evolução do crescimento e desenvolvimento de plantas sujeitas ao nível de 60 kg N/ha no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas. Fotos do autor.

Durante o decorrer do ensaio, a temperatura do ar média foi de $33,7 \pm 5,8$ °C e de $16,7 \pm 4,2$ °C, enquanto que a humidade relativa do ar média, foi de $12,2 \pm 11,1$ % e de $49,7 \pm 24,8$ %, durante o dia e noite, respectivamente.

5. Discussão

A contagem do número de sementes contidas em 0,1 g teve como objectivo criar um meio de comparação entre as sementes utilizadas na presente dissertação e as utilizadas por outros autores, uma vez que, as informações sobre variedades de beldroega e características da semente são praticamente inexistentes. Assim, Urdaneta (2008), utilizou sementes armazenadas no Banco de Sementes da Universidade Politécnica de Cartagena (Espanha), nas quais obteve um número de 367 sementes em 0,1 g, um valor superior ao 248 obtido nesta dissertação. Provavelmente, tal facto deve-se a uma menor dimensão das sementes utilizadas pelo autor, face às utilizadas nesta dissertação, desconhecendo-se a sua origem inicial, bem como a origem das armazenadas no Banco de Sementes, isto é, a sua variedade. Em condições controladas, Urdaneta (2008) obteve uma germinação 89,6 %, valor inferior aos 95,2 % obtidos nesta dissertação, não obstante o facto de o ensaio do autor ter decorrido durante 3 dias, enquanto que o desta dissertação decorreu durante 4 (96h), mas salienta-se a elevada viabilidade que as sementes apresentaram. No que diz respeito à germinação em condições de produção, esta foi bastante elevada, cerca de 92 % passadas 96 h, o que acentua a elevada viabilidade da semente utilizada. Tendo em conta esta elevada percentagem de germinação, e o facto de que as sementes foram dispostas à superfície do substrato, este resultado corrobora o já relatado por Cros (2007) que obteve melhor germinação em sementes colocadas à superfície, face a enterradas a diversas profundidades. O facto de a temperatura média durante o período de dia ter sido bastante elevada, cerca de 42 °C, também terá contribuído para a elevada taxa de germinação, uma vez que, segundo Chaudary e Sinha (1990) citados por Urdaneta (2008), e Gutterman (1974), altas temperaturas favorecem a germinação das sementes de beldroega. De salientar ainda que, após as 96 h (4 dias) as plantas apresentaram um bom desenvolvimento, com os cotilédones expandidos (Fig. 28), o que vai ao encontro do relatado por Cros (2007), em que cerca de 4 dias após sementeira inicia-se o aparecimento dos cotilédones.

Ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas

A altura de planta foi directamente proporcional ao tempo de cultivo, (dentro do período de tempo analisado no ensaio, 40 dias), independentemente da quantidade de azoto administrada, ocorrendo uma ligeira reacção ao azoto, entre os 28 e os 35 dias após sementeira. Palaniswamy *et al.* (2000), ao cultivarem beldroegas de folha dourada com 25 dias de idade, em sistema hidropónico durante 18 dias, como uma proporção entre azoto nítrico e amoniacal de 50:50, semelhante à que foi utilizada no ensaio da presente dissertação, obtiveram uma altura média de planta de 25,3 cm, valor este, que está abaixo dos 36,1 cm alcançados no final deste ensaio com o nível de adubação de 90 kg N/ha. Num outro estudo, Palaniswamy *et al.* (2004), obtiveram uma altura de 44,3 cm, em beldroegas cultivadas igualmente em sistema hidropónico, para o qual foram transferidas com 21 dias de idade, e neste permaneceram até apresentarem 16 folhas verdadeiras. Este valor, é um pouco superior ao obtido no ensaio, mas é necessário salientar que o método de cultivo foi diferente, não existindo na bibliografia valores de altura de planta para um método semelhante ao utilizado na presente dissertação.

Quanto ao número de folhas por planta, a reacção ao azoto começou a verificar-se entre os 28 e os 35 dias após sementeira. No final do ensaio, as plantas sujeitas ao maior nível de adubação apresentaram o maior valor, com 113,9 folhas por planta. Palaniswamy *et al.* (2004) indicaram que as plantas colhidas com 16 folhas verdadeiras apresentavam 44,3 cm de altura, enquanto que, como já foi referido anteriormente, neste ensaio as plantas apresentaram uma altura de 36,1 cm, pelo que apesar de uma altura inferior, as plantas apresentaram um maior número de folhas. Esta ocorrência poderá dever-se à utilização de uma diferente variedade de beldroega, uma vez que em ambos se desconhece qual foi utilizada, assim como a um diferente método de cultivo.

No que diz respeito ao número de caules, a reacção ao azoto começou a verificar-se entre os 28 e os 35 dias após sementeira, embora nas plantas sujeitas aos níveis de 60 e 90 kg N/ha, se tenha verificado um aumento significativo e directamente proporcional ao longo de todo ciclo. No final do ensaio, as plantas sujeitas ao nível de adubação de 90 kg N/ha apresentaram o maior número de caules, 26 por planta. Este valor é bastante superior ao relatado por Palaniswamy *et al.* (2000), que obtiveram, em beldroegas de folha dourada sujeitas a uma relação de azoto nítrico e amoniacal de 50:50, uma média de 7 caules por planta. Esta discrepância de valores, pode, mais uma vez, justificar-se pela utilização de diferentes variedades de beldroega, bem como pelo diferente método

de cultivo. Assim, a variedade de beldroega utilizada nesta dissertação apresentou elevada ramificação, com o aparecimento e crescimento ininterrupto de caules durante o intervalo de tempo decorrente do ensaio.

Quanto ao número de flores por planta, independentemente do nível de adubação administrado, existiu sempre um aumento significativo ao longo do ciclo, com a reacção ao azoto a iniciar-se por volta dos 35 dias após sementeira. Assim, é de prever, que, o número de flores seja directamente proporcional ao grau de desenvolvimento da planta. No final do ensaio, as plantas sujeitas ao nível de adubação de 90 kg N/ha, apresentaram em média 87 flores, e as plantas não sujeitas a adubação (0 kg N/ha) apresentaram uma média de 52. Este resultado, realça a capacidade da beldroega ao nível da produção de sementes, já referida por Wenzel *et al.* (1990) em que uma só planta pode produzir até 10 000 sementes. No entanto, é difícil prever quantas sementes poderá originar uma flor, uma vez que, e conforme já foi referido na secção referente aos resultados, existe uma grande variação dimensional ao nível destas (Fig. 34), pensando-se que uma flor maior originará um maior número de sementes.

Outros parâmetros foram analisados no final do ensaio, após a colheita das plantas. Aqui, o valor de área foliar foi mais elevado com o nível de adubação de 90 kg N/ha, atingindo os 149 cm² por planta. De notar que, neste parâmetro, existiu uma tendência de aumento da área foliar com o aumento do nível de adubação, embora de forma não significativa. Palaniswamy *et al.* (2004) obtiveram 621 cm² de área foliar por beldroega colhida na fase de 16 folhas verdadeiras, valor este, bastante acima do valor obtido no ensaio desta dissertação. Assim, é notória a diferença de tamanho das folhas obtidas, na medida em que, na presente dissertação se obteve um maior número de folhas, mas menor área foliar, face ao ensaio dos autores referidos, pelo que se pode concluir que as folhas das beldroegas obtidas no ensaio apresentaram uma reduzida dimensão, salientando-se a heterogeneidade encontrada nas folhas de uma mesma planta (Fig. 36). Mais uma vez, esta diferença poderá ser justificada pela utilização de diferentes variedades de beldroega.

O peso das folhas, tanto o fresco como o seco, aumentou com o aumento da quantidade de azoto administrada às plantas, embora este aumento não tenha sido significativo quando se comparou um nível de adubação com o que lhe foi suprajacente, tendo o nível de 90 kg N/ha obtido os maiores valores, com 9,6 e 0,7 g por planta, de peso fresco e seco respectivamente. Na bibliografia consultada, no que diz respeito às folhas, apenas existem valores para o peso seco. Neste, Palaniswamy *et al.* (2004)

obtiveram 2,1 g por planta, e Palaniswamy *et al.* (2000) obtiveram 0,6 g, igualmente, por planta. Como meio de comparação o valor de 0,6 g é o mais apropriado, na medida em que, a duração do ensaio e altura de planta obtida por estes autores são mais próximos dos deste ensaio. Assim, o valor obtido, 0,7 g, foi ligeiramente superior ao relatado por estes autores, embora, não se conheça o número de folhas que estes obtiveram, pelo que esta é uma comparação limitada. Da diferença entre o peso fresco e seco, resultou que as folhas apresentaram cerca de 93 % de água, o que evidencia a succulência das folhas de beldroega, situando-se este valor ligeiramente acima dos 90 % relatados por Oliveira *et al.* (2009).

Quanto aos caules, no que diz respeito ao peso fresco, um maior nível de adubação azotada induziu um maior peso, com o nível de 90 kg N/ha a obter 19 g por planta. No peso seco, o maior nível de adubação voltou a obter os maiores valores, com 1,6 g por planta. Palaniswamy *et al.* (2000) obtiveram 32,5 e 1,3 g, e Palaniswamy *et al.* (2004) obtiveram 83,6 e 3,8 g, para o peso fresco e seco respectivamente. Comparando estes valores com os obtidos neste ensaio, verificou-se que o peso fresco foi inferior ao de ambos os autores, e o peso seco foi ligeiramente superior ao obtido por Palaniswamy *et al.* (2000). A discrepância de valores, nomeadamente no que diz respeito ao peso fresco, face aos relatados por Palaniswamy *et al.* (2004), dever-se-á, provalvemente, a um maior desenvolvimento das plantas (recorde-se que a altura foi superior à obtida neste ensaio), o que induz a caules de maior diâmetro, e consequentemente, a um possível maior armazenamento de água, o que se traduz num maior peso. Da diferença entre o peso fresco e seco, resultou que os caules apresentaram cerca de 90 % de água, o que evidencia a sua consistência carnuda. Este valor de percentagem de água é similar aos 90 % relatados por Oliveira *et al.* (2009), mas cerca de 6 % inferior aos obtidos, tanto por Palaniswamy *et al.* (2000) como por Palaniswamy *et al.* (2004).

Outros dados relevantes foram observados durante o decorrer deste ensaio. Um deles, foi a senescência das folhas mais velhas, podendo tal facto explicar-se por carência de azoto, justificação esta, que é acentuada pela maior ocorrência em plantas não sujeitas a adubação azotada. Por outro lado, também se pode dever ao desenvolvimento da planta, na medida em que, na axila da folha senescente, desenvolveu-se um novo rebento. Possivelmente, a senescência dever-se-á a estes dois factores, desconhecendo-se qual terá tido maior influência.

