



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Andreia Catarina Fernandes Rodrigues

Comparação do desenvolvimento da planta *Photinia x fraseri*
'Red Robin' produzida com diferentes substratos comerciais e
modos de fertilização

Dissertação

Mestrado em Agricultura Biológica

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Luís Miguel Brito
Professora Doutora Maria Luísa Moura

Novembro de 2019

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

Com todo o meu amor
para as folhinhas da minha árvore,
Marcelo, Xana, Jerónimo, Maria
e o mais recente rebento Alexandre.

ÍNDICE

Índice.....	i
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Lista de abreviaturas.....	vi
Lista de quadros.....	vii
Lista de figuras.....	viii
1.INTRODUÇÃO.....	1
1.1.Plantas ornamentais.....	1
1.1.1.Enquadramento histórico e utilização.....	1
1.1.2.Planta ornamental Photinia x fraseri “Red Robin”.....	3
1.2.Regas.....	5
1.3.Substrato.....	6
1.4.Vaso.....	9
1.5.Fertilização.....	10
1.6.Objetivos do trabalho.....	13
2.MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
2.1. Delineamento experimental dos ensaios.....	15
2.2.Local.....	17
2.3.Clima.....	17
2.4.Material vegetal.....	19
2.5.Vasos.....	20
2.6.Substratos.....	20
2.7.Fertilizantes.....	21
2.8.Controlo de infestantes e cuidados fitossanitários.....	24
2.9.Colheita das plantas.....	24
2.10.Análises laboratoriais.....	24
2.11.Análise estatística.....	25
3.RESULTADOS.....	26
3.1.Caraterísticas dos substratos.....	26
3.2.Primeiro ensaio, crescimento de fotínia ao ar livre.....	26
3.2.1.Mortalidade.....	26

3.2.2.Número de folhas	27
3.2.3.Altura.....	29
3.2.4.Peso fresco, peso seco e teor de matéria seca.....	31
3.3.Segundo ensaio, crescimento de fotínia em estufa	32
3.3.1.Mortalidade.....	32
3.3.2.Número de folhas.....	32
3.3.3.Altura.....	35
3.3.4.Peso fresco, peso seco e teor de matéria seca.....	37
4.DISSCUSSÃO.....	41
4.1.Substratos	41
4.2.Fertilizantes	43
4.3.Ambiente de produção	44
5.CONCLUSÕES	46
6.BIBLIOGRAFIA	47

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento muito especial ao Professor Doutor Miguel Brito, pela sua permanente disponibilidade, rigor, paciência e motivação com que me orientou ao longo da elaboração da dissertação, porque sinto que sem tal apoio este sonho nunca teria sido concretizado. Agradeço também à Professora Luísa Moura, pelo apoio e tempo que me dedicou, assim como ao Engenheiro Virgílio Peixoto, pela disponibilidade e auxílio primordial nas análises laboratoriais realizadas. E não posso deixar de agradecer também o incentivo, a amizade e a camaradagem dos meus colegas de mestrado.

Agradeço à empresa Plantas da Fonte, em especial ao Engenheiro Costa, à Doutora Ana Saavedra e à Arquitecta Paisagista Paula Saavedra, pela disponibilização do espaço e materiais necessários para levar a cabo os ensaios, pelo carinho, apoio e motivação que sempre me transmitiram, e pela paciência e tempo despendidos. Agradeço ainda a todas as empresas que colaboraram com este estudo, através da cedência de materiais para tornar possível a realização dos ensaios, Raiz da Terra, Siro, Pindstrup, Gramoflor, Casa Caldas, Sos comerce.

À família: Obrigada Marcelo, por me teres ouvido falar da tese horas a fio, sempre calmo e sereno, com palavras de animo e motivação. Tu és a parte mais bonita da minha vida, e nunca me vou cansar de te agradecer meu filho. Obrigada maninha por acreditares, por exigires, por me obrigares a não desistir. Obrigada pelo apoio incondicional e pelas palavras de motivação. Obrigada aos meus queridos pais, pela paciência, e por me ajudarem a tornar tudo isto possível.

A todos os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O crescimento do mercado das plantas ornamentais, assim como a importância da utilização de substratos adequados a cada espécie vegetal, para aferir estratégias de melhoria da produtividade de fotínia (*Photinia x fraseri* “Red Robin”), foram os principais motivos para a realização deste estudo. Nesse sentido, foram efetuados dois ensaios experimentais, em vaso, de forma a avaliar o efeito de quatro substratos comerciais e dois tipos de fertilização.

O primeiro ensaio foi realizado ao ar livre, com sistema de rega por aspersão, segundo um delineamento experimental, com 12 blocos casualizados e uma estrutura fatorial de tratamentos com dois fatores, substrato comercial (Siro strat; Pindstrup; Gramoflor e Siro biológico) e tipo de adubo (sem adubo; adubo certificado para o modo de produção biológico (MPB) e adubo de libertação controlada), tendo havido uma única colheita no final do ensaio. O segundo ensaio, foi realizado dentro de estufa, com rega por gota-a-gota, de acordo com um delineamento experimental com 4 blocos casualizados, e uma estrutura fatorial de tratamentos com os mesmos dois fatores do primeiro ensaio, e com três colheitas no decorrer do ensaio.

Ambos os ensaios revelaram diferenças significativas entre as fertilizações estudadas. A produção de fotínia fertilizada com o adubo de libertação controlada, foi maior do que com o adubo certificado para o MPB. Este último, além de ter resultado em piores produtividades, registou uma elevada taxa de mortalidade das plantas no ensaio ao ar livre, e resultados inferiores ao do tratamento testemunha (sem fertilização) no ensaio em estufa, podendo este facto estar relacionado com a sua elevada condutividade elétrica $11,3 \text{ dS m}^{-1}$, e elevado teor de amónia.

Não se verificaram diferenças significativas entre os substratos estudados, à exceção do substrato Pindstrup composto apenas por turfas, e com pH ligeiramente ácido (5,5), que obteve melhores resultados na produção de folhas, altura e peso de fotínia, no ensaio ao ar livre. Neste ensaio, ao ar livre com rega por aspersão, obtiveram-se piores resultados do que no ensaio em estufa com rega gota-a-gota, quer ao nível da mortalidade das plantas, quer no número de folhas e altura das fotínias.

Palavras chave: *Photinia x fraseri* “Red Robin”, substratos, fertilização, adubo de libertação controlada.

ABSTRACT

The growing importance of the ornamental plants market, as well as the importance of using appropriate substrates for each plant species, in order to assess strategies for the improvement of photinia productivity (*Photinia x fraseri* “Red Robin”), were the main reasons of this study. Therefore, two experiments were performed, in pots, to evaluate the effect of four commercial substrates and two types of fertilization.

The first trial was performed in the outdoor, with sprinkler irrigation system, according to an experimental design with 12 randomized blocks and a factorial structure of treatments with two factors: commercial substrate (Siro strat; Pindstrup; Gramoflor and Siro biological) and type fertilizer (no fertilizer; organic certified fertilizer and controlled release fertilizer) with a single harvest at the end of the trial. The second trial was carried out in a greenhouse, with drip irrigation, according to a randomized block experimental design, with 4 blocks and factorial structure of treatments with the same two factors of the first trial, and with three harvests during the trial.

Both trials reveal significant differences between the fertilizations studied. The production of photinia fertilized with the controlled release fertilizer was higher compared to the organic fertilizer. The organic fertilizer, in addition to lower yield, recorded a high mortality rate in the first trial, and lower results than the control treatment (without fertilization) in the second trial, and this may be related to its high electrical conductivity 11.25 dS m^{-1} and ammonia content.

There were no significant differences between the substrates studied, except for substrate 2 (Pindstrup), composed only of peat, and slightly acidic pH (5.5), which had better results in the production of leaves, height and weight of photinia at outdoor trial.

The first trial, outdoors with sprinkle irrigation system, had worse results than the indoor with drip irrigation system (second trial) for both mortality, leaf number and height of the photinia.

Keywords: *Photinia x fraseri* “Red Robin”, substrates, fertilization, controlled release fertilizer.

LISTA DE ABREVIATURAS

a.C.	Antes de Cristo
°C	Graus celsius
cm	Centímetros
cm ³	Centímetros cúbicos
C:N	Relação Carbono/Azoto
C.E.	Condutividade elétrica
(CE)	Comissão Europeia
d.C.	Depois de Cristo
Dap	Dias após plantação
dS m ⁻¹	deciSiemens por metro
ESA	Escola Superior Agraria
ha	hectare
INE	Instituto Nacional de Estatística
IPVC	Instituto Politécnico de Viana do Castelo
kg	Quilogramas
L	litros
MO	Matéria orgânica
MPB	Modo de produção biológica
MS	Matéria seca
N	Azoto
NH ₄ ⁺	Ião amónico
P	Fosforo
PF	Peso fresco
pH	Potencial de hidrogénio
PS	Peso seco

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Calendarização das operações.....	16
Quadro 2. Características dos fertilizantes utilizados nos ensaios	23
Quadro 3. Características físico-químicas dos substratos.....	26
Quadro 4. Número de plantas de fotínia mortas, durante o primeiro ensaio, aos 15, 63, 100, 128, 161 e 198 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.....	27
Quadro 5. Número de folhas de fotínia, durante o primeiro ensaio, 15, 63, 100, 128, 161 e 198 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.	28
Quadro 6. Altura (cm) de fotínia, durante o primeiro ensaio, 15, 63, 100, 128, 161 e 198 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.	30
Quadro 7. Número de folhas de fotínia 111, 231 e 279 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.....	33
Quadro 8. Altura (cm) de fotínia 111, 231e 279 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.....	35
Quadro 9. Peso fresco (g) de fotínia 111, 231e 279 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.....	37
Quadro 10. Peso seco (g) de fotínia 111, 231e 279 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Photinia x fraseri</i> “Red Robin” nas seguintes formas: (a) sebe, (b) arbusto isolado, (c) cobertura de solo, (d) árvore; e pormenor da (e) folha, (f) flor e (g) fruto.	5
Figura 2. Disposição das plantas após plantação: (a) no primeiro ensaio, ao ar livre, com rega por aspersão; (b) no segundo ensaio, em estufa não climatizada, com rega gota-a-gota.16	
Figura 3. Temperatura e precipitação média, em Guimarães, nos últimos 30 anos	17
Figura 4. Temperatura e precipitação média, em Guimarães, entre 01.05.2018 e 30.11.2018	18
Figura 5. Temperatura e precipitação média, em Guimarães, entre 01.10.2018 e 07.08.2019	19
Figura 6. <i>Photinia x fraseri</i> “Red Robin” em tabuleiro de alvéolos.....	20
Figura 7. Preparação da experiência: (a) enchimentos dos vasos; (b) etiquetagem; (c) plantação das fotínias.....	21
Figura 8. Número de plantas de fotínia mortas: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada.....	27
Figura 9. Número de folhas de fotínia, durante o primeiro ensaio, fertilizada: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada.....	29
Figura 10. Altura (cm) de fotínia durante o primeiro ensaio, fertilizada: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada.	30
Figura 11. Peso fresco (g) de fotínia 198 dias após a plantação: (a) produzida com quatro substratos diferentes (1) Sirostrat, (2) Pindstrup; (3) Gramoflor; (4) Siro biológico; e (b) fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de libertação controlada.....	31
Figura 12. Peso seco (g) de fotínia 198 dias após a plantação, (a) produzida com quatro substratos diferentes (1) Sirostrat, (2) Pindstrup; (3) Gramoflor; (4) Siro biológico, e (b) fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de libertação controlada.....	32
Figura 13. Número de folhas de fotínia fertilizada: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada.....	33
Figura 14. Número de folhas de fotínia 231 dias após a plantação, fertilizada: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada.....	34
Figura 15. Número de folhas de fotínia 279 dias após a plantação, fertilizada: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada.....	34
Figura 16. Altura (cm) da fotínia fertilizada: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada.	36
Figura 17. Altura (cm) de fotínia 231 dias após a plantação, fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de libertação controlada.	36
Figura 18. Peso fresco (g) da fotínia fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de libertação controlada.....	37

Figura 19. Peso fresco (g) de fotínia 231 dias após a plantação, produzida com diferentes substratos e fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de liberação controlada.	38
Figura 20. Peso fresco (g) de fotínia 279 dias após a plantação, produzida com diferentes substratos e fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de liberação controlada.	38
Figura 21. Peso seco (g) da fotínia fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de liberação controlada.	39
Figura 22. Peso seco (g) de fotínia 279 dias após a plantação, produzida com diferentes substratos e fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de liberação controlada.	40

1. INTRODUÇÃO

1.1. Plantas ornamentais

1.1.1. Enquadramento histórico e utilização

As plantas ornamentais estão ligadas diretamente ao jardim, à jardinagem e ao paisagismo. Com o intuito de perceber a importância e o interesse que o Homem revelou por este tipo de plantas, que cumprem um papel mais artístico do que de sobrevivência, existem várias teorias. Algumas teorias estabelecem o aparecimento dos jardins em paralelo com o desenvolvimento da agricultura. Existem, porém, outros autores que consideram que o jardim teve uma origem distinta e anterior à do aparecimento da agricultura. Defendem esta posição com base em escritos como a Bíblia Sagrada, onde no livro de Genesis se pode ler que ainda antes de existirem plantas ou ervas do campo, já existia um jardim no Éden. O jardim faz parte do subconsciente coletivo de várias civilizações, e aparece associado à imagem do “paraíso”, do lugar ideal para se estar. Surge quase sempre como o lugar acolhedor, de comodidade, de relaxamento, de ligação com a natureza, com os sentidos e com as nossas raízes. O uso de plantas nos jardins esteve sempre presente ao longo da história da arte dos jardins acompanhando a sua evolução (Nunes, 2010).

