



**INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO**

Hélder Francisco Herdeiro Fernandes

Avaliação dos efeitos da enxertia na produtividade e qualidade das  
vagens de feijão-verde com recurso a diferentes porta-enxertos na  
Região Litoral Norte

Mestrado em Agricultura Biológica

Trabalho efetuado sob a orientação:

Orientadora: Doutora Isabel de Maria Cardoso Gonsalves Mourão  
Co-orientador: Doutor Luís Miguel Brito

Novembro de 2016



**As doutrinas expressas neste  
trabalho são da exclusiva  
responsabilidade  
do autor.**



*O sonho é um esboço metal  
De algo que se quer real.*

**H. F.**



## ÍNDICE

<b>RESUMO</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimentos</b> .....	<b>vii</b>
<b>Lista de Abreviaturas</b> .....	<b>ix</b>
<b>Lista de Quadros</b> .....	<b>xi</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1 – Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1 – Cultura do feijão-verde .....	1
1.1.1 – Origem do feijão-verde.....	1
1.1.2 – Classificação botânica .....	1
1.1.3 – Morfologia do Feijão-Verde .....	2
1.1.4 – Condições Edafoclimáticas.....	4
1.1.5 – Inimigos da cultura de feijão .....	6
1.1.6 – Fertilização .....	9
1.1.7 – Sementeira e plantação .....	10
1.1.8 – Outros processos culturais .....	10
1.1.9 – Colheita.....	10
1.1.10 – Importância produtiva do feijão-verde .....	11
1.1.11 – Importância económica do feijão-verde .....	11
1.2 – Enxertia em hortícolas .....	12
1.2.1 – Técnicas de enxertia em hortícolas.....	13
1.2.2 – Vantagens da enxertia.....	17
1.2.3 – Desvantagens da enxertia .....	18
1.2.4 – Cultivo das plantas enxertadas .....	19
1.3 – Objetivos do trabalho.....	19
<b>2 – Materiais e Métodos</b> .....	<b>21</b>
2.1 – Localização e condições edafoclimáticas .....	21
2.1.1 – Estrutura produtiva do concelho de Esposende.....	22
2.1.2 – Clima .....	22
2.1.3 – Solos .....	24
2.2 – Material vegetal .....	24
2.3 – Técnicas culturais .....	26
2.3.1 – Mobilização do solo.....	26
2.3.2 – Fertilização .....	27

2.3.3 – Plantação.....	27
2.3.4 – Rega .....	28
2.3.5 – Tutoragem.....	29
2.3.6 – Podas e despontas .....	29
2.3.7 – Controlo fitossanitário .....	30
2.3.8 – Controlo de infestantes .....	30
2.4 – Colheita e avaliação da produtividade.....	31
2.5 – Avaliação de patogénicos na cultura .....	31
2.6 – Avaliação dos nemátodes parasitas no solo.....	32
2.7 – Análise estatística .....	33
<b>3 – Resultados.....</b>	<b>35</b>
3.1 – Temperatura do ar e do solo .....	35
3.2 – Desenvolvimento das plantas – floração e frutificação .....	38
3.3 – Crescimento das plantas .....	39
3.3.1 – Número de vagens .....	39
3.3.2 – Peso seco das vagens .....	41
3.3.3 – Produtividade das culturas.....	43
3.4 – Qualidade das vagens .....	44
3.4.1 – Matéria seca.....	44
3.4.2 – Comprimento das vagens.....	45
3.4.3 – Defeitos nas vagens .....	47
3.5 – Avaliação de nemátodes no solo .....	49
<b>4 - Discussão .....</b>	<b>53</b>
4.1 - Desenvolvimento e crescimento das plantas.....	53
4.2 – Qualidade das vagens .....	56
4.3. Nemátodes no solo.....	58
<b>5 – Conclusão .....</b>	<b>61</b>
<b>6 – Referências Bibliográficas .....</b>	<b>63</b>
<b>Anexos</b>	



## RESUMO

A cultura de feijão-verde é produzida predominantemente em estufa e de forma intensiva. A intensificação com o recurso a fertilizantes de síntese e pesticidas, associados à repetida sucessão das mesmas culturas tem aumentado os problemas de salinidade e incidência de doenças no solo, tais como *Fusarium* spp. e *Meloidogyne* spp.. O uso de alternativas como a enxertia permite superar os referidos problemas, através de processos de tolerância/resistência apresentando-se com uma técnica limpa e económica adequada à produção biológica.

O presente estudo foi realizado numa estufa em Esposende, utilizando-se duas cultivares de feijão-verde, Oriente (O) e Rajado (R) (*Phaseolus vulgaris* L.), enxertadas em porta-enxertos das espécies *P. coccineus* L. (cv. Aintree, P1 e cv. Feijão de 7 anos, P3) e *P. vulgaris* L. (cv. Bencanta, P2), com o objetivo de determinar os efeitos da enxertia na produtividade e qualidade das vagens. A densidade da cultura foi de 3,3 hastes m<sup>-2</sup> e o delineamento experimental foi de blocos casualizados com 3 repetições, incluindo para a cv. Oriente as plantas não enxertadas (cv), enxertadas em si próprias (cv/cv) e enxertadas em P1 e P2 e, para a cv. Rajado, as plantas enxertadas nos três porta-enxertos. A plantação realizou-se a 15/05/2016 e a colheita das vagens comerciais decorreu entre 26/06 e 5/09, num total de 21 colheitas, tendo-se registado o número, comprimento, peso fresco, matéria seca e deformações das vagens.

A produtividade foi superior nas plantas O e OO (média 2,5 kg m<sup>-2</sup>) e não foi significativamente diferente da produtividade das plantas enxertadas em P1 (1,5 kg m<sup>-2</sup>). No entanto, a produtividade em P2 (1,4 kg m<sup>-2</sup>) foi inferior em comparação com as plantas OO. Na cv. Oriente a matéria seca (MS) das vagens foi inferior nas plantas enxertadas em P1 (9,3%) em comparação com as plantas não enxertadas (10,5%). Para a cv. Rajado a produtividade e a MS das vagens foram semelhantes nas plantas enxertadas nos três porta-enxertos, em média, respetivamente 1,2 kg m<sup>-2</sup> e 9,3%. Os defeitos ligeiros nas vagens foram mais numerosos na cv. Oriente em P1 e P2 (49,7%) e menor em O e OO (42,3%), não tendo ocorrido diferenças nos defeitos graves (média 21,0%). Na cv. Rajado a percentagem de defeitos foi semelhante em todos os tratamentos, em média 35,0% de defeitos ligeiros e 21,9% graves. A baixa produtividade e a grande percentagem de defeitos nas vagens podem ser explicados pelos elevados valores da temperatura do ar. Durante o período experimental a temperatura diária máxima foi em média de 31,2°C e variou entre 22,4°C e 43,7°C. Estes valores situam-se acima dos valores de temperatura máxima para a espécie e, entre outros efeitos, causam a queda das flores. Em síntese, para as condições em que decorreu o ensaio, nomeadamente, com incidência de elevadas temperaturas do ar, a enxertia das plantas de feijoeiro da cv. Oriente aparentemente não é recomendável.

**Palavras-chave:** *produtividade, qualidade das vagens, temperatura, nemátodes.*

Novembro de 2016



## ABSTRACT

The green-beans crop is produced predominantly in greenhouses under intensive use of synthetic fertilizers and pesticides, associated with repeated succession of the same crops. These crop management conditions led to increased problems of salinity and incidence of soilborne diseases, such as *Fusarium* spp. and *Meloidogyne* spp., which affect crop yields. The use of alternatives such as grafting can overcome these problems, through processes of tolerance/resistance and greater nutrient uptake, among others, presenting a clean and economical technique suitable for organic production.

The present study was carried out in a greenhouse in Esposende, using two commercial cultivars of green beans, Oriente and Rajado (*Phaseolus vulgaris* L.), grafted onto *P. coccineus* L. (cv. Aintree, P1 and cv. Feijão de 7 anos, P3) and *P. vulgaris* L. (cv. Bencanta, P2), with the objective of determining the effects of grafting on crop yield and pod quality. Plant density was 3.3 stems per m<sup>2</sup> and the experimental design was of randomized blocks with 3 replicates, including for cv. Oriente the ungrafted plants (cv), selfgrafted (cv / cv) and grafted on P1 and P2 and for cv. Rajado the grafted plants on the three rootstocks. Planting took place on May 15, 2016 and harvesting was performed between June 26 and September 5, in a total of 21 harvests, recording the number of pods, their length, fresh and dry weight, and the presence of defects in the pods.

The total dry weight of the bean pods of ungrafted and selfgrafted plants of cv. Oriente (O and OO) were higher compared to plants grafted onto P1 and P2 rootstocks, but yield was also higher in the O and OO plants (mean 2.5 kg m<sup>-2</sup>), but differences between these treatments and grafted plants onto P1 rootstock (1.5 kg m<sup>-2</sup>) were not significant. Yield of P2-grafted plants (1.4 kg m<sup>-2</sup>) was lower in comparison to OO plants. The dry matter (DM) of the pods was lower in the P1 grafted plants (9.3%) compared to the ungrafted plants (10.5%). For cv. Rajado the productivity and DM of the pods were similar in plants grafted onto the three rootstocks, on average, respectively 1.2 kg m<sup>-2</sup> and 9.3%. The minor defects in the pods were higher in plants of cv. Oriente grafted onto P1 and P2 rootstocks (49.7%) and lower in O and OO plants (42.3%) and there were no differences in severe defects (mean 21.0%). In cv. Rajado the percentage of defects was similar in all treatments, on average 35.0% for minor defects and 21.9% for severe defects. The low yield and the large percentage of defects in the pods can be explained by the high values of the air temperature. During the experimental period (from 14/05 a 05/09) the maximum daily temperature was on average 31.5°C and varied between 20.1°C and 43.7°C. These values were above the maximum temperature values for the species and, among other effects, cause abscission of the flowers. In summary, for the conditions under which the experiment was carried out, with high air temperatures grafting of green beans plants cv. Oriente is apparently not recommended.

**Keywords:** yield, pod quality, temperature, nematodes.

Novembro de 2016



## **AGRADECIMENTOS**

Queria agradecer à minha orientadora Doutora Professora Isabel Mourão e co-orientador Miguel Brito pela oportunidade de elaborar este estudo. Agradeço especialmente a disponibilidade, compreensão, paciência, boa disposição, organização e motivação, que foi essencial para esta tese.

Agradeço ao produtor Armindo Portela a abertura das portas da sua exploração, todo o trabalho e interesse na elaboração deste estudo. Agradeço todos os ensinamentos na arte da horticultura.

À Doutora Sofia e à Doutora Professora Luísa Moura pelo apoio prestado, por todo o trabalho e conhecimento cedido para este estudo.

À minha colaboradora de estudo, a Ana, pelo companheirismo e boa disposição, apesar das dificuldades deste trabalho.

Ao Eng. Paulo Pilar e à Cooperativa Agrícola de Esposende, pela escolha da exploração para o ensaio e por todo o apoio cedido.

Ao Eng. Virgílio e sua equipa pelo rigor e qualidade no trabalho dos laboratórios.

Ao Eng. Durão pela amizade destes 6 anos e todo o apoio prestado em todos os meus ensaios.

À minha amiga Cláudia, pela ajuda prestada em todos os desafios que este estudo traçou.

Um agradecimento especial à minha família, por me terem aturado estes anos e pelo incentivo de progressão nos estudos.

Ao meu Anjo da Guarda.

À grande ESAPL, onde vivi fantásticos anos académicos.



## LISTA DE ABREVIATURAS

- % – Percentagem
- €/ha – Euro por hectare
- AB – Agricultura Biológica
- AC – Agricultura convencional
- C.U.C – Coeficiente de Uniformidade de Caudais.
- CaO – Óxido de Cálcio
- CC - Capacidade de campo
- CE – Condutividade elétrica
- Cv – Cultivar
- DAP – Dias após a Plantação
- DRAP-N – Direção Regional de Agricultura e Pecas do Norte
- ds.m<sup>-1</sup> – DeciSiemens por metro
- ESA/IPVC – Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations, The Statistics Division
- g kg<sup>-1</sup> – Gramas por quilo
- GPP – Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral
- GPS – Global Positioning System, (Sistema de Posicionamento Global)
- ha – Hectare
- HR– Humidade Relativa
- K – Potássio
- km – Quilometro
- l.h<sup>-1</sup> – Litros por hora
- MAPAMA – Ministerio da Agricultura y pesca, Alimentación y Medio Ambiente
- Mg – Magnésio
- MO – Matéria orgânica
- MS – Matéria Seca
- N – Azoto
- N – North (Norte)
- O – Oriente não enxertado
- O3 – Ozono
- °C – Graus Celsius
- OO – Oriente enxertado em oriente
- P – Fósforo
- P <0,05 – Significativo a 5% de probabilidade
- P1 – Porta-enxerto Aintree
- P1O/P1R – Oriente enxertado em P1/Rajado enxertado em P1
- P2 – Porta-enxerto Bencanta
- P2O/P2R – Oriente enxertado em P2/Rajado enxertado em P2

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – Fósforo

P3 – Porta-enxerto Feijão de 7 anos

P3R – Rajado enxertado em P3

PDR – Programa de Desenvolvimento Rural 2020

pH- potencial de Hidrogénio

ppm – Partes por milhão

R – Rajado

s/d – sem data

ton – Tonelada

W – West (Oeste)

WGS 84 – World Geodetic System



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.1</b> – Classificação botânica do feijão-verde, <i>Phaseolus vulgaris</i> .....	2
<b>Quadro 1.2</b> – Temperaturas críticas para a cultura de feijão-verde. ....	5
<b>Quadro 1.3</b> – Principais doenças na cultura do feijão.....	6
<b>Quadro 1.4</b> – Principais pragas na cultura do feijão-verde. ....	7
<b>Quadro 1.5</b> – Classificação científica do nemátode <i>Meloidogyne spp</i> .....	7
<b>Quadro 1.6</b> – Classificação taxonômica do fungo <i>Fusarium oxysporum</i> .....	9
<b>Quadro 1.7</b> – Quantidades de nutrientes extraídas/contidas no feijão-verde numa produção de 1 ton. ....	9
<b>Quadro 1.8</b> – Condições ambientais ideais no período de pós-enxertia.....	14
<b>Quadro 2.1</b> – Resultado da análise do solo dos três blocos em estudo. Dados obtidos a 19 de abril de 2016. ....	24
<b>Quadro 2.2</b> – Combinações de feijão-verde/ porta-enxerto utilizados e número de plantas utilizado por talhão em cada ensaio. ....	25
<b>Quadro 2.3</b> – Exigências nutricionais para uma produção de 35 ton/ha. ....	27
<b>Quadro 2.4</b> – Quantidade de nutrientes aplicados na área de estudo (144 m <sup>2</sup> ). ....	27
<b>Quadro 2.5</b> – Tratamentos fitossanitários realizados com a data da aplicação, concentração e a indicação da praga ou doença a combater.....	30
<b>Quadro 3.1</b> – Temperatura (°C) média diária e média das temperaturas máximas e mínimas diárias do ar (2 m de altura) e do solo (10 cm de profundidade) na estufa, e variação dos referidos valores médios, durante o período experimental de 3 de junho a 4 de agosto de 2016. ....	35



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> – Enxertia pelo método de encosto lateral ou estaca. (Fonte: Miles <i>et al.</i> , 2013).....	14
<b>Figura 1.2</b> – Enxertia pelo método de aproximação ou de encosto lateral. (Fonte: Miles <i>et al.</i> , 2013).....	15
<b>Figura 1.3</b> – Enxertia pelo método de fenda de topo. (Fonte: Miles <i>et al.</i> , 2013).....	16
<b>Figura 1.4</b> – Enxertia pelo método de fenda lateral. (Fonte: Miles <i>et al.</i> , 2013).....	17
<b>Figura 2.1</b> – Estufa túnel com 10,0 m de largura e altura máxima de 3,3 m da exploração utilizada para o ensaio.....	21
<b>Figura 2.2</b> – Desenho experimental do esquema de plantação das diferentes combinações em estudo.....	26
<b>Figura 2.3</b> – Plantação, na estufa, das diferentes combinações em estudo de acordo com o esquema de plantação.....	28
<b>Figura 2.4</b> – a) Vagens sem defeitos; b) Vagens com defeitos ligeiros e; c) Vagens com defeitos graves.....	31
<b>Figura 2.5</b> – a) Escala de suberose radicular do tomateiro (Fonte: Moura, 1993). b) Escala de suberose radicular do feijoeiro (Fonte: Vaz <i>et al.</i> 2015).....	32
<b>Figura 2.6</b> – Diagrama para avaliação das galhas-radiculares de nemátode na raiz (adaptado) (Fonte: Bridge e Page,1980).....	32
<b>Figura 3.1</b> – Temperatura diária média, máxima e mínima do ar do interior da estufa (2 m de altura), durante o período experimental de 14 de maio a 5 de setembro de 2016, com as temperaturas viáveis mínima e máxima da cultura de feijão-verde.....	36
<b>Figura 3.2</b> – Temperatura média diária do solo ao ar livre e na estufa com e sem plástico de cobertura do solo (10 cm de profundidade), durante o período experimental de 14 de maio a 5 de setembro de 2016.....	37
<b>Figura 3.3</b> – Temperatura média, média máxima e média mínima do ar ao ar livre e na estufa (2 m de altura) e no solo ao ar livre e na estufa com plástico de cobertura do solo (10 cm de profundidade), durante o período experimental de 14 de maio a 5 de setembro.....	38
<b>Figura 3.4</b> – Número de dias após a plantação em que apareceu a primeira flor e a primeira vagem e se iniciou a colheita de feijão-verde, (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1 e P2, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O)	

e (b) para a cultivar Rajado (R) enxertada nos porta enxertos P1, P2 e P3. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ )..... 39

**Figura 3.5** – Número acumulado de vagens de feijão-verde ( $m^{-2}$ ) ao longo do período de colheita (42 a 115 dias após a plantação), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1O e P2O, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado enxertada nos porta enxertos P1R, P2R e P3R..... 40

**Figura 3.6** – Número total de vagens ( $m^{-2}$ ) e comprimento médio das vagens de feijão-verde ( $cm\ vagem^{-1}$ ), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1 e P2, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado (R) enxertada nos porta enxertos P1, P2 e P3. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ )..... 40

**Figura 3.7** – Peso seco acumulado das vagens de feijão-verde ( $g\ m^{-2}$ ) ao longo do período de colheita (42 a 115 dias após a plantação), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1O e P2O, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado enxertada nos porta enxertos P1R, P2R e P3R..... 41

**Figura 3.8** – Peso seco ( $g\ m^{-2}$ ) das vagens de feijão-verde (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1 e P2, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado (R) enxertada nos porta enxertos P1, P2 e P3. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ )..... 42

**Figura 3.9** – Peso fresco acumulado das vagens de feijão-verde ( $g\ m^{-2}$ ) ao longo do período de colheita (42 a 115 dias após a plantação), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1O e P2O, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado enxertada nos porta enxertos P1R, P2R e P3R..... 43

**Figura 3.10** – Produtividade de feijão-verde ( $kg.m^{-2}$ ) e teor em matéria seca (%), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1 e P2, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado (R) enxertada nos porta enxertos P1, P2 e P3. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ )..... 44

**Figura 3.11** – Teor de matéria seca das vagens de feijão-verde (%) ao longo do período de colheita (42 a 115 dias após a plantação), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1O e P2O, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado enxertada nos porta enxertos P1R, P2R e P3R..... 45

**Figura 3.12** – Comprimento médio das vagens de feijão-verde ( $cm\ vagem^{-1}$ ) ao longo do período de colheita (42 a 115 dias após a plantação), (a) para a cultivar Oriente

enxertada nos porta enxertos P1O e P2O, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado enxertada nos porta enxertos P1R, P2R e P3R.....	46
<b>Figura 3.13</b> – Número de vagens de feijão-verde (m <sup>-2</sup> ) com defeitos (a) ligeiros, (b) severos ao longo do período de colheita (42 a 115 dias após a plantação), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1O e P2O, enxertada em si própria (OO) e não enxerta (O) e (b) para a cultivar Rajado enxertada nos porta enxertos P1R, P2R e P3R. ....	47
<b>Figura 3.14</b> – Percentagem do número total de vagens de feijão-verde com defeitos ligeiros e severos, (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1 e P2, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado (R) enxertada nos porta enxertos P1, P2 e P3. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos (p <0,05).....	48
<b>Figura 3.15</b> – Número de nemátodes de vida livre (bacterívoros, fungívoros e omnívoros) encontrados em 100 ml de solo da amostragem inicial e nos vários tratamentos no final do ensaio. Os valores apresentados são a média de três repetições. As barras de erro representam o erro padrão. ....	50
<b>Figura 3.16</b> – Números de nemátodes endoparasitas da família Heteroderidae e dos géneros <i>Meloidogyne</i> e <i>Pratylenchus</i> encontrados em 100 ml de solo da amostragem inicial e nos vários tratamentos no final do ensaio. Os valores apresentados são a média de três repetições. As barras de erro representam o erro padrão. ....	50
<b>Figura 3.17</b> – Números de nemátodes ectoparasitas dos géneros <i>Helicotylenchus</i> , <i>Tylenchorhynchus</i> e <i>Xiphinema</i> encontrados em 100 ml de solo da amostragem inicial e nos vários tratamentos no final do ensaio. Os valores apresentados são a média de três repetições. As barras de erro representam o erro padrão.....	51



# **1 – INTRODUÇÃO**

## **1.1 – Cultura do feijão-verde**

### **1.1.1 – Origem do feijão-verde**

O feijão é originário do Continente sul-americano (Orzolek e Greaser, 2002), nos territórios que atualmente constituem a Bolívia e o Perú. Foi introduzido na Europa no séc. XVI pelos espanhóis após a conquista dos territórios do continente americano (Maroto, 1995).

Alguns estudos apresentam que o centro de origem da espécie *Phaseolus vulgaris* (feijão-comum) é na América Central. O género *Phaseolus* pode apresentar 31 a 52 espécies, mas apenas quatro espécies são cultivadas, para além da *P. vulgaris*, sendo elas *P. acutifolius*, *P. coccineus*, *P. polyanthus* e *P. lunatus* (feijão-de-lima) (Debouck, 1999 in Silva e Costa, 2003).

Constata-se que o feijão-verde pertence à espécie *Phaseolus vulgaris*, contudo contém aspetos na sua morfologia e na semente que demonstra que o feijão-verde contém informação genética mais ampla que o feijão comum. As diferenças genéticas são consideradas, por alguns estudos, como mutação do feijão comum, sendo posteriormente selecionado tanto no continente americano como europeu. (Trindade, 2012).

### **1.1.2 – Classificação botânica**

O Feijão-verde, *Phaseolus vulgaris* L., (Quadro 1.1), é uma planta com uso hortícola, sendo o seu fruto bastante consumido. Estes legumes fornecem quantidades significativas de proteínas, hidratos de carbono, fibras, minerais e vitaminas. Os seus frutos são ricos em ferro, cálcio, fósforo, potássio, magnésio, cobre e zinco. Apresentam reduzidas quantidades de lípidos para a dieta humana (Afonso, 2010). Os seus benefícios para a saúde humana traduzem no seu grande interesse agrícola a nível global.

Esta espécie pertence à família Fabaceae, anteriormente designada por Leguminosae, caracterizada por 650 géneros e 1800 espécies, sendo a seguir a Gramineae, a segunda família com maior importância económica (Maxted e Bennett, 2001).

O género *Phaseolus* apresenta cerca de 50 espécies, sendo 5 espécies domesticadas nos centros de origem (Delgado-Salinas *et al.*, 2006). Apresenta duas subespécies: *Phaseolus vulgaris* subsp. *volubilis*, plantas trepadoras e *Phaseolus vulgaris* subsp. *nanus*, plantas rasteiras (Box, 2005).

Quadro 1.1 – Classificação botânica do feijão-verde, *Phaseolus vulgaris*.

Classificação	Designação
<b>Reino</b>	Plantae
<b>Divisão</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Ordem</b>	Fabales
<b>Família</b>	Fabaceae
<b>Género</b>	<i>Phaseolus</i>
<b>Espécie</b>	<i>P. vulgaris</i>

Fonte: USDA, s/d

Em geral, as espécies do género do *Phaseolus* são diploides com 22 cromossomas ( $n=11$ ,  $2n=22$ ) e muito escassamente  $2n=20$  (Beyra e Artiles, 2004, Trindade 2012). As espécies do género têm origem das regiões quentes e temperadas do Novo Mundo, sobretudo nas regiões de montanha no México (Beyra e Artiles, 2004).

### 1.1.3 – Morfologia do Feijão-Verde

Na espécie *P. vulgaris* é característico um rápido crescimento anual e desenvolve-se em climas temperados (Geps, 1988). Apresenta um ciclo de vida de 65 a 120 dias, dependendo do ciclo da cultivar (curto ou longo) e das condições climáticas durante o seu desenvolvimento (Vaz, 2015).

A semente pode apresentar diversas formas, podendo ser arredondada, elíptica ou reniforme, com tamanhos variáveis e cores distintas dependendo da cultivar. Apresenta três partes distintas: tegumento, cotilédone e o eixo embrionário. O cotilédone contém proteínas e hidratos de carbono e o tegumento (revestimento da semente) contém a maior concentração de fenólicos (Afonso, 2010).

Tem um sistema radicular superficial, mas muito ramificado (Maroto, 1995 e Company, 1998), desenvolvendo-se essencialmente até aos 30 cm de profundidade (Marques *et al.*, 2003). As raízes apresentam uma característica própria das fábaceas, que consiste na simbiose com as bactérias *Rhizobium* spp. e *Bradyrhizobium* spp. Esta consociação cria



nódulos nas raízes da planta e conseguem fixar azoto (N) atmosférico (Rubatzky e Yamaguchi, 1997 e Fernandes e Rodrigues, 2014) importante para o sistema solo/planta (Perin *et al.*, 2003).

Apresenta um caule herbáceo fino (Marques *et al.*, 2003) e tem crescimento vertical nas variedades anãs, podendo atingir os 0,3 a 0,4 m de altura. Nas variedades de trepar, podem crescer alguns metros, podendo atingir alturas superiores a 2 m (Company, 1998).

As suas folhas são trifoliadas e alternas, podem ser simples ou compostas (Koning, 1994), rugosas, ásperas e de cor verde (Costa, 1993). De noite as folhas dobram para o solo e ao amanhecer as folhas desdobram quando o sol desperta (Koning, 1994).