As plantas produzidas neste ensaio evidenciaram um grande potencial para produção de sementes, na medida em que, apresentaram um elevado número de flores.

Contudo, desconhecendo-se o número de sementes que cada flor poderá originar, bem como o facto de existir grande variabilidade dimensional nas mesmas, é difícil estimar a quantidade de semente que uma planta poderá produzir.

No caule, verificou-se que à medida que a beldroega se desenvolveu, este alterou a sua coloração de verde para vermelho, com tal a ter início na base do caule principal. Na bibliografia consultada não existem referências ao motivo porque tal alteração ocorre, devendo ser uma característica desta espécie.

Um aspecto importantíssimo a reter, foi o facto de as beldroegas produzidas neste ensaio, continuarem o seu desenvolvimento após a entrada em floração. Embora este facto, assim como a grande produção de flores prejudiquem a qualidade das plantas para fins comerciais (nomeadamente ao nível visual), foca o carácter infestante pelo qual a beldroega é sobejamente conhecida. Assim, uma mesma planta, pode estar, simultaneamente, em floração, maturação de sementes, quisá mesmo em deiscência da cápsula que contém as mesmas, e continuar a desenvolver novos caules e folhas.

As flores permaneceram abertas num curto intervalo de tempo, o que poderá afectar negativamente a polinização, no caso de ausência de condições favoráveis à mesma, como a existência de insectos e vento, embora se desconheça a origem da polinização na beldroega, se entomófila, se anemófila, ou outra. Como neste ensaio não foi analisado o número de sementes originado por uma flor, não foi possível inferir se existiram boas condições para a polinização.

Em termos de pragas e doenças, apenas se registou a ocorrência de afídeos, maioritariamente em zonas de inflorescências, não afectando o normal desenvolvimento das plantas. No entanto, é expectável que a existência de um ataque destes insectos em maior escala possa causar alguns problemas. De acordo com a bibliografia consultada, não existem outros relatos da ocorrência, quer de pragas, quer de doenças, em beldroega.

No que diz respeito à temperatura e humidade relativa registadas no interior da estufa durante o decorrer deste ensaio, salientam-se as elevadas temperaturas, a rondar os 35 °C durante o dia (com máximo de 47,3 °C) que aparentemente, não limitaram o desenvolvimento das plantas, mesmo com uma baixa dotação de rega, cerca de 2 L por planta (recorde-se que a dotação de rega foi de 36 L por recipiente de cultivo, o que tendo em conta que cada recipiente continha 18 plantas, cada uma teve ao seu dispor cerca de 2 L de água durante os 40 dias de ensaio). Assim, fica visível a capacidade da beldroega em tolerar elevadas temperaturas, com baixo consumo de água, o que

evidencia também a eficiência na utilização desta por parte desta planta, que foi também relatada por Koch e Kennedy (1980), que consideram que a beldroega apresenta uma eficiência no uso da água superior à maioria das plantas C4. Estes autores relataram também que a tolerância às elevadas temperaturas pode dever-se à actividade CAM que a beldroega apresenta.

Ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas

Neste ensaio, a altura de planta atingiu os 20,4 cm no maior nível de adubação. Num ensaio com a mesma densidade de plantas, cultivadas num sistema semi-hidropónico para estudo de diferentes substratos, Cros *et al.* (2007), obtiveram em turfa, 14,7 cm de altura. Este valor é inferior ao obtido neste ensaio, mas há-que salientar que existiu uma diferença na duração dos ensaios, com Cros *et al.* (2007) a efectuarem a colheita 18 dias após sementeira, enquanto que, neste ensaio tal ocorreu após 31 dias, o que pode explicar o aumento da altura.

O número de folhas por planta atingiu o valor mais elevado com o nível de 90 kg N/ha, com média de 15 folhas. Este valor é inferior ao relatado por Cros *et al.* (2007) que obtiveram 16 folhas por planta, cultivadas durante 18 dias. Assim, foi obtido um menor número de folhas, mesmo com o ensaio a decorrer durante um intervalo de tempo superior, podendo a justificação para esta ocorrência estar relacionada com a variedade de beldroega utilizada, a qual se desconhece em ambos os ensaios.

Quanto ao número de caules, um maior nível de adubação induziu um maior número destes, com as plantas sujeitas ao tratamento de 90 kg N/ha a obterem 3,5 caules por planta. As plantas não sujeitas a adubação apresentaram apenas 1 caule, ou seja, o caule principal, logo não apresentaram ramificação, o que é um sinal de carência de azoto por parte destas plantas, que viram assim o seu desenvolvimento afectado. Na bibliografia consultada não existem relatos respeitantes ao número de caules em beldroegas cultivadas com uma densidade elevada, como a utilizada neste ensaio.

No que diz respeito ao número de flores, este foi directamente proporcional ao aumento do nível de adubação, com as plantas sujeitas ao nível de 90 kg N/ha a obterem 9 flores, sendo este valor significativamente superior ao obtido em todos os outros níveis de adubação testados. Conforme já foi referido para o ensaio com baixa densidade de plantas, fica notória, mais uma vez, a capacidade que a beldroega

apresenta para a produção de semente. Na bibliografia consultada não existem relatos relativamente ao número de flores.

Neste ensaio, foram mensurados os pesos fresco e seco da totalidade da parte aérea das plantas, isto é, folhas, caules e flores, uma vez que se pretendia analisar comercialmente estes parâmetros, e estas partes da planta são comercializadas conjuntamente. Assim, os maiores valores obtidos foram de 53,0 e 3,7 g, de peso fresco e seco respectivamente, no nível de 90 kg N/ha. Para melhor analisar a capacidade produtiva das plantas cultivadas neste ensaio, com o maior nível de adubação testado, foi obtida uma produtividade de 5 300 g/m² em termos de peso fresco. Esta produtividade foi bastante superior á obtida por Cros *et al.* (2007), que em turfa e com a mesma densidade de plantas, obtiveram apenas 2 241 g/m², não obstante que o tempo de cultivo foi superior no ensaio da presente dissertação.

No que diz respeito ao teor em compostos maléficicos para a saúde humana, foram analisados os teores de nitrato e de ácido oxálico, quer em folhas, quer em caules.

As plantas produzidas neste ensaio, apresentaram nas folhas os maiores teores de nitrato, com o nível de adubação de 90 kg N/ha a apresentar 56,6 mg/g de peso seco. Nos caules, o maior valor foi obtido com o nível de 60 kg N/ha, com 43,9 mg/g de peso seco. De salientar que as plantas sujeitas ao nível de adubação de 60 kg/ha foram as que apresentaram a menor diferença entre os valores de nitrato das folhas e caules, com 49,0 e 43,9 mg/g de peso seco, respectivamente, enquanto que as plantas sujeitas ao nível de adubação de 90 kg N/ha apresentaram a maior diferença, com 56,6 e 42,6 mg/g de peso seco, para folhas e caules, respectivamente. Na bibliografia consultada não existem valores de referência para beldroega no que diz respeito ao teor de nitrato. Assim, e tendo em conta que para outros parâmetros, o espinafre é a planta mais utilizada como termo de comparação com a beldroega, Wang *et al.* (2009), obtiveram um valor de cerca de 900 mg de nitrato/kg de peso fresco de espinafres sujeitos a uma adubação azotada na proporção entre azoto nítrico e amoniacal de 50:50 (semelhante à utilizada neste ensaio), mas há-que salientar que estes autores utilizaram um inibitor de nitrificação. Efectuando uma média entre os teores obtidos nas folhas e caules das beldroegas deste ensaio (uma vez que não é conhecido se os autores utilizaram folhas ou caules de espinafre), tanto para o nível de adubação de 60 como para o de 90 kg N/ha, o valor obtido ronda as 48 mg/g de peso seco, e tendo em conta o conteúdo em água que as plantas apresentaram, pode-se inferir que, em relação ao peso fresco, as beldroegas produzidas neste ensaio continham cerca de 3900 mg/kg de peso fresco, valor este, que

é bastante superior aos 900 mg relatado por Wang *et al.* (2009) para o espinafre. Assim, de acordo com a classificação de Santamaria (2006), a beldroega pode classificar-se como uma planta com um nível de nitrato muito elevado, visto este ser superior a 2500 mg/kg de peso fresco. Em 1995, a União Europeia, estabeleceu que, no que diz respeito à ingestão de nitrato por humanos, a dose diária admissível seria de 3,7 mg/kg de peso corporal (ASAE). Tendo em conta este valor, e um peso corporal de 60 kg, um ser humano pode ingerir diariamente cerca de 50 g (peso fresco) por dia de beldroegas produzidas neste ensaio, sem efeitos prejudiciais à saúde, porção esta que se considera adequada do ponto de vista da quantidade que geralmente se ingere num prato elaborado com beldroega.

Quanto ao ácido oxálico, que tem sido apontado como o principal entrave ao aumento do consumo de beldroega (Palaniswamy *et al.*, 2004), as plantas sujeitas ao nível de 60 kg N/ha, apresentaram a maior diferença de teor de ácido oxálico entre folhas e caules, com 1,27 e 0,55 mg/g de peso seco, respectivamente, pelo que as folhas apresentaram um valor cerca de 130 % superior aos caules. No entanto, foram as plantas sujeitas ao nível de adubação de 90 kg N/ha, as que apresentaram os maiores valores, tanto em folhas, como em caules, com 1,53 e 1,46 mg/g de peso seco, respectivamente. Aqui, há-que destacar o valor obtido pelos caules, uma vez que foi cerca de 165 % superior ao obtido no nível de 60 kg N/ha. Palaniswamy *et al.* (2004) obtiveram um teor de ácido oxálico de 247,6 e 149,3 mg/100 g de peso fresco, em folhas e caules, respectivamente, de beldroegas sujeitas a adubação azotada numa proporção de 50:50 de azoto nítrico e amoniacal, e colhidas com 16 folhas verdadeiras. Tendo em conta os pesos fresco e seco das beldroegas produzidas neste ensaio, pode-se inferir que em relação ao peso fresco, as plantas sujeitas ao nível de 90 kg N/ha continham cerca de 11,2 e 12,6 mg/100 g de peso fresco, em folhas e caules, respectivamente. Assim, comparando estes valores com os obtidos pelos autores já referidos, verificou-se que as beldroegas produzidas neste ensaio apresentaram valores de ácido oxálico bastante inferiores, mais concretamente cerca de 95 % no caso das folhas e 91 % no caso dos caules (tendo como termo de comparação os valores obtidos pelas plantas sujeitas ao maior nível de adubação, 90 kg N/ha, visto serem as que apresentaram os valores mais elevados). Na bibliografia consultada não existe nenhuma classificação para plantas face ao seu teor de ácido oxálico, mas Noonan e Savage (1999), relataram que o espinafre contém cerca de 500 mg/g de peso fresco, valor este que é bastante superior ao

teor encontrado nas beldroegas neste ensaio (0,12 mg/g de peso fresco). Segundo Dolan *et al.* (2010), uma dose de 22 g de ácido oxálico, pode ser letal para um humano de 59 kg de peso corporal, pelo que o consumo diário de 1 kg (peso fresco) das beldroegas produzidas não afectará a saúde do consumidor.