Analisando alguns casos históricos mais relevantes, destacam-se os Jardins Suspensos da Babilónia, que são uma das sete maravilhas do mundo antigo (Lecoq, 1985), junto às margens do Eufrates, tidos como uns dos mais antigos na história dos jardins (604-562 a.C.). Recriavam a ideia de oásis, sendo construídos em terraços sobrelevados, contando-se cerca de 250 espécies vegetais na sua constituição (Almeida, 1997).

Na civilização egípcia há também evidências da ligação aos jardins e às plantas ornamentais. Os túmulos dos nobres situavam-se nos jardins e estes dispunham de todos os elementos necessários para o prazer após morte (Nunes, 2010).

A civilização Persa deu grande importância aos jardins, sendo considerada a responsável por termos relativos a flores e ao tratamento de jardins. O estimular dos sentidos – olfato, audição e visão – constituíam importantes objetivos dos seus jardins, os quais estavam associados a funções sociais de lazer e descanso. As plantas possuíam uma forte carga simbólica associada à ideia da recriação do paraíso na Terra. (Nunes, 2010).

Até ao Séc. I d.C., só a horticultura merecia apreço dos romanos, até que as conquistas (da Europa à Mesopotâmia e Egipto) ditaram a riqueza e o luxo, sob o qual se construíram vilas faustosas e esplêndidos jardins.

As plantas sempre tiveram um papel importante na vida do Homem. Foram utilizadas na alimentação, para produção de fibras para vestuário (linho, algodão, etc.), para produção de madeira e para aquecimento, como abrigo (casas de folhas e madeira), na criação de espaços (quintas, jardins, parques), na medicina por conterem propriedades curativas, em ferramentas (e.g. pau pontiagudo criado pelo Homem do Paleolítico, enxada e arado criado pelo Homem do período Megalítico), em inspirações artísticas (o capitel das colunas coríntias gregas inspira-se na forma da folha do Acanto), na religião (mensagens de oração, óleos e perfumes de plantas para limpeza espiritual dos utensílios do altar), etc. (Nunes, 2010).

A importância das plantas ornamentais na vida humana tem aumentando juntamente com o crescimento da industrialização e da urbanização, ampliando o objetivo das suas funções. É dada cada vez mais ênfase aos serviços de ecossistemas destacando-se o seu papel na promoção e preservação da biodiversidade, regulação do ciclo hidrológico, promoção de respostas adequadas no combate às alterações climáticas. Destaca-se ainda a sua importância para a polinização, purificação da água, redução do ruído, drenagem de águas pluviais, proteção dos cursos de água da poluição difusa, redução da fragmentação dos habitats, garantindo a sobrevivência da fauna e flora dentro de áreas cada vez mais artificializadas, como peça chave para a pressão a que os meios urbanos estão sujeitos (Blanus et al., 2019). A sua importância na fitorremediação está igualmente bem documentada em vários trabalhos, como os descritos por Varun et al. (2011), sendo também conhecido o impacto positivo das plantas e de jardins terapêuticos na saúde física e mental humana (Mourão & Brito, 2017) e, portanto, na função terapêutica e na melhoria da eficiência do trabalho (Trau et al., 2016).

Todos estes aspetos resultam na procura crescente e na maior utilização de plantas ornamentais.

As características climáticas de Portugal permitem que muitas espécies de flores e folhagem de corte e plantas ornamentais de interior e de exterior possam ser produzidas com sucesso, o que tem contribuído muito para o crescimento do setor no país. Dados do INE (2013)

indicam que em Portugal, em 2012, existiam 1.010 explorações com culturas florícolas, que ocupavam uma área base de 1.365 ha, dos quais 617 ha com plantas ornamentais. Entre 2002 e 2012 as plantas ornamentais registaram um incremento da área de produção de 240 ha (INE, 2013).

A produção de plantas ornamentais tem maior expressão nas regiões do Centro (30%) e do Algarve (20%), sendo Odemira o município que concentra mais área (12%) (INE, 2013).

A exportação apresenta uma importância estratégica para o setor, sendo a segunda forma de escoamento mais importante para as plantas ornamentais. No mercado interno, a comercialização de plantas ornamentais é feita principalmente pelos centros de jardinagem (INE, 2013).

1.1.2. Planta ornamental *Photinia x fraseri* “Red Robin”

A fotínia (*Photinia x fraseri* “Red Robin”), é um híbrido resultante do cruzamento entre duas espécies *Photinia glabra* e *Photinia serrulata* (MBG, 2019). Pertence à família das Rosaceae, é uma planta ornamental lenhosa (Dirr, 1990), perene, de crescimento rápido, podendo atingir entre 3 a 5 m de altura (MBG, 2019). O seu nome *Photinia x fraseri* advém do facto de terem sido observadas pela primeira vez plântulas nos viveiros de Fraser, em Birmingham, Alabama, em 1943. O híbrido “Red Robin” foi criado na Nova Zelândia sendo o mais popular de todas as fotínias (Marks, 2015). A fotínia desenvolve-se em regiões de clima temperado, localizando-se o seu habitat original nas zonas da Ásia tropical (Husqvarna, 2019).

A fotínia é uma espécie muito popular entre os proprietários e arquitetos paisagistas para utilização em sebes (Norcini et al., 1991 (Figura 1 a) embora possa ser usada como arbusto isolado (Figura 1 b), como planta para cobertura de solo (Figura 1 c), ou como árvore (Figura 1 d). As folhas são brilhantes, simples, de inserção alternada, e margem serrada. O limbo apresenta forma elítica-obovadas, de 10 a 18 cm de comprimento (Gilman & Watson, 1994; Chanes, 2000) (Figura 1 e).

Uma das características mais marcantes de *Photinia x fraseri* é a alteração da cor das folhas produzidas ao longo do ciclo de crescimento. Este arbusto possui duas cores de folhagem [vermelho (juvenil) e verde (adulto)] no mesmo período de crescimento, essencialmente na

primavera (Chanes, 2000). As diferenças ontogenéticas nas cores das folhas podem desempenhar um papel adaptativo no sucesso da sobrevivência de plantas em diversos habitats, porque as cores das folhas podem desencadear efeitos pronunciados na função das folhas, especialmente na aquisição e uso da luz (Wang et al., 2017). Trabalhos realizados por Oren-Shamir & Nissim-Levi (1999) indicam que existe uma correlação estreita entre a pigmentação e os ciclos de crescimento da fotínia, que apresenta elevada concentração de antocianina nas folhas jovens, mais elevada nos períodos de crescimento ativo. Assim, na fase de rebentação a nova folhagem apresenta cor vermelha, que com o tempo vai ficando alaranjada, acabando as folhas velhas por adquirir a cor verde escura (Gilman & Watson, 1994; Oren-Shamir & Nissim-Levi, 1999).

Os efeitos da temperatura e do ácido giberélico podem interferir no crescimento e na pigmentação antocianina da folha, tal como foi reportado por Oren-Shamir & Nissim-Levi (1999). Estes autores, constataram que com o aumento da temperatura o crescimento de novos rebentos aumentava, e a pigmentação vermelha da folha diminuía.

A fotínia apresenta pequenas flores de cor branca, durante a Primavera e Verão, dispostas em racimos terminais eretos (corimbos), que contrastam com a folhagem, e com um odor intenso (Figura 1 f). O fruto é globoso (pomo), carnudo, vermelho, com cerca de 6 mm de diâmetro, coroado pelos dentes do cálice, com maturação em setembro (Figura 1g). Cada fruto contém 1 a 4 sementes (Fundação Serralves, 2019).

Apesar da propagação vegetativa por métodos tradicionais ser ineficiente, uma vez que as estacas desta espécie têm sido difíceis de enraizar (Dirr, 1990), esta é a forma de propagação mais usada. A aplicação de técnicas de propagação *in vitro* para a multiplicação dessa espécie estão documentadas em trabalhos de diferentes autores (Kane et al., 1987; Leifert et al., 1992, AL-Mizory & Hassan, 2014). Segundo Hammatt & Grant (1993), os compostos fenólicos demonstraram ter efeitos estimuladores e inibidores no desenvolvimento da fotínia. O floroglucinol, um composto fenólico, tem demonstrado promover a formação de raízes em diferentes espécies de plantas, incluindo membros das Rosáceas, como a macieira (*Malus domestica Borkh*).

Embora a fotínia seja cultivada e utilizada principalmente em condições de pleno sol, tem alguma tolerância quando cultivada à sombra (Dirr, 1983; Odenwald & Turner, 1987), sendo cultivada com sucesso em áreas urbanas onde a poluição do ar, a drenagem deficiente, e o

solo compactado e/ou seca são fatores comuns (Gilman & Watson, 1994, Ting et al., 2019). As raízes são finas e localizam-se próximas da superfície (Van Den Berk, 2018).

A fotínia é pouco exigente no tipo de solo, preferindo terrenos bem drenados, férteis e ricos em nutrientes (Husqvarna, 2019). Duncan & Davies (1964) nos seus catálogos anteriores a 1979, referem que além de pouco exigente no tipo de solo, tolera terrenos calcários (Van den Berk, 2018). O ideal, embora não seja essencial, são solos profundos, e o menos aconselhável os solos argilosos pesados ou alagados (Marks, 2015).

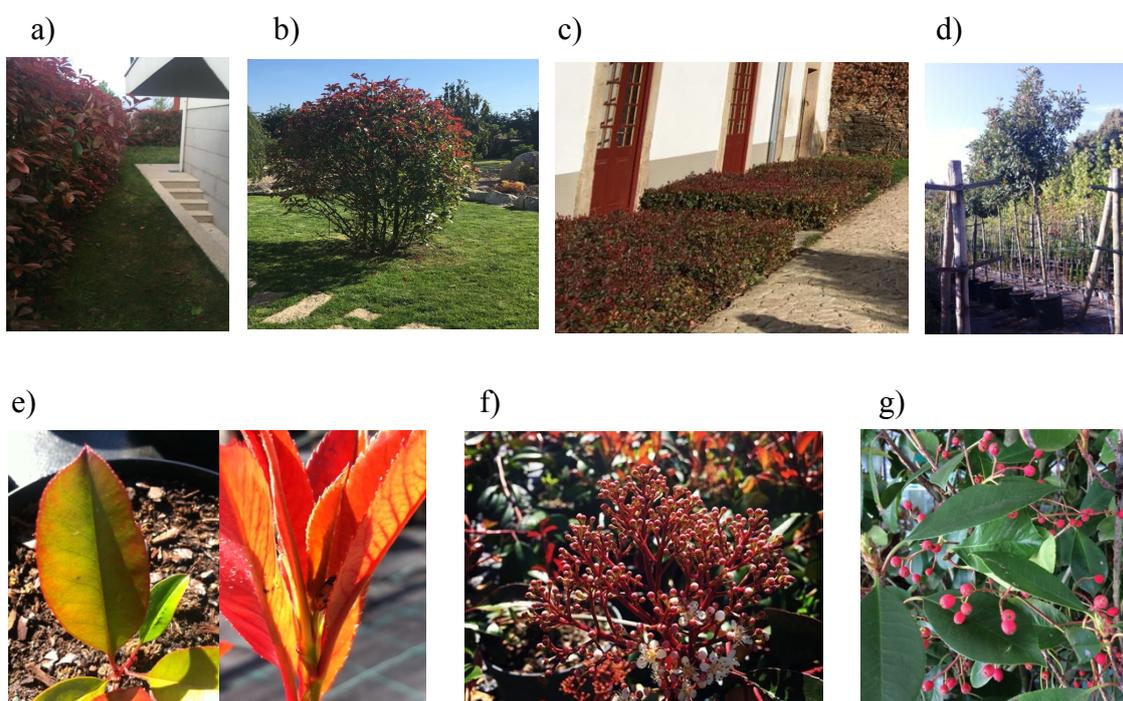


Figura 1. *Photinia x fraseri* “Red Robin” nas seguintes formas: (a) sebe, (b) arbusto isolado, (c) cobertura de solo, (d) árvore; e pormenor da (e) folha, (f) flor e (g) fruto.

1.2. Rega

As alterações climáticas evidenciaram uma mudança na pluviometria, com uma redução na quantidade total de chuva, períodos mais secos com temperaturas extremas e precipitações intensas mais frequentes (Brunetti et al., 2004; Nanni et al., 2007). A escassez de água deve, portanto, implicar uma mudança no seu consumo, com um uso mais racional em todos os setores, incluindo nos espaços verdes. Para isso, é importante fazer-se uma seleção

consciente de espécies resistentes ou bem-adaptadas aos espaços onde vão ser utilizadas (Ugolini & Bussotti, 2014).