As flores são hermafroditas, em grupos de 4-8 flores nas axilas das folhas, nas variedades de trepar, e nos rebentos terminais, nas variedades rasteiras (Marques *et al.*, 2003). Apresentam-se em cachos axilares e são papilionáceas (Costa, 1993). Exibem cor branca ou outras cores, dependendo da variedade que apresentam (Company, 1998). A fecundação é maioritariamente autogâmica (Gepts, 2001), ou seja, o grão de pólen cai no carpelo da mesma flor que o produziu.

Os frutos do feijão são vagens compridas, que podem apresentar várias cores e formatos, desde o redondo ou plano, retas ou anguladas, lisas ou glabras, dependendo das cultivares (Costa, 1993). Dentro do fruto pode conter 4 a 6 sementes que dão continuidade a novas plantas (Company, 1998). Na maturação do fruto desenvolve-se o chamado fio, que são fibras transversais às paredes, que constitui o pergaminho. Normalmente, a parte utilizada para consumo é a vagem verde, porém em algumas cultivares possam ser utilizadas para a produção de semente para o consumo do grão (Costa, 1993).

A principal diferença entre o feijão- verde e o feijão de grão está no fruto. A vagem do feijão tem o mesocarpo mais suculento e com baixo teor de fibras, devendo ser utilizadas quando a semente se encontra num estado imaturo (Trindade, 2012).

As plantas podem ser classificadas segundo o tipo de crescimento, podendo ser determinadas ou indeterminadas (Silva *et al.*, s/d). O crescimento determinado consiste no desenvolvimento do caule e ramos laterais, que interrompem o crescimento desenvolvendo flores. Contrariamente, o crescimento indeterminado consiste no desenvolvimento contínuo, as flores desenvolvem-se lateralmente. A forma como

decorre o crescimento evidencia o tipo de planta, podendo ser arbustivo, prostrado ou trepador (Silva, 2005).

As cultivares de feijão podem ser classificadas pelos hábitos de crescimento, em quatro grupos (I, II, III e IV). O grupo I caracteriza-se por ter crescimento determinado e os grupos II, III e IV por ter crescimento indeterminado (Trindade, 2012).

O hábito de crescimento do grupo I é determinado e tem desenvolvimento rasteiro. Distingue-se dos restantes grupos por apresentar gomo terminal reprodutivo. Desenvolve caule e ramos eretos ou prostrados (Trindade, 2012).

Seguidamente, o hábito de crescimento do grupo II é indeterminado e tem desenvolvimento rasteiro. É caracterizado por apresentar gomo terminal vegetativo, caule e ramos eretos e as vagens desenvolvem-se ao longo do caule (Trindade, 2012).

Adicionalmente, o hábito de crescimento III é indeterminado e tem desenvolvimento ramificado. É caracterizado por apresentar o gomo terminal vegetativo, caule e ramos prostrados sem capacidade de trepar e as vagens são basais (Trindade, 2012).

Por ultimo, o grupo IV tem hábito de crescimento indeterminado e tem desenvolvimento de trepar. É caracterizado por possuir gomo terminal vegetativo, com capacidade de trepar e as vagens distribuem-se ao longo do caule (Trindade, 2012).

#### **1.1.4 – Condições Edafoclimáticas**

Esta planta tem um bom desenvolvimento em climas temperados (Maroto, 1995 e Gepts, 2001), não suportando frio nem excesso de calor (Company, 1998). Germina em ótimas condições com uma temperatura de 14°C. A planta necessita de temperaturas superiores a 8°C e inferiores a 30°C, contudo, não tolerando variações bruscas de temperatura. Além disso, a humidade relativa inferior a 60% e acompanhado por temperaturas muito elevadas podem prejudicar a floração (Marques *et al.*, 2003). Desenvolvem-se com temperaturas favoráveis do solo 18°C a 30°C (Rubatzky e Yamaguchi, 1997).

A temperatura e a humidade influenciam a qualidade dos frutos. Quando as condições de temperatura (Quadro 1.2) e humidade não se encontram nos valores ótimos para a planta, podem ocorrer acidentes fisiológicos, como vagens curvas e pequenas (Miranda *et al.*, 2004).

O desenvolvimento da flor é bastante atrasado com temperaturas abaixo do ótimo de desenvolvimento (Quadro 1.2). A partir de temperaturas de 35°C há queda de flor e aborto do óvulo. As altas temperaturas aumentam também o teor de fibras na vagem (Rubatzky e Yamaguchi, 1997). A germinação do solo requer uma temperatura igual ou superior a 15°C, sendo que a 18°C a germinação leva cerca de 12 dias e a 25°C cerca de 7 dias (FAO, 2015).

Quadro 1.2 – Temperaturas críticas para a cultura do feijão-verde.

	Paragem de crescimento (°C)	Germinação (°C)			Desenvolvimento vegetativo (°C)			Floração (°C)			Humidade relativa
		Mínima	Otima	Máxima	Mínima	Otima	Máxima	Mínima	Otima	Máxima	
Tindall, 1983			18 a 20								
Cermeño, 1988	8 a 10	12	15 a 25	30	10 a 12	18 a 30	35 a 40	12 a 15	15 a 25	30 a 40	60 a 70%
Nonnecke, 1989		> 0		<35		15 a 30					
Maroto, 1995	8 a 10		>14			18 a 25	28 a 30				
Rubatzky e Yamaguchi, 1997		10	25 a 30	<35		20 a 25				35	
Maynard e Hochmuth, 2007					10	15,6 a 21,1	26,7				
Pereira <i>et al.</i> , 2014					10	17,5 a 25	35		21	35	

A velocidade e a direção do vento afetam o desenvolvimento das plantas. Os ventos persistentes fazem aumentar as taxas de evapotranspiração, aumentando as necessidades de água pela planta. Os movimentos violentos podem danificar as raízes, expondo-as posteriormente a possíveis problemas de podridão da raiz. O feijão também é afetado pela ação abrasiva das partículas do solo, projetadas pelo vento. A ação nociva do vento pode levar a perdas de produção de 8%, quando as plantas estão numa fase de desenvolvimento prematuro, e 14%, quando as plantas se encontram na fase de floração (Schwartz, 1989).

Esta planta desenvolve-se melhor em solos ligeiros, que apresentam capacidade de drenar e de arejamento. Deve-se evitar solos pesados e que apresentem risco de encharcamento (Maroto, 1995). Solos frios e húmidos podem afetar a germinação da semente, levando ao risco de ataque de doenças do solo (Marques *et al.*, 2003). O pH ótimo de desenvolvimento situa-se entre 6,0 a 7,0 (Company, 1998). Em solos alcalinos

podem ocorrer problemas de enraizamento devido a carências de nutrientes (Orzolek e Greaser, 2002) e surgem cloroses com frequência, ficando as plantas baixas e largas, desenvolvendo vagens com pior qualidade e com mais fibras (Costa, 1993).

Consta-se que o feijoeiro é muito sensível à salinidade dos solos, sobretudo à presença de sais de cloro (Maroto, 1995). Esta problemática pode ser resolvida através de uma correta calendarização da rega (Marques *et al.*, 2003).

### 1.1.5 – Inimigos da cultura do feijão

Os inimigos das culturas, como a de feijão, são organismos que devido à sua ação levam a perdas quantitativas e qualitativas das produções. Os inimigos podem ser agentes bióticos ou abióticos. Os agentes bióticos podem ser agrupados em três grupos: pragas, doenças e infestantes. E os agentes abióticos podem também ser classificados em três grupos: climáticos, edáficos e acidentais (Amaro, 2003).

Segundo Schwartz e Harveson (2015) existem 6 espécies de bactérias, 46 espécies de fungos, 22 de nemátodes, 3 fitoplasmas, 25 vírus e um conjunto de agentes abióticos, que provocam doenças no feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). No Quadro 1.2 apresentam as principais doenças na cultura.

Quadro 1.3 – Principais doenças na cultura do feijão.

Nome comum	Nome Científico
<b>Fungos</b>	
<b>Fungo Branco</b>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
<b>Ferrugem do feijão</b>	<i>Uromyces appendiculatus</i>
<b>Antracnose</b>	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>
<b>Fusariose</b>	<i>Fusarium</i> spp
<b>Pythium</b>	<i>Pythium</i> spp
<b>Rhizoctonia</b>	<i>Rhizoctonia</i> spp
<b>Alternária</b>	<i>Alternaria</i> spp
<b>Bactérias</b>	
<b>Mancha da pinta</b>	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i>
<b>Vírus</b>	
<b>Mosaico-comum</b>	<i>Bean common mosaic virus</i> (BCMV)

Fonte: Meronuck *et al.*, 2009.

O nemátode das galhas é considerado também uma doença parasitária (Amaro, 2003). Na cultura de feijão, a forte infestação de nemátodes pode condicionar a produção com perdas de 50 a 90% (Hagedorn e Inglis, 1989). Existem, além das doenças, um conjunto de pragas que afetam o desenvolvimento da cultura, sendo as principais descritas no Quadro 1.4.

Quadro 1.4 – Principais pragas na cultura do feijão-verde.

<b>Nome comum</b>	<b>Nome científico</b>
<b>Ácaros</b>	<i>Tetranychus</i> spp
<b>Afídeos</b>	<i>Aphis craccivora</i>
<b>Larvas Mineiras</b>	<i>Liriomyza</i> spp
<b>Moscas brancas</b>	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
<b>Moscas brancas</b>	<i>Bemisia tabaci</i>
<b>Tripes</b>	<i>Thripes</i> spp

Fonte: Marques *et al.*, 2003.

Quanto aos agentes abióticos, Schwartz e Harveson (2015) consideram alguns fatores inimigos para o desenvolvimento da cultura, entre os quais: poluição do ar; danos mecânicos na semente; bronzeamento (O3); stresse ambiental; anomalias genéticas; deficiências nutricionais; lesões por pesticidas; pH com níveis contraindicados; salinidade e qualidade da semente.

#### 1.1.5.1 – Nemátodes-das-galhas-radiculares *Meloidogyne*

*Meloidogyne* é um género de nemátodes das galhas (Quadro 1.5), tendo mais de 100 espécies (Mohammed, 2013). Verifica-se que esta espécie é responsável pelo prejuízo de milhares de dólares em perdas das colheitas (McCarter *et al.*, 2003). São as principais doenças na cultura do tomate onde causam perdas consideráveis de rendimentos (Hassan *et al.*, 2010, Kankam e Adomako, 2014) e na cultura de feijão-verde (Predrosa *et al.*, 2000 in Baida *et al.*, 2011).

Quadro 1.5 – Classificação científica do nemátode *Meloidogyne* spp.

<b>Classificação</b>	<b>Designação</b>
<b>Reino</b>	Animalia
<b>Divisão</b>	Nematoda
<b>Classe</b>	Secernentea
<b>Ordem</b>	Tylenchida

Quadro 1.5 (continuação) – Classificação científica do nemátode *Meloidogyne* spp.

<b>Família</b>	<b>Meloidogynidae</b>
<b>Género</b>	<b><i>Meloidogyne</i></b>
<b>Espécie</b>	<b><i>M. spp</i></b>

Fonte: UCDAVIS, 2013

Afeta as plantas através da raiz, perfurando as células com o seu estilete, dirigindo-se para os vasos condutores, provocando a formação de células gigantes que envolve o parasita. A fêmea é o nemátode que fica no interior da raiz (Mitrowski e Abawi, 2003), ficando imóvel e produz 400-2000 ovos (Brass *et al.*, 2008). Quando as temperaturas são desfavoráveis, desenvolvem-se mais lentamente, mas quando a temperatura atinge os 28°C desenvolve-se mais rapidamente (Maleita, 2011). Os ovos não eclodem simultaneamente, podendo permanecer dentro das raízes ou no solo. Em regiões mais frias os nemátodes têm ciclos de vida maiores, porém em climas mais quentes o seu ciclo de vida é mais reduzido (Mitrowski e Abawi, 2003).

O sistema radicular, que alimenta a planta, fica reduzido quando ocorre um forte ataque da praga, apesar do aglomerado de galhas. O enfraquecimento do sistema radicular vai afetar a parte aérea da planta e as folhas podem ficar murchas (Mitrowski e Abawi, 2003). As plantas afetadas ficam sensíveis à seca e ficam suscetíveis ao ataque de fungos como *Fusarium* e *Verticilium albo-atrum* (Kankam e Adomako, 2014).

#### 1.1.5.2- Fusariose

O interesse principal do fungo do género *Fusarium* prende-se fundamentalmente por causa da sua ação patológica, nas principais culturas agrícolas. O fungo *Fusarium oxysporum* (Quadro 1.6) é a espécie do género que tem significativa variação morfológica e fisiológica (Monteiro, 2004). Esta espécie apresenta sintomas como clorose na base das folhas, apodrecimento da raiz e murchidão da planta (Gonsalves *et al.*, 1993). Nas horas de maior calor a planta murcha e de noite volta a recuperar, porém com o desenvolvimento do fungo a murchidão é incontornável (Marques *et al.*, 2003). O fungo invade os tecidos da raiz estendendo-se pelos feixes vasculares, produz micélios e/ou esporos que conduzem na morte da planta (Baysal *et al.*, 2009).

Quadro 1.6 – Classificação taxonómica do fungo *Fusarium oxysporum*

Classificação	Designação
Reino	Fungi
Divisão	Ascomycota
Classe	Sordariomycetes
Ordem	Hypocreales
Família	Nectriaceae
Género	<i>Fusarium</i>
Espécie	<i>F. oxysporum</i>

Fonte: NCBI, s/d.

Este fungo sobrevive no solo durante muito tempo através de clamidosporos, podendo sobreviver no restolho em forma de micélio e de conídios. Este fungo afeta a planta penetrando pelas radículas ou feridas da raiz principal (Marques *et al.*, 2003). Os restos da cultura anteriores infetados, o excesso de água no solo, as temperaturas altas (20-30°C), mudanças bruscas do clima e carência de cálcio potenciam o risco de contaminação deste fungo (Ureba e Vara, 2012).

### 1.1.6 – Fertilização

A fertilização do solo deve ser realizada pela necessidade das plantas. Quando se pretende aumentos de produção, deve-se aumentar as quantidades de fertilizantes, devido ao aumento das necessidades das culturas (Rosas, 2005). Segundo a DRAP-N, para uma produção de 20 ton/ha é recomendado uma aplicação de 80 kg/N/ha, enquanto nas zonas vulneráveis existe limite máximo de aplicação de 70 kg/N/ha.

De acrescentar que, para fertilizar com N é necessário ter em conta a simbiose das raízes com o *Rizobium*, que fixa N da atmosfera (Maroto, 1995). A utilização de matéria orgânica (MO) é benéfico para o desenvolvimento de feijão, devendo aplicar 20-30 t/ha de estrume bem curtido (Costa, 1993).

A forma de saber as quantidades de nutrientes a aplicar ao solo é conhecer as quantidades extraídas pelas plantas, como apresenta o Quadro 1.7.

Quadro 1.7 – Quantidades de nutrientes extraídas/contidas no feijão-verde numa produção de 1 ton.

Produção de feijão-verde (1 ton)	N (kg/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	K <sub>2</sub> O (kg)
Absorção por produção	1-2	0,3-0,6	1,2-2,5

Fonte: Marques *et al.*, 2003

A cultura é mais exigente em potássio (K) do que fósforo (P). A carência em K é visível na planta, através dos sintomas de clorose verde-escura nas folhas e descloração das internervuras. As carências de P apuram-se através da clorose verde-escura do limbo, as folhas mais velhas ficam com tom acastanhado e posteriormente acabam por cair (Costa, 1993).

### **1.1.7 – Sementeira e plantação**

O feijão-verde pode ser semeado diretamente no local ou transplantado. Em estufa é utilizada mais frequentemente a técnica de transplante, pela questão de economia de tempo e antecipação da época de produção (Marques *et al.*, 2003).

As explorações portuguesas utilizam diferentes compassos, sendo o mais comum a distância entre plantas 0,2 a 0,3 m e entre linhas 1,0 m, ou seja, 3 a 5 plantas por m<sup>2</sup>. Outro compasso, mas mais utilizado em sementeira direta, com 4 a 6 plantas por m<sup>2</sup> tem distância entre plantas de 0,2-0,3 m e 0,5 m de distância entre linhas. Como na cultura de tomate, a cultura pode ser semeada/transplanta em linhas duplas, com 0,3 a 0,4 m de distância entre as duas linhas e 1,6 a 2,0 m de distância entre os bilíneos (Marques *et al.*, 2003). Para as variedades trepadeiras podem ser utilizados como tutores: canas, fios plásticos, tutores de rafia e redes (Miranda *et al.*, 2004). Constata-se que o uso de redes facilita o desenvolvimento natural da planta e da colheita (Marques *et al.*, 2003).

### **1.1.8 – Outros processos culturais**

A planta deve ser desfolhada para garantir a sua luminosidade e arejamento, sempre que tenha excesso de vegetação. Neste procedimento devem ser eliminadas as folhas amarelas, raquíticas e outras que não apresentam sanidade (Marques *et al.*, 2003).

### **1.1.9 – Colheita**

A colheita deve ser efetuada quando a vagem atinge o tamanho máximo de colheita, ou seja, antes de atingir o comprimento máximo e as sementes não tenham desenvolvido completamente (Marques *et al.*, 2003). Normalmente esta colheita é feita manualmente e escalonada, mas pode ser mecanizada quando a extensão e a configuração do terreno seja ideal (Maroto, 1995). Esta opção de colheita deve-se ao facto do fruto ficar fibroso e duro quanto maior o seu desenvolvimento, logo desvaloriza o valor comercial deste produto (Company, 1998).



Segundo a DRAP-N (2012), considera que as produções de feijão-verde em estufa atingem 35 ton/ha e as produções de feijão-verde ao ar livre atingem 20 ton/ha, sendo este valores estimativas produtivas nas diferentes formas de cultivo de feijão na região norte de Portugal.

#### **1.1.10 – Importância produtiva do feijão-verde**

O feijão-verde apresenta-se como Fábacea com potencial para o consumo humano, essencialmente através da vagem. O grão pode ser consumido, mas estas variedades têm menor expressão relativamente ao feijão comum para grão. Este fruto pode ser produzido para consumo em fresco e/ou para congelação (Company, 1998).

Segundo a FAOSTAT, os cinco maiores produtores de feijão-verde do mundo são o Birmânia (16,08%), Índia (15,69%), Brasil (12,19%), China (6,27%) e EUA (6,26%). Em Espanha, segundo a MAPAMA, a produção, no início da segunda década do séc. XXI, tem vindo a diminuir devido a mudanças nos hábitos de consumo e a importação deste produto hortícola, produzindo em 2013 cerca de 170.000 ton.

Em Portugal, entre 2009 a 2013, segundo a FAOSTAT, a produção tem vindo a diminuir, sendo que em 2013 atingiu uma grande quebra de produção, abaixo de 10.000 ton de feijão-verde. A produção na última década do séc. XX era superior à primeira década do séc. XXI contudo, entre 1993 a 2013, o rendimento produtivo tem aumentado por ha.

#### **1.1.11 – Importância económica do feijão-verde**

O feijão-verde apresenta-se como hortícola de baixo custo de produção, sobretudo ao ar livre, no entanto tem custos de manutenção significativos, especialmente em mão-de-obra para manutenção e colheita escalonada da cultura (Orzolek e Greaser, 2002).

Segundo o GPP, o preço pago em média, no ano de 2013, pelo mercado ao agricultor nunca foi inferior a 1 €/kg, sendo que a média do valor pago na Região Entre Douro e Minho foi de 1,44€/kg. O valor pago por esta cultura é dos mais elevados nos produtos hortícolas.

Segundo o PDR 2020, propõem um valor de produção padrão, para a cultura de feijão-verde ao ar livre, de 29.816 €/ha. Atenta-se que é um valor significativo de rendimento para o produtor, porém pode ser considerada uma cultura hortícola estratégica na

rentabilidade de uma exploração. Caso esta cultura seja desenvolvida em estufa, o valor de produção padrão é de 40.039 €/ha, mais 10.223 € face à produção ao ar livre.

## **1.2 – Enxertia em hortícolas**

Em 1927, o japonês Tateishi publicava numa revista de horticultura no seu país que a enxertia era a solução para os problemas de *Fusarium* em melancia, utilizando a abóbora como porta-enxerto, por este não ter problemas com o fungo problemático (CALS, 2010). Devido a este problema, o Japão tornou-se o pioneiro no desenvolvimento da enxertia em hortaliças (Peil, 2003).

Seguidamente, esta técnica foi introduzida na Europa, na década de 40 séc. XX, pelos holandeses (Goto *et al.*, 2003 e Peil, 2003), utilizando a técnica na cultura do tomate (Mourão e Brito, 2015). A técnica passou a ser aplicada em vários países, aumentando a área de produção que utiliza plantas enxertadas, tendo maior expressão nos países em que a produção hortícola é intensiva, como é o caso do Japão, Holanda e Espanha (Peil, 2003).

A enxertia consiste na ligação de dois tecidos vegetais compatíveis, formando uma planta que tenha crescimento e desenvolvimento. Esta técnica funciona com uma parte vegetal do enxerto, que desenvolverá a parte aérea e a outra parte vegetal que funcionará como porta-enxerto, mais concretamente a parte que desenvolverá o sistema radicular. Este sistema é mais utilizado em videiras, fruteiras e ultimamente é utilizado em plantas hortícolas (Mourão e Brito, 2015).

A enxertia em hortícolas é predominante nas culturas mais utilizadas em estufa (Grubinger, 2007), em particular em algumas Solanáceas e Cucurbitáceas. Esta técnica era utilizada para garantir resistência a doenças em culturas que apresentavam menos resistências (Peil, 2003). Atualmente esta técnica é utilizada devido aos problemas de intensificação de produção intensiva em estufa, por causa do aumento da incidência de doenças no solo (Mourão e Brito, 2015).

Apresenta-se como técnica capaz de superar as doenças e pragas existentes no solo (Rivard e Louws, s/d; Peil, 2003 e Grubinger, 2007) e de adicionar vigor extra para as plantas em condições de stresse ambiental (Rivard e Louws, s/d e Peil, 2003). É bastante utilizada no Japão, em culturas como melão, melancia, pepino, tomate e

beringela. Em Espanha é muito utilizada para cultivo de melancia nas regiões de Almeria e Valência (Goto *et al.*, 2003).

Em Portugal, os primeiros ensaios empresariais na produção deste tipo de plantas começaram em 1999 com plantas de tomate. Mais tarde começaram a desenvolver outras culturas, como melancia e pepino. Contudo, a produção de tomate enxertado começou a ser realizado em 2007, tendo atualmente maior procura para produção em estufa (Mourão e Brito, 2015).

O cultivo de plantas enxertadas tem vindo a aumentar em Portugal. Em 2009 plantaram-se 170 ha de tomateiros em estufa e no ano seguinte, em 2010, ocorreu um aumento de 29,41% de área de cultivo relativamente a 2009. Outras culturas enxertadas têm tido aumentos de áreas de produção, como por exemplo o feijão-verde (Mourão e Brito, 2015).

### **1.2.1 – Técnicas de enxertia em hortícolas**

Existem muitos métodos de enxertia desenvolvidos para hortaliças, contudo há dois métodos básicos que a partir dos quais são desenvolvidos os restantes métodos, designadamente a enxertia de topo e a enxertia de encosto (Peil, 2003 e Grubinger, 2007).

As plantas enxerto para topo devem apresentar um diâmetro de caule com 2 mm. As plantas enxerto pelo método de encosto devem apresentar o caule com 2-3 mm de diâmetro. Espessuras mais finas, do que recomendadas para cada método, são fisicamente mais difíceis a sua enxertia e quanto maior a espessura, menor a taxa de sucesso do enxerto. Em ambas, quando atingem essas dimensões normalmente apresentam 4-5 folhas verdadeiras (Grubinger, 2007).

Antes de proceder às técnicas de enxertia, deve-se previamente escolher as cultivares que fornecem os frutos com as características desejadas, para serem utilizadas como enxerto (estaca). Seguidamente deve-se escolher cultivares que são resistentes às doenças do solo e que aumentem a produtividade, sendo utilizadas como porta enxerto (Rivard e Louws, s/d).

#### **1.2.1.1 – A enxertia por encosto lateral ou estaca**

Este método consiste na união da parte apical do enxerto à parte do porta-enxerto, ou seja, utiliza-se a estaca e une-se ao porta-enxerto. Para obter o porta-enxerto elimina-se

a parte apical. Pelo contrário, para obter a estaca elimina-se a parte radicular e parte do caule (Fig. 1.1) (Peil, 2003). São necessárias duas plantas compatíveis para este método (Mourão e Brito, 2015).

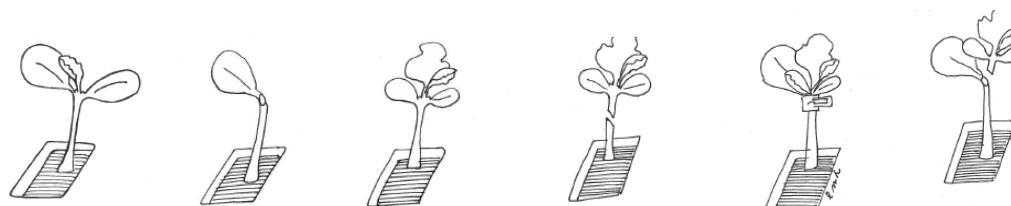


Figura 1.1 – Enxertia pelo método de encosto lateral ou estaca. (Fonte: Miles *et al.*, 2013)

Adicionalmente coloca-se um tubo plástico de fixação do porta-enxerto, onde será colocada a estaca (Grubinger, 2007), contudo as superfícies do porta enxerto e da estaca devem ser compatíveis para criar um contacto firme e permitir uma boa cicatrização (Goto *et al.*, 2003 e Peil, 2003).

É um método mais fácil do que de aproximação, mas deve-se ter em conta as condições ambientais pós enxertia, tais como a humidade, luminosidade e temperatura que devem ser reguladas (Rivard e Louws, s/d). O Quadro 1.8 apresenta as condições ambientais ideais para o período após a enxertia, fatores importantes para a cicatrização das plantas.

Quadro 1.8 – Condições ambientais ideais no período de pós-enxertia.

Fatores ambientais	Parâmetros
Temperatura	25-28° C
Humidade relativa	90%
Luz	Nos dois primeiros dias sem luz, aumento progressivo até ao 8º dia e depois luminosidade normal.
Fotoperíodo	12 horas.