Em termos de outros dados registados ao longo deste ensaio, de salientar o alongamento do caule, com tal a dever-se à competição provocada pela elevada densidade de plantas.

Em alguns dias, ao incio da manhã, as plantas apresentaram as folhas fechadas, independentemente do nível de adubação a que estavam sujeitas. Uma vez que as plantas estiveram sempre sob boas condições hídricas, provavelmente, este fechar das folhas ocorreu para permitir que os estomas estejam mais aptos a receber dióxido de carbono, uma vez que em plantas do tipo CAM estes se localizam maioritariamente na face inferior das folhas e este processo de entrada de dióxido de carbono ocorre durante a noite. Assim, fica notório o metabolismo CAM pelo qual a beldroega é conhecida. Outra hipótese poderá ser um mecanismo de defesa que a beldroega possui contra a perda de água durante a noite, embora tal, aparentemente, não fosse necessário neste caso, possivelmente a planta acionou esse mecanismo devido às elevadas temperaturas registadas durante a noite (em comparação com o normal que a planta teria em condições de ar livre). Na bibliografia consultada não existem referências à ocorrência do fecho das folhas.

No que diz respeito à temperatura e humidade relativa registadas no interior da estufa, durante o decorrer deste ensaio, salientam-se, mais uma vez, as altas temperaturas, a rondar os 34 °C durante o dia, o que, aliado a uma baixa dotação de rega, 28,8 L por recipiente de cultivo ao longo dos 31 dias de ensaio, foca, mais uma vez, a capacidade da beldroega em tolerar elevadas temperaturas, com baixo consumo de água.

6. Conclusão

Após a análise e discussão dos resultados, pode-se concluir que os objectivos propostos no início da realização da presente dissertação foram largamente atingidos, na medida em que, existem agora informações acerca da reacção da beldroega ao azoto, das necessidades de azoto tendo em vista a sua produção comercial, assim como um vasto conjunto de relatos que, tendo em conta a bibliografia consultada, não existiam.

No que diz respeito à semente, verificou-se que esta apresentou excelente capacidade germinativa, tanto em condições controladas (95 %), como em condições de produção (92 %), uma vez que as sementes germinaram rapidamente e de forma homogénea, não sendo necessário o seu enterramento, o que facilita as operações de sementeira, que por si, já são dificultadas pelas reduzidas dimensões que a semente desta planta apresenta.

No ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas, concluiu-se que o nível de adubação azotada de 60 kg N/ha, permitiu obter os melhores resultados, sendo apenas superado significativamente pelo nível superior no número de folhas por planta. Analisando a evolução dos diversos parâmetros mensurados ao longo do ciclo, pode-se concluir que as beldroegas reagiram positivamente ao azoto, principalmente quando sujeitas aos 2 maiores níveis de adubação testados, 60 e 90 kg N/ha, com tal reacção a ocorrer a partir dos 28 dias após sementeira. No entanto, apesar de inicialmente se pretender averiguar a produção de beldroega para fins comerciais da sua parte aérea, no final do ensaio verificou-se que, dado o elevado número de flores que as plantas apresentaram (68 com 60 kg N/ha), estas encontravam-se em melhores condições para produção de semente, apesar de não se conhecer a quantidade, nem se poder inferir sobre a mesma através do número de flores, embora, sendo de esperar que um elevado número destas possibilite um elevado número de sementes. Assim, concluiu-se que, nas condições de produção utilizadas (adubo, plano de adubação, método de cultivo, substrato, rega, entre outros) com um nível de adubação azotada de 60 kg N/ha distribuídos ao longo do ciclo, é possível a produção de beldroega, tendo em vista o aproveitamento das sementes. Não obstante, como as plantas apenas apresentaram reacção ao azoto a partir dos 28 dias, pode-se prever que, uma única aplicação de azoto nesta fase, poderá ser suficiente, sendo necessário avaliar qual a quantidade correcta.

No ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas, concluiu-se que o nível de adubação azotada de 60 kg N/ha, permitiu obter a melhor relação entre a quantidade e a qualidade das plantas, ou seja, este nível de adubação permitiu obter um elevado rendimento (5057 g/m²), aliado a plantas com teores de nitrato (92,9 mg/g de peso seco) e de ácido oxálico (1,8 mg/g de peso seco) não prejudiciais à saúde do consumidor. As beldroegas sujeitas a este nível de adubação, apresentaram ainda características propícias à comercialização, tanto em modo baby-leaf, como de forma tradicional, em agupamentos contendo a parte aérea de várias plantas.

Um dado de particular importância a retirar dos ensaios realizados, foi o rápido crescimento da beldroega, pelo que, nomeadamente no que diz respeito à produção de baby-leaf, um substrato com uma composição nutricional adequada às necessidades desta planta, pode ser suficiente para permitir o seu correcto crescimento e desenvolvimento, evitando-se assim as adubações, e consequentemente os custos a estas associados. Não menos importante é a capacidade apresentada pela beldroega em tolerar elevadas temperaturas com baixo consumo de água.

Durante os próximos anos, é expectável um aumento do consumo de beldroega, devido aos seus benefícios para a saúde humana, nomeadamente o seu teor em ácidos gordos, podendo desempenhar um papel importante no aumento do nível nutricional da chamada Dieta Mediterrânica, recentemente considerada Património Imaterial da Humanidade pela UNESCO, sendo assim fundamental aumentar o conhecimento sobre esta planta e sobre a seu cultivo.

Posto isto, a presente dissertação contribuiu fortemente para o aumento do conhecimento sobre a beldroega, mais concretamente sobre a sub-espécie *Portulaca oleracea sativa*, com particular ênfase no que diz respeito às suas necessidades de azoto, tendo em vista a sua produção comercial. No entanto, muito ainda existe por explorar sobre esta planta, como por exemplo: o conhecimento das diferentes variedades e suas características; pelitização industrial de semente; as necessidades hídricas e nutricionais (em outros nutrientes que não o azoto) ao longo do ciclo; métodos de cultivo, e sua influência em parâmetros quantitativos e qualitativos; entre outros.

7. Referências bibliográficas

Aberoumand, A. 2009. Nutritional evaluation of edible *Portulaca oleracea* as plant food. *Food Analytical Methods*, 2: 204-207.

ASAE (Autoridade de Segurança Alimentar e Económica), disponível em <http://www.asae.pt>, acessado dia 8 de Março de 2014.

Bohm, H.; Bohm, L. 1996. *Portulaca grandiflora* Hook. and *P. oleracea* L.: formation of betalains and unsaturated fatty acids. *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, 37: 335- 354.

Bosworth, S.C.; Hoveland, C.S.; Buchanan, G.A.; Anthony, W.B. 1980. Forage quality of selected warm season weed species. *Agronomy Journal*, 72: 1050-1054.

Cai, Y.; Luo, Q.; Sun, M.; Corke, H. 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 tradicional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*, 74: 2157-2184.

Castroviejo, S. (coord. gen.). 1986-2012. *Flora iberica* 1-8, 10-15, 17-18, 21. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid, disponível em <http://www.floraiberica.org>, acessado dia 2 de Março de 2014.

Chan, K.; Islam, M.W.; Kamil, M.; Radhakrishnan, R.; Zakaria, M.N.M.; Habibullah, M.; Attas, A. 2000. The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. *sativa* (Haw.). *Celak. Journal of Ethnopharmacology*, 73: 445-451.

Chen, J.; Shi, Y.; Liu, J. 2003. Determination of noradrenaline and dopamine in Chinese herbal extracts from *Portulaca oleracea* L. by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1003: 127-132.

Coutinho, A.X.P. 1939. *A Flora de Portugal (Plantas Vasculares): disposta em chaves dichotomicas*. 2ª edição, Lisboa, Bertrand, pag: 236-237.

Cronquist, A.J. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, New York, disponível em <http://www.plantsystematics.org/reveal/pbio/pb250/cron1.html>, acessado dia 7 de Março de 2014.

Cros, V.G. 2007. *El cultivo de la verdolaga (Portulaca oleracea L.) en bandejas flotantes: aspectos de producción y calidad de las plantas*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena, Espanha.

Cros, V.; Martínez-Sánchez, J.J.; Franco, J.A. 2007. Good yields of common purslane with a high fatty acid content can be obtained in a peat-based floating system. *HorTechonoly*, 17: 14-20.

Dias, M.G.; Filomena, M.; Camões, G.F.C.; Oliveira, L. 2009. Carotenoids in traditional Portuguese fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 113: 808-815.

Dolan, L.C.; Matulka, R.A.; Burdock, G.A. 2010. Naturally occurring food toxins. *Toxins*, 2: 2289-2332.

El-Sayed, M.I.K., 2011. Effects of *Portulaca oleracea* L. seeds in treatment of type-2 diabetes mellitus patients as adjunctive and alternative therapy. *Journal of Ethnopharmacology*, 137: 643-651.

Erkan, N. 2012. Antioxidant activity and phenolic compounds of fractions from *Portulaca oleracea* L. *Food Chemistry*, 133: 775-781.

Fernández, J.A.; Ninirola, D.; Vicente, M.J.; Conesa, E.; López, J.; González, A. 2007. Efecto de la densidade de plantación y del tipo de substrato sobre la producción de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) en un cultivo hidropónico de bandejas flotantes. *Seminario de Especialistas en Horticultura*, 15: 707-713.

Grainfenberg, A.; Botrini, L.; Giustiniani, L.; Filippi, F.; Curadi, M. 2003. Tomato growing in saline conditions with biodesalinating plants: *Salsola soda* L. and *Portulaca oleracea* L. *Acta Horticulturae*, 609: 301-305.

Grieve, C.M.; Suarez, D.L. 1997. Purslane (*Portulaca oleracea* L.): A halophytic crop for drainage water reuse systems. *Plant and Soil*, 192: 277-283.