No que respeita às necessidades de água da fotínia, não há muita informação e os dados disponíveis na literatura são frequentemente controversos. A fotínia é uma espécie com uma exigência de água média-alta (Mugnai, 2004), sendo uma espécie altamente tolerante ao stresse hídrico (Gilman & Watson, 1994; Cacini et al., 2010), o que parece ser explicado por uma abertura estomática reduzida, que melhora a tolerância à seca, e por uma taxa de transpiração reduzida que aumenta a eficiência do uso da água (Cacini et al., 2010).

Considerando que a escassez de água é um problema crescente, é possível otimizar o uso da água e a gestão de custos, tanto durante o crescimento como após a plantação. O conhecimento das necessidades específicas de água representa uma ferramenta para agendar programas de irrigação, que devem ser ponderados pela observação do estágio fenológico das plantas (Cacini et al., 2010). Uma vez que a fotínia apresenta boa adaptação ao baixo teor de humidade do solo pode, portanto, ser utilizada com sucesso em projetos de arquitetura paisagística de espaços verdes urbanos em climas secos.

1.3. Substrato

Todo material natural ou artificial, puro ou em mistura, que colocado num recipiente permite a fixação do sistema radicular e possibilita o suporte e o crescimento das plantas, pode ser considerado um substrato agrícola (Blanc, 1987).

Os substratos são constituídos por diferentes matérias-primas e classificados de acordo com o material de origem (Abreu et al., 2002): origem vegetal (esfagno, turfa, carvão, fibra de coco e compostados de bagaços ou cascas de árvores); origem mineral (vermiculite, perlite, granito, calcário, areia, argila expandida); origem sintética (lã de rocha, espuma fenólica e poliestireno) (Gonçalves, 1995). O de origem vegetal, principalmente a turfa, consagrada internacionalmente e utilizada como padrão para comparação com novos materiais, e a vermiculite, de origem mineral, são os mais utilizados (Bellé & Kämpf, 1993; Schmitz et al., 2002).

Os substratos têm a sua utilização mundial incrementada anualmente por proporcionarem melhores condições físicas, químicas e biológicas ao desenvolvimento das plantas (Blunt,

1984; Bataglia & Abreu, 2001; Abreu et al, 2001; Kämpf, 2001). O substrato deve ser isento de sementes de infestantes e plantas invasoras, pragas e agentes patogênicos, evitando-se, assim, a necessidade de sua desinfestação (Gonçalves & Poggiani, 1996; Hartmann et al., 2011).

Para possibilitar o crescimento e a atividade do sistema radicular de plantas, entre outras propriedades físicas e químicas, um substrato deve reter água sem diminuir a disponibilidade de oxigênio para as raízes. O oxigênio é indispensável para a respiração das raízes, a fim de suprir a energia necessária à absorção dos nutrientes (Salsac et al., 1997).

O tipo de substrato e o seu manuseamento exercem uma influência significativa na formação do sistema radicular das plantas e, conseqüentemente, podem interferir no estado nutricional das mesmas (Spurr & Barnes, 1973). A escolha de substratos deve ser feita com base na sua disponibilidade e custo, bem como, nas propriedades da matéria prima, tais como: características físicas, como densidade; características químicas, como pH e condutividade elétrica (Toledo, 1992) e, ainda, em função das exigências da espécie vegetal a ser cultivada (Verdonck et al., 1981). A caracterização física e química dos substratos é necessária para a sua correta formulação e, também, para a monitorização da rega e das adubações. Para cada espécie e tipo de recipiente é necessário encontrar o substrato ideal para garantir a qualidade adequada ao desenvolvimento das plantas (Brito, 2012).

As propriedades físicas de um substrato são mais importantes que as químicas, visto que não podem ser facilmente modificadas, quando comparadas com as químicas, que podem ser modificadas através da fertilização (Milner, 2002). As características físicas, principalmente relações entre volume de água e ar presentes no substrato, são muito importantes, uma vez que influenciam não só a qualidade das raízes formadas (Janick, 1966; Couvillon, 1988), como também, a morfologia das raízes adventícias e as suas ramificações (Wilson, 1983; Bellé, 1990), possuindo ainda a função de fixá-las, manter o ambiente húmido e com adequado arejamento (Fachinello et al., 1994).

As plantas variam na sua tolerância a níveis de salinidade, potencial osmótico e stress hídrico. A condutividade elétrica (C.E.) é um indicador da concentração de sais ionizados na solução e fornece um parâmetro para a estimativa da salinidade do substrato e do potencial osmótico da solução (Wilson, 1984; Brito, 2012).

A disponibilidade de nutrientes é um dos principais fatores que influenciam a adequação dos substratos orgânicos para o crescimento das plantas. Essa disponibilidade pode depender não só da composição do substrato, mas também, da capacidade de adsorção, do pH, da estabilidade biológica e da presença de compostos orgânicos dissolvidos (Caballero et al., 2007).

O valor do pH é uma característica química extremamente importante do substrato, pois relaciona-se sobretudo com a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Valores inadequados podem afetar o desenvolvimento, principalmente sob acidez excessiva, pois ambientes ácidos reduzem a atividade das bactérias, e conseqüentemente a formação de nitratos e sulfatos (Favalessa, 2011) diminuindo a disponibilidade de macronutrientes como o azoto, potássio, cálcio e magnésio, insolubiliza o fósforo, boro, cobre e zinco, além das plantas ficarem sujeitas à maior absorção de elementos tóxicos como alumínio e manganês (Fermino, 1996, Kämpf & Fermino, 2000).

Se um baixo valor do pH pode contribuir para um excesso de micronutrientes na solução do solo e aumentar assim os riscos de fitotoxicidade, pelo contrário, um valor do pH excessivamente alcalino pode precipitar os micronutrientes e torná-los indisponíveis para as plantas, aumentando, assim, os riscos de uma deficiência em micronutrientes, ou em macronutrientes como cálcio ou magnésio. A maioria das culturas crescem melhor com um pH variável entre 5,4 e 6,4, mas existem exceções, sendo por isso necessário conhecer o valor de pH ideal para cada espécie vegetal. (Brito, 2012)

Atualmente, existem diversos tipos de substratos, sejam de origem mineral ou orgânica, natural ou sintética, cujas características diferem marcadamente das do solo, não existindo um material ou mistura de materiais considerada universalmente válida como substrato para todas as espécies (Brito, 2012).

A turfa é um dos constituintes mais importantes dos substratos usados na “engorda” de plantas, e à medida que aumenta o interesse nas turfeiras pelo seu valor natural, o preço da turfa tende a aumentar. Numerosos estudos foram realizados para encontrar materiais alternativos ou parcialmente substitutos à importação de turfas (Holmes & Lightfoot-Brown, 2000; Armstrong, 2004). Apesar do mercado dos substratos ser capaz de fornecer uma ampla gama de produtos, nem todos têm as características químicas e físicas capazes de satisfazer

plenamente as necessidades de determinadas culturas, de modo a otimizar a sua produtividade, qualidade e custo.

A nível económico, é importante que o substrato seja uniforme para obtenção de produções homogêneas, tenha baixo custo, e esteja prontamente disponível, para reduzir custos com stocks e gestão de espaço.

Atendendo a que os substratos apresentam propriedades físicas e químicas diferentes, neste trabalho foram determinadas as propriedades físicas e químicas de alguns substratos comerciais, uma vez que a escolha de um substrato adequado ao cultivo de plantas em vaso requer o conhecimento prévio das suas características, as quais podem interferir no crescimento da fotínia.

1.4. Vaso

A produção em vasos, além de isolar a planta do solo, permite mover a planta, permitindo também a padronização da produção, simplificando as operações de cultivo e a otimização do espaço.

Os ensaios com plantas são frequentemente feitos em vasos, onde se testam os efeitos desejados, num determinado espaço de tempo, após plantação. O tamanho do vaso quando pequeno pode limitar o desenvolvimento da planta pelo reduzido volume de substrato neles contido. No entanto, essa limitação está diretamente relacionada com as espécies em desenvolvimento e o tempo de avaliação (Almeida et al., 2014). Substratos muito leves são indesejáveis pela menor estabilidade do recipiente face aos ventos a que pode estar exposto (Bunt, 1984).

A limitação do volume para o desenvolvimento radicular exige que o substrato seja capaz de disponibilizar água à planta facilmente, sem comprometer a concentração de oxigénio no meio (Fermino, 2002), o que é influenciado diretamente pela densidade. Materiais com elevada densidade tendem a ter menor quantidade de poros ocupados por ar (Bunt, 1984). A densidade, expressa a relação entre a massa e o volume do substrato e é importante para a interpretação de outros valores analíticos, como a porosidade total e a disponibilidade de água (Ludwig et al., 2014).

O substrato assume uma importância fundamental no cultivo em vaso, uma vez que o sistema radicular das plantas nele cultivadas tem um volume limitado para explorar, por isso, aumenta a exigência de água e nutrientes nesse espaço, em comparação com o solo.

Muitas plantas ornamentais, incluindo a fotínia, são cultivadas em vasos, passando-se a utilizar substratos como meio de cultivo, o que além de restringir o volume explorado pelo sistema radicular, torna necessária a aplicação de doses de fertilizantes adequados à cultura. Porém, os riscos de salinização aumentam, pois, o substrato tem normalmente como desvantagem a baixa capacidade tampão, o que reduz a tolerância a erros de rega e de fertilização (Milner, 2002).

1.5. Fertilização

O fertilizante está entre os fatores de produção mais importantes na agricultura, quer seja através da sua aplicação no solo e/ou na parte aérea das plantas. O objetivo é sempre melhorar a nutrição das plantas, de modo a permitir a obtenção de maiores e melhores produções, sendo por isso a fertilização considerada uma técnica de produção, que associada a outras práticas, pode ser decisiva para o aumento da rentabilidade económica de uma produção (MADRP, 1997). Com base no processo de produção, o fertilizante pode ser categorizado em dois tipos: mineral e orgânico, tendo qualquer um deles vantagens e desvantagens em termos de disponibilidade de nutrientes, qualidade do solo e crescimento das culturas (Chen, 2006).

A produção convencional utiliza fertilizantes minerais de síntese ou de grande solubilidade, principalmente azoto amoniacal e nítrico, fosfato tricálcico, cloreto e sulfato de potássio. No entanto, o uso contínuo de adubação mineral de síntese aumenta a decomposição da MO do solo, o que leva à deterioração das características do solo, podendo levar também à acidificação ou alcalinização do solo e à redução da sua fertilidade (Shimbo et al., 2001; Chen, 2006). Além disso, a aplicação em excesso pode resultar em efeitos negativos, tais como a destruição de microrganismos e insetos auxiliares, suscetibilidade de culturas ao ataque de doenças e pragas, redução da colonização de raízes de plantas com micorrizas e inibição da fixação simbiótica de N por rizóbios devido à elevada fertilização de P e N, respetivamente.

O recurso a fertilizantes minerais de síntese, existe devido ao seu preço mais competitivo do que o fertilizante orgânico, o que o torna mais acessível e frequentemente mais aplicado. Acresce que os seus nutrientes são solúveis e imediatamente disponíveis para as plantas, portanto, o efeito é geralmente direto e rápido. São geralmente concentrados em nutrientes, sendo necessárias apenas quantidades relativamente pequenas para o crescimento da cultura em comparação com os fertilizantes orgânicos. (Chen, 2006).

Embora os fertilizantes minerais de síntese tenham sido apontados como os mais importantes contribuintes para o aumento da produtividade agrícola mundial (Smil, 2001), os efeitos negativos destes fertilizantes no solo e no meio ambiente limitam o seu uso em sistemas agrícolas sustentáveis (Peyvast et al., 2008).

Os fertilizantes orgânicos, que provêm principalmente de compostados de resíduos agrícolas, estrumes de animais, resíduos da produção de cogumelos, ou de resíduos de agroindústrias, por exemplo, e de resíduos sólidos urbanos separados na origem, são frequentemente identificados como fertilizantes orgânicos adequados. Estes podem ser ricos em nutrientes, por ex. N e P e possuem grandes quantidades de matéria orgânica (Peyvast et al., 2007; Peyvast et al., 2008; Olfati et al., 2009; Shabani et al., 2011).

Os fertilizantes orgânicos são condicionadores eficientes do solo, aumentam o teor de matéria orgânica do solo, melhorando assim a sua capacidade de troca catiónica, e reduzem a densidade aparente do solo, favorecendo a formação de agregados estáveis, criando efeito tampão contra a acidez ou a alcalinidade, e podem reduzir os efeitos nefastos da salinidade, pesticidas e metais pesados tóxicos (Hoffmann & Gerling, 2001). Aumentam a capacidade de arejamento, de infiltração da água, mas também, da retenção e armazenamento de água, e favorecem o crescimento das raízes devido à melhor estrutura do solo (Grohmann, 1972; Alisson, 1973; Melo et al., 1984; Chen, 2006). O fornecimento de nutrientes é mais gradual, reduzindo perdas por lixiviação de N e aumentando a disponibilidade de P, podendo também fornecer micronutrientes o que ajuda a manter as plantas saudáveis (Souza et al., 2006; Chen, 2006).