Fonte: Peil, 2003 (adaptado).

#### 1.2.1.2 – A enxertia por aproximação

O método por enxertia por aproximação ou encosto lateral (Fig. 2) é bastante utilizado em Cucurbitáceas, por ser mais adequado do que nas Solanáceas. Contrariamente ao método por estaca, que escolhe de uma planta a parte aérea e outra a parte radicular, o método por aproximação mantém as duas plantas ao mesmo tempo, ou seja, o porta-enxerto e o enxerto (Peil, 2003).

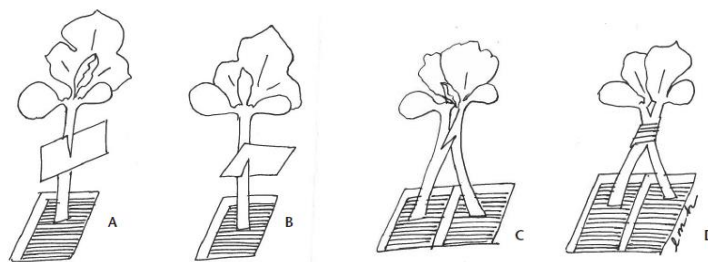


Figura 1.2 – Enxertia pelo método de aproximação ou de encosto lateral. (Fonte: Miles *et al.*, 2013).

O processo demora cerca de 30 a 40 dias, desde a sementeira e o transplante das plantas. Acrescenta desafios, devido aos diferentes tempos de germinações das plantas. A operação de enxertia é mais difícil de realizar, porém o manuseamento das plantas pós-enxertia é mais fácil. Este método exige que as plantas fiquem um dia ensobradas e os restantes dias podem ser mantidas em condições ambientais normais de uma estufa. O número de sobrevivência de plantas enxertadas com este método é superior ao método de enxertia por estaca (Goto *et al.*, 2003).

#### 1.2.1.3 – Enxertia de fenda de topo

Este método consiste na utilização de duas plantas para a formação de uma nova planta. A planta para porta-enxerto deve ter pelo menos uma folha verdadeira e a planta enxerto deve apresentar duas folhas verdadeiras (Miles *et al.*, 2013).

Com uma sonda pontiaguda remove-se a folha verdadeira, o meristema apical e as gemas axilares (o topo da planta). Deve ser removido tudo de forma a evitar rebentações posteriores, por parte do porta-enxerto. Seguidamente faz-se um orifício, com a sonda pontiaguda, na parte superior do porta-enxerto (onde foi retirado o tecido) (Miles *et al.*, 2013).

A planta enxerto deve ser cortada acima dos cotilédones com um ângulo de 45° em dois lados, fazendo uma espécie de cunha no local do corte. Posteriormente insere-se no porta-enxerto de maneira a ficar seguro (Figura 3). Não tem necessidade de utilizar uma mola de enxertia para fixar os tecidos (Miles *et al.*, 2013).

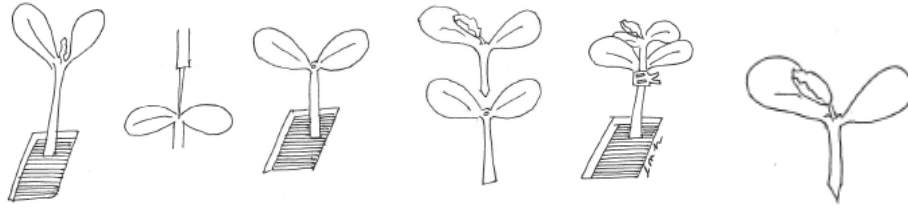


Figura 1.3 – Enxertia pelo método de fenda de topo. (Fonte: Miles *et al.*, 2013)

Após ocorrida a enxertia, deve ser colocado numa câmara de cura, com o controlo apertado de humidade, luz e temperatura.

Este método de enxertia é caracterizado pela dispensa na remoção de partes indesejadas da planta após a cicatrização do enxerto. Além disso, é caracterizado pela elevada taxa de sucesso. Porém, apresenta-se como técnica mais complicada na sua execução. É mais exigente, necessita de mais tempo, requer mais cuidados pós enxertia e deve-se ter cuidado na remoção total do meristema, para evitar o rebentamento do porta-enxerto (Miles *et al.*, 2013).

#### 1.2.1.4 – Enxertia por fenda lateral

Na execução de enxertia, pelo método de fenda lateral ou alongamento lateral, são precisas plantas porta-enxertos com uma folha verdadeira e plantas enxerto com uma ou duas folhas verdadeiras (Figura 4).

Utilizando-se uma lâmina (faca ou navalha) afiada, corta-se uma fenda na haste do porta-enxerto, abaixo dos cotilédones. Seguidamente, insere-se um palito ou sonda na ranhura (opcional), para a manter a fenda aberta (Miles *et al.*, 2013).

A planta enxerto deve ser cortada abaixo dos cotilédones com um ângulo de 45° em dois lados, criando a forma de uma cunha afiada. Insere-se o enxerto na fenda do porta-enxerto e retira-se o palito ou sonda, só no caso de ter sido utilizado. Aplicar uma mola de enxerto (Miles *et al.*, 2013).

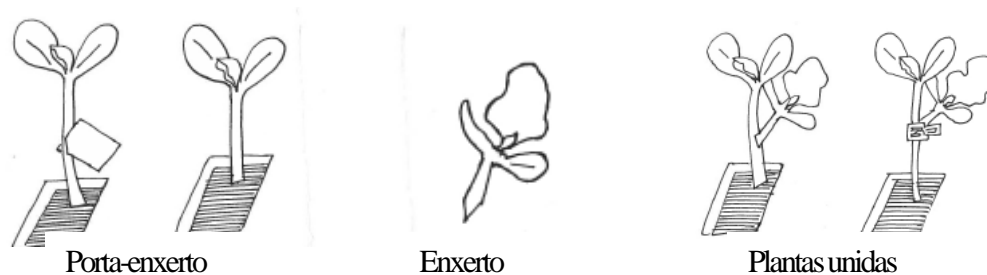


Figura 1.4 – Enxertia pelo método de fenda lateral. (Fonte: Miles *et al.*, 2013).

Após a enxertia, colocar as novas plantas em câmaras de cura, com controle de humidade, luz e temperatura adequadas. Após a união do enxerto, a parte superior do porta-enxerto deve ser removido (Miles *et al.*, 2013).

Apresenta-se como técnica simples, mas requer muita atenção nas condições de cura. Se as condições de cura não forem respeitadas, certamente haverá a ocorrência de elevadas perdas (Miles *et al.*, 2013).

### 1.2.2 – Vantagens da enxertia

A enxertia em hortaliças permite proporcionar resistência às plantas sobre diversas doenças do solo, tais como: *Pyrenochaeta lycopersici*, *Fusarium oxysporum*, *Pseudomonas solanacearum*, *Verticillium albo-atrum* e nemátodes (Peil, 2003)

A utilização de porta-enxertos vigorosos fomenta o desenvolvimento de plantas vigorosas (CALS, 2010), permitindo o menor uso de plantas o que leva a uma menor densidade de plantação (Mourão e Brito 2015).

O uso de enxertia com porta-enxertos resistentes, em tomate, tem tido resultados positivos de produtividade, quando utilizado como forma alternativa à utilização de desinfecção do solo (Pérez-Alfocea, 2015).

Responde aos problemas resultantes da intensificação da produção agrícola, devido à utilização de fertilizantes e pesticidas, associado à repetição anual das culturas no mesmo solo (Mourão e Brito, 2015). Com esta técnica os problemas ambientais são combatidos, devido à substituição de fatores de produção (desinfetantes químicos) e a resistência a problemas abióticos (Pérez-Alfocea, 2015).

Constata-se, que o uso de elevadas quantidades de fertilizantes contribui para o aumento da condutividade elétrica do solo e para a lixiviação de nutrientes, criando problemas na

água subterrânea (Mourão e Brito, 2015). Estes problemas culturais, através da utilização de porta-enxertos, podem ser resolvidos pela capacidade de tolerância da condutividade do solo e pela maior capacidade de absorção de nutrientes, permitindo a redução de aplicação de fertilizantes (Peil, 2003).

Tem a vantagem de dar resistência a baixas temperaturas na cultura do pepino, resistência à seca na cultura de abóbora e a resistência ao excesso de humidade do solo, fatores abióticos que condicionam a produção (Peil, 2003).

### **1.2.3 – Desvantagens da enxertia**

A compatibilidade entre a planta enxertada e a porta-enxerto é importante para garantir o sucesso do desenvolvimento da planta. Contudo, caso não seja feita a correta seleção de porta-enxerto pode ocorrer problemas de desenvolvimento da planta e todos os aspetos negativos daí resultantes. Para garantir o sucesso, deve-se escolher plantas com afinidade botânica (mesmo género). Além disso, deve-se garantir que a união dos tecidos tenha uma correta cicatrização (Peil, 2003). As datas de sementeira, cicatrização e instalação no solo são procedimentos que requerem atenção, apesar da simplicidade do processo (Rivard e Louws, s/d).

Os sintomas de incompatibilidade verificam-se com os seguintes sintomas: o baixo índice de sobrevivência de plantas enxertadas; o amarelecimento das folhas; perda das folhas; raquitismo da planta; excesso de desenvolvimento no porta-enxerto ou na enxertia, enrolamento das folhas; morte imediata da planta; e fratura do ponto de enxertia (Peil, 2003).

Constata-se ainda que os porta-enxertos podem condicionar as características dos frutos, tais como a forma, a cor e a textura. Essas alterações podem ser positivas ou negativas, tendo efeitos na casca, polpa e nos teores de sólidos solúveis. Os aspetos negativos por excesso de vigor do tomateiro são o desenvolvimento de frutos pequenos, mal formados e maturação desigual (Cardoso *et al.*, 2006).

Esta técnica exige mão-de-obra qualificada na preparação e condições técnicas próprias, como estufas, cortinas de ensombramento, aquecimento e controladores de humidade. Isto faz aumentar os custos de produção, o que leva as plantas a terem um custo superior em comparação com as plantas normais (Cardoso *et al.*, 2006).



#### **1.2.4 – Cultivo das plantas enxertadas**

Quando se pretende instalar as plantas enxertadas ao solo deve-se ter alguns cuidados. Primeiro não deixar a planta murchar ao mudar do viveiro para o local de cultivo, segundo cultivar a planta e deixar o ponto de união do enxerto acima da linha do solo (Grubinger, 2007).

As plantas enxertadas são mais vigorosas, portanto vão apresentar maior crescimento vegetativo, que corresponde a maior densidade foliar e isso pode condicionar o desenvolvimento dos frutos. Para contrariar o vigor das plantas, pode-se fazer a desfolha, pois constata-se que 10 a 12 folhas são suficientes para o desenvolvimento da planta. Outra forma de contrariar o vigor é permitir o desenvolvimento de duas hastes principais, que faz reduzir o número de plantas para metade (Grubinger, 2007).

#### **1.3 – Objetivos do trabalho**

A enxertia na cultura de feijão-verde é uma técnica recente e tem vindo a ser estudada ultimamente para determinar os seus efeitos na produtividade e qualidade em resposta a doenças do solo. Atualmente, o estudo desta técnica como alternativa deve ser avaliada devido às suas respostas em relação à resistências de doenças do solo e aos problemas de intensificação, tais como: o uso excessivo de fertilizantes e pesticidas de síntese, repetida sucessão de mesmas culturas no mesmo local e a problemas ambientais ligados ao setor agrícola.

Inserido no 2.º ano do curso de Mestrado de Agricultura Biológica (ESA/IPVC) este trabalho foi elaborado na Região Litoral Norte, na exploração agrícola de Armindo Portela, tendo como objetivo principal avaliar os efeitos da enxertia na produtividade e qualidade das vagens de feijão-verde nas cultivares Oriente e Rajado, nos porta-enxertos Aintree (P1), Bencata (P2) e Feijão de 7 anos (P3).

Pretende-se avaliar nos sistemas de condução e compasso mais utilizados na região e determinar a resistência/tolerância a possíveis surgimentos de doenças, tais como nemátodes *Meloidogyne* spp e a *Fusarium* spp, em condições de produção em cultura protegida.

Este estudo enquadra-se, ainda, no âmbito do projeto COST FA 1204 (*Vegetable grafting to improve yield and fruit quality under biotic and abiotic stress conditions*), em que a Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC é parceiro.



## 2 – MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 – Localização e condições edafoclimáticas

O ensaio da cultura de feijão-verde foi realizado numa exploração na freguesia de Vila Cova, concelho de Barcelos. Porém, a localização da exploração fica próxima do limite do concelho de Esposende, sendo as características climáticas e de solo mais associadas a Esposende do que a Barcelos. A exploração encontra-se ainda inserida na Zona Vulnerável nº 1 Esposende-Vila do Conde.



Figura 2.1 – Estufa túnel com 10,0 m de largura e altura máxima de 3,3 m da exploração utilizada para o ensaio.

A exploração agrícola é constituída por 1ha de estufas situadas nas freguesias de Vila Cova (local do ensaio) e Apúlia e um 1 ha para produção ao ar livre. As principais culturas produzidas em estufa são tomate, pimento, meloa, pepino e feijão-verde. Ao ar livre, alface, pencas e alho-francês são as principais culturas produzidas. Toda a produção obtida é comercializada através a Cooperativa Agrícola de Esposende – sector Hortícola.

O local da estufa ficando situada com as seguintes referências geográficas 41.55750020131677,-8.723050000424953, no sistema de coordenadas WGS 84 e coordenadas por GPS 41° 33' 27.00" N 008° 43' 22.98" W.

A localização da exploração encontra-se numa zona de excelência climática e de solos. O concelho de Esposende fica situado a 40 km da cidade do Porto, apresentando uma forte componente agrícola. Esta atividade está orientada para a horticultura (produção

de hortaliças), bovinos de leite e vinha, com 15% de mão-de-obra permanente, acima da média nacional (10,8%) (CME, 2008).

### **2.1.1 – Estrutura produtiva do concelho de Esposende**

A agricultura tem grande importância no concelho de Esposende. Contudo, nas últimas décadas um conjunto de características da população e atividades económicas contribuiu para um conjunto de problemas ambientais atuais. Os fatores para o problema foram o aumento das áreas urbanas com a ocupação de áreas agrícolas, alteração da paisagem agrícola com a utilização de estufas, substituição de material vegetal endógeno por material exógeno, substituição da fertilização orgânica tradicional (sargaço) por fertilização de síntese e, por último, a mudança nas formas e quantidades do uso de água de rega.

A alteração dos perfis do solo, com a remoção das areias para a aproximação do nível freático, juntamente com a utilização de fertilizantes de síntese (sobretudo azotados) mais lixiviáveis e a intensificação de rega, fez com que Esposende tenha um problema de lixiviação de nitratos, sendo classificada como Zona Vulnerável nº1 Esposende-Vila do Conde (CME, 2008).

### **2.1.2 – Clima**

O clima do concelho de Esposende é caracterizado pela sua proximidade ao oceano Atlântico, afetado por grandes massas de humidade nos meses inverniais. O vento dominante e característico da zona é do quadrante norte. A média do vento pode variar entre 6,9 km/h (setembro) e 9,3 km/h (fevereiro e março). Os valores médios de temperatura podem variar entre 9,3°C (janeiro) e os 19,4°C (julho), fazendo com que Esposende tenha uma temperatura média anual de 14,3°C e uma amplitude térmica de 10°C. A Humidade Relativa (HR) do ar tem uma média anual de 77,4%, sendo que o mês de julho apresenta a menor percentagem de HR (71,6%) e os meses de dezembro e janeiro apresentam maior percentagem de HR (83%).

Neste concelho e freguesias contíguas, o índice de precipitação apresenta uma média de 1516 mm, com a concentração das chuvas nos meses de outubro a março (72% da precipitação anual). Este local é também caracterizado por nevoeiros, que ocorrem nas primeiras horas do dia nos meses estivais. Quanto a geadas, estas ocorrem com uma duração média de 3 a 4 meses.

Quanto ao clima, pode ser classificado com o tipo Csb\*, segundo KOPPEN: com clima temperado quente em que a temperatura do mês mais frio está entre -3°C e 18°C e pelo menos um mês com temperatura média superior a 10°C (C); a estação quente aparece no Verão; a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e tem pelo menos quatro meses com temperaturas médias acima de 10°C (b) (CME, 2008).

#### 2.1.2.1 – Recolha de dados de temperatura

Durante todo o ensaio procedeu-se à recolha de dados de temperatura do ar e do solo, no local em estudo. Recolheu-se informação da temperatura do ar dentro e fora da estufa. Do mesmo modo, recolheu-se informação da temperatura do solo dentro e fora da estufa em estudo. Foi utilizado uma estação meteorológica que regista dados climáticos (*data logger*) modelo DL2 Delta T.

O equipamento permite a utilização de vários sensores e armazena uma enorme quantidade de informação, tendo capacidade energética de funcionamento para longos períodos de tempo. Foram aplicados três sensores dentro da estufa, o primeiro no solo debaixo do plástico dos camalhões, o segundo nas entre linhas das plantas (solo nu) e o último no ar. Os dois primeiros sensores serviam para determinar a temperatura do solo a 10 cm de profundidade e o terceiro sensor medir a temperatura do ar a 2 m suspenso, protegido por uma placa de acrílico branco. Do mesmo modo, no exterior da estufa procedeu-se a aplicação de sensores para determinar a temperatura do solo e do ar. Neste caso aplicou-se apenas um sensor no solo e outro suspenso no ar, mas com as mesmas condições do interior da estufa.

#### 2.1.2.2 – Controlo climático da estufa

A estufa era do tipo túnel com 10,0 m de largura x 45 m comprimento e 3,3m de altura com janelas superiores e aberturas nos dois topos. O arejamento da estufa era manual, regulando a aberturas das janelas e dos topos pela necessidade de arejamento e do controlo da temperatura. A abertura das janelas permite o arrefecimento interno da estufa e vive-versa, exigindo a sensibilidade e experiência do operador para gerir o controlo climático da estufa.

Neste estudo, com o aumento acima da média da temperatura foi necessário o sombreamento. Esta técnica consiste na utilização de cálcio, que é diluído em água e pulverizado na parte externa do plástico que envolve a estufa. No final do processo o

plástico fica pintado de branco e dessa forma reflete a radiação solar, permitindo o arrefecimento interno da estufa.

### 2.1.3 – Solos

Os solos do local são ligeiros, com textura ligeira e franco-ligeira. Os solos existentes, nesta localidade, são classificados por Regossolos Dútricos e Cambissolos Húmicos.

Relativamente à ocupação e uso do solo, Esposende tem uma área urbana que corresponde a 31% da área total e a agricultura apresenta uma área de 18% do concelho, inferior à área ocupada por floresta (27%). As áreas urbanas e agrícolas situam-se nas zonas de baixa altitude e de declive pouco acentuados (CME, 2008).

#### 2.1.3.1 – Análises do solo

Foram efetuadas análises do solo da área onde foi realizado o ensaio. No âmbito da análise do solo, foram recolhidas amostras de solo através de uma sonda, com 15 picadas de solo em 3 quadrantes da área em estudo. As análises do solo foram realizadas nos laboratórios da ESA-IPVC (Anexo A1) verificando que os solos são ácidos e a condutividade elétrica um pouco elevada (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 – Resultado da análise do solo dos três blocos em estudo. Dados obtidos a 19 de abril de 2016.

	pH	CE	MO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ER*	K <sub>2</sub> O ER*	Ca	Mg
	H <sub>2</sub> O	(dS m <sup>-1</sup> )	(g kg <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )			
Bloco I	5,4	337	39	72	119	954	77
Bloco II	5,5	359	37	104	137	759	78
Bloco III	5,1	493	33	121	159	872	155

(\*) Azoto Mineral (Nmin) ppm: Extrato H<sub>2</sub>O 1/5 e elétrico de iões seletivo

## 2.2 – Material vegetal

Para este ensaio foram utilizadas cultivares de feijão-verde *Phaseolus vulgaris*, a cultivar Oriente (O) e a cultivar Rajado (R), ambas com crescimento indeterminado do tipo IV. Enxertou-se três porta-enxertos P1, P2 e P3. Para o porta-enxerto P1 utilizou-se

cultivar Aintree, para P2 a cultivar Bencanta e a P3 a cultivar Feijão-de-7-anos, esquematicamente apresentado no Quadro 2.2. As plantas foram geradas e fornecidas pelo Viveiro Aromas e Flores, situado em Torres Vedras.

Foram utilizadas ainda plantas enxertadas em si próprias (OO) e plantas simples de O, servindo-se de referência para os diferentes porta-enxertos. Devido ao vigor que as plantas enxertadas apresentam, foi utilizado o dobro do compasso aplicado para uma planta normal.

Quadro 2.2 – Combinações de feijão-verde/ porta-enxerto utilizados e número de plantas utilizado por talhão em cada ensaio.

<b>Referência</b>	<b>Sigla</b>	<b>Esposende Estufa</b>	<b>Plantas por talhão</b>
<b>Enx P1 x O</b>	P1O	18	6
<b>Enx P1 x R</b>	P1R	18	6
<b>Enx P2 x O</b>	P2O	18	6
<b>Enx P2 x R</b>	P2R	18	6
<b>Enx P3 x R</b>	P3R	18	6
<b>Enx O x O</b>	OO	36	12
<b>Normal O</b>	O	36	12

Foram plantadas 5 linhas paralelas com distância de 2,0 m entre si, 1 m de distância com as paredes da estufa nas laterais. As plantas foram colocadas a uma distância de 0,4 m entre si, no solo. Para as combinações não enxertadas e enxertadas em si próprias utilizou-se duas plantas no mesmo local, para equilibrar o desenvolvimento com as plantas enxertadas com outras cultivares.

Em cada talhão foram utilizadas seis plantas enxertadas e doze plantas em: OO e O. Para a análise de dados em cada talhão foram seleccionadas 2 plantas, perfazendo 4 hastes, servindo as restantes plantas como guarda. Cada tratamento utilizado teve 3 repetições, como ilustra a Figura 2.2. Por lapso na plantação, não foi possível realizar os tratamentos de plantas normais não enxertadas e de plantas auto enxertadas para a cv. Rajado, nem o tratamento P3O, tal como estava previsto (Fig. 2.2).

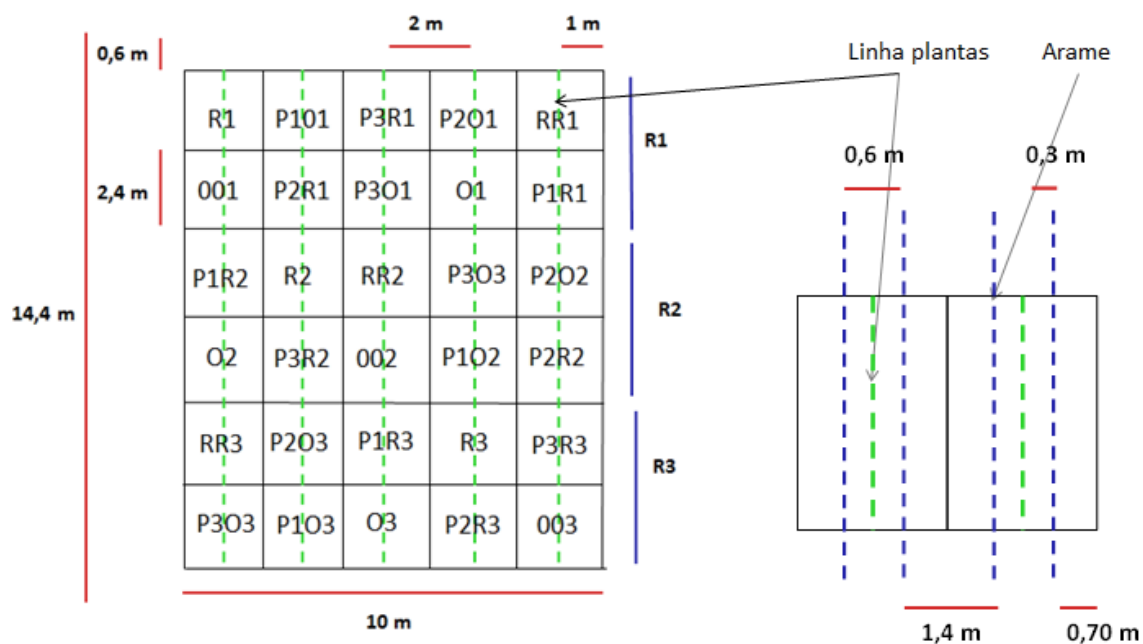


Figura 2.2 – Desenho experimental do esquema de plantação das diferentes combinações em estudo.

## 2.3 – Técnicas culturais

### 2.3.1 – Mobilização do solo

Foi efetuado a mobilização do solo com uma fresa horizontal, onde se incorporou os corretivos do solo e parte da fertilização necessária para o desenvolvimento da cultura (adubação de fundo), com adubos de síntese e corretivos alcalinos. Com o solo mobilizado procedeu-se à elaboração de camalhões, com uma altura reduzida de 15 cm de modo a aplicar o sistema de rega gota-a-gota e um plástico preto de 50 microns de espessura a cobrir o camalhão.

A aplicação do plástico serve para o controlo de infestantes junto à planta, que competem com a cultura agrícola instalada. O plástico reduz o encargo da eliminação da retirada das infestantes por processos manuais ou químicos. A utilização de processos de químicos (herbicidas) dentro da estufa pode criar a acumulação de resíduos no solo, prejudiciais para as culturas vindouras. A cobertura do plástico apresenta ainda vantagens ao permitir a criação de uma temperatura ideal e reduzir a evaporação da água do solo, melhorando as condições internas da estufa para a planta.



### 2.3.2 – Fertilização

Para proceder à fertilização do solo foram utilizados unicamente adubos de síntese. A gestão da fertilização foi efetuada em relação às restrições legais, pois o local fica inserido na Zona Vulnerável nº1 Esposende-Vila do Conde, à necessidade da cultura (Quadro 2.3) e aos resultados das análises do solo (Anexo A1).

Quadro 2.3 – Exigências nutricionais para uma produção de 35 ton/ha em estufa (Fonte: Miranda *et al.*, 2004), segundo as análises do solo do ensaio.

Nutrientes	N	P2O5	K2O
Quantidade (kg)	125*	100	200

\*Máximo permitido de N a aplicar para 35 t/ha de feijão-verde em zonas Vulneráveis (Fonte: DRAP-N).