Gupta, K.; Wagle, D.S. 1988. Nutricional and antinutritional factors of green leafy vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36: 472-474.

Gutterman, Y. 1974. The influence of the photoperiodic regime and red/far-red light treatments of *Portulaca oleracea* L. plants on the germinability of their seeds. *Oecologia*, 17: 27-38.

Hamidov, A.; Beltrao, J.; Costa, C.; Khaydarova, V.; Sharipova, S. 2007. Environmentally useful technique – *Portulaca oleracea* golden purslane as a salt removal species. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 7: 117-122.

Ismail, M.R.; Othman, A.A. 1995. Ammonium (NH₄⁺): nitrate (NO₃⁻) ratio and relation on the changes in solution pH, growth, mineral nutrition and yield of tomatoes grown in Nutrient Film Technique. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 18: 149-157.

Kays, S.J.; Dias, J.C.S. 1995. Common names of commercially cultivated vegetables of the world in 15 languages. *Economic Botany*, 40: 115-52.

Kiliç, C.C.; Kukul, Y.S.; Anaç, D. 2008. Performance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) as a salt-removing crop. *Agricultural Water Management*, 95: 854-858.

Koch, K.; Kennedy, R.A. 1980. Characteristics of Crassulacean Acid Metabolism in the succulent C4 dicot, *Portulaca oleracea* L. *Plant Physiology*, 65: 193-197.

Kumar, B.S.A.; Prabhakarm, V.; Lakshman, K.; Nandeesh, R.; Subramanyam, P.; Khan, S.; Ranganayakalu, D.; Krishna, N.V. 2008. Pharmacognostical studies of *Portulaca oleracea* Linn. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 18: 527-531.

Lastra, O.C. 2003. Derivate spectrophotometric determination of nitrate in plant tissue. *Journal of AOAC International*, 86: 1001-1005.

Libert, B.; Franceschi, V.R. 1987. Oxalate in crop plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35: 926-938.

Lim, Y.Y.; Quah, E.P.L. 2007. Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*. *Food Chemistry*, 103: 734-740.

Liu, L.; Howe, P.; Zhou, Y.; Xu, Z.; Hocart, C.; Zhang, R. 2000. Fatty acids and β -carotene in Australian purslane (*Portulaca oleracea*) varieties. *Journal of Chromatography A*, 893: 207-213.

Lorgeril, M.; Salen, P. 2004. Alpha-linolenic acid and coronary heart disease. *Nutrition Metabolism e Cardiovascular Diseases*, 14: 162-169.

Malek, F.; Boskabady, M.H.; Borushaki, M.T.; Tohidi, M. 2004. Bronchodilatory effect of *Portulaca oleracea* in airways of asthmatic patients. *Journal of Ethnopharmacology*, 93: 57-62.

Maynard, D.N.; Baker, A.V. 1979. Regulation on nitrate accumulation in vegetables. *Acta Horticulturae*, 93: 153-162.

Mitich, L.W. 1997. Common purslane (*Portulaca oleracea*). *Weed Technology*, 11: 394-397.

Mohamed, A.I.; Hussein, A.S. 1994. Chemical composition of purslane (*Portulaca oleracea*). *Plants Foods for Human Nutrition*, 45: 1-9.

Movahedian, A.; Ghannadi, A.; Vashirnia, M. 2007. Hypocholesterolemic effects of purslane extract on serum lipids in rabbits fed with high cholesterol levels. *International Journal of Pharmacology*, 3: 285-289.

Noonan, S.C.; Savage, G.P. 1999. Oxalate content of foods and its effects on humans. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 8: 64-74.

Odhav, B.; Beekrum, S.; Akula, Us.; Baijnath, H. 2007. Preliminary assessment of nutritional value of tradicional leafy vegetables in KwaZulu-Natal, South Africa. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20: 430-435.

Oliveira, I.; Valentão, P.; Lopes, R.; Andrade, P.B.; Bento, A.; Pereira, J.A. 2009. Phytochemical characterization and radical scavenging activity of *Portulaca oleracea* L. leaves and stems. *Microchemical Journal*, 92: 129-134.

Palaniswamy, U.R.; McAvoy, R.J.; Bible, B.B. 2000. Omega-3 fatty acid concentration in *Portulaca oleracea* is altered by nitrogen source in hydroponic solution. *Journal of American Society Horticultural Science*, 125: 190-194.

Palaniswamy, U.R.; McAvoy, R.J.; Bible, B.B. 2001a. Omega-3 fatty acid concentration in Purslane (*Portulaca oleracea*) is altered by photosynthetic photon flux. *Journal of American Society Horticultural Science*, 126: 537-543.

Palaniswamy, U.R.; McAvoy, R.J.; Bible, B.B. 2001b. Stage of harvest and polyunsaturated essential fatty acid concentrations in purslane (*Portulaca oleracea*) leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 3490-3493.

Palaniswamy, U.R.; Bible, B.B.; McAvoy, R.J. 2002. Effect of nitrate:ammonium nitrogen ratio on oxalate levels of purslane. A. Whipkey (eds). ASHS Press, Alexandria, VA, pág 453-455.

Palaniswamy, U.R.; Bible, B.B.; McAvoy, R.J. 2004. Oxalic acid concentrations in Purslane (*Portulaca oleraceae* L.) is altered by the stage of harvest and the nitrate to ammonium ratios in hydroponics. *Scientia Horticulturae*, 102: 167-175.

Radhakrishnan, R.; Zakaria, M.N.M.; Islam, M.W.; Chen, H.B.; Kamil, M.; Chan, K.; Al-Attas, A. 2001. Neuropharmacological actions of *Portulaca oleracea* L. v. sativa (Hawk). *Journal of Ethnopharmacology*, 76: 171-176.

Rinaldi, R.; Amodio, M.L.; Colelli, G. 2010. Effect of temperature and exogenous ethylene on the physiological and quality traits of purslane (*Portulaca oleracea* L.) leaves during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 58: 147-156.

Santamaria, P. 2006. Review nitrate in vegetables: toxicity, contente, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 10-17.

Santos, J. Q. 2012. Fertilização: fundamentos da utilização dos adubos e correctivos. 4ª edição, Publicações Europa-América, colecção Euroagro, pág: 40-49.

Simopoulos, A.P.; Norman, H.A.; Gillapsy, J.E.; Duke, J.A. 1992. Common purslane: A source of omega-3 fatty acids and antioxidants. *Journal of the American College Nutrition*, 11: 374-382.

Simopoulos, A.P. 2004. Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. *Biological Research*, 37, 263-277.

Stroescu, M.; Stoica-Guzun, A.; Ghergu, S.; Chira, N.; Jipa, I. 2012. Optimization on fatty acids extraction from *Portulaca oleracea* seed using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*, 43: 405-411.

Uotila, P.; Sennikov, A.N.; Danin, A. 2012. The nomenclature of *Portulaca oleracea* and *P. sativa* (Portulacaceae). *Willdenowia*, 42: 25-28.

Urdaneta, L.J.L. 2008. Optimización de la siembra manual de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) en bandejas flotantes tipo styrofloat. Proyecto fin de master. Universidad Politécnica de Cartagena, Espanha.

Wang, C.Q.; Yang, G.Q. 2010. Betacyanins from *Portulaca oleracea* L. ameliorate cognition deficits and attenuate oxidative damage induced by d-galactose in the brains of senescent mice. *Phytomedicine*, 17: 527-532.

Wang, J.; Zhou, Y.; Dong, C.; Shen, Q.; Puthetil, R. 2009. Effects of NH₄⁺-N/NO₃⁻-N ratios on growth, nitrate uptake and organic acid levels of spinach (*Spinacia oleracea* L.) *African Journal of Biotechnology*, 8: 3597-3602.

Wenzel, G.E.; Fontana, J.D.; Correa, J.B.C. 1990. The viscous mucilage from the weed *Portulaca oleracea* L. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 24/25: 341-353.

Xiang, L.; Xing, D.; Wang, W.; Wang, R.; Ding, Y.; Du, L. 2005. Alkaloids from *Portulaca oleracea* L. *Phytochemistry*, 66: 2595-2601.

Yazici, I.; Turkan, I.; Sekmen, A.H.; Demiral, T. 2007. Salinity tolerance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation. *Environmental and Experimental Botany*, 66: 49-57.

YouGuo, C.; ZongJi, S.; XiaoPing, C. 2009. Evaluation of free radicals scavenging and immunity-modulatory activities of purslane polysaccharides. *International Journal of Biological Macromolecules*, 45: 448-452.

Zhang, X.J.; Ji, Y.B.; Qu, Z.Y.; Xia, J. C.; Wang, L. 2002. Experimental studies on antibiotic functions of *Portulaca oleracea* L. in vitro. *Chinese Journal of Microecology*, 14: 277-280.

Anexos

Anexo 1: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes à contagem de sementes.

Estatísticas descritivas
Variável dependente: Quantidade de semente (número).

Quantidade de semente	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Número de sementes	238	260	247,60	8,562

Anexo 2: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes à percentagem de germinação em condições controladas.

Estatísticas descritivas
Variável dependente: Percentagem de germinação (%).

Condições controladas	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Germinação após 96 h	92	100	95,20	3,347

Anexo 3: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes à percentagem de germinação em condições de produção.

Estatísticas descritivas
Variável dependente: Percentagem de germinação (%).

Condições de produção	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Germinação após 96 h	91	93	91,67	1,155

Anexo 4: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições de temperatura e humidade durante o período de dia, no decorrer do teste à percentagem de germinação em condições de produção.

Estatísticas descritivas
Variáveis dependentes: Humidade relativa do ar (%) e temperatura do ar (°C).

Período de dia	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Humidade relativa do ar (%)	2,9	15,3	8,079	3,9345
Temperatura do ar (°C)	33,3	50,1	41,898	5,8939

Anexo 5: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições de temperatura e humidade durante o período de noite, no decorrer do teste à percentagem de germinação em condições de produção.

Estatísticas descritivas

Variáveis dependentes: Humidade relativa do ar (%) e temperatura do ar (°C).

Período de noite	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Humidade relativa do ar (%)	20,1	63,2	40,089	13,9410
Temperatura do ar (°C)	15,8	28,3	21,438	4,0145

Anexo 6: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições da altura de planta efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variável dependente: Altura (cm).