Os fertilizantes orgânicos aumentam a atividade biológica do solo, aumentam a colonização de micorrizas (o que melhora a disponibilidade de P), fornecem nutrientes, estimulam o crescimento de microrganismos benéficos e minhocas, e ajudam a suprimir algumas doenças das plantas, transmitidas pelo solo e parasitas (Chen, 2006).

O uso dos fertilizantes orgânicos pode ser uma alternativa eficaz aos fertilizantes minerais de síntese. No entanto, a aparente deficiência de disponibilidade adequada de N para as plantas a partir de fertilizantes orgânicos, resultante de taxas lentas de mineralização, faz com que a produtividade com fertilizantes orgânicos seja, frequentemente, menor do que com os fertilizantes minerais (Blatt, 1991).

Os principais nutrientes podem não existir nos fertilizantes orgânicos em quantidade suficiente para sustentar o crescimento máximo da cultura, e a taxa de liberação desses mesmos nutrientes é também muito lenta para atender às necessidades da cultura num curto período de tempo, pelo que, pode ocorrer deficiência de nutrientes (Chen, 2006). Como os fertilizantes orgânicos têm baixos teores de nutrientes solúveis, torna-se necessário um volume maior de fertilizante, para fornecer nutrientes suficientes em formas disponíveis para o crescimento da cultura. Por outro lado, a sua aplicação a longo prazo, ou excessiva, em solos agrícolas pode resultar em acumulação de sal, nutrientes ou metais pesados (quando têm origem em resíduos urbanos) e pode afetar negativamente o crescimento das plantas, os organismos do solo, a qualidade da água e a saúde animal e humana (Chen, 2006). Apesar dos benefícios comprovados dos fertilizantes orgânicos, tem de ser ponderada a quantidade e a qualidade dos mesmos, pois a sua aplicação indiscriminada pode causar problemas de fitotoxicidade (Brito, 2001).

Sendo o azoto, o principal macronutriente aplicado nas plantas, nem todo é recuperado pelas mesmas. Da totalidade do azoto aplicado através da fertilização, apenas 40% a 50% é recuperada pela cultura (Geromel et al., 2019). A eficiência com que as plantas utilizam o azoto do fertilizante pode ser medida de diversas formas, incluindo através da diferença entre a acumulação de nutrientes em plantas fertilizadas em comparação com as não fertilizadas relativamente ao fertilizante aplicado, ou com base na quantificação dos nutrientes aplicados ao solo, dos nutrientes perdidos do solo e dos nutrientes que remanescem no solo, após a colheita.

A elevada mobilidade natural do azoto no sistema solo-planta-atmosfera, faz com que a eficiência com que as plantas utilizam o azoto aplicado como fertilizante possa ser baixa, designadamente quando aplicado a lanço e em grandes quantidades em determinados momentos, e que haja uma pesquisa crescente por processos que aumentem a precisão com que se aplica o azoto ao solo, para aumentar a eficiência de utilização e minimizar as perdas

deste nutriente a partir do sistema solo-planta, promovendo a oportunidade de absorção radicular (Rodrigues & Coutinho, 2000).

Uma das formas de aumentar a eficiência de utilização do azoto, será controlar a dissolução dos fertilizantes azotados, desenvolvendo produtos de baixa solubilidade ou que se decomponham de forma gradual. Outra forma de atuar, será combinar os fertilizantes com produtos químicos inibidores da nitrificação ou da hidrólise da ureia (Hauck, 1985). Os nutrientes encapsulados por resinas especiais, os quais são liberados através de estrutura porosa, alcançam o sistema radicular das plantas mais lentamente (Hanafi et al., 2000). Essa característica pode garantir a manutenção de um sincronismo entre a libertação de nutrientes ao longo do tempo e as necessidades nutricionais, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Além disso, por meio dos fertilizantes polimerizados há uma diminuição das perdas de nutrientes por lixiviação, volatilização e fixação, possibilitando a redução da dose aplicada (Zahrani, 2000), conseqüentemente haverá uma menor frequência de aplicação, diminuindo gastos com mão de obra, além de diminuir os riscos de poluição ambiental. Aos fertilizantes que cedem os nutrientes de forma gradual ao longo do ciclo da cultura, procurando aproximar-se da solução ideal, foi dado a designação genérica de adubos de libertação lenta; controlada; ou gradual de nutrientes (Vasconcelos, 1992).

A gestão eficiente da nutrição das plantas deve assegurar uma produção agrícola elevada, mas sustentável, e salvaguardar o ambiente.

1.6. Objetivos do trabalho

Considerando o constante crescimento do mercado das plantas ornamentais, assim como a importância de aferir estratégias de melhoria da produtividade da fotínia para a empresa Plantas da Fonte Lda, este trabalho teve como objetivo principal avaliar o desenvolvimento da planta ornamental *Photinia x fraseri* “Red Robin” com diferentes substratos e modos de fertilização. Nesse sentido, testaram-se diferentes substratos comerciais adequados ao cultivo em vaso, no crescimento desta cultura, para tentar comparar os benefícios e inconvenientes da existência de determinados constituintes nas misturas de substratos existentes no mercado.

Com o mesmo objetivo, testou-se o efeito da aplicação de um fertilizante orgânico homologado para agricultura biológica, e de um fertilizante de libertação controlada, no desenvolvimento da planta quer ao ar livre quer em estufa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Delineamento experimental dos ensaios

Realizaram-se dois ensaios experimentais em vasos, com a planta ornamental *Photinia x fraseri* “Red Robin”, em dois períodos distintos:

- Produção das plantas em vaso ao ar livre entre maio e novembro de 2018 (Figura 2 a).
- Produção das plantas em vaso dentro de uma estufa com cobertura de polietileno, sem climatização, entre novembro de 2018 e agosto de 2019 (Figura 2 b).

Para cada um dos ensaios efetuados, utilizaram-se 144 vasos, sendo a densidade de plantação 1 planta/vaso. O primeiro ensaio foi conduzido segundo um delineamento experimental, com 12 blocos casualizados, e uma estrutura fatorial de tratamentos com dois fatores: um fator foi o substrato com 4 níveis e o outro fator a adubação com 3 níveis, resultando 12 tratamentos, com uma única colheita no final da experiência.

O segundo ensaio foi conduzido segundo um delineamento experimental, com 4 blocos casualizados, e uma estrutura fatorial de tratamentos com dois fatores: um fator foi o substrato com 4 níveis e o outro fator a adubação com 3 níveis, resultando 12 tratamentos. Esta experiência incluiu 144 vasos/plantas, 48 para cada uma de 3 colheitas realizadas em períodos diferentes, respectivamente 111, 231 e 279 dias após a transplantação.

O fertilizante 0 foi utilizado como testemunha (substrato sem adição de fertilizante), o fertilizante 1 (adubo 1), foi aplicado na dose de 3 kg m^{-3} , através da aplicação de 1 kg m^{-3} misturado no substrato aquando do envasamento mais 2 kg m^{-3} em cobertura após plantação. O fertilizante 2 (adubo 2) foi aplicado na dose de 3 kg m^{-3} misturado no substrato no momento do envasamento. No segundo ensaio, e atendendo à elevada mortalidade das plantas onde foi colocado o fertilizante 1, optou-se por reduzir a dose aplicada de 3 kg m^{-3} para $1,5 \text{ kg m}^{-3}$.

No primeiro ensaio o sistema de rega utilizado foi rega por aspersão (Figura 2 a), enquanto no segundo ensaio usou-se rega gota-a-gota (Figura 2 b). Em ambos os casos, o sistema de rega estava automatizado, com as regas programadas e ajustadas às necessidades das plantas. No primeiro ensaio, e uma vez que a experiência foi ao ar livre, o sistema automático incluiu

um pluviômetro, para impedir que o sistema de rega funcionasse durante, ou após, períodos de chuva, evitando assim o excesso de água quando chovia. No segundo ensaio, e uma vez que o ensaio foi feito dentro de estufa, o automatismo não incluiu a suspensão da rega. A água de rega utilizada foi a da captação existente na empresa Plantas da Fonte (água de furos e minas que convergem para cisternas).

As diferentes operações dos ensaios foram realizadas segundo a calendarização apresentada no Quadro 1.

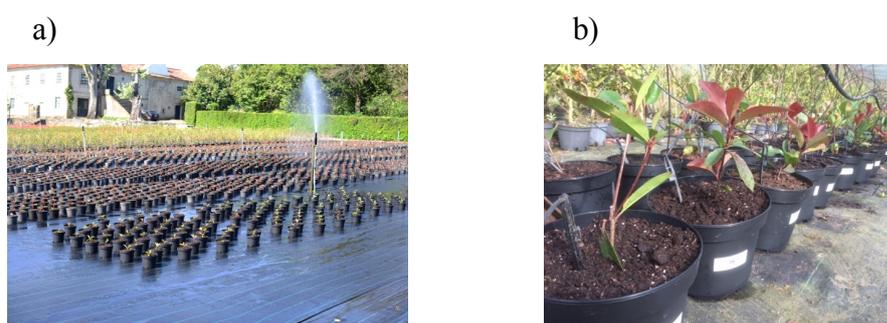


Figura 2. Disposição das plantas após plantação: (a) no primeiro ensaio, ao ar livre, com rega por aspersão; (b) no segundo ensaio, em estufa não climatizada, com rega gota-a-gota.

Quadro 1. Calendarização das operações

Operação	Data
Preparação dos materiais	abril 2018
Colheita de amostras dos substratos	01 maio 2018
Instalação do primeiro ensaio e 1º registo biométrico das plantas	01 maio 2018
Análise laboratorial aos substratos a testar	maio 2018
2º registo biométrico das plantas	15 maio 2018
3º registo biométrico das plantas	03 julho 2018
4º registo biométrico das plantas	09 agosto 2018
5º registo biométrico das plantas	06 setembro 2018
Colheita e 6º registo biométrico das plantas	09 outubro 2018
Instalação do segundo ensaio	01 novembro 2018
1ª Colheita e registo biométrico das plantas	20 fevereiro 2019
2ª Colheita e registo biométrico das plantas	20 junho 2019
3ª Colheita e registo biométrico das plantas	07 agosto 2019

2.2. Local

O local onde decorreram os ensaios foi na sede da empresa Plantas da Fonte Lda, que se situa a 41,48 ° de latitude, -8,33 ° de longitude, e aproximadamente a 129 m de altitude, no noroeste de Portugal, na vila de Ponte, concelho de Guimarães, distrito de Braga.

2.3. Clima

O local onde decorreram as experiências tem um clima temperado, do tipo Csb (clima temperado, chuvas de inverno, e verão temperado) segundo a classificação de Köppen-Geiger.

Segundo o histórico meteorológico dos últimos 30 anos, a temperatura média dos 3 meses mais frios foi de 9,7 °C, e nos 4 meses mais quentes de 20 °C, sendo a temperatura média do mês mais quente de 20,5 °C. As estações do verão (junho a agosto) e do inverno (dezembro a fevereiro) estão bem definidas. No entanto, nos dias mais quentes a temperatura máxima pode chegar aos 34 °C, e nos mais frios a mínima desce até -1 °C (Figura 3). A precipitação média mensal varia entre os 17 mm em julho e os 195 mm em dezembro, sendo a precipitação média anual de aproximadamente 1328 mm (Figura 3).

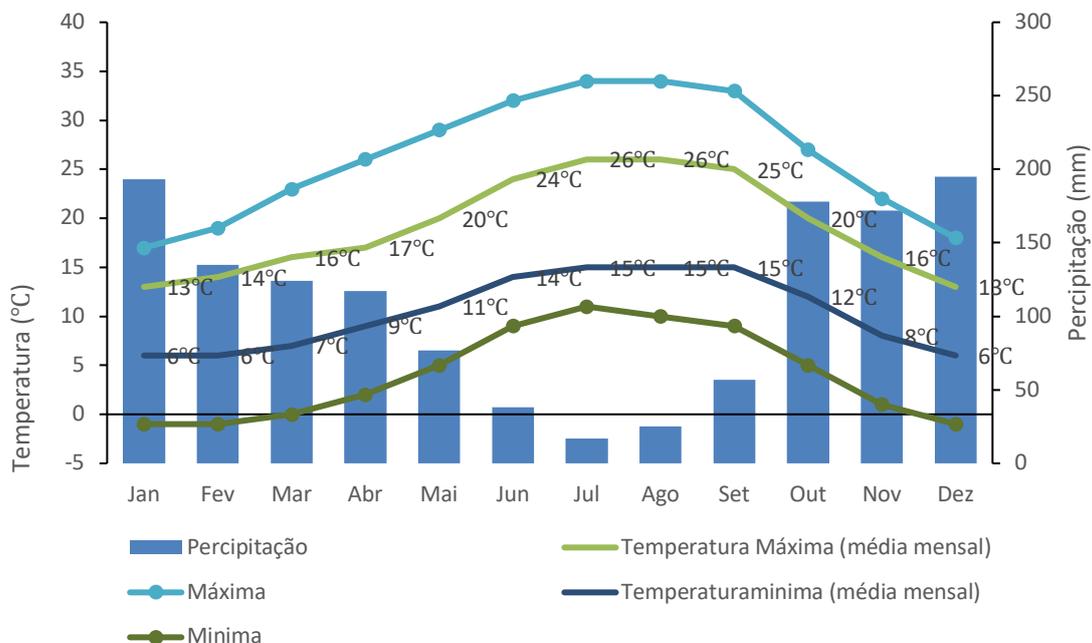


Figura 3. Temperatura e precipitação média, em Guimarães, nos últimos 30 anos
Fonte: Adaptado de Meteoblue, 2018

Durante o espaço temporal em que decorreram os dois ensaios, foram registadas semanalmente as temperaturas mínima e máxima diárias, assim como a pluviometria, com base nos dados meteorológicos da estação meteorológica Porto/Pedras Rubras, Latitude 41.233 Longitude -8.683, Altitude 77m (Freemeteo, 2019).