Os fertilizantes foram aplicados para dar garantia de produção à cultura, aplicando vários nutrientes em diferentes fases de desenvolvimento da cultura. As dosagens aplicadas tiveram dois princípios: não ultrapassar as dosagens recomendadas e não criar défice nutricional à cultura. Considerando os elementos nutricionais principais, aplicou-se: 56,94 kg/ha de N, 62,50 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 52,80 kg/ha de K<sub>2</sub>O, 352,08 kg/ha de CaO e 36,1 kg/ha de Mg. O Quadro 2.4 apresenta as dosagens aplicadas na área de estudo.

Quadro 2.4 – Quantidade de nutrientes aplicados na área de estudo de 144 m<sup>2</sup> (Anexo A2).

Nutrientes	N (kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	K <sub>2</sub> O (kg)	CaO (kg)	Mg (kg)
Aplicação de adubo de fundo 14-7-14, 4 kg	0,56	0,28	0,56	–	–
Calciphon 12,8 kg	–	–	–	5,00	0,50
Soluteck (13-40-13)* 1,54 kg	0,20	0,62	0,20	–	–
Calcimag* 16,7% CaO e 6% Mg 0,04 kg	6x10 <sup>-3</sup>	–	–	7x10 <sup>-3</sup>	2x10 <sup>-3</sup>
Actiflor* 0,03kg	–	2x10 <sup>-4</sup>	2x10 <sup>-4</sup>	1x10 <sup>-4</sup>	3x10 <sup>-6</sup>
<b>Total aplicado</b>	<b>0,82</b>	<b>0,90</b>	<b>0,76</b>	<b>5,07</b>	<b>0,52</b>

\*Aplicação por fertirrigação.

### 2.3.3 – Plantação

A plantação (Fig. 2.3) efetuou-se após a aplicação do plástico perfurado (0,40 m entre aberturas) e seguindo as orientações do esquema do ensaio. A utilização do plástico

funciona como *mulching* e tem como objetivo o controlo de plantas infestantes, que são prejudiciais ao bom desenvolvimento das culturas produtivas.



Figura 2.3 – Plantação, na estufa, das diferentes combinações em estudo de acordo com o esquema de plantação.

Após a colocação do plástico, procedeu-se à plantação das plantas, que ocorreu no dia 14/05/2016. As plantas foram fornecidas em tabuleiros, com uma planta em cada alvéolo e apresentavam uma altura por volta de 0,15 m. Estas apresentavam as características ideais para a sua plantação e foram plantadas com uma distância entre linhas de 2,0 m e de 0,4 m entre plantas. Com os compassos utilizados a densidade correspondeu a 3,3 plantas/m<sup>2</sup>, porém nas combinações enxertadas em porta-enxertos a densidade reduz-se para metade (1,66 plantas/m<sup>2</sup>).

Posteriormente, efetuou-se uma rega e colocou-se os tutores para as plantas poderem desenvolver em condições ideais.

#### **2.3.4 – Rega**

Em estufa não há interferência direta da precipitação, pois está impermeabilizada superiormente por plástico translúcido. Desta forma, o fator predominante para acesso de água às plantas é o solo, que deve garantir as mínimas capacidades de disponibilidade de água, devendo ter uma estrutura de drenagem para evitar o excesso de água que o solo possa ter. A planta de feijão-verde é sensível tanto ao excesso como à escassez de água no solo.

A estufa utilizada situa-se num solo com boa profundidade, boa drenagem interna e externa e apresenta regos para drenar o solo, evitando o excesso de humidade do solo no

interior da estufa. Assim sendo, o fator de rega é o mais importante para fornecer água à cultura.

O sistema de rega utilizado foi por gota-a-gota. Foram aplicados duas tubagens por cada linha de feijão onde se considerou o solo mais seco e 1 tubagem por cada linha onde o solo fosse mais húmido, totalizando 8 tubagens gota-a-gota. A distância entre os gotejadores é de 30 cm.

Para saber se o sistema de rega funcionava uniformemente, procedeu-se a uma avaliação dos caudais dos gotejadores. Pelo controlo de rega concluiu-se que o caudal médio é de  $3,525 \text{ l.h}^{-1}$ , um volume médio de 58,75 ml e um Coeficiente de Uniformidade de Caudais (CUC) de 94,89% (Anexo A3).

O ensaio decorreu em 17 semanas, efetuando-se duas regas por semana (domingos e quartas-feiras) com duração de 10 minutos por rega.

### **2.3.5 – Tutoragem**

As plantas foram tutoradas com dois cordéis de polietileno de 2 mm, criando a forma de “V”. Esta forma de condução faz com que cada planta tenha duas hastes para se desenvolver (1 planta x 2 hastes). No caso das plantas enxertadas é necessário esta forma de condução devido ao maior vigor que apresenta em relação às plantas não enxertadas. Em relação às plantas enxertadas em si próprias e normais, foram plantadas aos pares para equilibrar o vigor (2 plantas x 2 hastes) e o sistema de condução seja homogéneo para todas as combinações em estudo.

### **2.3.6 – Podas e despontas**

Quando as plantas atingiram o estado vegetativo superior aos tutores de fio, procedeu-se à desponta ao nível do arme de suporte (2 m de altura), através do corte com uma tesoura de poda. Este procedimento tem como objetivo fomentar a qualidade e a quantidade dos frutos, através da redução da área vegetativa desnecessária com a intenção de promover a concentração de nutrientes aos órgãos reprodutivos da planta. As plantas atingiram a altura máxima pretendida ao fim da segunda colheita, 48 dias após a sua plantação (DAP).

Foi ainda realizado a poda dos rebentos (ladrões) dos porta-enxertos com a retirada dos mesmos, pois competem com os nutrientes da planta principal e reduzem a sua

produtividade. Sempre que necessário, foram enroladas as guias do feijão aos respectivos tutores.

### 2.3.7 – Controle fitossanitário

Devido ao possível surgimento de pragas e doenças é necessário o uso de tratamentos através de produtos fitofarmacêuticos para o combate dos agentes bióticos. Neste ensaio surgiu a praga de tripses (*Thrips spp*) devido à época do ensaio coincidir com elevadas temperaturas que fomenta maior desenvolvimento deste inseto.

Efetou-se os tratamentos aquando o surgimento da praga (Quadro 2.5) Aplicou-se um tratamento convencional (Rufast®), que não permitia a repetição do mesmo tratamento. Foi aplicada durante as 5 semanas seguintes o tratamento de Naturscrop Forte, um produto natural que afugenta a praga, sendo considerando um repelente e não um inseticida (Anexo A4).

Quadro 2.5 – Tratamentos fitossanitários realizados com a data da aplicação, concentração e a indicação da praga ou doença a combater.

Tratamentos	Produto	Data de aplicação	Concentrações	Dose aplicada
Tripses	Rufast avance ®	25/6/2016	30 ml/hl	3,0 ml/10 l água
Tripses	Naturscrop Forte	5 Aplicações	35 ml/hl	3,5 ml/10 l água

### 2.3.8 – Controle de infestantes

Para o controlo de infestantes procedeu-se à utilização de plástico preto. Com a associação de rega localizada, por debaixo do plástico, as infestantes não tem as condições ideais para se desenvolver devido à menor concentração de humidade do solo nas entre linhas. Em estufa o controlo é mais fácil, pois a influência da precipitação para a humidade do solo é menos significativa em relação ao ar livre. Todas as infestantes foram retidas manualmente, com a utilização de uma enxada.

Durante o estudo, as infestantes com maior desenvolvimento foram a juncinha (*Cyperus esculentus*), catassol (*Chenopodium album*), milhã digitada (*Digitaria sanguinalis*) e beldroega (*Portulaca oleracea*). Apesar do aparecimento destas infestantes, não foram significantes para causar danos ao ensaio, devido à fraca infestação e à sua eficaz remoção. A utilização do plástico foi essencial para garantir o controlo de infestantes sem a utilização de herbicidas.

## 2.4 – Colheita e avaliação da produtividade

Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento das diferentes combinações de plantas de feijão-verde, foram recolhidas amostras e registadas as suas características. Em cada amostra contabilizou-se: o número de vagens; o número de vagens defeituosas (Fig. 2.4); o comprimento das vagens; o peso fresco das vagens. Das vagens defeituosas avaliou-se se eram com defeitos ligeiros ou graves. Em 5 colheitas do total das amostras do ensaio (21 colheitas), foram contabilizados o peso seco de 6 das vagens escolhidas aleatoriamente e analisada a composição química das vagens dessas amostras.



Figura 2.4 – a) Vagens sem defeitos; b) Vagens com defeitos ligeiros e; c) Vagens com defeitos graves.

A primeira colheita de feijão foi realizada no dia 26 de junho de 2016 e a última colheita foi efetuada no dia 5 de Setembro de 2016, perfazendo o total de 21 colheitas. Desde a plantação até à última colheita decorreram 17 semanas, com a duração de 115 dias, ocorridos praticamente na estação estival.

A determinação da matéria seca (MS) foi efetuada nos laboratórios da ESA-IPVC, utilizando 6 vagem de cada modalidade das amostras recolhidas, determinando o peso fresco das amostras em análise para posterior comparação com os valores obtido de MS. Foi usado uma estufa ventilada com temperaturas entre 61 a 70°C, durante 48 a 72 horas até a estabilização do peso seco. Após este estágio verificou-se a perda de água pelas diferenças de peso verde com o peso seco.

Do total das 21 colheitas efetuadas, apenas 5 foram utilizadas para a determinação de MS. Após a recolha desses dados, procedeu-se à moagem das amostras de MS utilizando um moinho ultracentrifugo “Retsch ZM 200”.

## 2.5 – Avaliação de patogénicos na cultura

Para finalizar o estudo no local do ensaio, no dia 12 de setembro, procedeu-se a recolha das plantas utilizadas para o ensaio. Retirou-se a planta com 0,30 m de caule e o

máximo de raiz possível. Nos laboratórios da ESA-IPVC efetuou-se a análise das amostras. Analisou-se a existência ou não de doenças (*Fusarium*, Nematódes; Suberose) e o estado das raízes e caule.

Em cada planta do estudo foi analisado estado a raiz e o caule, classificando se o material estava vivo ou morto e a ocorrência de algum patogénico do solo. Posteriormente as plantas infetadas com doenças foram novamente analisadas e classificadas quanto à doença e nível de infeção na raiz, utilizando escalas de classificação para suberose (Fig. 2.4) e para nemátodes (Fig. 2.5).

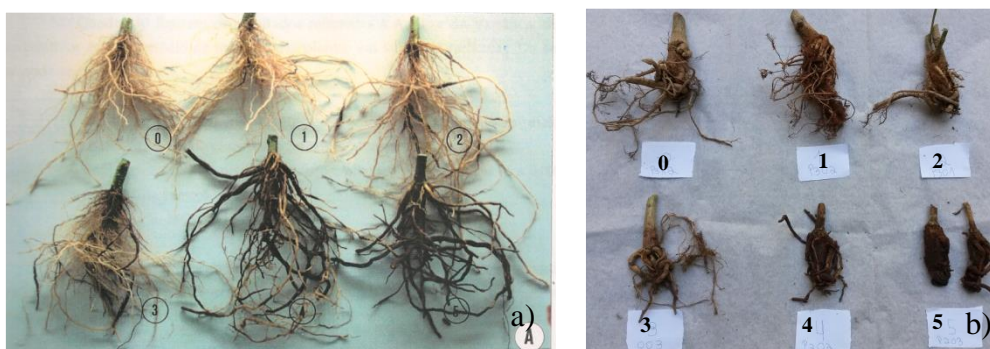


Figura 2.5 – a) Escala de suberose radicular do tomateiro (Fonte: Moura, 1993). b) Escala de suberose radicular do feijoeiro (Fonte: Vaz et al. 2015).

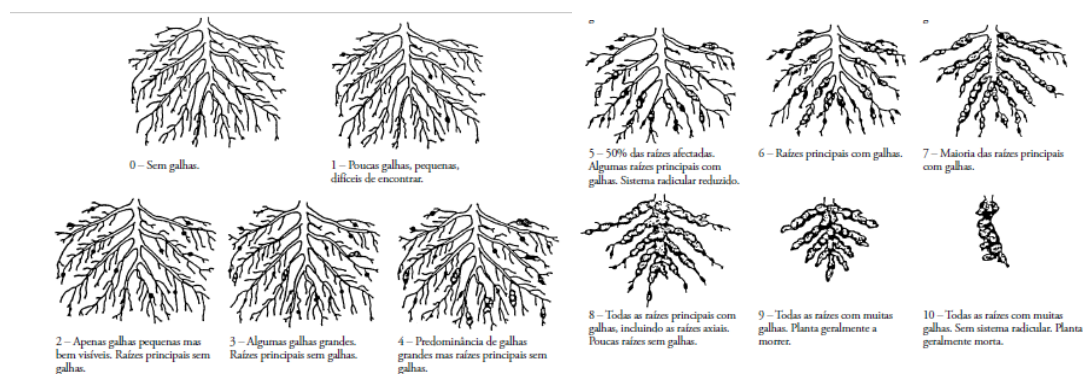


Figura 2.6 – Diagrama para avaliação das galhas-radiculares de nemátode na raiz (adaptado) (Fonte: Bridge e Page, 1980).

## 2.6 – Avaliação dos nemátodes parasitas no solo

Para determinar a possível presença de nemátodes, recolheu-se várias amostras do solo na estufa em estudo. Previamente efetua-se uma recolha em cada quadrante utilizado no

ensaio, no total de 3. O método de recolha foi através de uma sonda recolhendo, em zig-zag, várias colheitas a uma profundidade de 20 cm. Estas amostras foram analisadas pela Doutora Sofia Costa, que combinou numa amostra composta, da qual se realizou três extrações independentes de 100 ml cada através do método do tabuleiro (Whitehead & Hemming, 1965). Após 72 horas recolheu-se suspensões de nemátodes, que se concentram por crivagem através de um crivo de 20 micra de poro, analisadas posteriormente ao microscópio invertido.

Foi efetuado a determinação do número de nemátodes presentes nas suspensões e classificado em grupos tróficos, de acordo com as suas características morfológicas (bacterívoros, fungívoros, omnívoros, predadores e fitoparasitas). Os classificados por fitoparasitas foram ainda classificados até ao género, por análise morfológica, utilizando chaves de identificação.

Na fase final do ensaio, procedeu-se a nova recolha de solo, mas nesta etapa procedeu-se à recolha de solo em cada talhão em estudo com o mesmo método da primeira recolha.

## **2.7 – Análise estatística**

Na fase da análise dos resultados e comparação das médias produtivas das diferentes combinações em estudo utilizou-se o *software* SPSS – *Statistical Package for Social Sciences*, versão 17.0 (Anexos A5 e A6). Através da análise de variância pretende-se saber se existem diferenças significativas entre as médias das combinações em estudo, pelo teste da diferença mínima significativa (*LSD*) A significância estatística usada, considerou um nível de probabilidade de  $\alpha= 0.05$  ( $P = 0,05$ ).

Os valores obtidos para os nemátodes dos vários grupos tróficos e géneros de nemátodes fitoparasitas foram comparados entre tratamentos e em relação à população inicial utilizando o *software* SPSS for Windows, v. 15. Não se tendo verificado homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene ( $p<0,05$ ) para nenhum dos grupos em análise, estes foram comparados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.





### 3 – RESULTADOS

#### 3.1 – Temperatura do ar e do solo

Durante o período experimental, que ocorreu desde 14 de Maio (plantação) a 5 de Setembro de 2016 (última colheita), a temperatura média diária do ar dentro da estufa foi de 21,4°C e variou entre 43,68 de máximo e 8,32°C de mínima (Quadro 3.1). Entre 3 de julho a 4 de agosto (51 e 94 DAP) foi um período onde se registaram temperaturas mais elevadas, tanto do ar como no solo do interior da estufa (Fig. 3.1). O intervalo de temperatura ótimo para o crescimento e desenvolvimento da cultura de feijão situa-se entre 10°C e 30°C.

Quadro 3.1 – Temperatura (°C) média diária e média das temperaturas máximas e mínimas diárias do ar (2 m de altura) e do solo (10 cm de profundidade) na estufa, e variação dos referidos valores médios, durante o período experimental de 14 de Maio a 5 de Setembro de 2016.

	Temperatura do ar da estufa (°C)	Temperatura do solo da estufa (debaixo do plástico) (°C)
Temperatura média	21,4	25,9
Variação da temperatura média	31,2 – 15,1	29,8 - 16,5
Média da temperatura máxima	31,5	30,3
Variação da temperatura máxima	43,7 - 20,1	34,6 - 18,8
Média da temperatura mínima	13,3	22,1
Variação da temperatura mínima	21,1 – 8,3	26,7 - 12,3

Relativamente ao ar livre, a temperatura média diária do ar foi de 23,5°C e variou entre 29,3°C de temperatura média máxima e 19,3°C de média mínima. A temperatura mais elevada registada ao ar livre foi de 37,62°C (dia 18 de julho de 2016) e mínima de 12,33°C (dia 14 de julho de 2016).

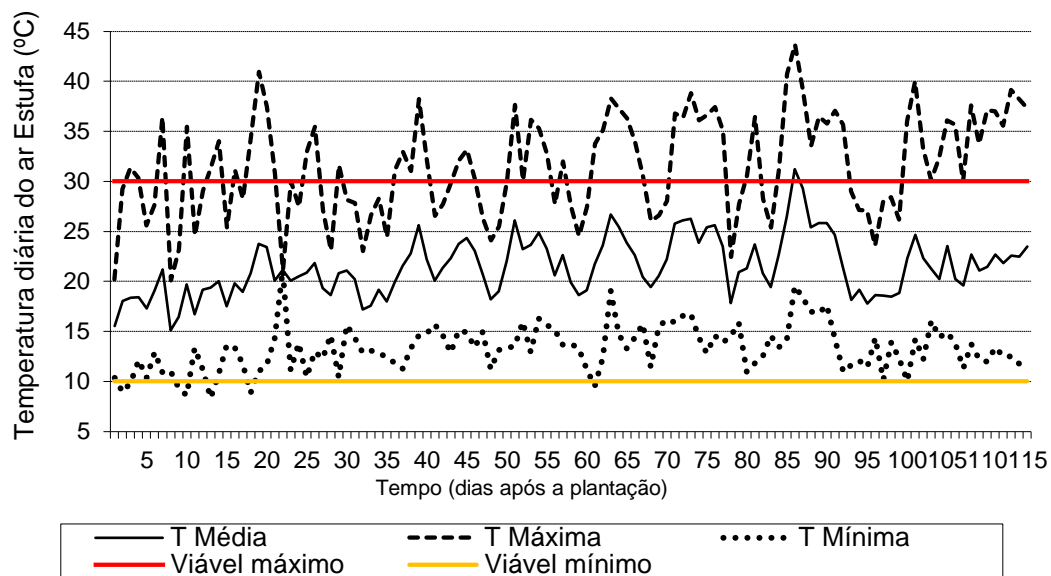


Figura 3.1 – Temperatura diária média, máxima e mínima do ar do interior da estufa (2 m de altura), durante o período experimental de 14 de Maio a 5 de Setembro de 2016, com as temperaturas viáveis mínima e máxima da cultura de feijão-verde.

Para o mesmo período, a temperatura média diária do solo (10 cm de profundidade) ao ar livre foi de 20,0°C, com temperatura máxima de 39,7°C, temperatura média máxima de 26,7°C e mínima de 7,85°C, temperatura média mínima de 13,3 (Fig. 3.2).

Na estufa, o solo coberto com plástico a temperatura média foi de 25,9°C, oscilando entre 30,3°C temperatura média máxima e 22,1°C de temperatura de média mínima (Fig. 3.2). A mais elevada temperatura registada, neste solo, foi de 34,64°C (10 de agosto de 2016) e a temperatura mínima de 12,33°C (14 de julho de 2016).

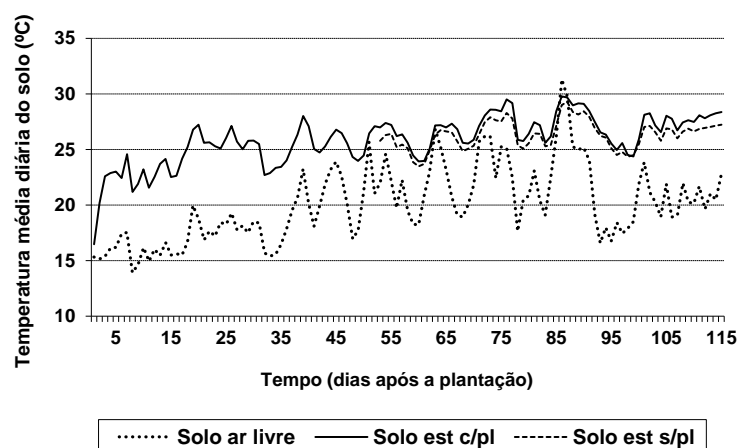


Figura 3.2 – Temperatura média diária do solo ao ar livre e na estufa com e sem plástico de cobertura do solo (10 cm de profundidade), durante o período experimental de 14 de Maio a 5 de Setembro de 2016.

Verificou-se que a temperatura média e média mínima do ar ao ar livre foi superior ao verificado em estufa. Pelo contrário, a temperatura média máxima ocorreu no interior da estufa. Em relação aos solos, a temperatura do solo da estufa coberto com plástico teve uma média, média máxima e média mínima superior à temperatura do solo ao ar livre.

Ao nível do solo, verificou-se que ocorreu menor amplitude térmica da estufa em oposição do solo ao ar livre, que teve maior diferença entre valores médios mínimos e máximos.

A temperatura média ao ar livre foi superior ao verificado em estufa, com uma média 23,5°C, apesar das temperaturas máximas terem ocorrido na estufa. Em relação aos solos, a média foi superior da estufa com o solo coberto, com temperatura >25°C, enquanto ao ar livre a média foi de 20°C (Fig. 3).

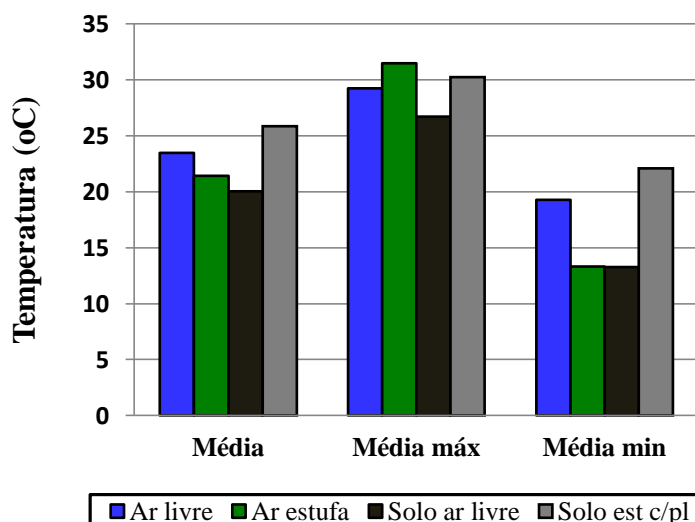


Figura 3.3 – Temperatura média, média máxima e média mínima do ar ao ar livre e na estufa (2 m de altura) e no solo ao ar livre e na estufa com plástico de cobertura do solo (10 cm de profundidade), durante o período experimental de 14 de Maio a 5 de Setembro de 2016.

### 3.2 – Desenvolvimento das plantas – floração e frutificação

A densidade das plantas de feijão-verde utilizadas foi de 3,3 hastes  $m^{-2}$  (12 hastes por  $3,6 m^2$ ), o que significa que o número de plantas normais e enxertadas em si próprias (auto enxertadas) com uma haste por planta foi o dobro ( $33000 plantas ha^{-1}$ ) do número de plantas enxertadas com duas hastes ( $16667 plantas ha^{-1}$ ). O número de plantas de cada tratamento, que foram observadas durante o ensaio, foi de duas plantas enxertadas e quatro plantas normais e auto-enxertadas, que ocupavam a mesma área, o que equivale 1,66 plantas enxertadas por  $m^2$  e 3,33 plantas normais e auto-enxertadas por  $m^2$ .

Na cv. Oriente a primeira flor apareceu em média 33 dias após a plantação (DAP) para todos tratamentos, mas as plantas auto-enxertadas (OO) apresentaram o primeiro fruto vingado e o início da colheita cerca de 9 e 5 dias antes das restantes plantas enxertadas e não enxertadas, cujos valores foram semelhantes, em média de 43 e 48 DAP, respetivamente (Fig.3.4 a). Constata-se que a auto-enxertia (OO) permitiu o surgimento da 1ª vagem e a 1ª colheita em relação restantes tratamentos.

Na cv. Rajado não ocorreram diferenças significativas entre as plantas enxertadas nos três porta-enxertos P1, P2 e P3, tendo decorrido em média, 34, 47 e 53 DAP para o

aparecimento da primeira flor, primeiro fruto vingado e data de início da colheita das vagens (Fig. 3.4 b).

O aparecimento da primeira flor foi de 33 DAP para a cv. Oriente e 34DAP para a cv. Rajado, porém desde o aparecimento da primeira flor até o vengimento do fruto foi mais prolongado na cv. Rajado (13 dias) em comparação com cv. Oriente (8 dias). Apesar destas diferenças, o vengimento do fruto até a primeira colheita é idêntico nas duas cultivares (Fig. 3.4).

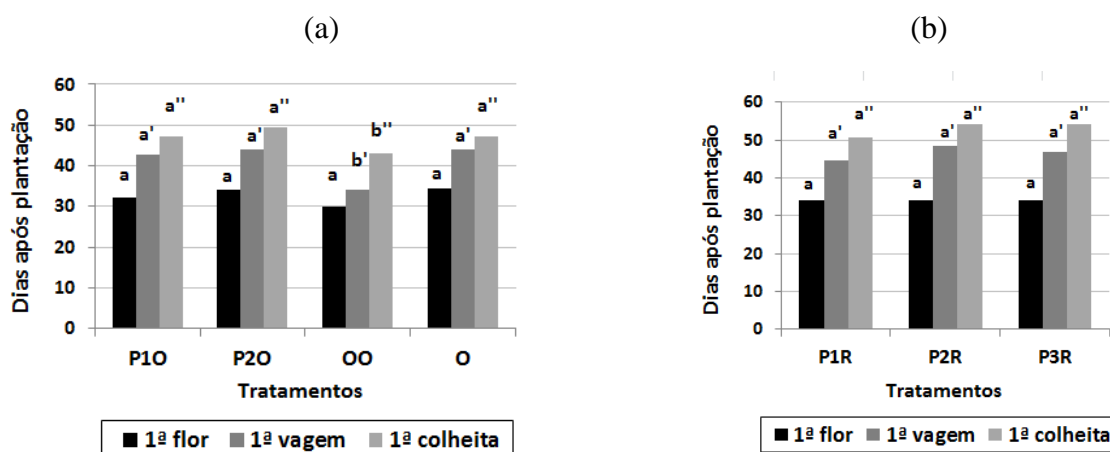


Figura 3.4 – Número de dias após a plantação em que apareceu a primeira flor e a primeira vagem e se iniciou a colheita de feijão-verde, (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1 e P2, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado (R) enxertada nos porta enxertos P1, P2 e P3. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ).