Dias após sementeira	Nível de adubação (kg N/ha)	Média	Desvio padrão
21	0	13,417	1,5050
	30	10,792	1,6440
	60	10,773	1,3484
	90	12,750	2,0616
28	0	22,375	2,5948
	30	19,917	1,7559
	60	20,409	2,1543
	90	22,375	4,2433
35	0	26,708	2,0389
	30	26,083	2,2847
	60	28,682	1,6922
	90	31,042	3,8344
40	0	32,375	2,2169
	30	29,750	1,8647
	60	33,773	2,1490
	90	36,083	5,2172

Anexo 7: Comparações de pares resultantes do ajustamento de Bonferroni, obtidas no SPSS referentes às medições da altura de planta efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Comparações de pares

Medida: Altura (cm).

Dias após sementeira	(I) Nível de adubação (kg N/ha)	(J) Nível de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig. ^b	Intervalo de confiança 95% para a diferença ^b	
					Limite inferior	Limite superior
21	0	30	,222*	,002	,065	,379
		60	,221*	,003	,060	,382
		90	,057	1,000	-,100	,214
	30	0	-,222*	,002	-,379	-,065
		60	-,001	1,000	-,162	,160
		90	-,165*	,035	-,322	-,008
	60	0	-,221*	,003	-,382	-,060
		30	,001	1,000	-,160	,162
		90	-,164*	,043	-,325	-,003
	90	0	-,057	1,000	-,214	,100
		30	,165*	,035	,008	,322
		60	,164*	,043	,003	,325
28	0	30	,114	,226	-,033	,260
		60	,091	,607	-,059	,241
		90	,009	1,000	-,138	,156
	30	0	-,114	,226	-,260	,033
		60	-,023	1,000	-,173	,127
		90	-,105	,328	-,251	,042
	60	0	-,091	,607	-,241	,059
		30	,023	1,000	-,127	,173
		90	-,082	,831	-,232	,068
	90	0	-,009	1,000	-,156	,138
		30	,105	,328	-,042	,251
		60	,082	,831	-,068	,232
35	0	30	,024	1,000	-,079	,128
		60	-,072	,394	-,178	,034
		90	-,146*	,002	-,249	-,042
	30	0	-,024	1,000	-,128	,079
		60	-,097	,092	-,203	,009
		90	-,170*	,000	-,274	-,066
	60	0	,072	,394	-,034	,178
		30	,097	,092	-,009	,203

		90	-,073	,373	-,179	,033
	90	0	,146*	,002	,042	,249
		30	,170*	,000	,066	,274
		60	,073	,373	-,033	,179
40	0	30	,084	,197	-,021	,189
		60	-,043	1,000	-,150	,065
		90	-,101	,067	-,206	,004
	30	0	-,084	,197	-,189	,021
		60	-,127*	,013	-,235	-,019
		90	-,185*	,000	-,290	-,080
	60	0	,043	1,000	-,065	,150
		30	,127*	,013	,019	,235
		90	-,058	,850	-,166	,049
	90	0	,101	,067	-,004	,206
		30	,185*	,000	,080	,290
		60	,058	,850	-,049	,166

Nível de adubação (kg N/ha)	(I) Dias após sementeira	(J) Dias após sementeira	Diferença média (I-J)	Sig. ^b	Intervalo de confiança 95% para a diferença ^b	
					Limite inferior	Limite superior
0	21	28	-,511*	,000	-,642	-,379
		35	-,692*	,000	-,824	-,559
		40	-,884*	,000	-1,013	-,756
	28	21	,511*	,000	,379	,642
		35	-,181*	,000	-,291	-,070
		40	-,374*	,000	-,488	-,259
	35	21	,692*	,000	,559	,824
		28	,181*	,000	,070	,291
		40	-,193*	,000	-,269	-,117
	40	21	,884*	,000	,756	1,013
		28	,374*	,000	,259	,488
		35	,193*	,000	,117	,269
30	21	28	-,619*	,000	-,751	-,488
		35	-,889*	,000	-1,022	-,757
		40	-1,023*	,000	-1,151	-,894
	28	21	,619*	,000	,488	,751
		35	-,270*	,000	-,380	-,160
		40	-,403*	,000	-,518	-,289
	35	21	,889*	,000	,757	1,022
		28	,270*	,000	,160	,380

		40	-,133*	,000	-,209	-,057
	40	21	1,023*	,000	,894	1,151
		28	,403*	,000	,289	,518
		35	,133*	,000	,057	,209
60	21	28	-,641*	,000	-,779	-,504
		35	-,985*	,000	-1,124	-,847
		40	-1,148*	,000	-1,283	-1,014
	28	21	,641*	,000	,504	,779
		35	-,344*	,000	-,459	-,229
		40	-,507*	,000	-,627	-,387
	35	21	,985*	,000	,847	1,124
		28	,344*	,000	,229	,459
		40	-,163*	,000	-,242	-,084
	40	21	1,148*	,000	1,014	1,283
		28	,507*	,000	,387	,627
		35	,163*	,000	,084	,242
90	21	28	-,559*	,000	-,690	-,427
		35	-,894*	,000	-1,027	-,762
		40	-1,042*	,000	-1,171	-,914
	28	21	,559*	,000	,427	,690
		35	-,335*	,000	-,446	-,225
		40	-,484*	,000	-,598	-,369
	35	21	,894*	,000	,762	1,027
		28	,335*	,000	,225	,446
		40	-,148*	,000	-,224	-,072
	40	21	1,042*	,000	,914	1,171
		28	,484*	,000	,369	,598
		35	,148*	,000	,072	,224

Baseado em médias marginais estimadas

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

b. Ajustamento para comparações múltiplas: Bonferroni.

Anexo 8: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às contagens do número de folhas efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variável dependente: Número de folhas.

Dias após sementeira	Nível de adubação (kg N/ha)	Média	Desvio padrão
21	0	34,17	8,419
	30	23,00	6,410
	60	21,82	5,546
	90	32,33	8,435
28	0	55,00	15,527
	30	55,83	12,981
	60	56,36	9,469
	90	66,00	14,353
35	0	60,08	10,040
	30	61,75	11,291
	60	71,27	9,789
	90	86,67	8,542
40	0	62,000	13,2184
	30	80,083	16,7628
	60	90,818	24,4533
	90	113,917	23,1574

Anexo 9: Comparações de pares resultantes do ajustamento de Bonferroni, obtidas no SPSS referentes às contagens do número de folhas efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Comparações de pares

Medida: Número de folhas.

Dias após sementeira	(I) Nível de adubação (kg N/ha)	(J) Nível de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig. ^b	Intervalo de confiança 95% para a diferença ^b	
					Limite inferior	Limite superior
21	0	30	11,167*	,003	2,869	19,464
		60	12,348*	,001	3,865	20,832
		90	1,833	1,000	-6,464	10,131
	30	0	-11,167*	,003	-19,464	-2,869
		60	1,182	1,000	-7,302	9,666
		90	-9,333*	,020	-17,631	-1,036
	60	0	-12,348*	,001	-20,832	-3,865
		30	-1,182	1,000	-9,666	7,302
		90	-10,515*	,008	-18,999	-2,031
	90	0	-1,833	1,000	-10,131	6,464
		30	9,333*	,020	1,036	17,631
		60	10,515*	,008	2,031	18,999
28	0	30	-,833	1,000	-15,912	14,245
		60	-1,364	1,000	-16,781	14,054
		90	-11,000	,299	-26,079	4,079
	30	0	,833	1,000	-14,245	15,912
		60	-,530	1,000	-15,948	14,887
		90	-10,167	,414	-25,245	4,912
	60	0	1,364	1,000	-14,054	16,781
		30	,530	1,000	-14,887	15,948
		90	-9,636	,546	-25,054	5,781
	90	0	11,000	,299	-4,079	26,079
		30	10,167	,414	-4,912	25,245
		60	9,636	,546	-5,781	25,054
35	0	30	-1,667	1,000	-12,921	9,588
		60	-11,189	,061	-22,697	,318
		90	-26,583*	,000	-37,838	-15,329
	30	0	1,667	1,000	-9,588	12,921
		60	-9,523	,162	-21,030	1,985
		90	-24,917*	,000	-36,171	-13,662
	60	0	11,189	,061	-,318	22,697
		30	9,523	,162	-1,985	21,030

		90	-15,394*	,004	-26,902	-3,886
	90	0	26,583*	,000	15,329	37,838
		30	24,917*	,000	13,662	36,171
		60	15,394*	,004	3,886	26,902
40	0	30	-18,083	,184	-40,463	4,296
		60	-28,818*	,007	-51,701	-5,936
		90	-51,917*	,000	-74,296	-29,537
	30	0	18,083	,184	-4,296	40,463
		60	-10,735	1,000	-33,617	12,148
		90	-33,833*	,001	-56,213	-11,454
	60	0	28,818*	,007	5,936	51,701
		30	10,735	1,000	-12,148	33,617
		90	-23,098*	,047	-45,981	-,216
	90	0	51,917*	,000	29,537	74,296
		30	33,833*	,001	11,454	56,213
		60	23,098*	,047	,216	45,981

Nível de adubação (kg N/ha)	(I) Dias após sementeira	(J) Dias após sementeira	Diferença média (I-J)	Sig. ^b	Intervalo de confiança 95% para a diferença ^b		
					Limite inferior	Limite superior	
0	21	28	-20,833*	,000	-31,678	-9,989	
		35	-25,917*	,000	-35,773	-16,061	
		40	-27,833*	,000	-43,781	-11,885	
	28	21	20,833*	,000	9,989	31,678	
		35	-5,083	1,000	-17,398	7,231	
		40	-7,000	1,000	-25,405	11,405	
	35	21	25,917*	,000	16,061	35,773	
		28	5,083	1,000	-7,231	17,398	
		40	-1,917	1,000	-20,742	16,909	
	30	40	21	27,833*	,000	11,885	43,781
			28	7,000	1,000	-11,405	25,405
			35	1,917	1,000	-16,909	20,742
21		28	-32,833*	,000	-43,678	-21,989	
		35	-38,750*	,000	-48,606	-28,894	
		40	-57,083*	,000	-73,031	-41,135	
28		21	32,833*	,000	21,989	43,678	
		35	-5,917	1,000	-18,231	6,398	
		40	-24,250*	,004	-42,655	-5,845	
35	21	38,750*	,000	28,894	48,606		
	28	5,917	1,000	-6,398	18,231		
		40	-18,333	,060	-37,159	,492	

60	40	21	57,083*	,000	41,135	73,031
		28	24,250*	,004	5,845	42,655
		35	18,333	,060	-,492	37,159
	21	28	-34,545*	,000	-45,872	-23,219
		35	-49,455*	,000	-59,749	-39,160
		40	-69,000*	,000	-85,657	-52,343
	28	21	34,545*	,000	23,219	45,872
		35	-14,909*	,015	-27,771	-2,047
		40	-34,455*	,000	-53,678	-15,231
35	21	49,455*	,000	39,160	59,749	
	28	14,909*	,015	2,047	27,771	
	40	-19,545	,052	-39,208	,117	
90	40	21	69,000*	,000	52,343	85,657
		28	34,455*	,000	15,231	53,678
		35	19,545	,052	-,117	39,208
	21	28	-33,667*	,000	-44,511	-22,822
		35	-54,333*	,000	-64,189	-44,477
		40	-81,583*	,000	-97,531	-65,635
	28	21	33,667*	,000	22,822	44,511
		35	-20,667*	,000	-32,981	-8,352
		40	-47,917*	,000	-66,322	-29,511
35	21	54,333*	,000	44,477	64,189	
	28	20,667*	,000	8,352	32,981	
	40	-27,250*	,001	-46,075	-8,425	
40	21	81,583*	,000	65,635	97,531	
	28	47,917*	,000	29,511	66,322	
	35	27,250*	,001	8,425	46,075	

Baseado em médias marginais estimadas

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

b. Ajustamento para comparações múltiplas: Bonferroni.