Conforme se pode verificar na Figura 4, durante o decorrer do primeiro ensaio, entre 01/05/2018 e 15/11/2018, a temperatura média mensal variou entre 10 °C em novembro de 2018 e 26 °C em agosto de 2018, tendo atingido o mínimo (3 °C) em 29/outubro/2018, e o máximo (37 °C) em 01/setembro/2018. De salientar, além da máxima de 01 de setembro de 2018, a máxima do dia 18 de junho (33 °C), onde ambas se distanciaram cerca de 12 °C da média mensal, o que representa picos de calor muito elevados. Podemos considerar que as temperaturas se mantiveram dentro das médias anuais, com uma amplitude térmica ligeiramente abaixo dos valores históricos.

No que respeita a precipitação, os valores registados durante o primeiro ensaio variaram entre 0 mm em julho de 2018 e 262 mm em novembro de 2018. Os valores registados durante este período foram atípicos, bastante menores que o habitual, tendo-se registado um verão e outono secos, com a exceção do mês de novembro em que precipitação foi bastante mais elevada, cerca de 90 mm acima da média dos últimos 30 anos.

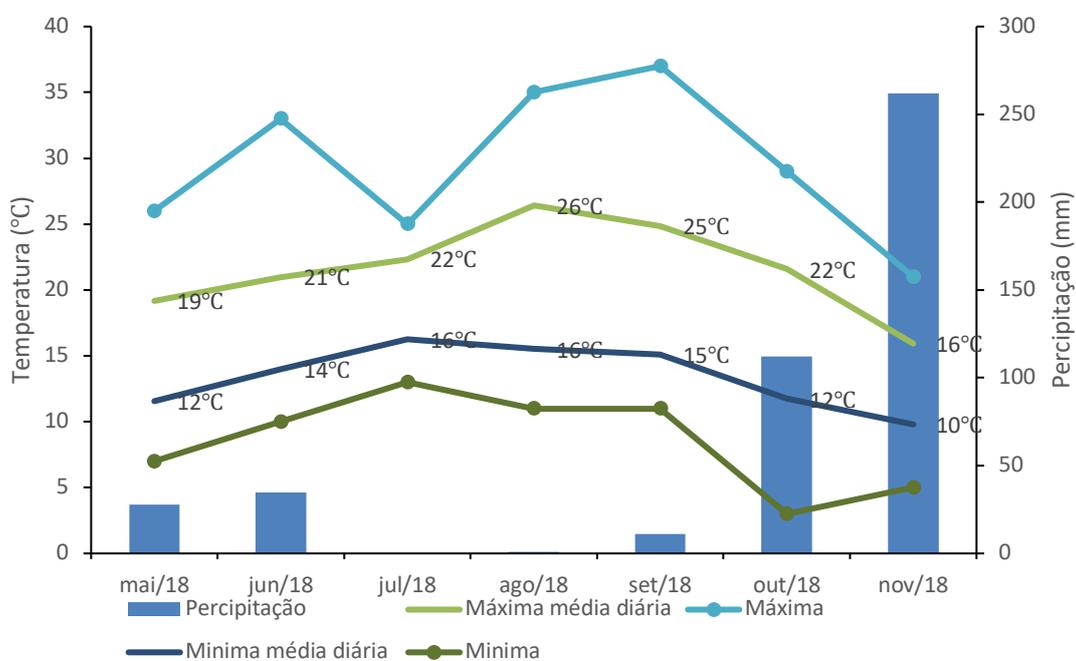


Figura 4. Temperatura e precipitação média, em Guimarães, entre 01.05.2018 e 30.11.2018

No período do segundo ensaio, entre 01/11/2018 e 07/08/2019, a temperatura média mensal variou entre 5 °C em janeiro/2019 e 22 °C em maio/2019, tendo atingido o mínimo (0 °C) em 03/fevereiro/2019, e o máximo (32 °C) em 30/maio/2019 e 10/julho/2019 (Figura 5). As temperaturas médias mensais mantiveram-se dentro das médias históricas. No entanto, atingiram-se durante todos estes meses temperaturas mínimas mais elevadas que o habitual.

No que respeita a precipitação, os valores registados durante o segundo ensaio situaram-se entre 0,5 mm e 262,1 mm. Estes valores de precipitação foram bastante menores que o habitual, tendo-se registado um inverno e primavera bastante secos, com a exceção do mês de abril em que precipitação registou valores ligeiramente acima da média histórica, cerca de 11 mm acima da média dos últimos 30 anos.

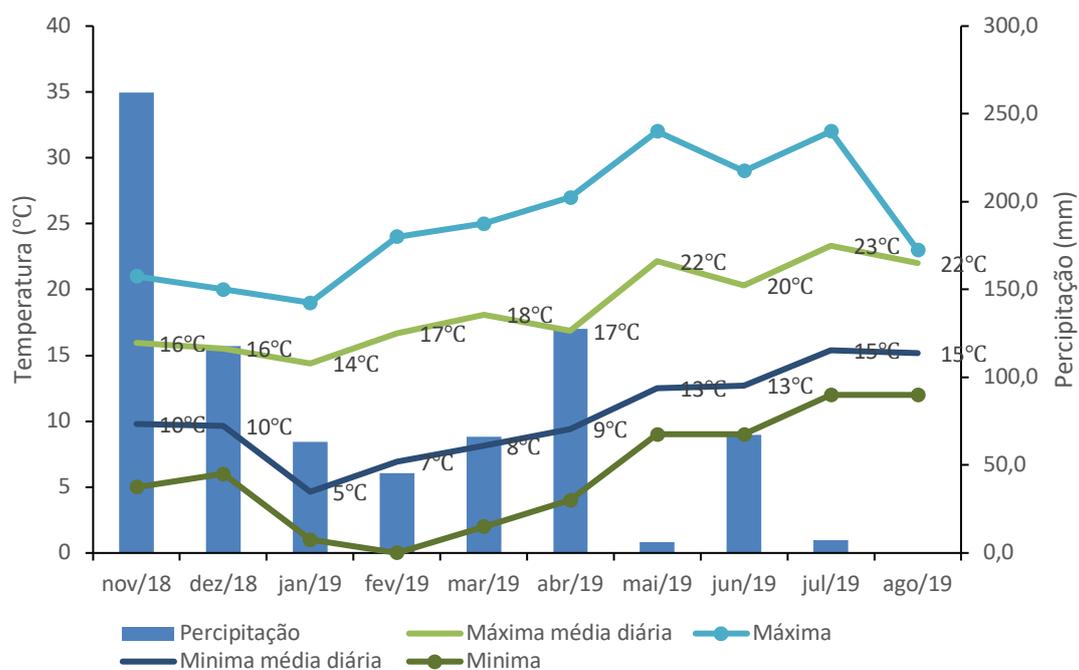


Figura 5. Temperatura e precipitação média, em Guimarães, entre 01.10.2018 e 07.08.2019

2.4. Material vegetal

As plantas de fotínia utilizadas nos ensaios experimentais, com aproximadamente 6 cm e 5 folhas, encontravam-se enraizadas em tabuleiro de plástico (maleável) com 104 alvéolos (diâmetro 2,5 cm e profundidade de 3 cm) (Figura 6). Para a transplantação, as plantas foram

escolhidas de modo a serem as mais homogêneas entre si. Para cada ensaio selecionaram-se 144 plantas, que foram colocadas em vasos de 2,5 L.



Figura 6. *Photinia x fraseri* “Red Robin” em tabuleiro de alvéolos

2.5. Vasos

O recipiente selecionado foi o vaso de 2,5 L, com 17 cm de diâmetro superior, 13 cm na base inferior e 15 cm de altura total, com fundo elevado para permitir uma boa drenagem, na cor preto. Todos os vasos foram devidamente etiquetados (Figura 7 b).

2.6. Substratos

Atendendo às características da planta selecionada para os ensaios, foram selecionados substratos com textura média, de modo a conciliar a adequada retenção de água a um bom arejamento ao longo do período experimental, tentando proporcionar as condições ideais para o desenvolvimento do sistema radicular e consequentemente aéreo das plantas.

O substrato 1, com a designação comercial Siro strat melhorado plus, apresenta-se como um substrato indicado para envasamento e transplante de plantas ornamentais de ciclo longo em vaso médio/grande, com textura média, e uma composição de: 45% turfa loira selecionada com partículas de 0-40 mm; 30% Siro Agro1 (húmus à base de resíduos florestais, com

predominância de casca de pinho); 25% casca de pinho marítimo 1-15 mm (tratada a vapor de acordo com legislação em vigor, Decreto-Lei n.º 123/2015 de 03/07/2015).

O substrato 2, com a designação comercial Pindstrup mix special, composto por 75% de turfa loira e 25% de turfa negra, com uma textura fina/média, apresenta-se também como indicado para envasamento de plantas ornamentais.

O substrato 3, com a designação comercial Gramoflor Container-LFc, apresenta-se como um substrato composto por matérias primas numa proporção adequada ao cultivo de plantas ornamentais em vasos de capacidade superior a 1,5 L, com uma textura grossa e fibrosa, e uma composição: 50% Turfa loira; 30% Turfa negra; 20% Lignofibre®.

O substrato 4, com a designação comercial Siro biológico, apresenta-se como um substrato utilizável em agricultura biológica, com textura média/grossa, e composto por: turfa loira, Siro Agro 1 (Húmus de casca de pinho - certificado pela RAL), e um corretivo orgânico biológico de origem animal.

Cada um dos substratos encontrava-se devidamente embalado pelo fabricante, tendo sido abertos no ato de plantação, retirado o seu conteúdo, espalhado numa bancada de trabalho, homogeneizado, medido e colocado dentro do recipiente o volume de 2500 cm³ de substrato (Figura 7 a).



Figura 7. Preparação da experiência: (a) enchimentos dos vasos; (b) etiquetagem; (c) plantação das fotínias.

2.7. Fertilizantes

Nos ensaios usaram-se dois fertilizantes distintos, tendo sido o fertilizante 0, utilizado como testemunha (substrato sem adição de fertilizante). O fertilizante 1, foi o Bioscape humix 12-

3-5, adequado para aplicação em modo de produção biológico segundo o Regulamento (CE) nº 889/2008 da Comissão, de 5 de setembro (Anexo I), e que se trata de um fertilizante orgânico, 100% de origem vegetal, granulado sólido, com granulometria SGN 200 (grânulos com dimensão média de 2,0 mm), homogêneo, de cor castanha escura e de odor característico, com origem em 100% de melaço líquido condensado de mandioca e cana-de-açúcar. É, segundo o seu rótulo comercial, quimicamente constituído por N-P-K (%): 12-3-5 (Adubo NP 1048). O fertilizante 1, no primeiro ensaio, foi aplicado na dose de 3 kg m⁻³, através da aplicação de 1 kg m⁻³ misturado no substrato no momento da plantação, mais 2 kg m⁻³ em cobertura imediatamente após a mesma. No segundo ensaio, a dose aplicada foi 1,5 kg m⁻³, misturado no substrato no ato da plantação.

O Fertilizante 2, foi o Exactyon NPK plus 18-7-14, fertilizante de libertação controlada, 100% capsulado. É, segundo o seu rótulo comercial, quimicamente constituído por N-P-K (%): 18-7-14. Todos os grânulos são completamente revestidos por polímero que impede a dissolução imediata do adubo quando aplicado ao solo, e têm granulometria SGN 310 (grânulos com dimensão média de 3,1 mm). A libertação dos nutrientes dá-se por difusão osmótica, o que garante a sua disponibilização de forma faseada ao longo do tempo e conforme as necessidades das plantas. Formulado com ureia de longevidades diferentes de modo a cobrir eficazmente as necessidades de azoto, ao longo de 8-9 meses. O fertilizante 2 foi aplicado na dose 3 kg m⁻³, misturado no substrato no momento do envasamento, em ambas as experiências.

No Quadro 2 apresentam-se as principais características dos fertilizantes utilizados. Estes adubos encontravam-se devidamente embalados pelo fabricante e foram abertos no ato de plantação, devidamente pesados e misturados no substrato correspondente a cada vaso num recipiente de dimensões adequadas para permitir a homogeneização da mistura, a qual foi posteriormente colocada dentro do respetivo vaso.