### 3.3 – Crescimento das plantas

#### 3.3.1 – Número de vagens

O número de vagens recolhidas da cv. Oriente, durante o período de colheita, apresentou que as plantas de feijão-verde enxertadas em porta-enxertos Aintree (P1O) e Bencanta (P2O) produziram menos vagens em comparação com plantas não enxertadas (O) e enxertadas em si próprias (OO). A diferença foi verificada logo a partir das primeiras colheitas (Fig. 3.5 a). Ainda assim, as diferenças no número total médio de vagens, de 91,6 vagens  $m^{-2}$  para P1O e P2O e de 167,6 vagens  $m^{-2}$  para OO e O, não foram significativas ( $p < 0,05$ ) (Fig. 3.6 a).

Na cv. Rajado o número de vagens recolhidas durante o período de colheita revelou um comportamento idêntico nas plantas enxertadas nos três porta-enxertos de Aintree (P1R), Bencanta (P2R) e Feijão de 7 anos (P3R) (Fig. 3.5 b), tendo sido o valor médio de 104 vagens  $m^{-2}$  (Fig. 3.6 b).

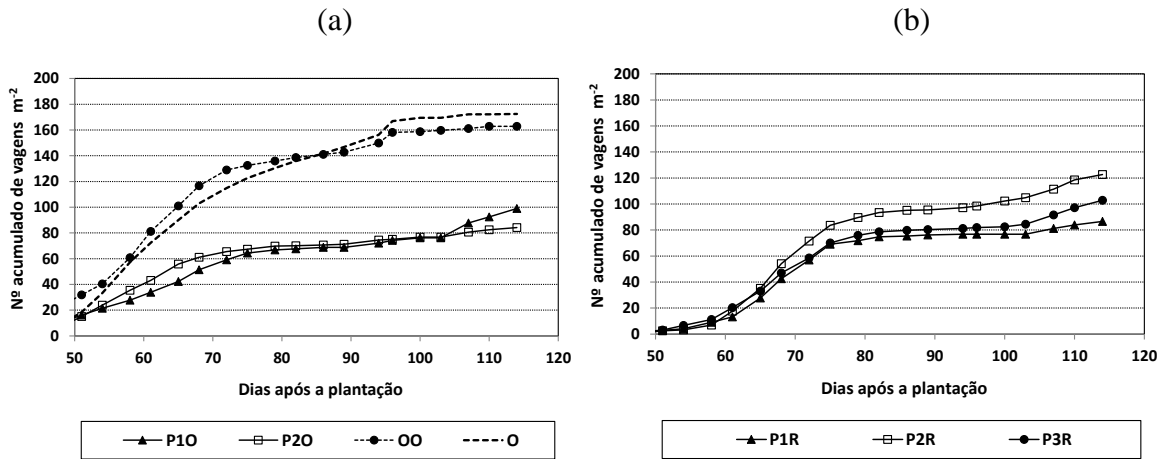


Figura 3.5 – Número acumulado de vagens de feijão-verde ( $m^{-2}$ ) ao longo do período de colheita (42 a 115 dias após a plantação), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1O e P2O, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado enxertada nos porta enxertos P1R, P2R e P3R.

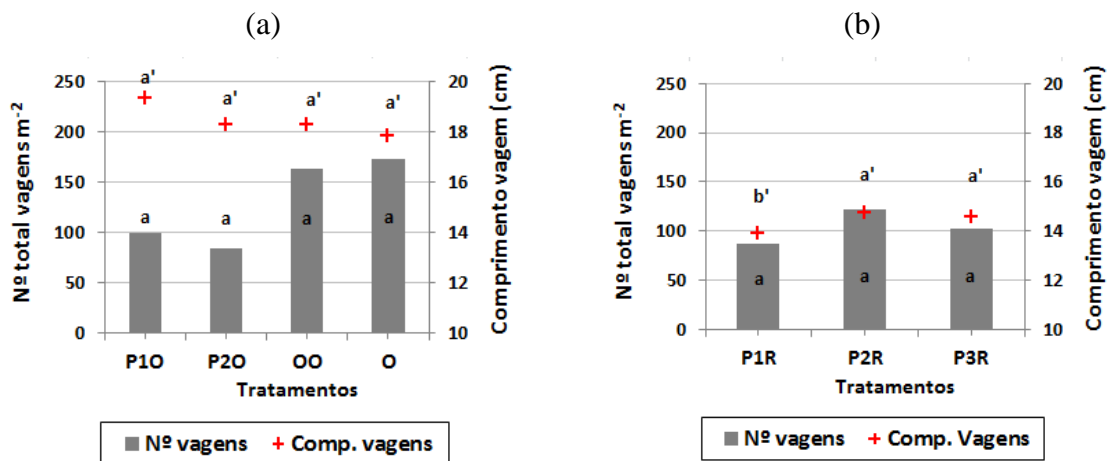


Figura 3.6 – Número total de vagens ( $m^{-2}$ ) e comprimento médio das vagens de feijão-verde ( $cm\ vagem^{-1}$ ), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1 e P2, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado (R) enxertada nos porta enxertos P1, P2 e P3. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ).

### 3.3.2 – Peso seco das vagens

Como verificado para o número de vagens, o peso seco acumulado durante a época de colheita realçou as plantas de feijão-verde da cv. Oriente não enxertada (O) e auto enxertadas (OO), em comparação com as plantas enxertadas em Aintree (P1O) e Bencata (P1O) (Fig. 3.7 a). O peso seco total das vagens foi superior ( $p < 0,05$ ) nas plantas O e OO ( $247,6 \text{ g m}^{-2}$ ), em comparação com as plantas enxertadas, em média  $134,1 \text{ g m}^{-2}$  (Fig. 3.8 a). O peso seco tem um grande aumento desde a colheita até 70 DAP, passando a partir desse período a ter um peso seco praticamente constante em todos os tratamentos da cv. Oriente.

Para a cv. Rajado o peso seco total de vagens foi semelhante nos três tratamentos das plantas enxertadas nos porta-enxertos P1R, P2R e P3R (Fig. 3.7 b), tendo sido o valor médio de  $113,2 \text{ g m}^{-2}$  (Fig. 3.8 b). O peso seco começa a tornar praticamente constante a partir de 75 DAP em todos os tratamentos da cv. Rajado.

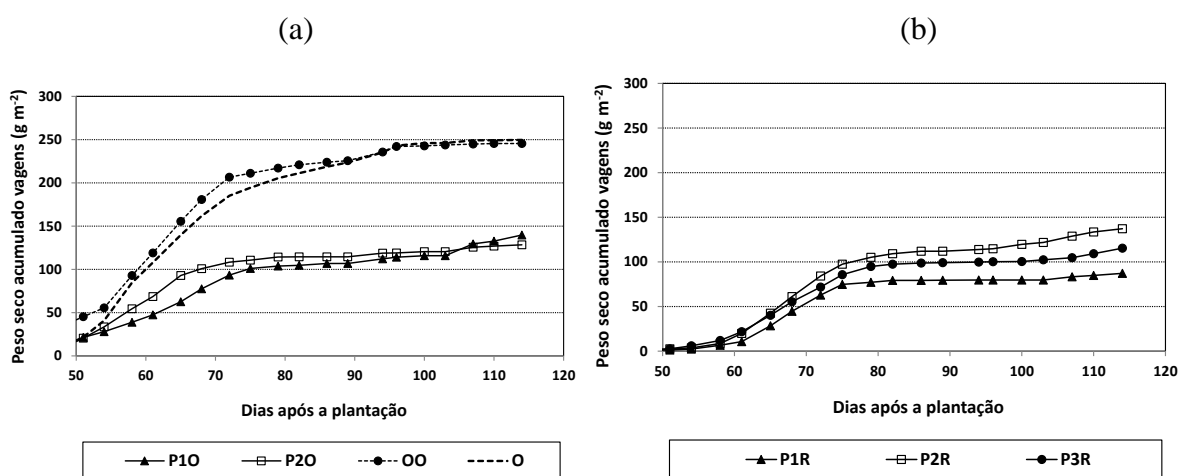


Figura 3.7 – Peso seco acumulado das vagens de feijão-verde ( $\text{g m}^{-2}$ ) ao longo do período de colheita (42 a 115 dias após a plantação), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1O e P2O, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado enxertada nos porta enxertos P1R, P2R e P3R.

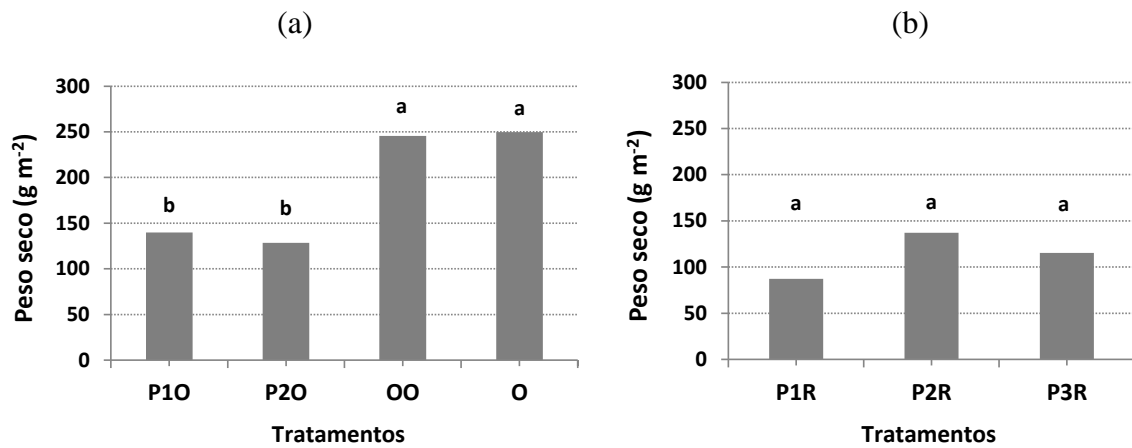


Figura 3.8 Peso seco (g m<sup>-2</sup>) das vagens de feijão-verde (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1 e P2, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado (R) enxertada nos porta enxertos P1, P2 e P3. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos (p < 0,05).



### 3.3.3 – Produtividade das culturas

O peso fresco acumulado das vagens de feijão-verde ao longo do período de colheita, para as duas cultivares de feijão-verde, revelou uma baixa taxa de produtividade, particularmente afetada a partir da colheita 9, 72 DAP (25 Julho) (Fig. 3.9), tendo-se registado um valor médio muito elevado da temperatura média diária do ar dentro da estufa de 25,2°C, entre 71 e 77 DAP (23 a 29 Julho) (Fig. 3.1). Após a nona colheita, o peso fresco obtido dos diferentes tratamentos das duas cultivares começaram a estabilizar até ao fim das colheitas.

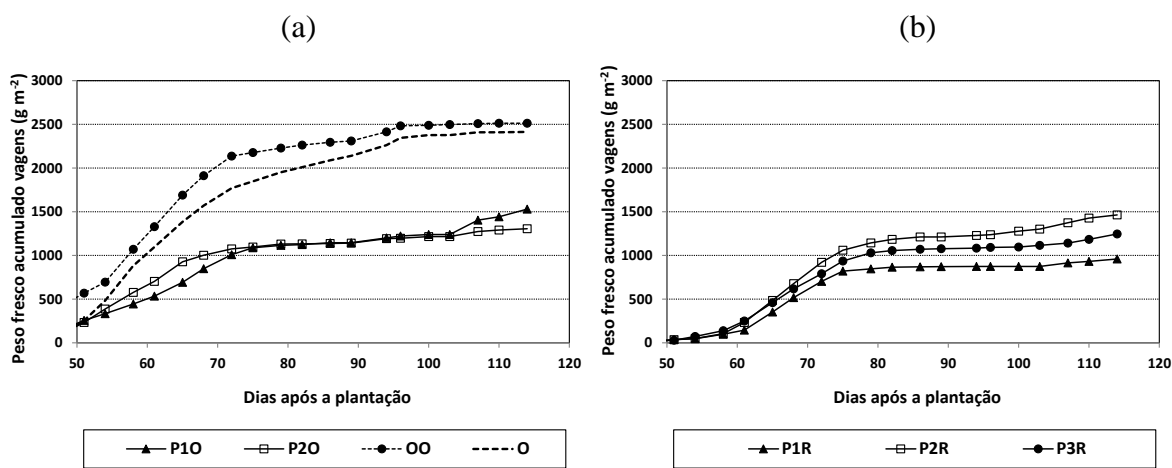


Figura 3.9 – Peso fresco acumulado das vagens de feijão-verde ( $\text{g m}^{-2}$ ) ao longo do período de colheita (42 a 115 dias após a plantação), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1O e P2O, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado enxertada nos porta enxertos P1R, P2R e P3R.

Apesar do peso seco total das vagens de feijão-verde da cv. Oriente ter sido superior nas plantas normais e auto enxertadas (O e OO) em comparação com as plantas enxertadas, os maiores valores de produtividade (peso fresco) ( $p < 0,05$ ) foram observados também nas plantas O e OO, com  $2,5 \text{ kg m}^{-2}$  em média, não sendo significativa a diferença com as plantas enxertadas em P1 ( $1,5 \text{ kg m}^{-2}$ ). A produtividade das plantas enxertadas em P2 ( $1,4 \text{ kg m}^{-2}$ ) foi inferior em comparação com as plantas OO (Fig. 3.10 a).

Em relação à cv. Rajado a produtividade foi semelhante nas plantas enxertadas nos três porta-enxertos Aintree (P1), Bencanta (P2) e Feijão de 7 anos (P3) (Fig. 3.10 b) e foi, em média, de  $1,2 \text{ kg m}^{-2}$  (Fig. 3.10 b).

A produtividade dos porta-enxertos Aintree e Bencanta, utilizados nas duas cultivares em estudo, tiveram resultados próximos. A produtividade em P1O e P2O foi em média de 1,4 kg m<sup>-2</sup> e a produtividade de P1R e P2R 1,15 kg m<sup>-2</sup> (Fig. 3.10).

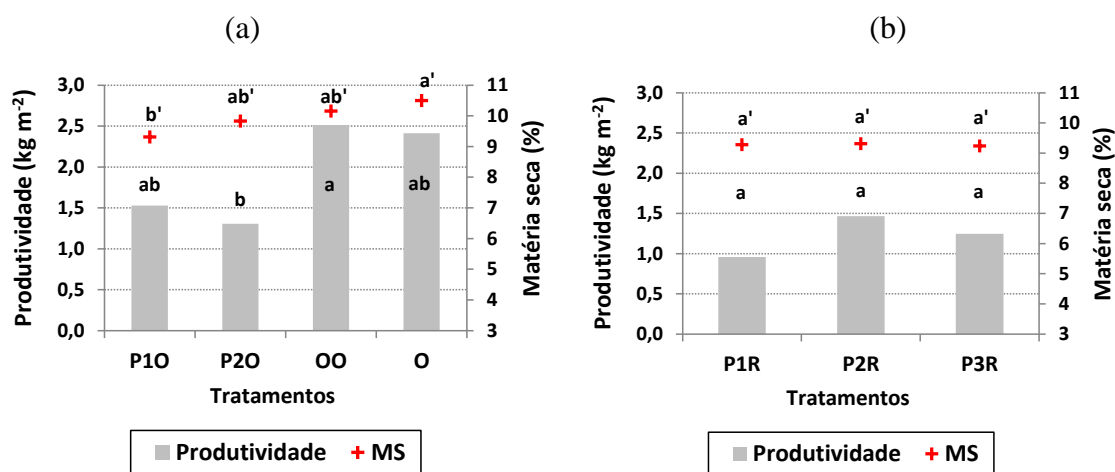


Figura 3.10 – Produtividade de feijão-verde (kg.m-2) e teor em matéria seca (%), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1 e P2, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado (R) enxertada nos porta enxertos P1, P2 e P3. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos (p <0,05).

### 3.4 – Qualidade das vagens

#### 3.4.1 – Matéria seca

A MS obtida das vagens de feijão-verde na cv. Oriente variou entre 7,9% e 12,0%, enquanto na cv. Rajado variou entre 7,4% e 10,7%, observando-se uma tendência para um ligeiro aumento ao longo do período de colheita (73 dias) (Fig. 3.11).

Na cv. Oriente o maior valor de MS das vagens de feijão-verde foi observado nas plantas não enxertadas (O) com uma média de 10,5% de MS (p <0,05), em comparação com as plantas enxertadas no porta-enxerto Aintree (P1O) com média de 9,3%. Ambos os valores médios obtidos em O e P1O foram semelhantes os verificados no porta-enxerto Bencanta (P2O) com 9,8% de MS e auto enxertado (OO) com 10,2% de MS (Fig. 3.10).

Para a cv. Rajado a MS das vagens recolhidas de feijão-verde foi idêntica nas plantas enxertadas nos três porta-enxertos P1, P2 e P3, obtendo-se em média, de 9,3% (Fig 3.10 b).

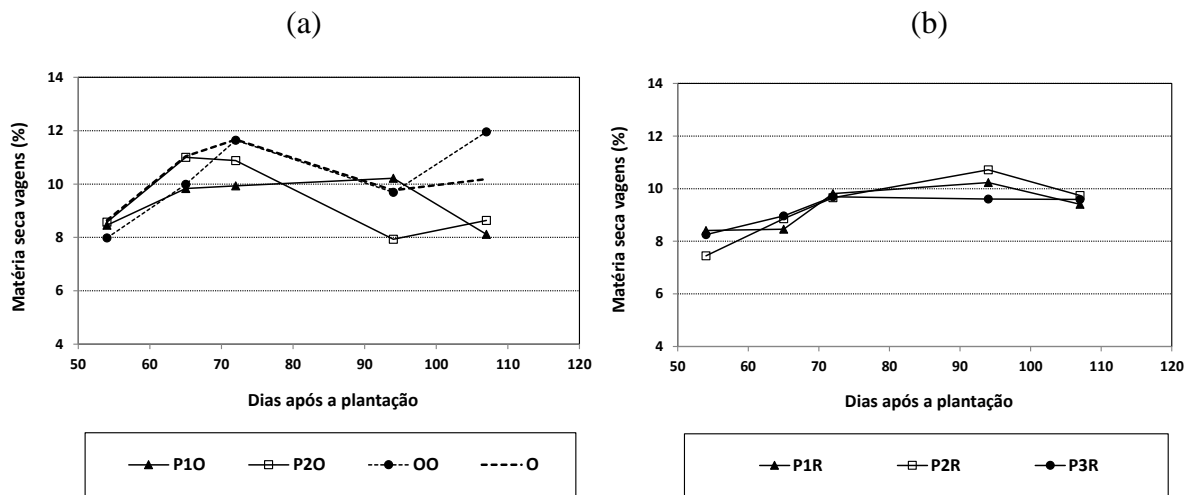


Figura 3.11 – Teor de matéria seca das vagens de feijão-verde (%) ao longo do período de colheita (42 a 115 dias após a plantação), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1O e P2O, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado enxertada nos porta enxertos P1R, P2R e P3R.

### 3.4.2 – Comprimento das vagens

O comprimento das vagens ao longo do período de colheita teve a tendência de diminuir, facto que ocorreu em todos os tratamentos das duas cultivares (Fig.3.12).

As vagens recolhidas de feijão-verde da cv. Oriente apresentaram um comprimento semelhante em todos os tratamentos, obtendo-se em média um comprimento de 18,4 cm.vagem<sup>-1</sup> (Fig. 3.6 a).

Contrariamente, na cv. Rajado o porta enxerto afetou significativamente o comprimento médio das vagens, tendo as plantas enxertadas em Aintree (P1) resultado em vagens de menor comprimento (13,9 cm.vagem<sup>-1</sup>), em comparação com os outros dois porta-enxertos Bencanta e Feijão de 7 anos (P2 e P3) que, em média, desenvolveram vagens de feijão-verde com 14,7 cm vagem<sup>-1</sup> (Fig. 3.6 b).

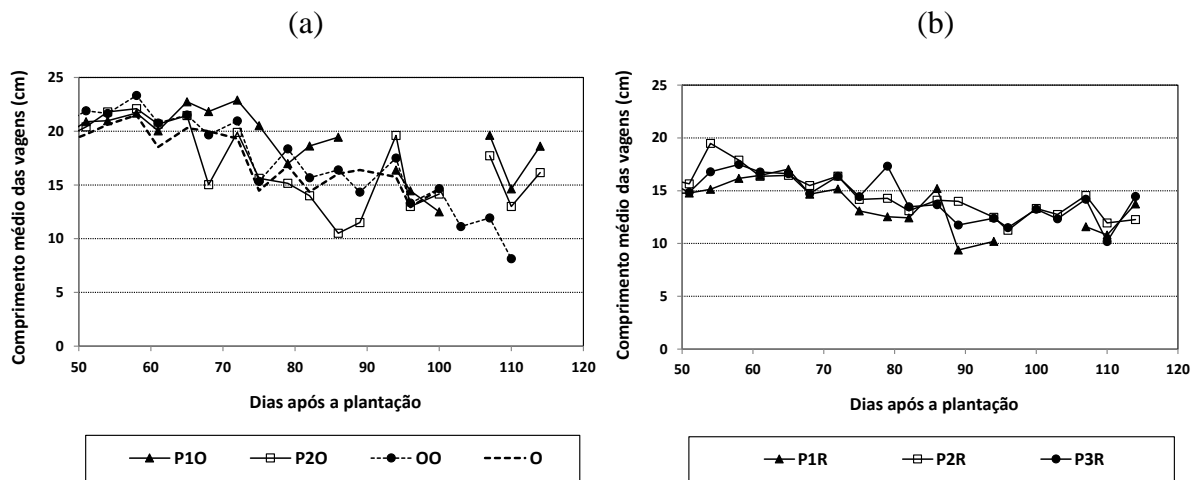


Figura 3.12 – Comprimento médio das vagens de feijão-verde ( $\text{cm vagem}^{-1}$ ) ao longo do período de colheita (42 a 115 dias após a plantação), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1O e P2O, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado enxertada nos porta enxertos P1R, P2R e P3R.

### 3.4.3 – Defeitos nas vagens

Os defeitos nas vagens considerados foram classificados como ligeiros quando as vagens apresentavam uma ligeira torção relativamente à morfologia típica da cultivar e como graves quando as vagens se encontravam tortas ou distorcidas e/ou com sintomas da doenças. Os defeitos ligeiros foram o principal defeito nas vagens e, tal como os defeitos severos, estiveram presentes durante todo o período de colheita (Fig. 3.13).

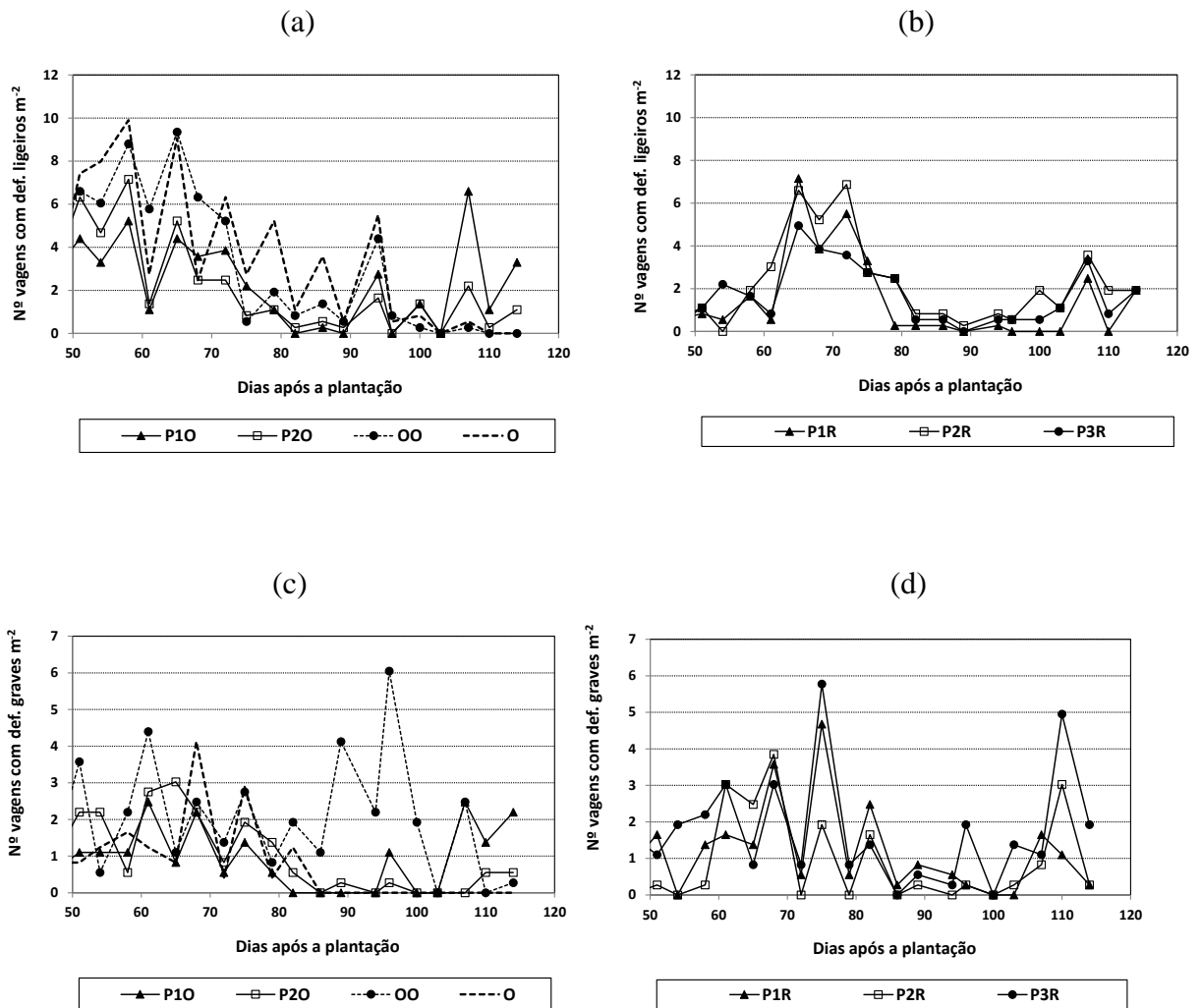


Figura 3.13 – Número de vagens de feijão-verde (m-2) com defeitos (a) ligeiros, (b) severos ao longo do período de colheita (42 a 115 dias após a plantação), (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1O e P2O, enxertada em si própria (OO) e não enxerta (O) e (b) para a cultivar Rajado enxertada nos porta enxertos P1R, P2R e P3R.