Anexo 10: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às contagens do número de caules efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variável dependente: Número de caules.

Dias após sementeira	Nível de adubação (kg N/ha)	Média	Desvio padrão
21	0	7,58	1,379
	30	4,42	2,575
	60	4,82	2,272
	90	7,58	1,505
28	0	9,75	1,485
	30	9,75	1,658
	60	9,55	,934
	90	11,00	2,045
35	0	10,83	1,403
	30	10,67	2,309
	60	12,18	2,750
	90	15,58	3,655
40	0	13,00	2,449
	30	16,33	3,676
	60	21,00	5,000
	90	26,17	6,464

Anexo 11: Comparações de pares resultantes do ajustamento de Bonferroni, obtidas no SPSS referentes às contagens do número de caules efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Comparações de pares

Medida: Número de caules.

Dias após sementeira	(I) Nível de adubação (kg N/ha)	(J) Nível de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig. ^b	Intervalo de confiança 95% para a diferença ^b	
					Limite inferior	Limite superior
21	0	30	3,167*	,002	,919	5,414
		60	2,765*	,011	,467	5,063
		90	1,022E-013	1,000	-2,248	2,248
	30	0	-3,167*	,002	-5,414	-,919
		60	-,402	1,000	-2,700	1,897
		90	-3,167*	,002	-5,414	-,919
	60	0	-2,765*	,011	-5,063	-,467
		30	,402	1,000	-1,897	2,700
		90	-2,765*	,011	-5,063	-,467
	90	0	-1,022E-013	1,000	-2,248	2,248
		30	3,167*	,002	,919	5,414
		60	2,765*	,011	,467	5,063
28	0	30	,000	1,000	-1,800	1,800
		60	,205	1,000	-1,636	2,045
		90	-1,250	,368	-3,050	,550
	30	0	,000	1,000	-1,800	1,800
		60	,205	1,000	-1,636	2,045
		90	-1,250	,368	-3,050	,550
	60	0	-,205	1,000	-2,045	1,636
		30	-,205	1,000	-2,045	1,636
		90	-1,455	,206	-3,295	,386
	90	0	1,250	,368	-,550	3,050
		30	1,250	,368	-,550	3,050
		60	1,455	,206	-,386	3,295
35	0	30	,167	1,000	-2,830	3,163
		60	-1,348	1,000	-4,413	1,716
		90	-4,750*	,000	-7,747	-1,753
	30	0	-,167	1,000	-3,163	2,830
		60	-1,515	1,000	-4,579	1,549
		90	-4,917*	,000	-7,913	-1,920
	60	0	1,348	1,000	-1,716	4,413
		30	1,515	1,000	-1,549	4,579

		90	-3,402*	,022	-6,466	-,337
	90	0	4,750*	,000	1,753	7,747
		30	4,917*	,000	1,920	7,913
		60	3,402*	,022	,337	6,466
40	0	30	-3,333	,512	-8,569	1,902
		60	-8,000*	,001	-13,353	-2,647
		90	-13,167*	,000	-18,402	-7,931
	30	0	3,333	,512	-1,902	8,569
		60	-4,667	,121	-10,020	,686
		90	-9,833*	,000	-15,069	-4,598
	60	0	8,000*	,001	2,647	13,353
		30	4,667	,121	-,686	10,020
		90	-5,167	,064	-10,520	,186
	90	0	13,167*	,000	7,931	18,402
		30	9,833*	,000	4,598	15,069
		60	5,167	,064	-,186	10,520

Nível de adubação (kg N/ha)	(I) Dias após sementeira	(J) Dias após sementeira	Diferença média (I-J)	Sig. ^b	Intervalo de confiança 95% para a diferença ^b		
					Limite inferior	Limite superior	
0	21	28	-2,167*	,008	-3,912	-,422	
		35	-3,250*	,015	-6,051	-,449	
		40	-5,417*	,002	-9,291	-1,543	
	28	21	2,167*	,008	,422	3,912	
		35	-1,083	1,000	-3,218	1,051	
		40	-3,250	,091	-6,803	,303	
	35	21	3,250*	,015	,449	6,051	
		28	1,083	1,000	-1,051	3,218	
		40	-2,167	,802	-6,087	1,754	
	40	21	28	5,417*	,002	1,543	9,291
			35	3,250	,091	-,303	6,803
			40	2,167	,802	-1,754	6,087
28		21	-5,333*	,000	-7,078	-3,588	
		35	-6,250*	,000	-9,051	-3,449	
		40	-11,917*	,000	-15,791	-8,043	
30	28	21	5,333*	,000	3,588	7,078	
		35	-,917	1,000	-3,051	1,218	
		40	-6,583*	,000	-10,136	-3,030	
	35	21	6,250*	,000	3,449	9,051	
		28	,917	1,000	-1,218	3,051	

		40	-5,667*	,001	-9,587	-1,746
	40	21	11,917*	,000	8,043	15,791
		28	6,583*	,000	3,030	10,136
		35	5,667*	,001	1,746	9,587
60	21	28	-4,727*	,000	-6,550	-2,905
		35	-7,364*	,000	-10,289	-4,439
		40	-16,182*	,000	-20,228	-12,135
	28	21	4,727*	,000	2,905	6,550
		35	-2,636*	,013	-4,866	-,407
		40	-11,455*	,000	-15,166	-7,743
	35	21	7,364*	,000	4,439	10,289
		28	2,636*	,013	,407	4,866
		40	-8,818*	,000	-12,913	-4,723
	40	21	16,182*	,000	12,135	20,228
		28	11,455*	,000	7,743	15,166
		35	8,818*	,000	4,723	12,913
90	21	28	-3,417*	,000	-5,162	-1,672
		35	-8,000*	,000	-10,801	-5,199
		40	-18,583*	,000	-22,457	-14,709
	28	21	3,417*	,000	1,672	5,162
		35	-4,583*	,000	-6,718	-2,449
		40	-15,167*	,000	-18,720	-11,614
	35	21	8,000*	,000	5,199	10,801
		28	4,583*	,000	2,449	6,718
		40	-10,583*	,000	-14,504	-6,663
	40	21	18,583*	,000	14,709	22,457
		28	15,167*	,000	11,614	18,720
		35	10,583*	,000	6,663	14,504

Baseado em médias marginais estimadas

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

b. Ajustamento para comparações múltiplas: Bonferroni.

Anexo 12: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às contagens do número de flores efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variável dependente: Número de flores.

Dias após sementeira	Nível de adubação (kg N/ha)	Média	Desvio padrão
21	0	1,17	,718
	30	,92	,289
	60	,91	,302
	90	1,08	,289
28	0	19,25	4,712
	30	15,25	4,555
	60	15,82	6,431
	90	18,92	8,969
35	0	32,33	7,088
	30	38,33	9,745
	60	41,36	4,925
	90	48,25	7,424
40	0	51,92	14,829
	30	59,25	13,458
	60	67,91	20,550
	90	86,75	22,491

Anexo 13: Comparações de pares resultantes do ajustamento de Bonferroni, obtidas no SPSS referentes às contagens do número de flores efectuadas durante o decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Comparações de pares

Medida: Número de flores.

Dias após sementeira	(I) Nível de adubação (kg N/ha)	(J) Nível de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig. ^b	Intervalo de confiança 95% para a diferença ^b	
					Limite inferior	Limite superior
21	0	30	,250	1,000	-,249	,749
		60	,258	1,000	-,253	,768
		90	,083	1,000	-,416	,583
	30	0	-,250	1,000	-,749	,249
		60	,008	1,000	-,503	,518
		90	-,167	1,000	-,666	,333
	60	0	-,258	1,000	-,768	,253
		30	-,008	1,000	-,518	,503
		90	-,174	1,000	-,685	,336
	90	0	-,083	1,000	-,583	,416
		30	,167	1,000	-,333	,666
		60	,174	1,000	-,336	,685
28	0	30	4,000	,805	-3,247	11,247
		60	3,432	1,000	-3,978	10,841
		90	,333	1,000	-6,913	7,580
	30	0	-4,000	,805	-11,247	3,247
		60	-,568	1,000	-7,978	6,841
		90	-3,667	1,000	-10,913	3,580
	60	0	-3,432	1,000	-10,841	3,978
		30	,568	1,000	-6,841	7,978
		90	-3,098	1,000	-10,508	4,311
	90	0	-,333	1,000	-7,580	6,913
		30	3,667	1,000	-3,580	10,913
		60	3,098	1,000	-4,311	10,508
35	0	30	-6,000	,347	-14,516	2,516
		60	-9,030*	,038	-17,738	-,322
		90	-15,917*	,000	-24,433	-7,400
	30	0	6,000	,347	-2,516	14,516
		6	-3,030	1,000	-11,738	5,678
		90	-9,917*	,015	-18,433	-1,400
	60	0	9,030*	,038	,322	17,738
		30	3,030	1,000	-5,678	11,738

		90	-6,886	,205	-15,594	1,821
	90	0	15,917*	,000	7,400	24,433
		30	9,917*	,015	1,400	18,433
		60	6,886	,205	-1,821	15,594
40	0	30	-7,333	1,000	-27,851	13,185
		60	-15,992	,245	-36,972	4,987
		90	-34,833*	,000	-55,351	-14,315
	30	0	7,333	1,000	-13,185	27,851
		60	-8,659	1,000	-29,638	12,320
		90	-27,500*	,004	-48,018	-6,982
	60	0	15,992	,245	-4,987	36,972
		30	8,659	1,000	-12,320	29,638
		90	-18,841	,102	-39,820	2,138
	90	0	34,833*	,000	14,315	55,351
		30	27,500*	,004	6,982	48,018
		60	18,841	,102	-2,138	39,820