Quadro 2. Características dos fertilizantes utilizados nos ensaios

Fertilizante	Composição
Adubo 1	Azoto total (N) 11,42%
	7,22% Azoto amoniacal
	4,2% Azoto orgânico
	Fósforo (P ₂ O ₅) 2,91%
	Óxido de potássio (K ₂ O) 5,15%
	Enxofre (S) 3,60%
	Cálcio (Ca) 1,22%
	Magnésio (Mg) 0,44%
	Boro (B) 0,01%
	Ferro (Fe) 332 mg/kg
	Manganês (Mn) 89 mg/kg
	Zinco (Zn) 36 mg/kg
	Vitamina B2 25,2 mg/kg
	Matéria orgânica 80,10%
	Razão C:N 23,7:11,2
	Ácidos fúlvicos 26,20%
	Ácidos húmicos 3,80%
	Proteína bruta 74,40%
	Humidade máxima 0,17%
	Adubo 2
1,4% Azoto amoniacal	
16,9% Azoto ureico	
Fósforo (P) 7 %	
Potássio (K) 14 %	
Enxofre (SO ₄) 8,5%	
3,4% Enxofre livre	
Magnésio (MgO) 2,33%	
1,4% Magnésio livre	
Ferro (Fe) 1,12%	

Fonte:  Developed by Serraic Create and Innovate

2.8. Controle de infestantes e cuidados fitossanitários

Durante as experiências, quinzenalmente foi efetuada a remoção das infestantes que germinaram, para não competirem com as fotínias por nutrientes. Não foram efetuadas aplicações de nenhum tipo de produto fitofarmacêutico em nenhum dos ensaios.

2.9. Colheita das plantas

A colheita das plantas do primeiro ensaio foi efetuada 198 dias após plantação. No segundo ensaio foram efetuadas colheitas aos 111, 231 e 279 dias após plantação. O processo de colheita foi executado através do corte da planta pelo colo, sendo de seguida medida a sua altura e contado o número de folhas.

O peso fresco foi determinado através da pesagem da amostra, sendo a mesma colocada dentro de um saco de papel devidamente identificado. O peso seco foi determinado através da pesagem da amostra 48 horas após a passagem por uma estufa a 60 °C.

2.10. Análises laboratoriais

Colheita de Amostras

Para cada um dos substratos testados foi efetuado o seguinte processo: abriu-se a embalagem, foi retirado o seu conteúdo e espalhado numa bancada de trabalho. Colheram-se aleatoriamente cerca de 20 a 30 porções para um recipiente, de onde se retirou uma amostra com cerca de 800 g, que foi conservada no frigorífico. As amostras destinaram-se à determinação do pH, da condutividade elétrica e do teor de matéria seca.

Metodologia laboratorial para as análises dos substratos

pH

O pH foi determinado num extrato de substrato obtido, misturado com água destilada e desionizada, na proporção de 1 volume de amostra para 5 volumes de água,

homogeneizando-a a 22 °C. A leitura do pH foi feita sobre suspensão com um potenciômetro e um eletrodo combinado para pH, e determinado por método potenciométrico em extrato aquoso.

Condutividade elétrica (C.E.)

A condutividade elétrica foi determinada usando o mesmo extrato utilizado para a obtenção do pH. A leitura da C.E. foi executada sobre a suspensão com um condutivímetro e um eletrodo com sonda de temperatura associada, tendo-se ajustado o resultado à temperatura de 25 °C, tendo sido determinada a condutividade por condutivímetro em extrato aquoso.

Teor de matéria seca (MS)

O teor de MS dos substratos foi determinado por gravimetria por desidratação em estufa ventilada a 105 °C durante 48 horas, até peso estável. A percentagem de MS da amostra, resultou da diferença de peso entre a amostra inicial e final.

Densidade

A densidade foi determinada através da razão entre a massa do substrato e a massa da água que ocupa o mesmo volume (400ml).

2.11. Análise estatística

A análise estatística foi efetuada através da análise da variância de dois fatores realizada com recurso ao programa SPSS, versão 19.0. A comparação entre as médias dos diferentes níveis dos fatores principais foi realizada pelo teste de Duncan, enquanto a comparação entre as médias dos tratamentos realizou-se através da menor diferença significativa ($P < 0,05$) entre médias de resultados dos diferentes tratamentos.

3. RESULTADOS

3.1. Características dos substratos

As características físicas e químicas dos substratos estudados encontram-se representadas no Quadro 3. O pH dos substratos foi em todos os casos ácido, mas dentro dos valores considerados aceitáveis para a maioria das culturas (Brito, 2012), variando ente 5,5 no substrato 2 e 6,2 no substrato 1.

O substrato 1 foi o que apresentou menores níveis de salinidade, apesar do substrato 4 também apresentar níveis de salinidade inferiores a 1 dS m^{-1} . Os substratos 2 e 3 apresentam níveis de salinidade ligeiramente superiores a 1 dS m^{-1} . Os substratos 2 e 3 apresentam maior teor de humidade, sendo o substrato 3 e 4 os que apresentam maior peso específico.

Quadro 3. Características físico-químicas dos substratos

	pH	Condutividade (dS m^{-1})	MS (%)	Peso específico (g ml^{-1})
Substrato 1	6,2	0,2	50,5	0,44
Substrato 2	5,5	1,2	30,8	0,39
Substrato 3	5,6	1,1	29,9	0,50
Substrato 4	6,1	0,9	43,5	0,53

3.2. Primeiro ensaio, crescimento de fotínia ao ar livre

3.2.1. Mortalidade

No primeiro ensaio, nos primeiros 15 dias após plantação (Dap) não se registaram plantas mortas, e até aos 63 Dap, a taxa de mortalidade situou-se abaixo dos 10%. No final da experiência, entre os 161 e os 198 Dap também não se registaram quaisquer mortes. No entanto, registou-se uma taxa média de mortalidade de 37,5%, com maior expressão entre os 63 e os 100 Dap, onde se registaram 70% das mortes, passando o número de plantas mortas de 13 para 51, o que corresponde a um aumento da taxa de mortalidade de 9% para 35,4%.

As mortes de plantas onde foi aplicado o adubo 1 (certificado para o MPB) foram as mais expressivas (32 plantas) e representaram 59% do total das plantas mortas (Figura 8). Existiram mortes em todos os substratos, no entanto, os substratos 4 (Siro biológico) e 2 (Pindstrup) foram os que registaram maior número de mortes (Quadro 4).

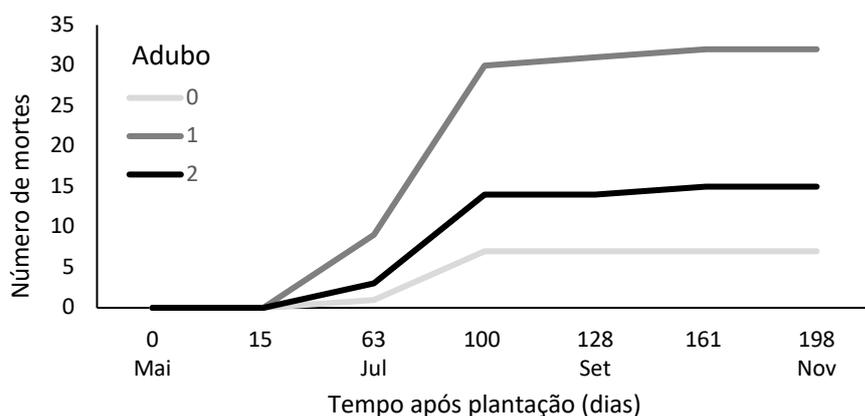


Figura 8. Número de plantas de fotínia mortas: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de liberação controlada.

Quadro 4. Número de plantas de fotínia mortas, durante o primeiro ensaio, aos 15, 63, 100, 128, 161 e 198 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.

Dap	S1	S2	S3	S4
15	0	0	0	0
63	6	3	1	3
100	11	12	10	17
128	11	13	10	17
161	11	14	11	18
198	11	14	11	18

3.2.2. Número de folhas

Nas primeiras 28 semanas do primeiro ensaio, o número máximo de folhas por planta foi de 91 folhas, tendo sido 32 o número médio de folhas por planta no final da experiência, sendo que cada planta ganhou, em média, cerca de 1 folha por semana.

Apesar de se verificar um aumento do número de folhas da fotínia ao longo do tempo, foi depois dos 128 dias após plantação que as diferenças resultantes da utilização de diferentes substratos foram significativas (Quadro 5). A partir desta data e até ao final do ensaio, para a média das fertilizações estudadas, as plantas que continham o substrato 2 (Pindstrup) obtiveram um número de folhas superior às que continham qualquer um dos restantes substratos testados (1, 3 ou 4). A partir dos 128 Dap, no substrato 1 (Siro strat) e no substrato 4 (Siro biológico) registaram-se sempre aumentos do número de folhas inferiores à média do aumento de folhas dos restantes substratos.

Relativamente à fertilização (Figura 9), para a médias dos substratos estudados, foi também a partir dos 128 Dap que se verificou que as plantas fertilizadas com o adubo de libertação controlada (adubo 2) produziram significativamente mais folhas, quando comparadas quer o com adubo certificado para o MPB (adubo 1) ou com o grupo de controlo (adubo 0). A partir dos 128 Dap o adubo 0 (grupo de controlo) registou sempre um número de folhas inferior ao adubo 2, não havendo antes dessa data diferenças significativas entre fertilizações. No entanto, se considerássemos as mortes como tendo peso zero (resultados não apresentados), o adubo de libertação controlada continuaria a ter os melhores resultados, mas o adubo 1 teria resultados inferiores aos do adubo 0 em todas as medições, à exceção da medição aos 15 Dap e aos 198 Dap, onde não haveria diferença entre a aplicação do adubo 0 e do adubo 1.

Quadro 5. Número de folhas de fotínia, durante o primeiro ensaio, 15, 63, 100, 128, 161 e 198 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.

Dap	S1		S2		S3		S4	
15	4,59	ab	3,82	b	5,38	a	5,25	a
63	8,92	b	9,62	ab	10,63	a	9,00	ab
100	13,94	b	16,00	ab	16,31	a	13,34	ab
128	17,83	c	29,15	a	22,31	b	17,69	c
161	21,18	c	41,77	a	27,99	b	21,70	bc
198	24,41	b	48,85	a	31,95	b	26,01	b

Letras diferentes, na mesma linha, indicam diferenças significativas entre substratos para a mesma data de colheita ($p < 0,05$).

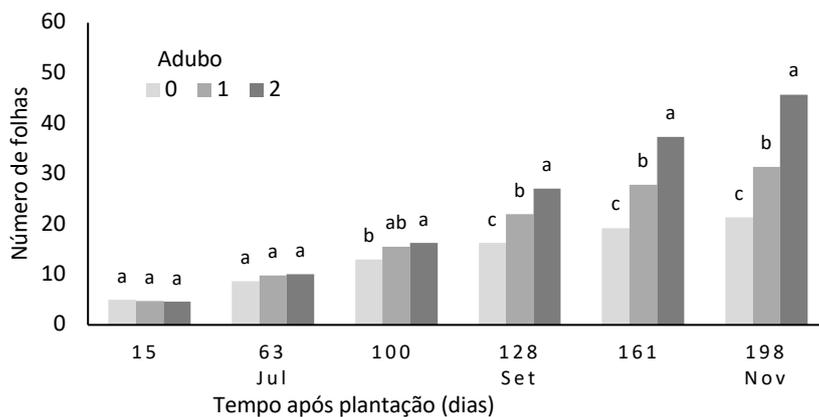


Figura 9. Número de folhas de fotinia, durante o primeiro ensaio, fertilizada: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras, para cada data de colheita, indicam diferenças significativas entre adubos ($p < 0,05$)

3.2.3. Altura

No decorrer do primeiro ensaio, durante 198 dias, a altura máxima da planta foi de 119,6 cm. No final da experiência, a altura média por planta foi de 51 cm, e o crescimento médio diário foi de 2,2 mm/dia.

Apesar de se verificarem crescimentos da fotinia ao longo do tempo, quando analisamos os diferentes momentos da experiência, podemos concluir que esses crescimentos, para a média dos adubos estudados, variaram significativamente consoante o substrato usado, a partir dos 63 dias após plantação (Quadro 6). As plantas que continham o substrato 2 (Pindstrup), registaram a menor altura na medição efetuada 15 dias após plantação, passando a registar a maior altura a partir da segunda medição (63 Dap), e até ao final do ensaio (198 Dap), em comparação com os restantes substratos estudados, com exceção do substrato 3 (Gramoflor) aos 63 Dap e 100 Dap. No final da experiência, as plantas produzidas no substrato 1 (Siro strat) registaram os piores crescimentos quando comparado com as plantas dos restantes substratos (2, 3 e 4).

No que respeita à fertilização (Figura 10), para a média dos substratos estudados, nas 3 últimas medições (128, 161 e 198 Dap) o adubo 2 (adubo de libertação controlada) conduziu sempre à obtenção de plantas com alturas significativamente superiores às atingidas com a utilização do adubo 1 e adubo 0. Nas primeiras duas medições (15 e 63 Dap) não se registaram diferenças significativas entre fertilizações, para a média dos substratos. A partir

dos 128 Dap, as plantas tratadas com o adubo 0 (grupo de controlo) registaram sempre uma altura inferior a qualquer um dos adubos testados (adubo 1 e adubo 2). No entanto, se considerássemos as plantas mortas como tendo peso zero, o adubo 1 passaria a ter resultados significativamente inferiores aos restantes adubos, exceto aos 161 Dap e aos 198 Dap, onde não haveria diferença entre a aplicação do adubo 0 e do adubo 1.