Na cv. Oriente a percentagem de defeitos ligeiros foi superior ( $p < 0,05$ ) nas plantas enxertadas em P1 e P2, em média 49,7% do total de vagens colhidas, em comparação com as plantas normais e auto enxertadas (O e OO) que apresentaram 42,3% de vagens com defeitos ligeiros (Fig. 3.14 a).

A produção das enxertadas em P1 e P2 produziram praticamente metade das vagens com defeitos ligeiros, que foi significativamente diferente nas não enxertadas ou enxertadas em si próprias, indicando que o tipo de porta enxerto foi significativo para tais resultados. A percentagem de defeitos severos foi idêntica para todos os tratamentos da cv. Oriente e, em média, foi de 21,0% (Fig. 3.14 a).

Referente aos resultados da cv. Rajado, a percentagem de defeitos ligeiros e severos foi idêntica para todos os tratamentos do ensaio e foram de 35,0% e 21,9%, respetivamente (Fig. 3.14 b).

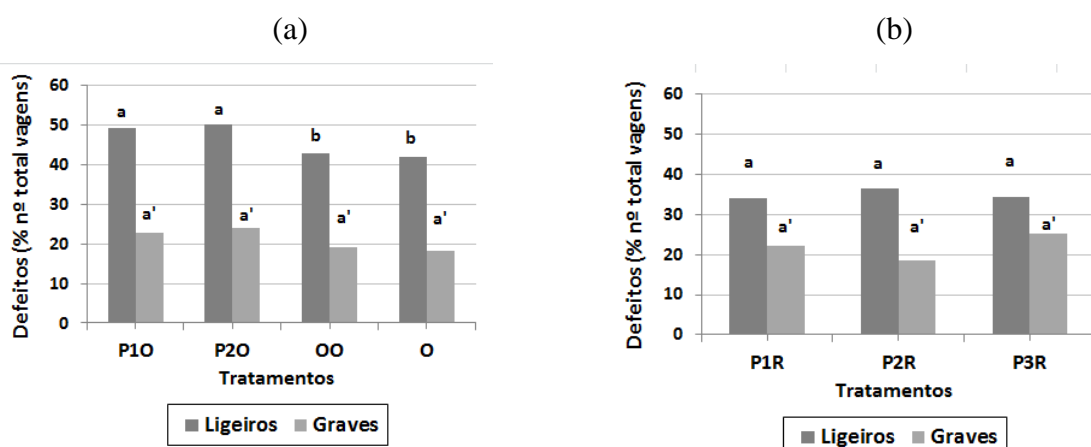


Figura 3.14 – Percentagem do número total de vagens de feijão-verde com defeitos ligeiros e severos, (a) para a cultivar Oriente enxertada nos porta enxertos P1 e P2, enxertada em si própria (OO) e não enxertada (O) e (b) para a cultivar Rajado (R) enxertada nos porta enxertos P1, P2 e P3. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ).

### 3.5 – Avaliação de nemátodes no solo

A maior porção dos nemátodes encontrados pertenciam a grupos tróficos de vida livre, nomeadamente bacterívoros, fungívoros e omnívoros, não tendo sido encontrados nemátodes predadores. No início as populações de nemátodes bacterívoros eram maiores do que as de fungívoros, uma situação que posteriormente se inverteu para todos os tratamentos com exceção do P1O e P3R, passando a dominarem os nemátodes fungívoros no final do ensaio (Fig.15). Relativamente ao número populacional de nemátodes, cada grupo trófico teve um número variável, mas não foram encontradas diferenças significativas entre tratamentos, nem entre as populações finais e as iniciais.

Constatou-se a presença de seis géneros diferentes de nemátodes fitoparasitas: os endoparasitas da família Heteroderidae (género *Heterodera* ou *Globodera*) e dos géneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*; e os ectoparasitas dos géneros *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus* e *Xiphinema*.

Especificamente, o único género de nemátodes endoparasitas detetado na amostragem inicial foi *Pratylenchus*. No entanto, no final do ensaio foram ainda detetados estádios juvenis de nemátodes-de-quisto (Heteroderidae) e do género *Meloidogyne*. Embora geralmente detetados em maior número no final do ensaio, não foi possível encontrar diferenças estatisticamente significativas entre estas populações e as iniciais. As maiores populações de nemátodes fitoparasitas pertenciam ao género *Meloidogyne*, especialmente associadas a plantas não-enxertadas ou auto enxertadas dos tratamentos O e OO, e ao tratamento P1R (Fig. 16).

Relativamente aos três géneros de nemátodes ectoparasitas, o *Helicotylenchus* e *Tylenchorhynchus* estavam amplamente distribuídos nos vários talhões do ensaio, sendo os nemátodes do género *Xiphinema* mais raros. As populações dos nemátodes ectoparasitas no final da cultura foram comparáveis às encontradas na amostragem inicial (Fig. 17), sendo estes nemátodes notoriamente não detetados nos talhões correspondentes ao tratamento P2O.

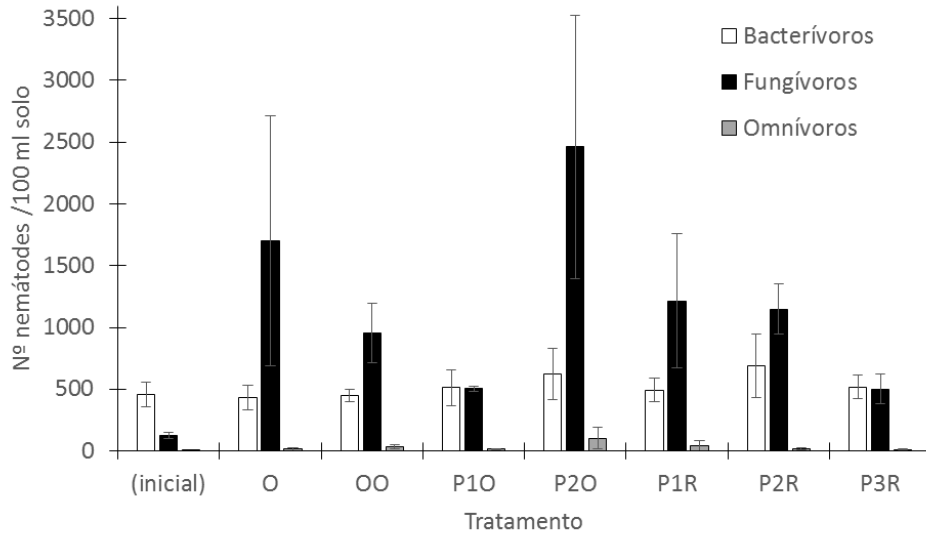


Figura 3.15 – Número de nemátodes de vida livre (bacterívoros, fungívoros e omnívoros) encontrados em 100 ml de solo da amostragem inicial e nos vários tratamentos no final do ensaio. Os valores apresentados são a média de três repetições. As barras de erro representam o erro padrão.

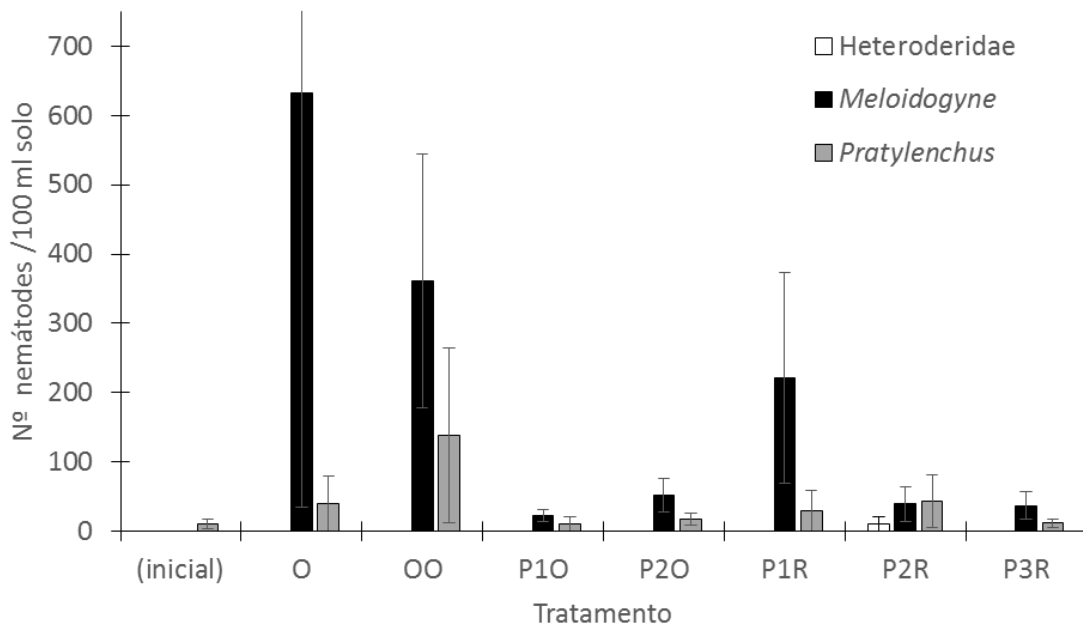


Figura 3.16 – Números de nemátodes endoparasitas da família Heteroderidae e dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* encontrados em 100 ml de solo da amostragem inicial e nos vários tratamentos no final do ensaio. Os valores apresentados são a média de três repetições. As barras de erro representam o erro padrão.



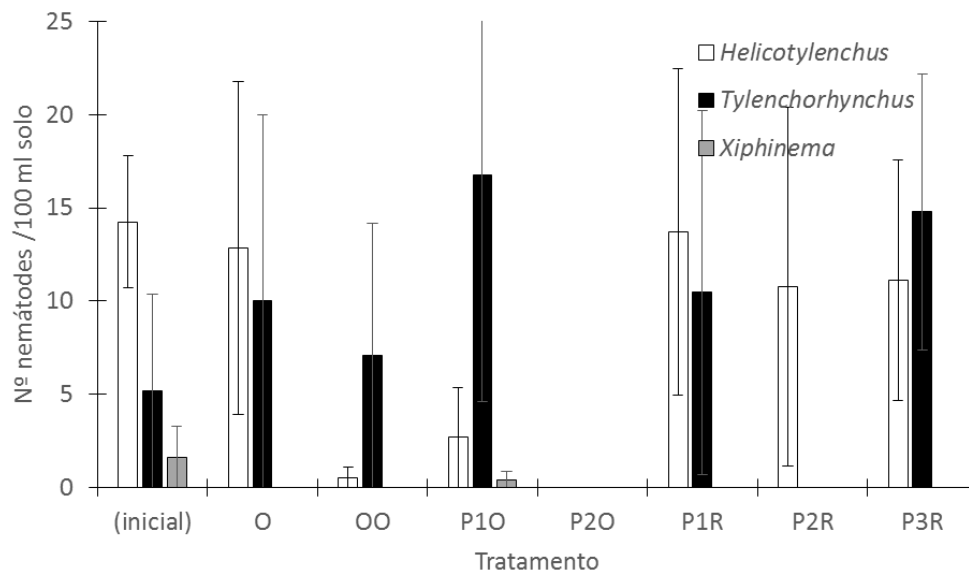


Figura 3.17 – Números de nemátodos ectoparasitas dos géneros *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus* e *Xiphinema* encontrados em 100 ml de solo da amostragem inicial e nos vários tratamentos no final do ensaio. Os valores apresentados são a média de três repetições. As barras de erro representam o erro padrão.



## 4 - DISCUSSÃO

### 4.1 - Desenvolvimento e crescimento das plantas

O desenvolvimento dos feijoeiros parece ter sido alterado com a utilização de enxertia das plantas da cv. Oriente auto enxertadas em comparação com as plantas normais não enxertadas (O), pois apresentaram o primeiro fruto vingado e o início da colheita cerca de 9 e 5 dias antes das plantas não enxertadas, que, no entanto, se comportaram de modo idêntico às plantas enxertadas em P1 e P2. A enxertia permitiu a precocidade do vrigamento da flor e da colheita em (OO), ou seja, o porta enxerto da mesma planta, mas a enxertia com outras plantas de porta-enxerto não teve esse efeito, não apresentando diferenças significativas dos tratamentos teste (O).

Constatou-se que o desenvolvimento das plantas, considerando o aparecimento da primeira flor, primeiro fruto vingado e data de início da colheita das vagens, aparentemente, não diferiu com o tipo de porta enxerto, em ambas as cultivares.

No período de 3 julho a 15 agosto, cerca de uma semana após o início da colheita (51 DAP) e até à colheita 15 (94 DAP), a temperatura média diária do ar dentro da estufa foi, em média de 23,2°C (26,7 °C ao ar livre), sendo particularmente elevada entre 71 e 77 DAP (23 a 29 julho), com um valor médio de temperatura do ar de 25,2°C (28,6°C ao ar livre) (Fig. 3.1) e um valor médio de temperatura do solo de 28,5°C (24,8°C ao ar livre). Apesar da temperatura média do ar livre ser superior à do ar da estufa (que foi sombreada), as temperaturas máximas diárias registadas foram obtidas no interior da estufa. Segundo vários autores a temperatura máxima ótima para o desenvolvimento da cultura não deve passar os 25,0°C (Maroto 1995; Rubatzky e Yamaguchi, 1997 e Pereira *et al.*, 2014) 26,7°C (Maynard e Hochmuth, 2007) e 30,0°C (Cermeño, 1988 e Nonnecke 1989), o que não se verificou neste ensaio, pois as temperaturas acima de 30°C ocorreram em 7 dias consecutivos, entre 71 e 77 DAP.

Considerando que o intervalo ótimo de temperatura (Quadro 1.2) do ar para o crescimento das plantas de feijoeiro deve ser de 18-30°C (Cermeño, 1983), 20-25°C (Rubatzky e Yamaguchi, 1997), 15,6 a 21,1°C (Maynard e Hochmuth, 2007) e 17,5-25°C (Pereira *et al.*, 2014), os elevados valores da temperatura média diária do ar que se registaram dentro da estufa no período de colheita (42 a 115 DAP), terão sido determinantes para os baixos valores de produtividade alcançados pelas culturas de feijão-verde das duas cultivares em estudo. Aparentemente, os elevados valores da

temperatura média diária do ar e do solo dentro da estufa, principalmente no período de 71 e 77 DAP, aumentaram a queda das flores e/ou reduziram a taxa de floração, provavelmente por diminuição da produção de pólen e de polinização. Segundo Hatfield e Prueger (2015) a interrupção do processo de polinização por temperaturas extremas prejudica a produtividade. Do mesmo modo, Rubatzky e Yamaguchi, 1997 consideram que as temperaturas superiores a 35°C podem causar a queda da flor e o aborto do óvulo. As altas temperaturas na época de floração prejudicam a floração, levando a formação de menos vagens (Gross e Kigel, 1994 e Pereira *et al.*, 2014). As temperaturas elevadas, acima dos 35°C, potenciam a abscisão dos órgãos reprodutivos da planta, estando relacionado com o aumento de etileno, que aumenta a sua concentração com condições de *stress* (Pereira *et al.*, 2014). O etileno induz a abscisão floral. As altas temperaturas inibem o transporte de ácido indolacético (indol-3yl-acetic acid), no sistema reprodutivo, auxina importante para inibir a abscisão floral. Com temperaturas altas na fase de ântese, no feijão comum, levam a maior abscisão de botões florais, flores e vagens jovens (Ofir *et al.*, 1993) sendo que 3 dias antes da ântese é a fase crítica, quando desenvolvem-se o pólen e os óvulos, podendo ocorrer a abscisão antes ou durante a ântese (Li *et al.*, 1991). As reduções do número de vagens, nas condições de *stress*, devem-se à abscisão das unidades reprodutivas (Ofir *et al.*, 1993). Segundo Li *et al.* (1991), as flores abertas são mais tolerantes do que os botões florais.

As condições de temperaturas altas podem, segundo Kleiner e Frett (1996), afetar a maturidade, crescimento e rendimento da cultura devido, segundo Cermeño (1977), os desequilíbrios fisiológicos como: desidratação, ausência de fecundação e queimaduras. A lesão por calor está relacionada com três variáveis: temperatura, duração da exposição e sensibilidade genotípica (Li *et al.*, 1991). Diferentes cultivares têm sensibilidades diferentes de temperatura (Ofir *et al.*, 1993 e Hatfield e Prueger, 2015). Este fator pode contribuir também para aumentar a suscetibilidade a doenças das plantas, que apresentam respostas complexas e diferentes ao *stress* abiótico podendo ser resistentes ou suscetíveis (Ramegowda e Senthil-Kumar, 2014).

O principal objetivo do presente estudo foi de investigar o efeito da enxertia e do tipo de porta-enxerto em duas cultivares de feijão-verde comercial. Não sendo possível comparar o efeito da enxertia na cv. Rajado, por falta dos tratamentos de plantas normais não enxertadas e de plantas auto enxertadas, apenas a cv. Oriente revelou que,

para as condições do ensaio, não seria recomendável a utilização de enxertia na cultura de feijão-verde.

Aparentemente, em situação de elevadas temperaturas do ar, com uma condução da rega e de fertilização das culturas adequada para a cultura de feijão-verde, o porta-enxerto de feijoeiro resulta numa diminuição da produtividade, aparentemente por induzir a um aumento de stress nas plantas devido a uma menor tolerância a valores elevados da temperatura do ar e do solo. A enxertia em O×O nas mesmas condições da planta normal teve uma produção muito idêntica, a nível estatístico, e sem diferenças significativas de produção.

O porta-enxerto P2 teve menor produtividade que OO, o P1 não teve menor produtividade em relação aos restantes tratamentos, no entanto a diferença média por m<sup>2</sup> é cerca de 1 kg relativamente aos tratamentos OO e O. A enxertia permite produtividades próximas e idênticas das plantas normais, mas com menor densidade de plantas por m<sup>2</sup>, que segundo Peil (2003) se deve ao nível de vigor do porta-enxerto que se vai traduzir na planta enxertada. Excetuando o porta-enxerto P2, o P1 não tem diferenças produtivas ( $p < 0,05$ ) em relação O e OO, mas com metade da densidade.

Idênticos resultados foram obtidos num ensaio conduzido na P. Varzim, em 2015 (Ferreira et al., 2016), com as mesmas cultivares de feijão-verde, enxertadas nos porta enxertos P1, P3 e cv. White Emergo. A utilização de enxertia não revelou vantagens significativas, nas condições da cultura do referido ensaio, caracterizadas por baixa densidade de plantas (2,1 hastes m<sup>-2</sup>), ausência de sintomas de doenças e elevada disponibilidade de nutrientes minerais.

No entanto, em ensaios realizados em 2015 em Ponte de Lima (Vaz et al., 2016), o efeito causado pela carência de azoto e pelo ataque de *Fusarium* spp., aparentemente, foi ultrapassado pelas plantas de feijoeiro das mesmas duas cultivares, enxertadas no porta-enxerto cv. Feijão 7 anos (no presente estudo é o P3), e pelas plantas da cv. Rajado enxertadas na cv. White Emergo (*P. coccineus*), indicando que estes porta-enxertos terão sido mais tolerantes/ resistentes ao referidos fatores abióticos e bióticos. Provavelmente um sistema radicular mais desenvolvido e mais profundo do porta-enxerto cv. Feijão 7 anos terá permitido uma maior absorção de nutrientes, para além de poder ter uma maior tolerância/resistência ao fungo do solo *Fusarium* spp.

## 4.2 – Qualidade das vagens

O teor em MS das vagens de feijão-verde da cv. Oriente foi superior nas plantas não enxertadas (10,5%), em comparação com as plantas enxertadas no porta-enxerto P1 (9,3%), e semelhante ao teor em MS das vagens das plantas enxertadas no porta-enxerto P2. No referido ensaio conduzido na P. Varzim, em 2015 (Ferreira *et al.*, 2016), as plantas enxertadas em P1 também produziram vagens com um teor de MS mais baixo (8,4%) em comparação com os tratamentos das plantas auto enxertadas (média 9,1%). Contrariamente, no ensaio de Ponte de Lima, em 2015 (Vaz *et al.*, 2016), P1 (11,3) não obteve menor percentagem de MS que os restantes tratamentos, excetuando P3 (9,5%).

Na cv. Rajado, não ocorreram diferenças no teor em MS das vagens das plantas enxertadas nos três porta enxertos. Os resultados elevados de MS na cultura devem-se, segundo Andrade e Abreu (2007) a condições favoráveis de humidade do solo, temperaturas acumuladas e tipo de solo. Há medida que aumenta a temperatura, aumenta o desenvolvimento foliar se os teores médios de água do solo forem > 50 % da CUC. O solo afeta do mesmo modo o crescimento, sendo que no caso da ervilha desenvolve mais rapidamente em Cambiossolos, mas temperaturas acima de 21° a 22°C afetam a expansão foliar. Neste ensaio o fator que pode de certa maneira condicionado a acumulação de MS no fruto foi a temperatura excessiva.

O comprimento médio das vagens não variou nas plantas enxertadas e não enxertadas da cv. Oriente, mas para a cv. Rajado o porta enxerto P1 produziu vagens de menor comprimento do que os porta enxertos P2 e P3, revelando um efeito do tipo de porta-enxerto nesta importante característica de qualidade das vagens de feijão-verde. No referido ensaio realizado em 2015 em Ponte de Lima (Vaz *et al.*, 2016), os porta enxertos cv. Feijão 7 anos (P3) e cv. White Emergo, conduziram à produção de vagens de maior comprimento, em comparação com as vagens das plantas enxertadas na cv. Aintree (P1) e com as vagens das plantas não enxertadas, para as duas cultivares, assim como no ensaio conduzido na P. Varzim em 2015 (Ferreira *et al.*, 2016), o comprimento médio das vagens da cv. Oriente foi superior nas plantas enxertadas em comparação com as testemunhas, o que não se revelou no presente estudo.

O comprimento médio das vagens é uma característica das cultivares apresentando a cv. Oriente vagens mais compridas (média 16,4 cm vagem<sup>-1</sup>) do que a cv. Rajado (13,7 cm vagem<sup>-1</sup>) que é uma cultivar de feijão-verde tradicional (Ferreira *et al.*, 2016; Vaz *et al.*,

2016), tendo sido no presente ensaio de, respetivamente, de 18,4 cm vagem<sup>-1</sup> e de 14,4 cm vagem<sup>-1</sup>.

A percentagem de defeitos ligeiros e severos em relação ao número total de vagens colhidas foi muito elevada no presente estudo, provavelmente devido aos elevados valores da temperatura do ar que terão afetado a produção de pólen, a polinização e a formação do fruto. Segundo Pereira *et al.*, 2014, as altas temperaturas e baixa humidade do ar levam ao aumento da transpiração, aumentando o consumo de água por parte da planta, podendo prejudicar o número final de vagens e o enchimento do grão. O *stress* térmico afeta a fotossíntese, podendo condicionar o peso seco da planta, o peso da vagem, o número de sementes e alteram o tamanho normal (Li *et al.*, 1991). Para a cv. Oriente, a percentagem de defeitos ligeiros foi superior nas plantas enxertadas em P1 e P2 (média 49,7%) em comparação com as plantas normais e auto enxertadas (42,3%), o que não se verificou no ensaios realizados em 2015 em Ponte de Lima (Vaz *et al.*, 2016), onde não ocorreram diferenças entre os tratamento nem entre as duas cultivares para a percentagem de defeitos ligeiros e severos, que foram em média, respetivamente, 28,7%, 16,1%. Também no ensaio da P. Varzim, em 2015 (Ferreira *et al.*, 2016), a percentagem de defeitos foi muito baixa, contrariando os resultados deste estudo, com defeitos ligeiros em Oriente de 2,9 % e em Rajado com 2,4%.

Portanto, em situação de elevadas temperaturas do ar, com uma condução da rega e de fertilização das culturas adequada para a cultura de feijão-verde, a enxertia de feijoeiro resulta numa diminuição da produtividade e da qualidade dos frutos.

No entanto, a enxertia de feijão-verde parece ser uma estratégia adequada para aumentar a tolerância das culturas a doenças do solo causadas por *Fusarium* spp. e para permitir a absorção de nutrientes num maior volume de solo ocupado pelas raízes, tendo sido demonstrado para a cv. Oriente que o porta-enxerto da cultivar tradicional Feijão 7 anos (P3) foi o mais adequado, enquanto para a cv. Rajado, ambos os porta enxertos das cultivares White Emergo (TozerSeeds) e Feijão 7 anos (P3), permitiram uma melhor produção nas referidas condições do ensaio em Ponte de Lima (Vaz *et al.*, 2016).

### 4.3. Nemátodes no solo

Houve uma grande variação nos números de nemátodes dos vários grupos tróficos e géneros de fitoparasitas encontrados, bem refletida no elevado erro padrão associado aos valores apresentados nas Figuras 15 a 17. Correspondentemente, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os nemátodes nos vários tratamentos. Um ensaio de campo posterior beneficiaria talvez da utilização de um maior número de repetições de cada tratamento, para um maior poder de resolução dos testes estatísticos.

Durante o ensaio houve uma alteração do número de nemátodes de bacterívoros e fungívoros, que são nemátodes com efeitos benéficos (Duarte e Almeida, 2011). No início os bacterívoros apresentavam-se em maior número do que os fungívoros, uma situação que se inverteu no final do ensaio em todos os talhões dos tratamentos (com exceção do P1O e P3R). A maior presença inicial de bacterívoros deve-se provavelmente ao nível de MO presente no solo (McSorley, 2011 in Duarte e Almeida, 2011); adubações azotadas aplicadas antes da plantação, segundo Azpilicueta e Aruani (2016) fazem aumentar as populações destes nemátodes em resposta a estas condições do solo, que aumenta a atividade bacteriana (Bernard 1991; Yeates *et al.*, 1999 in Duarte e Almeida, 2011). Os nemátodes fungívoros aumentaram no final do ensaio, numa época quente e seca, que fundamentado por Duarte e Almeida (2011) consideram que os nemátodes fungívoros tornam-se mais abundantes na estação seca (verão). Mattos *et al.* (2006) considera que tal aumento no final do ciclo da cultura deve-se ao facto das raízes encontrarem-se em decomposição, acrescentando que esse número logo se reduz por ausência de substrato para decomposição fúngica. Em relação aos nemátodes omnívoros, constatou-se em números pouco expressivos e de interpretação mais difícil, uma vez que poderão ter diversas fontes de alimento. Estes nemátodes, de estratégia de vida persistente, respondem mais lentamente a alterações nas condições do solo, em oposição aos bacterívoros e fungívoros predominantemente colonizadores (Bongers, 1990).