Nível de adubação (kg N/ha)	(I) Dias após sementeira	(J) Dias após sementeira	Diferença média (I-J)	Sig. ^b	Intervalo de confiança 95% para a diferença ^b		
					Limite inferior	Limite superior	
0	21	28	-18,083*	,000	-23,289	-12,877	
		35	-31,167*	,000	-37,190	-25,144	
		40	-50,750*	,000	-65,227	-36,273	
	28	21	18,083*	,000	12,877	23,289	
		35	-13,083*	,000	-21,076	-5,090	
		40	-32,667*	,000	-47,520	-17,813	
	35	21	31,167*	,000	25,144	37,190	
		28	13,083*	,000	5,090	21,076	
		40	-19,583*	,011	-35,849	-3,318	
	40	21	50,750*	,000	36,273	65,227	
		28	32,667*	,000	17,813	47,520	
		35	19,583*	,011	3,318	35,849	
30	21	28	-14,333*	,000	-19,539	-9,127	
		35	-37,417*	,000	-43,440	-31,394	
		40	-58,333*	,000	-72,811	-43,856	
	28	21	14,333*	,000	9,127	19,539	
		35	-23,083*	,000	-31,076	-15,090	
		40	-44,000*	,000	-58,853	-29,147	
	35	21	37,417*	,000	31,394	43,440	
		28		23,083*	,000	15,090	31,076

		40	-20,917*	,006	-37,182	-4,651
	40	21	58,333*	,000	43,856	72,811
		28	44,000*	,000	29,147	58,853
		35	20,917*	,006	4,651	37,182
60	21	28	-14,909*	,000	-20,347	-9,472
		35	-40,455*	,000	-46,745	-34,164
		40	-67,000*	,000	-82,121	-51,879
	28	21	14,909*	,000	9,472	20,347
		35	-25,545*	,000	-33,894	-17,197
		40	-52,091*	,000	-67,605	-36,577
	35	21	40,455*	,000	34,164	46,745
		28	25,545*	,000	17,197	33,894
		40	-26,545*	,001	-43,534	-9,557
	40	21	67,000*	,000	51,879	82,121
		28	52,091*	,000	36,577	67,605
		35	26,545*	,001	9,557	43,534
90	21	28	-17,833*	,000	-23,039	-12,627
		35	-47,167*	,000	-53,190	-41,144
		40	-85,667*	,000	-100,144	-71,189
	28	21	17,833*	,000	12,627	23,039
		35	-29,333*	,000	-37,326	-21,340
		40	-67,833*	,000	-82,687	-52,980
	35	21	47,167*	,000	41,144	53,190
		28	29,333*	,000	21,340	37,326
		40	-38,500*	,000	-54,765	-22,235
	40	21	85,667*	,000	71,189	100,144
		28	67,833*	,000	52,980	82,687
		35	38,500*	,000	22,235	54,765

Baseado em médias marginais estimadas

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

b. Ajustamento para comparações múltiplas: Bonferroni.

Anexo 14: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes à área foliar, mensurada após a colheita das plantas do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variável dependente: Área foliar (cm²).

Nível de adubação (kg N/ha)	Média	Desvio padrão
0	65,42742	22,983459
30	87,29500	20,618560
60	112,72500	32,565499
90	149,19750	58,185288

Anexo 15: Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes à área foliar, mensurada após a colheita das plantas do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Comparações múltiplas

Variável dependente: Área foliar (cm²).

Tukey HSD

(I) Níveis de adubação (kg N/ha)	(J) Níveis de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
0	30	-,3626	,098	-,7711	,0459
	60	-,6069*	,001	-1,0154	-,1984
	90	-,8605*	,000	-1,2690	-,4520
30	0	,3626	,098	-,0459	,7711
	60	-,2443	,391	-,6528	,1642
	90	-,4979*	,011	-,9064	-,0894
60	0	,6069*	,001	,1984	1,0154
	30	,2443	,391	-,1642	,6528
	90	-,2536	,358	-,6621	,1549
90	0	,8605*	,000	,4520	1,2690
	30	,4979*	,011	,0894	,9064
	60	,2536	,358	-,1549	,6621

Com base em médias observadas.

O termo de erro é Quadrado médio (Erro) = ,140.

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

Anexo 16: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes aos pesos fresco e seco das folhas, mensurados após a colheita das plantas do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variáveis dependentes: Peso fresco folhas (g) e peso seco folhas (g).

Folhas	Nível de adubação (kg N/ha)	Média	Desvio padrão
Peso fresco (g)	0	5,01300	1,706147
	30	6,47591	1,538340
	60	7,62825	2,361343
	90	9,61875	3,604690
Peso seco (g)	0	,38733	,113078
	30	,45982	,109116
	60	,56917	,176263
	90	,70492	,273273

Anexo 17: Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes aos pesos fresco e seco das folhas, mensurados após a colheita das plantas do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Comparações múltiplas

Variáveis dependentes: Peso fresco folhas (g) e peso seco folhas (g).
Tukey HSD

Variável dependente	(I) Nível de adubação (kg N/ha)	(J) nível de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Peso fresco	0	30	-,2870	,134	-,6326	,0587
		60	-,4332*	,007	-,7713	-,0951
		90	-,6504*	,000	-,9885	-,3123
	30	0	,2870	,134	-,0587	,6326
		60	-,1462	,673	-,4919	,1995
		90	-,3634*	,036	-,7091	-,0178
	60	0	,4332*	,007	,0951	,7713
		30	,1462	,673	-,1995	,4919
		90	-,2172	,328	-,5553	,1209
	90	0	,6504*	,000	,3123	,9885

Peso seco	0	30	,3634*	,036	,0178	,7091
		60	,2172	,328	-,1209	,5553
		30	-,1931	,451	-,5388	,1527
		60	-,3910*	,018	-,7292	-,0529
	30	90	-,5856*	,000	-,9237	-,2475
		0	,1931	,451	-,1527	,5388
		60	-,1979	,429	-,5437	,1478
		90	-,3925*	,021	-,7383	-,0468
	60	0	,3910*	,018	,0529	,7292
		30	,1979	,429	-,1478	,5437
		90	-,1946	,424	-,5327	,1436
		0	,5856*	,000	,2475	,9237
90	30	,3925*	,021	,0468	,7383	
	60	,1946	,424	-,1436	,5327	

Com base em médias observadas.

O termo de erro é Quadrado médio (Erro) = ,096.

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

Anexo 18: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes aos pesos fresco e seco dos caules, mensurados após a colheita das plantas do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variáveis dependentes: Peso fresco caules (g) e peso seco caules (g).

Caules	Nível de adubação (kg N/ha)	Média	Desvio padrão
Peso fresco (g)	0	9,60333	2,532561
	30	8,41042	1,581772
	60	12,57427	4,142971
	90	18,65482	9,313636
Peso seco (g)	0	1,08608	,324399
	30	,95825	,345486
	60	1,18727	,370720
	90	1,55900	,737484

Anexo 19: Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes aos pesos fresco e seco dos caules, mensurados após a colheita das plantas do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Comparações múltiplas

Variáveis dependentes: Peso fresco caules (g) e peso seco caules (g).
Tukey HSD

Variável dependente	(I) Nível de adubação (kg N/ha)	(J) Nível de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Peso fresco	0	30	,1141	,843	-,2567	,4850
		60	-,2598	,273	-,6390	,1193
		90	-,5840*	,001	-,9632	-,2048
	30	0	-,1141	,843	-,4850	,2567
		60	-,3740	,054	-,7532	,0052
		90	-,6982*	,000	-1,0774	-,3190
	60	0	,2598	,273	-,1193	,6390
		30	,3740	,054	-,0052	,7532
		90	-,3242	,129	-,7115	,0632
	90	0	,5840*	,001	,2048	,9632
		30	,6982*	,000	,3190	1,0774
		60	,3242	,129	-,0632	,7115
Peso seco	0	30	,1605	,736	-,2584	,5793
		60	-,0898	,943	-,5181	,3385
		90	-,3080	,234	-,7363	,1203
	30	0	-,1605	,736	-,5793	,2584
		60	-,2503	,410	-,6786	,1780
		90	-,4685*	,027	-,8968	-,0402
	60	0	,0898	,943	-,3385	,5181
		30	,2503	,410	-,1780	,6786
		90	-,2182	,547	-,6557	,2193
	90	0	,3080	,234	-,1203	,7363
		30	,4685*	,027	,0402	,8968
		60	,2182	,547	-,2193	,6557

Com base em médias observadas.

O termo de erro é Quadrado médio (Erro) = ,147.

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

Anexo 20: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições de temperatura e humidade durante o período de dia, no decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variáveis dependentes: Humidade relativa do ar (%) e temperatura do ar (°C).

Período de dia	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Humidade relativa do ar (%)	,0	61,7	11,380	8,9842
Temperatura do ar (°C)	21,8	47,3	34,778	5,7037

Anexo 21: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições de temperatura e humidade durante o período de noite, no decorrer do ensaio adubação azotada com baixa densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variáveis dependentes: Humidade relativa do ar (%) e temperatura do ar (°C).

Período de noite	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Humidade relativa do ar (%)	2,0	100,0	51,192	25,0934
Temperatura do ar (°C)	6,8	28,3	17,686	4,0154

Anexo 22: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições da altura de planta obtida no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variável dependente: Altura (cm).

Nível de adubação (kg N/ha)	Média	Desvio padrão
0	10,225	1,2614
30	14,458	3,6993
60	17,833	2,5791
90	20,425	3,7305

Anexo 23: Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes à altura de planta obtida no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Comparações múltiplas

Variáveis dependentes: Altura (cm).

Tukey HSD

(I) Nível de adubação (kg N/ha)	(J) Nível de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
0	30	-,3254*	,000	-,5234	-,1274
	60	-,5536*	,000	-,7517	-,3556
	90	-,6832*	,000	-,8813	-,4852
30	0	,3254*	,000	,1274	,5234
	60	-,2282*	,018	-,4263	-,0302
	90	-,3579*	,000	-,5559	-,1598
60	0	,5536*	,000	,3556	,7517
	30	,2282*	,018	,0302	,4263
	90	-,1296	,312	-,3277	,0684
90	0	,6832*	,000	,4852	,8813
	30	,3579*	,000	,1598	,5559
	60	,1296	,312	-,0684	,3277

Com base em médias observadas.