Quadro 6. Altura (cm) de fotínia, durante o primeiro ensaio, 15, 63, 100, 128, 161 e 198 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.

Dap	S1	S2	S3	S4
15	6,03 a	5,37 b	6,15 a	6,62 a
63	13,16 b	17,97 a	17,66 a	13,56 b
100	20,94 b	31,15 a	29,97 a	21,25 b
128	27,97 c	51,57 a	40,29 b	30,75 c
161	34,52 c	71,63 a	50,27 b	40,10 bc
198	34,98 c	76,51 a	53,58 b	44,21 b

Letras diferentes, na mesma linha, indicam diferenças significativas entre substratos para a mesma data de colheita ($p < 0,05$).

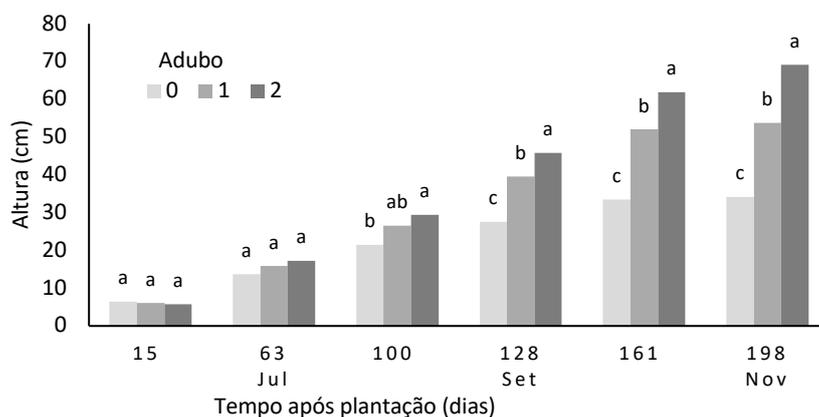


Figura 10. Altura (cm) de fotínia durante o primeiro ensaio, fertilizada: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras, para cada data de colheita, indicam diferenças significativas entre adubos ($p < 0,05$)

3.2.4. Peso fresco, peso seco e teor de matéria seca

No final da experiência, os valores de produção de fotínias com recurso ao substrato 2 (Pindstrup) e ao adubo de libertação controlada (adubo 2) foram sempre superiores aos obtidos com os restantes substratos (Figura 11 a) ou adubos (Figura 11 b), respetivamente. Relativamente aos substratos, os melhores resultados foram os obtidos pelo substrato Pindstrup, seguido do substrato Gramoflor, seguindo-se o substrato 4 (Siro biológico) e por fim o substrato 1 (Siro strat). No entanto, o substrato 4 nem produziu significativamente menos que o substrato 3 nem significativamente mais que o substrato 1.

O fertilizante que obteve melhores resultados foi o adubo de libertação controlada (adubo 2), seguido do adubo certificado para o MPB (adubo 1) quando se excluem as plantas mortas, tendo sido sem fertilizante que se registaram menores pesos frescos (PF). No entanto, se considerássemos as plantas mortas como tendo peso zero, o adubo de libertação controlada continuaria a ter os melhores resultados, mas não haveria diferença entre a aplicação do adubo 0 e do adubo 1.

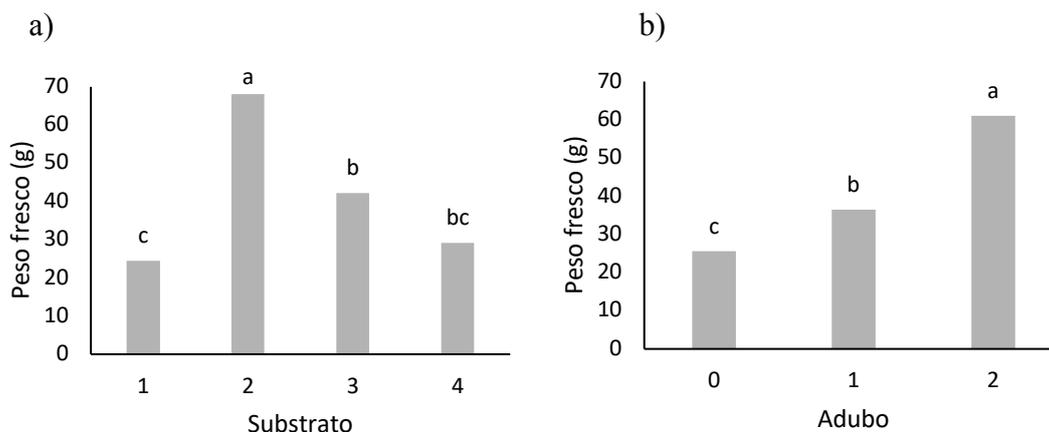


Figura 11. Peso fresco (g) de fotínia 198 dias após a plantação: (a) produzida com quatro substratos diferentes (1) Sirostrat, (2) Pindstrup; (3) Gramoflor; (4) Siro biológico; e (b) fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$).

Tal como se verificou para o PF, o peso seco (PS) da fotínia, para a média das fertilizações, foi superior quando aplicado o substrato Pindstrup, em comparação com os restantes substratos estudados, seguido do Gramoflor (Figura 12 a). Os substratos Siro biológico e

Siro strat não diferiram significativamente entre si, mas foram piores para a produção de peso seco de fotínia do que o substrato Gramaflor (Figura 12 a).

Relativamente aos fertilizantes, os resultados são semelhantes aos do PF, tendo sido o adubo 2 o que obteve melhor resultado para a média dos substratos, em comparação com a aplicação de qualquer um dos outros adubos (Figura 12 b). O facto de o teor de humidade ($58\% \pm 3\%$) da fotínia não ter variado de forma expressiva para a média dos substratos ou para a média dos adubos, fez com que os resultados do PS fossem comparáveis aos do PF.

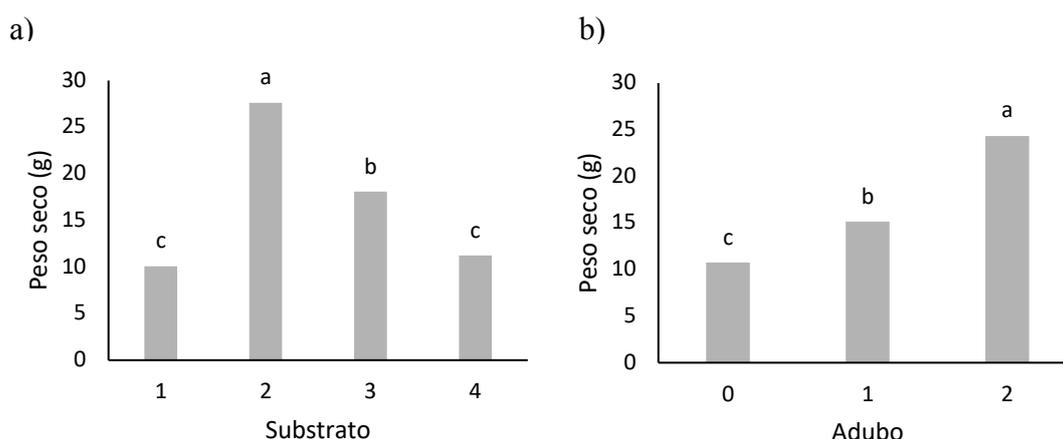


Figura 12. Peso seco (g) de fotínia 198 dias após a plantação, (a) produzida com quatro substratos diferentes (1) Sirostrat, (2) Pindstrup; (3) Gramoflor; (4) Siro biológico, e (b) fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$).

3.3. Segundo ensaio, crescimento de fotínia em estufa

3.3.1. Mortalidade

No segundo ensaio não se registaram quaisquer mortes de plantas.

3.3.2. Número de folhas

Durante os 279 dias do segundo ensaio, o número máximo de folhas por planta foi de 153 folhas. No final da experiência o número médio de folhas por planta foi de 92, e em média, cada planta formou aproximadamente 2 folhas por semana.

Apesar de se verificar um aumento do número de folhas da fotínia ao longo do tempo em todos os tratamentos, concluiu-se que não existiram diferenças significativas no número de folhas nas plantas dos diferentes substratos testados para a média das fertilizações, em qualquer dos momentos da experiência (Quadro 7).

Quadro 7. Número de folhas de fotínia 111, 231 e 279 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.

Dap	S1	S2	S3	S4
111	23,08 a	20,17 a	24,67 a	19,58 a
231	59,58 a	59,75 a	55,58 a	46,83 a
279	95,42 a	87,42 a	100,08 a	83,50 a

Letras iguais, na mesma linha, indica que não se verificaram diferenças significativas entre substratos, para a mesma data de colheita ($p < 0,05$).

Relativamente à fertilização, as plantas produzidas com o adubo 2, para média dos substratos, foram as que possuíam mais folhas, quer quando comparadas com o adubo 1 nas duas últimas colheitas, quer com o grupo controlo (sem adubo) em todas as colheitas (Figura 13). No final da experiência, as plantas fertilizadas com o adubo 1, para a média dos quatro substratos, foram as que obtiveram menor número de folhas, mesmo quando comparadas com as do grupo de controlo (Figura 13).

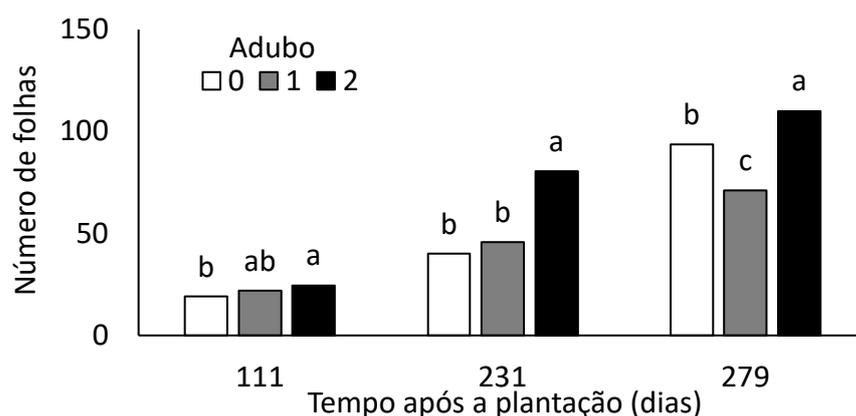


Figura 13. Número de folhas de fotínia fertilizada: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras, para cada data de colheita, indicam diferenças significativas entre adubos ($p < 0,05$)

Devido à existência de interação entre os dois fatores (substratos e adubos) nas duas últimas colheitas, compararam-se as médias dos diferentes tratamentos (Figura 14 e 15). Confirmou-

se que aos 231 Dap, as plantas fertilizadas com o adubo 2 em qualquer dos substratos, produziram mais folhas, com a exceção do substrato 4 (Siro biológico), (Figura 14). Com este último substrato, não se verificaram diferenças significativas no número de folhas com qualquer dos fertilizantes.

Na última colheita, 279 Dap, no substrato 3 (Gramoflor) o maior número de folhas foi obtido sem qualquer fertilizante (Figura 15). Contudo, com os substratos Pindstrup e Siro biológico, foi com o adubo 2 que as plantas produziram mais folhas. No substrato 1 (Siro strat) as plantas onde foi aplicado o adubo 1 (adubo certificado para o MPB) foram as que produziram menor número de folhas quando comparadas com os outros adubos (adubo 0 e adubo 2).

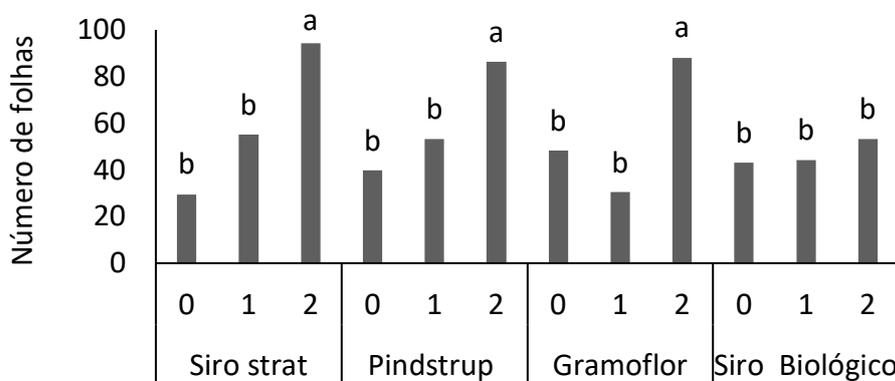


Figura 14. Número de folhas de fytinia 231 dias após a plantação, fertilizada: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$).