No final do ensaio, os números de nemátodes por 100 ml de solo foram maiores nos fungívoros (2462 nemátodes em P2O) do que nos bacterívoros (691 nemátodes em P2R) em todos os talhões dos tratamentos exceto em P1O e P2R, que não apresentaram diferenças entre si (Fig. 3.15). Os resultados obtidos poderão dever-se às condições climáticas e ao fim do ciclo da cultura potenciarem as condições para o



desenvolvimento fúngico do solo, permitindo maior alimento aos nemátodes fungívoros.

Quanto aos nemátodes fitoparasitas detetados, dos géneros *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. são reconhecidamente prejudiciais à cultura do feijoeiro. As maiores populações de endoparasitas pertenceram ao género *Meloidogyne* e ocorreram nos talhões com os tratamentos O, OO e P1R. Os nemátodes *Meloidogyne* spp. parecem ter encontrado nos vários feijoeiros do ensaio hospedeiros suscetíveis, tendo multiplicado a sua população de níveis extremamente baixos (não detetáveis na amostragem inicial) para até cerca de 600 nemátodes por 100 ml de solo.

Os nemátodes do género *Pratylenchus* tinham uma população consideravelmente menor do que as associadas usualmente a quebras de produção: seria necessária uma população inicial destes nemátodes em excesso de 25 nemátodes por 100 ml de solo para prejudicar o crescimento da planta, e de cerca de 50 nemátodes por 100 ml de solo para reduzir significativamente a produção (Elliot e Bird, 1985). A população inicial destes nemátodes na estufa onde decorreu o ensaio era de apenas cerca de 10 por 100 ml de solo, um nível populacional que poderá até impulsionar a taxa de crescimento do feijoeiro (Elliot e Bird, 1985).

O aparecimento de nemátodes fitoparasitas pode ser prejudicial para o desenvolvimento da planta pelas possíveis consequências do ataque das raízes, mas também por permitir o ataque de outras doenças, tais como o fungo *Fusarium* (Kankan e Adomako, 2014). Neste estudo não foi possível verificar o efeito do nemátode e a relação da infeção de *Fusarium*.

Um estudo sobre a resistência de nemátode em cultivares de feijão-verde (*Meloidogyne javanica*) verificou que as cultivares Bencanta e Oriente tinham níveis de tolerância maior a este parasita, apesar de serem susceptíveis. O mesmo estudo mostrou que a cv. Bencanta era mais resistente à infeção, tendo menor número de ovos nas suas raízes por conseguir limitar a reprodução. Em Aintree foi produzido maior número médio de ovos por sistema radicular. As variedades de Feijão de 7 anos e Rajado foram considerados pouco resistentes a *M. javanica*. Mostrou também que as cultivares da espécie *P. coccineus* tem maior potencial como porta-enxerto, em relação com a espécie *P. vulgaris*, pois apresenta raízes maiores (Pires, 2016).

Neste ensaio demonstrou um número reduzido de populações no solo nos tratamentos com a cv. Bencanta em porta-enxerto (P2). Relativamente a cv. Aintree em porta-enxerto (P1), o número de indivíduos obtidos no solo não foi idêntico nas duas cultivares de enxerto. Neste ensaio não foi possível determinar qual a espécie de *P. vulgaris* ou *P. coccineus* mais recomendada para porta-enxerto.

No entanto, o estudo efetuado por Pires (2016) sobre resistência de cultivares de feijão-verde, foi desenvolvido em condições controladas, e em solo autoclavado. Não sendo possível apontar qual(is) o(s) fator(es) que levaram a esta discrepância entre os ensaios em condições de produção comercial e os ensaios em condições controladas, é de sublinhar a importância de realizar ensaios em campo mesmo com combinações pré-selecionadas em laboratório. O estudo em locais com forte infestação permitirá a melhor comparação de cultivares e ação da enxertia em resistência de nemátodes.

O fator temperatura é essencial para o desenvolvimento de nemátode, que se desenvolve rapidamente com temperaturas de 28°C e muito lentamente com temperaturas desfavoráveis Maleita (2011). Neste estudo tivemos temperaturas ideais de desenvolvimento do parasita, o que pode justificar o número superior de populações de nemátode no final do estudo, em relação ao início. Porém, também ocorrem temperaturas acima do limite ótimo, devido ao excesso de calor verificado no ensaio, que a partir de 30°C começam a abrandar o seu desenvolvimento (Dávila-Negrón e Dickson, 2013). No entanto não podemos afirmar se a temperatura foi mais benéfica ou prejudicial ao desenvolvimento do parasita.

## 5 – CONCLUSÃO

Neste estudo relevou, nas condições do ensaio, que não seria recomendado a utilização de enxertia na cultura do feijão-verde. O uso desta técnica resulta numa diminuição da produtividade e qualidade dos frutos. A ocorrência de elevadas temperaturas condicionou a enxertia do feijoeiro, obtendo uma diminuição da produtividade e da qualidade dos frutos.

O número de nemátodes fitoparasitas verificados não foi suficiente para prejudicar a cultura, apesar de não conclusivo que o fator temperatura foi benéfico ou prejudicial ao desenvolvimento do parasita.

Neste ensaio não permitiu determinar qual a espécie do género *Phaseolus* mais recomendada para porta – enxerto, apesar da espécie *Phaseolus coccineus* parecer que tem maior potencial

Devem-se fazer estudos posteriores com as cultivares de feijão-verde que sejam resistentes às alta temperaturas, estudar se a auto enxertia permite a precocidade da colheita e em que cultivares, estudar cultivares porta-enxerto capazes de aumentar a produtividade de cultivares comerciais, em diferentes solos e épocas de produção em condições edafo-climáticas e patológicas adversas.



## 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso S., 2010. Caracterização Físico-Química e Actividade Antioxidante de Novas Variedades de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Escola Superior Agrária de Bragança- Instituto Politécnico de Brangança. 6-9 p.
- Amaro P., 2003. A Proteção Integrada. Instituto Superior de Agronomia – Departamento de Proteção das Plantas e Fitoecologia, 19-21 p.
- Andrade J. A. e Abreu F. G., 2007. Influência da temperatura e do teor de humidade do solo na área foliar e acumulação de matéria seca durante o estabelecimento da ervilha, do milho e do girassol. *Revista de Ciências Agrárias*, 30,2: 28, 29 e 33 p.
- Avillez F. e Carvalho M., 2015. A Importância de uma Gestão Sustentável do Solo para o Crescimento Futuro da Agricultura Portuguesa. *Cultivar – Cadernos de Análise e Prospetiva*. Nº 2. p. 27-30
- Azpilicueta C. e Aruani M., 2016. Nematodos: ¿qué beneficios aportan al suelo? Experticia - Revista de Divulgación Científica de la Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado a 18 de novembro de 2016 <URL: <http://experticia.fca.uncu.edu.ar/component/content/article?id=205:nematodos-que-beneficios-aportan-al-suelo>>
- Baida F., Santiago D., Takahashi L., Athanázio J., Cadioli M e Levy R., 2011. Reação de linhagens de feijão-vagem ao *Meloidogyne javanica* e *M. paranaensis* em casa-de-vegetação. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 2, 33, 237-241, 2011
- Baysal Ö, Siragusa M., Ikten H., Polat I., Gümükcü E., Yigit F., Carimi F. e Silva J., 2009. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* races and their genetic discrimination by molecular markers in West Mediterranean region of Turkey. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 74, 68–75.
- Beyra A. e Artilles G., 2004. Revisión taxonómica de los géneros *Phaseolus* y *Vigna* (Leguminosae-Papilionoideae) en Cuba. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 61, 2, 137 p.
- Bongers T., 1990. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia* 83, 14-19.
- Box J., 2005. Leguminosas. *Prontuario de agricultura*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Presa, 322 p.
- Brass F., Veronezze N. e Pacheco E., 2008. Aspectos Biológicos do *Meloidogyne* spp. relevantes à cultura de café. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*. Nº 14
- Bridge J. e page S., 1980. *Nematologia prática: Um guia de campo e laboratório* (2007), 81.
- CALS, 2010. *History of vegetable Grafting*, College of Agriculture and Life Sciences. University of Arizona. Consultado em 21 de Dezembro de 2015 <URL: <http://cals.arizona.edu/grafting/about/history>>
- Cardoso S., Soares A., Brito A., Carvalho L., Peixoto C., Pereira M e Goes E., 2006. Qualidade de frutos de tomateiro com e sem enxertia. *Bragantia*, Campinas, 65, 2, 269 p.
- Cermeño Z., 1977. *Cultivo de plantas hortícolas em estufa*. Litexa Editora, 115 p.
- Cermeño Z., 1988. *Prontuário de horticulor*. Mais de 10000 dados úteis. Litexa Editora

- CME, 2008. Plano de Caracterização do Sector Agrícola no concelho de Esposende. Câmara Municipal de Esposende, 25-26 p.
- Company M., 1998. El Cultivo de judías verdes en España. Vida Rural. 86 p.
- Costa J. e Paquete, B., 1993. Feijão-verde. Guia do Extensionista. Direcção Regional de Agricultura do Algarve, 1-23.
- Dávila-Negrón M. e Dickson D., 2013. Comparative thermal-time requirements for development of *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, and *M. javanica*, at constant temperatures. *Nematropica*, 2, 43, 152-163.
- Delgado-Salinas A., Bibler R. e Lavin M., 2006. Phylogeny of the Genus *Phaseolus* (Leguminosae): A Recent Diversification in an Ancient Landscape. *Systematic Botany*, 4, 31, 779-791.
- DRAP-N, 2012. Zonas Vulneráveis. Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte.
- Duarte J. e Almeida M, 2011. Comunidade de nemátodes do solo associada a Brassica rapa, em regime de agricultura biológica. 3º Colóquio Nacional de Horticultura Biológica. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 17. 98-101 p.
- Elliot A.P. e Bird G.W., 1985. Pathogenicity of *Pratylenchus penetrans* to navy bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Nematology* 17: 81-85.
- FAO, 2015. Crop Water Information: Bean. Consultado a 10 de novembro de 2016 <URL: [http://www.fao.org/nr/water/cropinfo\\_bean.html](http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_bean.html)>
- FAOSTAT, 2015. FAOSTT online database. Consultado a 12 de Dezembro de 2015 <URL: <http://faostat3.fao.org/>>
- Fernandes J. e Rodrigues P., 2014. Importância da inoculação com bactérias Rhizobium e Bradyrhizobium na produção de leguminosas e o uso do azoto. Hortofruticultura & Floricultura. Consultado em 18 de Dezembro de 2015 <URL: <http://www.agronegocios.eu/noticias/importancia-da-inoculacao-com-bacterias-rhizobium-e-bradyrhizobium-na-producao-de-leguminosas-e-o-uso-do-azoto/>>
- Ferreira, A.L., Capitão, J.A. Mourão, I., Brito, L.M., Costa, S. Moura, L. 2016. Avaliação da enxertia na cultura protegida de feijão-verde na região Litoral Norte. IV Colóquio Nacional de Horticultura Biológica. *Atas Portuguesas de Horticultura*, 25: 15-20 p.
- Gepts P., 1988. Genetic Resources of Phaseolus Beans. Kluwer Academic Publishers. 150 – 151 p.
- Gepts P., 2001. *Phaseolus vulgaris* (Beans). Department of Agronomy and Range Science, University of California. USA, 1-2 p.
- Gonsalves A. e Ferreira S., 1993. Fusarium oxysporum. University of Hawaii at Manoa. Department of Plant Pathology Consultado em 10 de janeiro de 2016. <URL: [http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/f\\_oxys.htm](http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/f_oxys.htm)>
- Goto R., Kabori R., Santos H. e Cañizares K., 2003. Enxertia em Hortaliças. Editora UNESP, 63 e 64 p.
- GPP, s/d. Informação de mercados – produtos Vegetais. Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral.

- Gross, Y. & J. Kigel, 1994. Differential sensitivity to high temperature of stages in the reproductive development of common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Field Crops Research* 36: 201-212.
- Grubinger V., 2007. Grafting Greenhouse Tomatoes. University of Vermont Extension. Vegetable and Berry Program. Consultado a 21 de Dezembro de 2015 <URL: <https://www.uvm.edu/vtvegandberry/factsheets/graftingGHTomato.html>>
- Hagedorn D. e Inglis D., 1989. Handbook of Bean Diseases. University of Wisconsin-Extension, 16 p.
- Hassan M., Chindo P., Marley P. e Alegbejo M., 2010. Management of Root Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) on Tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) Using Organic Wastes in Zaria, Nigeria. *Plant Protect Science*, 46. 34 p.
- Hatfield J. e Prueger J., 2015. Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10, 4–10.
- Kankam F. e Adomako J., 2014. Influence of Inoculum Levels of Root Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) on Tomato (*Solanum lycopersicum* L). *Asian Journal of Agriculture and Food Science*, 2. 172 p.
- Kleiner K. e Frett J., (1996) The effects of high temperature on *Phaseolus lunatus* yield. *Annu Rep Bean Improv Coop*, 39: 65–66 p.
- Koning R., 1994. Morfology & Anatomy. *Plant Physiology Information*. Consultado 31 de janeiro de 2016. < URL: [http://plantphys.info/plants\\_human/labpdf/morphanat.pdf](http://plantphys.info/plants_human/labpdf/morphanat.pdf)>
- Li P., Davis D., Shen Z., 1991. High-temperature-acclimation potential of the common bean: can it be used as a selection criterion for improving crop performance in high-temperature environments? *Field Crops Research*, 27:3, 241-256.
- Maleita C., 2011. Biology and Ecology of the Root-Knot Nematode *Meloidogyne hispanica*. A Species of Emerging Importance. Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, 32 p.
- MAPAMA, 2016. Judía verde. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Consultado em 17 de outubro de 2016 <URL: <http://www.mapama.gob.es/app/MaterialVegetal/fichaMaterialVegetal.aspx?idFicha=2514#>>
- Maroto J., 1995. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi- Prensa. 4ª Ed. 349-359, 368, 370-373, 376, 378 e 380 p.
- Marques A., Opitz L., Afonso, M., Leite E, Pacheco J., Sousa P. e Pacheco R., 2003. Horticultura – Manual do formando. Marquifor, 81-113, 122-149 p.
- Mattos J., Huang S. e Pimentel C., 2006. Grupos Tróficos da Comunidade de Nematóides do Solo em oito Sistemas de Uso da Terra nos Cerrados do Brasil Central. *Nematol. Bras.*, Brasília, 30, 3. 268-271 p.
- Maxted N. e Bennett S., 2001. Plant genetic resources of legumes in the Mediterranean. *Current plant science and Biotechnology in agriculture*. Springer Science+Business Media, B.V. 1-29 p.

- Maynard D.N. e Hochmuth G.J. 2007. Knott's Handbook for Vegetable Growers. 5th Ed., John Wiley & Sons, Inc., 621 p.
- McCarter J., Mitreva M., Martin J., Dante M., Wylie T., Rao U., Pape D., Bowers Y., Theising B., Murphy C., Kloek A., Chiapelli B., Clifton S., Bird D. e Waterston R., 2003. Analysis and functional classification of transcripts from the nematode *Meloidogyne incognita*. Consultado em 18 de Dezembro de 2015. <URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC154577/>>
- Meronuck R., Hardman L. e Lamey H. (2009), Edible bean disease and disorder identification. Consultado a 22 de julho de 2016 <URL:<http://www.extension.umn.edu/garden/yard-garden/vegetables/edible-bean-disease-and-disorder-identification/#damping-off>>
- Miles C., Hesnault L., Johnson S. e Krelde P., 2013. Vegetable Grafting: Watermelon. Washington State University Extension, 1-5 p.
- Miranda C., Henriques C., Carvalho A., Rodrigues A., Miranda, S., Rosa M., Santos M., Cajão N., Bizarro P., Prieto R. e Silva R., 2004. Manual de Produção Integrada de Culturas Hortícolas. Associação Interprofissional de Horticultura do Oeste, 145 p.
- Mitrowski N. e Abawi G., 2003. Root-knot nematodes. The Plant Health Instructor.
- Mohammed A., 2013. On the species status of the root-knot nematode *Meloidogyne ulmi* Palmisano and Ambrogioni, 2000 (Nematoda: Meloidogynidae). European Master of Science in Nematology, 2 p.
- Monteiro A., 2004. Análise genômica e sequenciamento automático de rDNA em populações de *Fusarium oxysporum*. Universidade Federal de Alagoas. 6-8 p.
- Moura, L. (1993). Solarização do solo em estufa na Região de Entre Douro e Minho. Acção sobre patogéneos do solo e efeitos na produção de culturas hortícolas. Tese de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia/Universidade de Lisboa. Lisboa.
- Mourão I. e Brito M., 2015. Enxertia em Culturas Hortícolas. Agrotec Revista Técnico-Científica Agrícola. 12. 53-56 p.
- NCBI, s/d. National Center for Biotechnology Information. U.S. National Library of Medicine. Consultado a 8 de Janeiro de 2016.. <URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=886597&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>>
- Nonnecke L, 1989. Vegetable production. Na Avi Book, 270 p.
- Ofir M., Gross Y., Bangerth F., Kigel J., 1993. High temperature effects on pod and seed production as related to hormone levels and abscission of reproductive structures in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Scientia Horticulturae*, 55(3-4), 201-211 p.
- Orzolek M. e Greaser G., 2002. Snap Bean Production, College of Agricultural Sciences – Agricultural Research and Cooperative Extension, Pennsylvania State University.
- PDR 2020. Valores de produção Padrão – Jovens Agricultores. Consultado a 10 de agosto de 2015 <URL: <http://www.pdr-2020.pt/site/>>



- Peil R., 2003. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. *Ciência Rural*, Santa Maria, 33, 1169-1177 p.
- Pereira V., Gris D., Marangoni T., Frigo J, Azevedo K e Grzesiuck A., 2014. Exigências Agroclimáticas para a Cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 3. 34-36 p.
- Pérez-Alfocea, F. 2015. Why should we investigate vegetable grafting?. *International Society for Horticultural Science*. Consultado a 20 de janeiro de 2016 <URL: [http://www.ishs.org/ishs-article/1086\\_1](http://www.ishs.org/ishs-article/1086_1)>
- Perin A., Guerra J. e Teixeira M., 2003. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37, 791.
- Pires C., 2016. Avaliação da resistência de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus* spp.) a *Meloidogyne javanica*, para uso como porta-enxerto. Tese de Mestrado. Universidade do Minho. Braga.
- Ramegowda V. e Senthil-Kumar M, 2014. The interactive effects of simultaneous biotic and abiotic stresses on plants: Mechanistic understanding from drought and pathogen combination. *Journal of Plant Physiology*. Elsevier, 176: 47-54 p.
- Rivard C. e Louws F., s/d. Grafting for Disease Resistance in Heirloom Tomatoes. North Carolina Cooperative Extension Service. College of Agriculture & Life sciences.
- Rosa C., 2005. Fertilização Racional das Culturas. Confederação Nacional das Cooperativas Agrícolas e do Crédito Consultado a 2 de janeiro de 2016 <URL: <http://www.confagri.pt/Ambiente/AreasTematicas/Pages/doc24.aspx>>
- Rubatzky V. e Yamaguchi M., 1997. *World Vegetables – Principles, Production and Nutritive Values*. Chapman and Hall. 2<sup>nd</sup> Ed. 491, 535 p.
- Schwartz H. e Harveson R., (2015). Diseases of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Consultado a 31 de agosto de 2016 <URL: <https://www.apsnet.org/publications/commonnames/Pages/Bean.aspx>>
- Schwartz, H., 1989. Additional problems. *Beans production problems in the tropic*. 2<sup>nd</sup> Ed., 68 p.
- Silva B., Mendes F. e Kageyama P., s/d. Desenvolvimento econômico, social e ambiental da agricultura familiar pelo conhecimento agroecológico. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- Silva H., 2005. Morfologia. EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Consultado a 22 de julho de 2016<URL:[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/AG01\\_9\\_1311200215101.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/AG01_9_1311200215101.html)>
- Silva, H e Costa A., 2003. Caracterização Botânica de Espécies Silvestres do Gênero *Phaseolus* L. (Leguminosae). Embrapa. 1<sup>a</sup> Ed. Brasil, 12 p.
- Tindall, H. 1983. *Vegetables in the tropics*. Macmillan International College Edition, 283 p.
- Trindade R., 2012. Melhoramento para resistência genética ao crestamento bacteriano comum em feijão comum e feijão-de-vagem: aspectos gerais, avanços, desafios e perspectivas. *Enciclopédia Biosfera*. Centro Científico Conhecer, Goiânia, 15, 8, 1204-1220.

- UCDAVIS, 2013. *Meloidogyne*. Consultado em 21 de dezembro de 2015. URL: <<http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxadata/G076.HTM>> (última atualização 27 de Dez. 2013).
- Ureba M. e Vara J., 2012. La podredumbre de rizomas y raíces del espárrago causada por “Fusarium” en España. Junta de Andalucía.
- USDA, s/d, United States Department of Agriculture – Natural Resources Conservation Service. Consultado a 18 de Dezembro 2015. <URL: <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=PHVU>>
- Vaz F., 2015. Avaliação dos efeitos da enxertia na produtividade e qualidade de duas cultivares de feijão- verde. Relatório final de Licenciatura. Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Ponte de Lima, 4pp.
- Vaz, F.B., Mourão, I., Rodrigues, J.R., Brito, L.M., Costa, S.R. 2016. *Efeitos da enxertia na produtividade e qualidade de duas cultivares de feijão-verde*. IV Colóquio Nacional de Horticultura Biológica. Atas Portuguesas de Horticultura, 25: 21-27 p.
- Whitehead A. e Hemming J., 1965. A comparison of some quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from soil. *Annals of Applied Biology*, 55, 25-38.

## **ANEXOS**



Figura A 1.1 – Bloco 1

Serviços Analíticos **Laboratório de Solos**

**FICHA INFORMATIVA DE AMOSTRA DE TERRA**

Informação Sobre a Origem da Amostra de Terra		Informação do Laboratório		
Data de Colheita		Data de Recepção	19-04-2016	
Referência	E1	nº Laboratório	334/2016	
Propriedade	Helder Fernandes	Análise	Resultado	Observação
Lugar	ESAPL	Textura	Mediana	
Freguesia		pH (H2O)	5,4	Ácido
Concelho	ESAPL	M.Org. (%)	3,9	Médio
Profundidade (cm)		P2O5 (ug.g-1)	72	Médio
Cultura a realizar		K2O (ug.g-1)	119	Médio
Produção esperada		B (ug.g-1)		
Área do campo:		Cond.Eléct.(mS.cm-1)		
Ultima Cultura		% N Total		
Textura: Método Manual		N(min)ug.g-1		
pH: Extracto em água		N.NH4 (ug.g-1)		
Matéria orgânica: Colorimétrico		Ca (ug.g-1)	954	
		Mg (ug.g-1)	77	Médio
		Fe (ug.g-1)		
		Cu (ug.g-1)		

Figura A 1.2 – Bloco 2

Serviços Analíticos **Laboratório de Solos**

**FICHA INFORMATIVA DE AMOSTRA DE TERRA**

Informação Sobre a Origem da Amostra de Terra		Informação do Laboratório		
Data de Colheita		Data de Recepção	19-04-2016	
Referência	E2	nº Laboratório	335/2016	
Propriedade	Helder Fernandes	Análise	Resultado	Observação
Lugar	ESAPL	Textura	Mediana	
Freguesia		pH (H2O)	5,5	Ácido
Concelho	ESAPL	M.Org. (%)	3,7	Médio
Profundidade (cm)		P2O5 (ug.g-1)	104	Médio
Cultura a realizar		K2O (ug.g-1)	137	Médio
Produção esperada		B (ug.g-1)		
Área do campo:		Cond.Eléct.(mS.cm-1)		
Ultima Cultura		% N Total		
Textura: Método Manual		N(min)ug.g-1		
pH: Extracto em água		N.NH4 (ug.g-1)		
Matéria orgânica: Colorimétrico		Ca (ug.g-1)	759	
		Mg (ug.g-1)	78	Médio
		Fe (ug.g-1)		

Figura A. 1.3 – Bloco 3

Serviços Analíticos **Laboratório de Solos**

**FICHA INFORMATIVA DE AMOSTRA DE TERRA**

Informação Sobre a Origem da Amostra de Terra		Informação do Laboratório		
Data de Colheita		Data de Recepção	19-04-2016	
Referência	E3	nº Laboratório	336/2016	
Propriedade	Helder Fernandes	Análise	Resultado	Observação
Lugar	ESAPL	Textura	Mediana	
Freguesia		pH (H2O)	5,1	Ácido
Concelho	ESAPL	M.Org. (%)	3,3	Médio
Profundidade (cm)		P2O5 (ug.g-1)	121	Médio
Cultura a realizar		K2O (ug.g-1)	159	Alto
Produção esperada		B (ug.g-1)		
Área do campo:		Cond.Eléct.(mS.cm-1)		
Ultima Cultura		% N Total		
Textura: Método Manual		N(min)ug.g-1		
pH: Extracto em água		N.NH4 (ug.g-1)		
Matéria orgânica: Colorimétrico		Ca (ug.g-1)	872	
		Mg (ug.g-1)	155	Muito Alto
		Fe (ug.g-1)		

## A2 – Cálculos de fertilização

Área da estufa 10m x 45m= 450m<sup>2</sup> – Área do ensaio na estufa 10 m x 14,4 m= 144 m<sup>2</sup>

### Aplicação de Fundo de adubo de síntese do tipo 14-7-14 (2-1-2).

- (1/2) Saco de 25 kg para 450 m<sup>2</sup> – 12,5 kg
- Para a área em estudo 144 m<sup>2</sup> – 4 kg

N (kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	K <sub>2</sub> O (kg)
<b>0,56</b>	0,28	0,56

### Aplicação de Corretivo Calcipham 40% de Cálcio e 4% de Magnésio.

- 1 Saco de 40kg para 450 m<sup>2</sup>.
- Para a área em estudo 144 m<sup>2</sup> –