O termo de erro é Quadrado médio (Erro) = ,033.

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

Anexo 24: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes ao número de folhas obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variável dependente: Número de folhas.

Nível de adubação (kg N/ha)	Média	Desvio padrão
0	7,25	,866
30	10,50	2,844
60	12,17	3,010
90	15,00	3,045

Anexo 25: Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes ao número de folhas obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Comparações múltiplas

Variáveis dependentes: Número de folhas.

Tukey HSD

(I) Nível de adubação (kg N/ha)	(J) Nível de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
0	30	-,3466*	,002	-,5875	-,1057
	60	-,4935*	,000	-,7344	-,2526
	90	-,7140*	,000	-,9550	-,4731
30	0	,3466*	,002	,1057	,5875
	60	-,1469	,374	-,3878	,0941
	90	-,3674*	,001	-,6083	-,1265
60	0	,4935*	,000	,2526	,7344
	30	,1469	,374	-,0941	,3878
	90	-,2206	,084	-,4615	,0204
90	0	,7140*	,000	,4731	,9550
	30	,3674*	,001	,1265	,6083
	60	,2206	,084	-,0204	,4615

Com base em médias observadas.

O termo de erro é Quadrado médio (Erro) = ,049.

Anexo 26: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes ao número de caules obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variável dependente: Número de caules.

Nível de adubação (kg N/ha)	Média	Desvio padrão
0	1,00	,000
30	2,50	,905
60	2,67	1,155
90	3,50	,905

Anexo 27: Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes ao número de caules obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Comparações múltiplas

Variáveis dependentes: Número de caules.

Tukey HSD

(I) Nível de adubação	(J) Nível de adubação	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
0	30	-1,50*	,001	-2,44	-,56
	60	-1,67*	,000	-2,61	-,73
	90	-2,50*	,000	-3,44	-1,56
30	0	1,50*	,001	,56	2,44
	60	-,17	,964	-1,11	,77
	90	-1,00*	,033	-1,94	-,06
60	0	1,67*	,000	,73	2,61
	30	,17	,964	-,77	1,11
	90	-,83	,098	-1,77	,11
90	0	2,50*	,000	1,56	3,44
	30	1,00*	,033	,06	1,94
	60	,83	,098	-,11	1,77

Com base em médias observadas.

O termo de erro é Quadrado médio (Erro) = ,742.

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

Anexo 28: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes ao número de flores obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variável dependente: Número de flores.

Nível de adubação (kg N/ha)	Média	Desvio padrão
0	4,08	1,084
30	5,33	1,826
60	6,92	1,730
90	9,00	1,537

Anexo 29: Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes ao número de flores obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Comparações múltiplas

Variáveis dependentes: Número de flores.

Tukey HSD

(I) Nível de adubação (kg N/ha)	(J) Nível de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
0	30	-1,25	,223	-2,96	,46
	60	-2,83*	,000	-4,55	-1,12
	90	-4,92*	,000	-6,63	-3,20
30	0	1,25	,223	-,46	2,96
	60	-1,58	,079	-3,30	,13
	90	-3,67*	,000	-5,38	-1,95
60	0	2,83*	,000	1,12	4,55
	30	1,58	,079	-,13	3,30
	90	-2,08*	,011	-3,80	-,37
90	0	4,92*	,000	3,20	6,63
	30	3,67*	,000	1,95	5,38
	60	2,08*	,011	,37	3,80

Com base em médias observadas.

O termo de erro é Quadrado médio (Erro) = 2,466.

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

Anexo 30: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes aos pesos fresco e seco obtidos no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variável dependente: Peso fresco parte aérea (g) e peso seco parte aérea (g)

Parte aérea	Nível de adubação (kg N/ha)	Média	Desvio padrão
Peso fresco (g)	0	23,76175	4,029999
	30	40,07675	19,835108
	60	50,57225	7,187029
	90	52,99500	15,749795

Peso seco	0	1,96000	,277321
(g)	30	2,61725	1,335913
	60	3,66775	,938103
	90	3,72025	,801939

Anexo 31: Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes ao peso fresco obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Comparações múltiplas

Variáveis dependentes: Peso fresco da parte aérea (g).

Tukey HSD

Variável dependente	(I) Nível de adubação (kg N/ha)	(J) Nível de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Peso fresco (g)	0	30	-16,31500	,350	-44,27201	11,64201
		60	-26,81050	,062	-54,76751	1,14651
		90	-29,23325*	,040	-57,19026	-1,27624
	30	0	16,31500	,350	-11,64201	44,27201
		60	-10,49550	,688	-38,45251	17,46151
		90	-12,91825	,539	-40,87526	15,03876
	60	0	26,81050	,062	-1,14651	54,76751
		30	10,49550	,688	-17,46151	38,45251
		90	-2,42275	,994	-30,37976	25,53426
	90	0	29,23325*	,040	1,27624	57,19026
		30	12,91825	,539	-15,03876	40,87526
		60	2,42275	,994	-25,53426	30,37976

Com base em médias observadas.

O termo de erro é Quadrado médio (Erro) = ,846.

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

Anexo 32: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes ao teor de nitrato obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variável dependente: Teor de nitrato (mg/g de peso seco de planta).

Nível de adubação (kg N/ha)	Parte da planta	Média	Desvio padrão
0	Caules	33,46261	1,220244
	Folhas	36,82281	4,686110
30	Caules	34,10740	11,397406
	Folhas	47,16981	9,063858
60	Caules	43,90421	8,818445
	Folhas	48,98403	7,714184
90	Caules	42,40245	13,857979
	Folhas	56,61189	6,812203

Anexo 33: Comparações múltiplas resultantes do teste de Tukey, obtidas no SPSS referentes ao teor de nitrato obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Comparações múltiplas

Variável dependente: Teor de nitrato (mg/g de peso seco de planta).

Tukey HSD

(I) Nível de adubação (kg N/ha)	(J) Nível de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
0	30	-5,49590	,598	-17,55226	6,56046
	60	-11,30142	,072	-23,35777	,75494
	90	-14,36446*	,015	-26,42082	-2,30810
30	0	5,49590	,598	-6,56046	17,55226
	60	-5,80552	,555	-17,86187	6,25084
	90	-8,86856	,205	-20,92492	3,18780
60	0	11,30142	,072	-,75494	23,35777
	30	5,80552	,555	-6,25084	17,86187
	90	-3,06305	,896	-15,11941	8,99331

90	0	14,36446*	,015	2,30810	26,42082
	30	8,86856	,205	-3,18780	20,92492
	60	3,06305	,896	-8,99331	15,11941

Com base em médias observadas.

O termo de erro é Quadrado médio (Erro) = 76,403.

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

Anexo 34: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes ao teor de ácido oxálico obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variável dependente: Teor de ácido oxálico (mg/g de peso seco de planta).

Nível de adubação (kg N/ha)	Parte da planta	Média	Desvio padrão
0	Caules	,39279	,172400
	Folhas	,29577	,131292
30	Caules	,24413	,107721
	Folhas	,59457	,238972
60	Caules	,54640	,071572
	Folhas	1,26685	,060042
90	Caules	1,45949	,586992
	Folhas	1,52523	,632329

Anexo 35: Comparações de pares resultantes do ajustamento de Bonferroni, obtidas no SPSS referentes ao teor de ácido oxálico obtido no ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Comparações de pares

Variável dependente: Teor de ácido oxálico (mg/g de peso seco de planta).

Parte da planta	(I) Nível de adubação (kg N/ha)	(J) Nível de adubação (kg N/ha)	Diferença média (I-J)	Sig. ^b	Intervalo de confiança 95% para a diferença ^b	
					Limite inferior	Limite superior
Caules	0	30	,453	,713	-,352	1,258
		60	-,418	,891	-1,223	,387
		90	-1,353*	,000	-2,158	-,548
	30	0	-,453	,713	-1,258	,352
		60	-,871*	,029	-1,676	-,066
		90	-1,806*	,000	-2,611	-1,001
	60	0	,418	,891	-,387	1,223
		30	,871*	,029	,066	1,676
		90	-,935*	,016	-1,740	-,130
	90	0	1,353*	,000	,548	2,158
		30	1,806*	,000	1,001	2,611
		60	,935*	,016	,130	1,740
Folhas	0	30	-,718	,103	-1,523	,088
		60	-1,540*	,000	-2,345	-,735
		90	-1,661*	,000	-2,466	-,855
	30	0	,718	,103	-,088	1,523
		60	-,822*	,043	-1,627	-,017
		90	-,943*	,015	-1,748	-,138
	60	0	1,540*	,000	,735	2,345
		30	,822*	,043	,017	1,627
		90	-,121	1,000	-,926	,684
	90	0	1,661*	,000	,855	2,466
		30	,943*	,015	,138	1,748
		60	,121	1,000	-,684	,926

Nível de adubação (kg N/ha)	(I) Parte da planta	(J) Parte da planta	Diferença média (I-J)	Sig. ^b	Intervalo de confiança 95% para a diferença ^b	
					Limite inferior	Limite superior
0	Caules	Folhas	,275	,336	-,303	,853
	Folhas	Caules	-,275	,336	-,853	,303

30	Caules	Folhas	-,896*	,004	-1,474	-,318
	Folhas	Caules	,896*	,004	,318	1,474
60	Caules	Folhas	-,847*	,006	-1,425	-,269
	Folhas	Caules	,847*	,006	,269	1,425
90	Caules	Folhas	-,032	,909	-,610	,546
	Folhas	Caules	,032	,909	-,546	,610

Baseado em médias marginais estimadas

*. A diferença média é significativa no nível ,05.

b. Ajustamento para comparações múltiplas: Bonferroni.

Anexo 36: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições de temperatura e humidade durante o período de dia, no decorrer do ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variáveis dependentes: Humidade relativa do ar (%) e temperatura do ar (°C).

Período de dia	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Humidade relativa do ar (%)	,0	73,1	12,171	11,0532
Temperatura do ar (°C)	19,3	45,5	33,686	5,8024

Anexo 37: Estatísticas descritivas obtidas no SPSS referentes às medições de temperatura e humidade durante o período de noite, no decorrer do ensaio adubação azotada com elevada densidade de plantas.

Estatísticas descritivas

Variáveis dependentes: Humidade relativa do ar (%) e temperatura do ar (°C).

Período de noite	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Humidade relativa do ar (%)	2,0	100,0	49,726	24,8337
Temperatura do ar (°C)	6,8	28,3	16,715	4,2012