CaO (kg)	Mg (kg)
<b>5,00</b>	0,50

### Fertirrega, com 1 aplicação de Soluteck (13-40-13).

- 10 Minutos de rega gasta 4,81 kg para 450 m<sup>2</sup>
- Para a área em estudo 144 m<sup>2</sup> – 1,54 kg

Nutrientes	N (kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	K <sub>2</sub> O (kg)
<b>Soluteck (13-40-13)* 1,54 kg</b>	0,20	0,62	0,20

### Aplicação de Calcimag (13,5% N, 16,7% CaO e 6% de Mg).

- Aplicação de 0,13 kg de Calcimag – 450 m<sup>2</sup>
- Para a área em estudo 144 m<sup>2</sup> – 0,04 kg

Nutrientes	N (kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	K <sub>2</sub> O (kg)	CaO (kg)	Mg (kg)
<b>Calcimag* 16,7% CaO e 6% Mg- 0,04 kg</b>	6x10 <sup>-3</sup>	–	–	7x10 <sup>-3</sup>	2x10 <sup>-3</sup>

### Aplicação de Actiflor:

- Aplicação de 0,094 kg de Actiflor– 450 m<sup>2</sup>
- Para a área em estudo 144 m<sup>2</sup> – 0,03 kg

Nutrientes	N (kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	K <sub>2</sub> O (kg)	CaO (kg)	Mg (kg)
<b>Actiflor* 0,03kg</b>	–	2x10 <sup>-4</sup>	2x10 <sup>-4</sup>	1x10 <sup>-4</sup>	3x10 <sup>-6</sup>

### Total de fertilizantes aplicados para 144 m<sup>2</sup>

Nutrientes	N (kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	K <sub>2</sub> O (kg)	CaO (kg)	Mg (kg)
<b>Total aplicado</b>	0,82	0,90	0,76	5,07	0,52

### A3 – Volumes recolhidos nos gotejadores (ml)

Tempo de medição: 1 min

LOCALIZAÇÃO DO LATERAL NO SUB-SETOR	LOCALIZAÇÃO DO GOTEJADOR NA LATERAL			
	À entrada do Lateral	1/3 do Comprimento	2/3 do Comprimento	No final do Lateral
À entrada	60	57	58	45
1/3 Abaixo	60	60	60	60
2/3 Abaixo	60	60	60	60
No final	60	60	60	60

- Volume médio recolhido:

$$V_{med} = \frac{\sum_{i=1}^{16} \text{volumes recolhidos}}{\text{n}^\circ \text{ de observações}}$$
$$= \frac{13 \times 60 + 57 + 58 + 45}{16} = 58,75 \text{ ml}$$

- Caudal médio:

$$Q_{med} = \frac{V_{med}}{\text{Tempo de medição}} = \frac{58,75}{1} \times 0,06$$

$$Q_{med} = 3,525 \text{ l/h}$$

### A3 (continuação) – Volumes recolhidos nos gotejadores (ml)

- Volume médio recolhido no quartil inferior:

$$V_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^4 58 + 45 + 60 + 60}{4}$$

$$V_{\text{med}} = 55,75 \text{ ml}$$

- Caudal medio recolhido no quartil mínimo:

$$q_{\min} = \frac{V_{\text{med}}}{\text{Tempo de medição de observações}}$$

$$q_{\min} = \frac{55,75}{1} \times 0,06 = 3,345 \text{ l/h}$$

- Coeficiente de Uniformidade de caudais:

$$\text{CUC} = 100 \times \frac{q_{\min}}{q_{\text{med}}} = 100 \times \frac{3,345}{3,525}$$

$$\text{CUC} = 94,89\%$$



## A4 – Fitofármacos aplicados na cultura

### RUFAS AVANCE:



#### O SEU ANTI-TRIPES DE ELEIÇÃO

**Formulação:** Emulsão de óleo em água com 75 g/l ou 7,02% (p/p) de acrinatrina  
**Grupo químico:** Piretróide  
**APV: 3587**

**Classificação DPD:**  
Nocivo; Perigoso para o ambiente

**Classificação CLP:** ATENÇÃO



**Classificação ADR:** UN 3082  
Documento de Transporte - UN 3082, MATÉRIA PERIGOSA DO PONTO DE VISTA DO AMBIENTE, LÍQUIDA, N.S.A., (Contém acrinatrina), 9, III, 3 (E)

#### Características

O **Rufast Avance** é um insecticida que actua por contacto e ingestão, indicado para combater tripses, nomeadamente o tripe da Califórnia (*Frankliniella occidentalis*), assim como cicadélideos na vinha. Detém um forte poder de choque devido ao modo de acção por contacto e ingestão. Persistência de acção prolongada o que permite reduzir o número de tratamentos. Boa selectividade para os auxiliares.

#### Condições de Aplicação

CULTURA	PRAGA	CONCENTRAÇÃO	APLICAÇÃO	IS
VINHA	Cicadélideos ( <i>Empoasca</i> spp., <i>Jacobiasca lybica</i> e <i>Scaphalidius titanus</i> ): 20 ml/hl ou 200 ml/ha. Tratar ao aparecimento da praga. Realizar no máximo uma aplicação por ciclo cultural. Volume de calda: 1000 L/ha.	20 ml/hl ou 200 ml/ha	Tratar ao aparecimento da praga. Realizar no máximo uma aplicação por ciclo cultural. Volume de calda: 1000 L/ha.	21 dias em videira, não efectuando em videira mais de uma aplicação.
FEUJOIRO, MELOEIRO, PEPINO, PIMENTEIRO e TOMATEIRO (em estufa ou ao ar livre)	Tripses ( <i>Thrips</i> spp. e <i>Frankliniella occidentalis</i> ): 30-60 ml/hl, não excedendo a dose de 300 ml/ha. Tratar ao aparecimento da praga.	30-60 ml/hl, não excedendo a dose de 300 ml/ha	Tratar ao aparecimento da praga. Volume de calda: 500-1000 L/ha.	3 dias, não efectuando mais de uma aplicação
AMEXEIRA e PÊSSEGUEIRO	Tripses ( <i>Thrips</i> spp.): 30-60 ml/hl, não excedendo a dose de 300 ml/ha. Tratar ao aparecimento da	30-60 ml/hl, não excedendo a dose de 300	Tratar ao aparecimento da praga. Volume de calda: 500-1000 L/ha	14 dias

### NATURSCROP:



#### NATURSCROP Forte 50ml

- Dilui-se o produto: 3-4 ml por litro de água.
- Pulveriza-se a planta inteira com a solução, por meio de um aplicador (tanto a viga e os lados de baixo das folhas).
- Deixe secar.
- Repetir o tratamento após 5 dias.
- Como prevenção aplicado a cada 15 dias.
- É um produto fotodegradáveis, a aplicação é recomendada nos momentos do dia menor incidência solar, de preferência ao pôr do sol.

## A 5 – Análise estatística da cultivar de feijão-verde Oriente

### Quadro A 5.1

#### Fatores entre assuntos

		N
PortaEnx	Normal	3
	P1	3
	P2	3
	self	3
Repet	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4

### Quadro A 5.2

#### Testes de efeitos entre assuntos

Origem	Variável dependente	Tipo III Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
PortaEnx	MS	2,229	3	,743	3,408	,094
	CompVag	3,682	3	1,227	1,358	,342
	NVagens	17806,329	3	5935,443	2,980	,118
	PesoFresco	3371520,076	3	1123840,025	3,234	,103
	DefLig	167,293	3	55,764	7,312	,020
	DefGraves	67,567	3	22,522	1,330	,349
	PesoSeco	41535,230	3	13845,077	5,423	,038
	Data1Flor	38,063	3	12,688	2,486	,158
	Data1Vag	203,417	3	67,806	23,990	,001
	Data1Colh	62,250	3	20,750	7,165	,021
Repet	MS	2,312	2	1,156	5,301	,047
	CompVag	,195	2	,097	,108	,899
	NVagens	11033,207	2	5516,603	2,769	,141
	PesoFresco	1932158,162	2	966079,081	2,780	,140
	DefLig	123,112	2	61,556	8,071	,020
	DefGraves	156,240	2	78,120	4,614	,061
	PesoSeco	11261,807	2	5630,903	2,206	,191
	Data1Flor	22,875	2	11,438	2,241	,188
	Data1Vag	9,542	2	4,771	1,688	,262
	Data1Colh	22,792	2	11,396	3,935	,081
Erro	MS	1,308	6	,218		
	CompVag	5,425	6	,904		
	NVagens	11951,793	6	1991,966		
	PesoFresco	2085336,872	6	347556,145		
	DefLig	45,762	6	7,627		
	DefGraves	101,593	6	16,932		
	PesoSeco	15317,620	6	2552,937		
	Data1Flor	30,625	6	5,104		
	Data1Vag	16,958	6	2,826		
	Data1Colh	17,375	6	2,896		

**Quadro A 5.3****Estimativas**

Variável dependente	PortaEnx	Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
MS	Normal	10,500	,270	9,840	11,160
	P1	9,333	,270	8,674	9,993
	P2	9,833	,270	9,174	10,493
	self	10,167	,270	9,507	10,826
CompVag	Normal	17,833	,549	16,490	19,177
	P1	19,333	,549	17,990	20,677
	P2	18,233	,549	16,890	19,577
	self	18,300	,549	16,957	19,643
NVagens	Normal	172,433	25,768	109,381	235,485
	P1	99,033	25,768	35,981	162,085
	P2	84,167	25,768	21,115	147,219
	self	162,800	25,768	99,748	225,852
PesoFresco	Normal	2413,200	340,370	1580,343	3246,057
	P1	1529,367	340,370	696,510	2362,223
	P2	1305,800	340,370	472,943	2138,657
	self	2513,667	340,370	1680,810	3346,523
DefLig	Normal	41,800	1,594	37,898	45,702
	P1	49,133	1,594	45,232	53,035
	P2	50,200	1,594	46,298	54,102
	self	42,733	1,594	38,832	46,635
DefGraves	Normal	18,300	2,376	12,487	24,113
	P1	22,700	2,376	16,887	28,513
	P2	23,933	2,376	18,120	29,747
	self	19,067	2,376	13,253	24,880
PesoSeco	Normal	249,300	29,172	177,920	320,680
	P1	132,600	29,172	61,220	203,980
	P2	127,000	29,172	55,620	198,380
	self	245,433	29,172	174,053	316,814
Data1Flor	Normal	34,500	1,304	31,308	37,692
	P1	32,000	1,304	28,808	35,192
	P2	34,000	1,304	30,808	37,192
	self	30,000	1,304	26,808	33,192
Data1Vag	Normal	43,833	,971	41,458	46,208
	P1	42,667	,971	40,292	45,042
	P2	43,833	,971	41,458	46,208
	self	34,000	,971	31,625	36,375
Data1Colh	Normal	47,000	,982	44,596	49,404
	P1	47,000	,982	44,596	49,404
	P2	49,333	,982	46,929	51,737
	self	43,000	,982	40,596	45,404

### Quadro A 5.4

#### Comparações de pares

Variável dependente	(I) PortaEnx	(J) PortaEnx	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig. <sup>b</sup>	95% Intervalo de Confiança para Diferença <sup>b</sup>	
						Limite inferior	Limite superior
MS	Normal	P1	1,167	,381	,022	,234	2,100
		P2	,667	,381	,131	-,266	1,600
		self	,333	,381	,416	-,600	1,266
	P1	Normal	-1,167	,381	,022	-2,100	-,234
		P2	-,500	,381	,238	-1,433	,433
		self	-,833	,381	,072	-1,766	,100
	P2	Normal	-,667	,381	,131	-1,600	,266
		P1	,500	,381	,238	-,433	1,433
		self	-,333	,381	,416	-1,266	,600
	self	Normal	-,333	,381	,416	-1,266	,600
		P1	,833	,381	,072	-,100	1,766
		P2	,333	,381	,416	-,600	1,266
CompVag	Normal	P1	-1,500	,776	,102	-3,400	,400
		P2	-,400	,776	,625	-2,300	1,500
		self	-,467	,776	,570	-2,366	1,433
	P1	Normal	1,500	,776	,102	-,400	3,400
		P2	1,100	,776	,206	-,800	3,000
		self	1,033	,776	,232	-,866	2,933
	P2	Normal	,400	,776	,625	-1,500	2,300
		P1	-1,100	,776	,206	-3,000	,800
		self	-,067	,776	,934	-1,966	1,833
	self	Normal	,467	,776	,570	-1,433	2,366
		P1	-1,033	,776	,232	-2,933	,866
		P2	,067	,776	,934	-1,833	1,966
NVagens	Normal	P1	73,400	36,441	,091	-15,769	162,569
		P2	88,267	36,441	,052	-,902	177,436
		self	9,633	36,441	,800	-79,536	98,802
	P1	Normal	-73,400	36,441	,091	-162,569	15,769
		P2	14,867	36,441	,697	-74,302	104,036
		self	-63,767	36,441	,131	-152,936	25,402
	P2	Normal	-88,267	36,441	,052	-177,436	,902
		P1	-14,867	36,441	,697	-104,036	74,302
		self	-78,633	36,441	,074	-167,802	10,536
	self	Normal	-9,633	36,441	,800	-98,802	79,536
		P1	63,767	36,441	,131	-25,402	152,936
		P2	78,633	36,441	,074	-10,536	167,802
PesoFresco	Normal	P1	883,833	481,357	,116	-294,004	2061,670
		P2	1107,400	481,357	,061	-70,437	2285,237
		self	-100,467	481,357	,842	-1278,304	1077,370
	P1	Normal	-883,833	481,357	,116	-2061,670	294,004
		P2	223,567	481,357	,659	-954,270	1401,404
		self	-984,300	481,357	,087	-2162,137	193,537
	P2	Normal	-1107,400	481,357	,061	-2285,237	70,437
		P1	-223,567	481,357	,659	-1401,404	954,270
		self	-1207,867	481,357	,046	-2385,704	-30,030
	self	Normal	100,467	481,357	,842	-1077,370	1278,304
		P1	984,300	481,357	,087	-193,537	2162,137
		P2	1207,867	481,357	,046	30,030	2385,704

**Quadro A 5.4 (continuação)**

DefLig	Normal	P1	-7,333	2,255	,017	-12,851	-1,816
		P2	-8,400	2,255	,010	-13,918	-2,882
		self	,933	2,255	,693	-6,451	4,584
	P1	Normal	7,333	2,255	,017	1,816	12,851
		P2	-1,067	2,255	,653	-6,584	4,451
		self	6,400	2,255	,030	,882	11,918
	P2	Normal	8,400	2,255	,010	2,882	13,918
		P1	1,067	2,255	,653	-4,451	6,584
		self	7,467	2,255	,016	1,949	12,984
	self	Normal	,933	2,255	,693	-4,584	6,451
		P1	-6,400	2,255	,030	-11,918	-,882
		P2	-7,467	2,255	,016	-12,984	-1,949
DefGraves	Normal	P1	-4,400	3,360	,238	-12,621	3,821
		P2	-5,633	3,360	,145	-13,854	2,588
		self	-,767	3,360	,827	-8,988	7,454
	P1	Normal	4,400	3,360	,238	-3,821	12,621
		P2	-1,233	3,360	,726	-9,454	6,988
		self	3,633	3,360	,321	-4,588	11,854
	P2	Normal	5,633	3,360	,145	-2,588	13,854
		P1	1,233	3,360	,726	-6,988	9,454
		self	4,867	3,360	,198	-3,354	13,088
	self	Normal	,767	3,360	,827	-7,454	8,988
		P1	-3,633	3,360	,321	-11,854	4,588
		P2	-4,867	3,360	,198	-13,088	3,354
PesoSeco	Normal	P1	116,700	41,255	,030	15,753	217,647
		P2	122,300	41,255	,025	21,353	223,247
		self	3,867	41,255	,928	-97,080	104,814
	P1	Normal	-116,700	41,255	,030	-217,647	-15,753
		P2	5,600	41,255	,896	-95,347	106,547
		self	-112,833	41,255	,034	-213,780	-11,886
	P2	Normal	-122,300	41,255	,025	-223,247	-21,353
		P1	-5,600	41,255	,896	-106,547	95,347
		self	-118,433	41,255	,028	-219,380	-17,486
	self	Normal	-3,867	41,255	,928	-104,814	97,080
		P1	112,833	41,255	,034	11,886	213,780
		P2	118,433	41,255	,028	17,486	219,380
Data1Flor	Normal	P1	2,500	1,845	,224	-2,014	7,014
		P2	,500	1,845	,795	-4,014	5,014
		self	4,500	1,845	,051	-,014	9,014
	P1	Normal	-2,500	1,845	,224	-7,014	2,014
		P2	-2,000	1,845	,320	-6,514	2,514
		self	2,000	1,845	,320	-2,514	6,514
	P2	Normal	-,500	1,845	,795	-5,014	4,014
		P1	2,000	1,845	,320	-2,514	6,514
		self	4,000	1,845	,073	-,514	8,514
	self	Normal	-4,500	1,845	,051	-9,014	,014
		P1	-2,000	1,845	,320	-6,514	2,514
		P2	-4,000	1,845	,073	-8,514	,514

**Quadro A 5.4 (continuação)**

Data1Vag	Normal	P1	1,167	1,373	,428	-2,192	4,526
		P2	,000	1,373	1,000	-3,359	3,359
		Self	9,833	1,373	,000	6,474	13,192
	P1	Normal	-1,167	1,373	,428	-4,526	2,192
		P2	-1,167	1,373	,428	-4,526	2,192
		Self	8,667	1,373	,001	5,308	12,026
	P2	Normal	,000	1,373	1,000	-3,359	3,359
		P1	1,167	1,373	,428	-2,192	4,526
		Self	9,833	1,373	,000	6,474	13,192
	self	Normal	-9,833	1,373	,000	-13,192	-6,474
		P1	-8,667	1,373	,001	-12,026	-5,308
		P2	-9,833	1,373	,000	-13,192	-6,474
Data1Colh	Normal	P1	,000	1,389	1,000	-3,400	3,400
		P2	-2,333	1,389	,144	-5,733	1,067
		self	4,000	1,389	,028	,600	7,400
	P1	Normal	,000	1,389	1,000	-3,400	3,400
		P2	-2,333	1,389	,144	-5,733	1,067
		self	4,000	1,389	,028	,600	7,400
	P2	Normal	2,333	1,389	,144	-1,067	5,733
		P1	2,333	1,389	,144	-1,067	5,733
		self	6,333	1,389	,004	2,933	9,733
	self	Normal	-4,000	1,389	,028	-7,400	-,600
		P1	-4,000	1,389	,028	-7,400	-,600
		P2	-6,333	1,389	,004	-9,733	-2,933

Baseado em médias marginais estimadas

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

b. Ajuste para diversas comparações: Diferença Menos Significativa (equivalente a nenhum ajuste).

## A 6 – Análise estatística do ensaio da cultivar de feijão-verde Rajado

### Quadro A 6.1

Fatores entre assuntos

		N
PortaEnx	P1	3
	P2	3
	P3	3
Repet	1,00	3
	2,00	3
	3,00	3

### Quadro A 6.2

Testes de efeitos entre assuntos

Origem	Variável dependente	Tipo III Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
PortaEnx	MS	,002	2	,001	,019	,981
	CompVag	1,167	2	,583	8,750	,035
	NVagens	1957,449	2	978,724	,823	,502
	PesoFresco	386765,840	2	193382,920	1,241	,381
	DefLig	10,747	2	5,373	,173	,847
	DefGraves	68,842	2	34,421	1,381	,350
	PesoSeco	3557,540	2	1778,770	2,260	,220
	Data1Flor	,000	2	,000	.	.
	Data1Vag	22,167	2	11,083	1,956	,256
	Data1Colh	24,500	2	12,250	1,118	,411
Repet	MS	,242	2	,121	2,096	,238
	CompVag	,207	2	,103	1,550	,317
	NVagens	585,362	2	292,681	,246	,793
	PesoFresco	109813,860	2	54906,930	,352	,723
	DefLig	43,247	2	21,623	,698	,550
	DefGraves	62,136	2	31,068	1,246	,380
	PesoSeco	1527,440	2	763,720	,970	,453
	Data1Flor	,000	2	,000	.	.
	Data1Vag	28,167	2	14,083	2,485	,199
	Data1Colh	15,167	2	7,583	,692	,552
Erro	MS	,231	4	,058		
	CompVag	,267	4	,067		
	NVagens	4758,511	4	1189,628		
	PesoFresco	623274,320	4	155818,580		
	DefLig	123,987	4	30,997		
	DefGraves	99,704	4	24,926		
	PesoSeco	3148,040	4	787,010		
	Data1Flor	,000	4	,000		
	Data1Vag	22,667	4	5,667		
	Data1Colh	43,833	4	10,958		

### Quadro A 6.3

#### Estimativas

Variável dependente	PortaEnx	Média	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
MS	P1	9,267	,139	8,881	9,652
	P2	9,300	,139	8,915	9,685
	P3	9,267	,139	8,881	9,652
CompVag	P1	13,900	,149	13,486	14,314
	P2	14,733	,149	14,319	15,147
	P3	14,567	,149	14,153	14,981
NVagens	P1	86,600	19,913	31,312	141,888
	P2	122,667	19,913	67,378	177,955
	P3	102,867	19,913	47,578	158,155
PesoFresco	P1	958,333	227,902	325,575	1591,092
	P2	1464,533	227,902	831,775	2097,292
	P3	1246,133	227,902	613,375	1878,892
DefLig	P1	34,033	3,214	25,109	42,958
	P2	36,500	3,214	27,575	45,425
	P3	34,367	3,214	25,442	43,291
DefGraves	P1	22,133	2,882	14,130	30,136
	P2	18,467	2,882	10,464	26,470
	P3	25,233	2,882	17,230	33,236
PesoSeco	P1	84,800	16,197	39,830	129,770
	P2	133,500	16,197	88,530	178,470
	P3	109,200	16,197	64,230	154,170
Data1Flor	P1	34,000	,000	34,000	34,000
	P2	34,000	,000	34,000	34,000
	P3	34,000	,000	34,000	34,000
Data1Vag	P1	44,667	1,374	40,851	48,483
	P2	48,500	1,374	44,684	52,316
	P3	46,833	1,374	43,017	50,649
Data1Colh	P1	50,667	1,911	45,360	55,973
	P2	54,167	1,911	48,860	59,473
	P3	54,167	1,911	48,860	59,473



## Quadro A 6.4

### Comparações de pares

Variável dependente	(I) PortaEnx	(J) PortaEnx	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig. <sup>b</sup>	95% Intervalo de Confiança para Diferença <sup>b</sup>	
						Limite inferior	Limite superior
MS	P1	P2	-,033	,196	,873	-,578	,512
		P3	,000	,196	1,000	-,545	,545
	P2	P1	,033	,196	,873	-,512	,578
		P3	,033	,196	,873	-,512	,578
	P3	P1	,000	,196	1,000	-,545	,545
		P2	-,033	,196	,873	-,578	,512
CompVag	P1	P2	-,833	,211	,017	-1,419	-,248
		P3	-,667	,211	,034	-1,252	-,081
	P2	P1	,833	,211	,017	,248	1,419
		P3	,167	,211	,473	-,419	,752
	P3	P1	,667	,211	,034	,081	1,252
		P2	-,167	,211	,473	-,752	-,419
NVagens	P1	P2	-36,067	28,162	,270	-114,256	42,123
		P3	-16,267	28,162	,594	-94,456	61,923
	P2	P1	36,067	28,162	,270	-42,123	114,256
		P3	19,800	28,162	,521	-58,390	97,990
	P3	P1	16,267	28,162	,594	-61,923	94,456
		P2	-19,800	28,162	,521	-97,990	58,390
PesoFresco	P1	P2	-506,200	322,303	,191	-1401,056	388,656
		P3	-287,800	322,303	,422	-1182,656	607,056
	P2	P1	506,200	322,303	,191	-388,656	1401,056
		P3	218,400	322,303	,535	-676,456	1113,256
	P3	P1	287,800	322,303	,422	-607,056	1182,656
		P2	-218,400	322,303	,535	-1113,256	676,456
DefLig	P1	P2	-2,467	4,546	,616	-15,088	10,155
		P3	-,333	4,546	,945	-12,955	12,288
	P2	P1	2,467	4,546	,616	-10,155	15,088
		P3	2,133	4,546	,663	-10,488	14,755
	P3	P1	,333	4,546	,945	-12,288	12,955
		P2	-2,133	4,546	,663	-14,755	10,488
DefGraves	P1	P2	3,667	4,076	,419	-7,651	14,985
		P3	-3,100	4,076	,489	-14,418	8,218
	P2	P1	-3,667	4,076	,419	-14,985	7,651
		P3	-6,767	4,076	,172	-18,085	4,551
	P3	P1	3,100	4,076	,489	-8,218	14,418
		P2	6,767	4,076	,172	-4,551	18,085
PesoSeco	P1	P2	-48,700	22,906	,101	-112,297	14,897
		P3	-24,400	22,906	,347	-87,997	39,197
	P2	P1	48,700	22,906	,101	-14,897	112,297
		P3	24,300	22,906	,349	-39,297	87,897
	P3	P1	24,400	22,906	,347	-39,197	87,997
		P2	-24,300	22,906	,349	-87,897	39,297
Data1Flor	P1	P2	,000	,000	.	,000	,000
		P3	,000	,000	.	,000	,000
	P2	P1	,000	,000	.	,000	,000
		P3	,000	,000	.	,000	,000
	P3	P1	,000	,000	.	,000	,000
		P2	,000	,000	.	,000	,000

### Quadro A 6.4 (continuação)

Data1Vag	P1	P2	-3,833	1,944	,120	-9,230	1,563
		P3	-2,167	1,944	,327	-7,563	3,230
	P2	P1	3,833	1,944	,120	-1,563	9,230
		P3	1,667	1,944	,440	-3,730	7,063
	P3	P1	2,167	1,944	,327	-3,230	7,563
		P2	-1,667	1,944	,440	-7,063	3,730
Data1Colh	P1	P2	-3,500	2,703	,265	-11,004	4,004
		P3	-3,500	2,703	,265	-11,004	4,004
	P2	P1	3,500	2,703	,265	-4,004	11,004
		P3	,000	2,703	1,000	-7,504	7,504
	P3	P1	3,500	2,703	,265	-4,004	11,004
		P2	,000	2,703	1,000	-7,504	7,504

Baseado em médias marginais estimadas

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

b. Ajuste para diversas comparações: Diferença Menos Significativa (equivalente a nenhum ajuste).