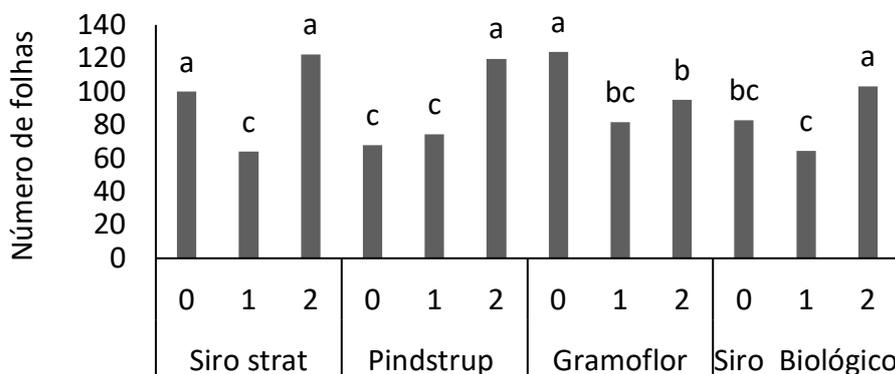


Figura 15. Número de folhas de fytinia 279 dias após a plantação, fertilizada: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$).

3.3.3. Altura

No decorrer do segundo ensaio, durante 279 dias, a altura máxima das plantas foi de 191 cm, tendo sido 89 cm a altura média por planta no final da experiência, e 3,2 mm/dia o crescimento médio diário.

Na primeira colheita, aos 111 dias após plantação, as plantas produzidas no substrato 3 (Gramoflor) cresceram significativamente mais do que no substrato 4, sem que se verificassem diferenças significativas entre os substratos S1 e S2, ou entre estes e os restantes substratos. Na segunda colheita, 231 dias após plantação, as plantas produzidas no substrato 3 (Gramoflor) cresceram significativamente mais do que nos substratos 2 e 4. Contudo, na última colheita, apesar das plantas terem, em média, ultrapassado 1 m de altura apenas no substrato 3, não se verificaram diferenças significativas na altura das plantas entre quaisquer substratos (Quadro 8).

Quadro 8. Altura (cm) de fotínia 111, 231 e 279 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.

Dap	S1	S2	S3	S4
111	23,08 ab	22,54 ab	23,64 a	18,88 b
231	58,83 ab	49,17 b	67,17 a	52,92 b
279	89,33 a	75,67 a	101,00 a	91,75 a

Letras diferentes, na mesma linha, indicam diferenças significativas entre substratos para a mesma data de colheita ($p < 0,05$).

No que respeita à fertilização, para a média dos quatro substratos, o adubo 2 foi o que obteve melhores resultados, em todos os momentos da experiência, quando comparado com qualquer um dos outros adubos (adubo 0 e adubo 1). No final da experiência, as plantas fertilizadas com o adubo 1, para a média dos substratos, foram as que cresceram menos, mesmo quando comparadas com as do grupo de controlo, tendo nessa data atingido menos de metade da altura das plantas fertilizadas com o adubo 2 (Figura 16).

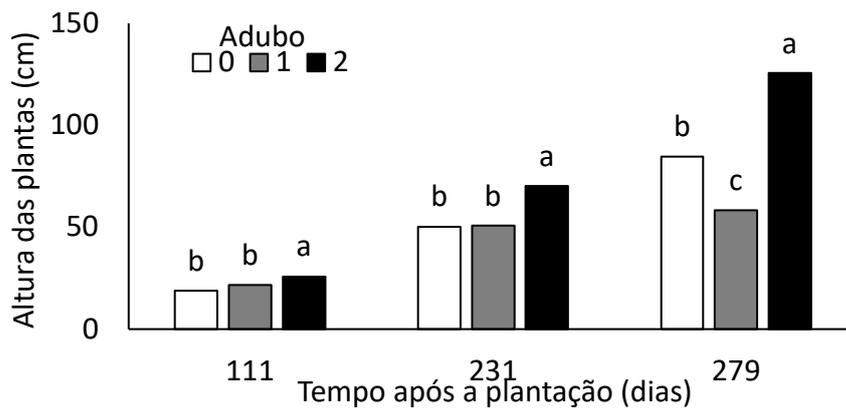


Figura 16. Altura (cm) da fotínia fertilizada: (0) sem adubo; (1) com adubo certificado para o MPB; e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras, para cada data de colheita, indicam diferenças significativas entre adubos ($p < 0,05$)

Na segunda colheita, ao contrário da primeira e da última, verificou-se a existência de interação entre os dois fatores (substratos e adubos). Nesta colheita, 231 dias após plantação, as plantas que continham o tratamento substrato 3 (Gramoflor) com adubo 2 (adubo de libertação controlada), cresceram mais do que nos restantes tratamentos com adubo 1 ou sem adubo, ou mesmo com o adubo 2 e substrato Siro Biológico (Figura 17). Sem adição de adubo, as plantas cresceram menos no substrato 2 (Pindstrup) do que nos substratos Gramoflor ou Siro Biológico.

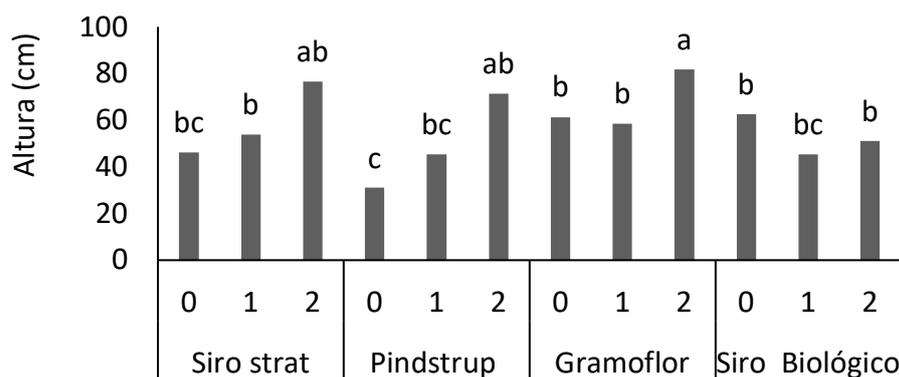


Figura 17. Altura (cm) de fotínia 231 dias após a plantação, fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$).

3.3.4. Peso fresco, peso seco e teor de matéria seca

Apesar de se verificar um aumento do peso fresco da fotínia ao longo do tempo, quando analisamos os diferentes momentos da experiência, podemos concluir que não existem diferenças significativas no peso fresco nos diferentes substratos testados (Quadro 9).

Os valores de produção de fotínias com recurso ao adubo 2, para a média dos 4 substratos, foram sempre superiores aos obtidos com os a aplicação de qualquer um dos outros adubos, ao longo de toda a experiência, não se verificando diferenças significativas entre a aplicação do adubo 1 e o tratamento sem adubo (Figura 18).

Quadro 9. Peso fresco (g) de fotínia 111, 231e 279 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.

Dap	S1	S2	S3	S4
111	21,67 a	22,08 a	25,00 a	23,67 a
231	51,08 a	50,58 a	53,25 a	39,50 a
279	101,25 a	82,33 a	101,75 a	99,92 a

Letras diferentes, na mesma linha, indicam diferenças significativas entre substratos para a mesma data de colheita ($p < 0,05$).

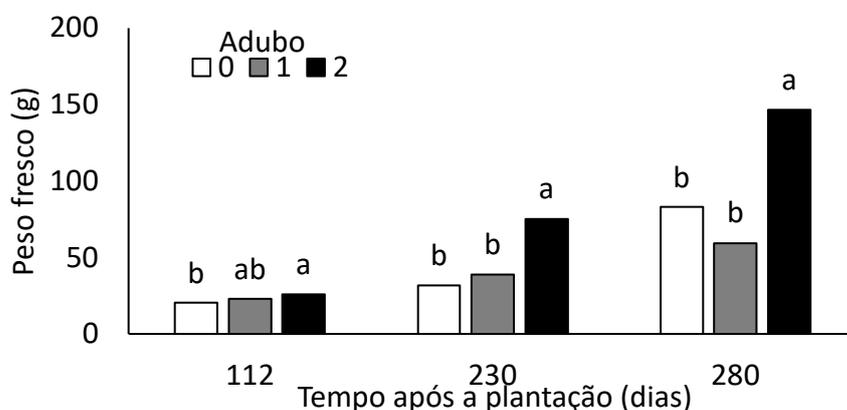


Figura 18. Peso fresco (g) da fotínia fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras, para cada data de colheita, indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$).

Na segunda colheita, efetuada aos 231 dias após plantação, a média dos tratamentos com os substratos 1, 2 e 3, onde foi aplicado o adubo 2, registaram pesos significativamente superiores aos que os mesmos substratos obtiveram quando aplicados qualquer um dos outros adubos (adubo 0 e adubo 1). No entanto, para qualquer dos substratos, não se

verificaram diferenças significativas entre a aplicação do adubo 1 (adubo certificado para o MPB) e o grupo testemunha (adubo 0). No substrato 4 (Siro biológico) não se registram diferenças significativas com a aplicação de qualquer um dos fertilizantes estudados (Figura 19).

No final da experiência, aos 279 dias após plantação, a média dos tratamentos onde foi aplicado o adubo de libertação controlada (adubo 2) com os substratos 1, 2 e 4, registaram-se pesos frescos superiores aos que os mesmos substratos registaram quando aplicado o adubo 0 ou o adubo 1. O substrato 3 (Gramoflor) registou piores resultado com a aplicação do adubo 1, do que com o adubo 2 ou o adubo 0 (Figura 20).

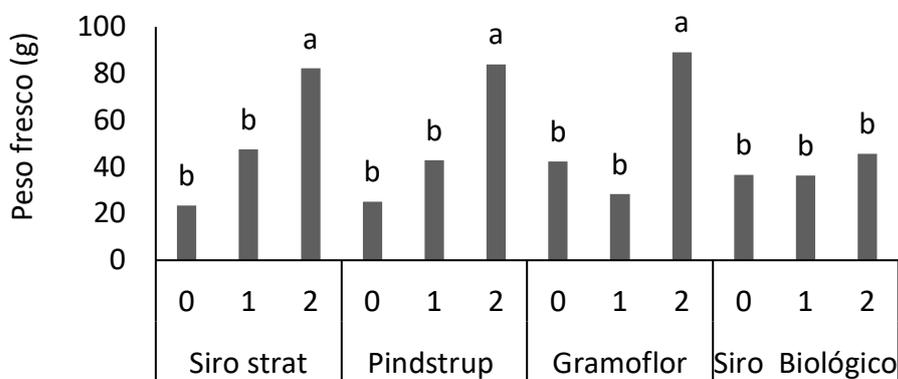


Figura 19. Peso fresco (g) de fotinia 231 dias após a plantação, produzida com diferentes substratos e fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas entre médias dos tratamentos ($p < 0,05$).

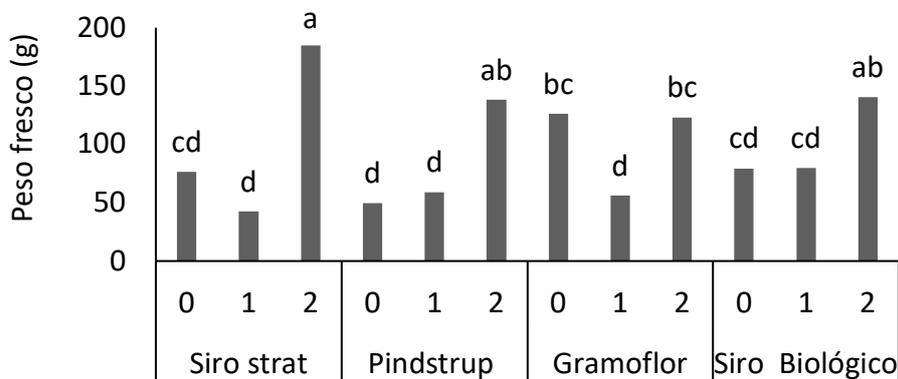


Figura 20. Peso fresco (g) de fotinia 279 dias após a plantação, produzida com diferentes substratos e fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$).

Tal como se verificou para o PF, o PS da fotínia nas três colheitas, não foi significativamente diferente entre os diferentes substratos estudados (Quadro 10).

Nas duas últimas colheitas, o PS foi significativamente superior para a média dos 4 substratos, quando foi aplicado o adubo 2, em comparação com a aplicação do adubo 1 ou sem aplicação de adubo (Figura 21), já que o teor médio de matéria seca (MS) registado, cerca de 50%, não variou significativamente com o substrato usado, nem com a fertilização. De facto, a correlação entre o peso fresco e o peso seco ($R = 0,914$, $R = 0,988$ e $R = 0,997$, para as colheitas 1, 2 e 3, respetivamente) foi sempre fortemente significativa ($p < 0,001$).

Quadro 10. Peso seco (g) de fotínia 111, 231 e 279 dias após plantação (Dap), com: (S1) substrato Siro strat; (S2) substrato Pindstrup; (S3) substrato Gramoflor, e (S4) substrato Siro biológico.

Dap	S1	S2	S3	S4
111	12,58 a	12,58 a	14,00 a	12,75 a
231	24,58 a	25,92 a	25,83 a	18,75 a
279	43,75 a	36,08 a	44,58 a	42,33 a

Letras diferentes, na mesma linha, indicam diferenças significativas entre substratos para a mesma data de colheita ($p < 0,05$).

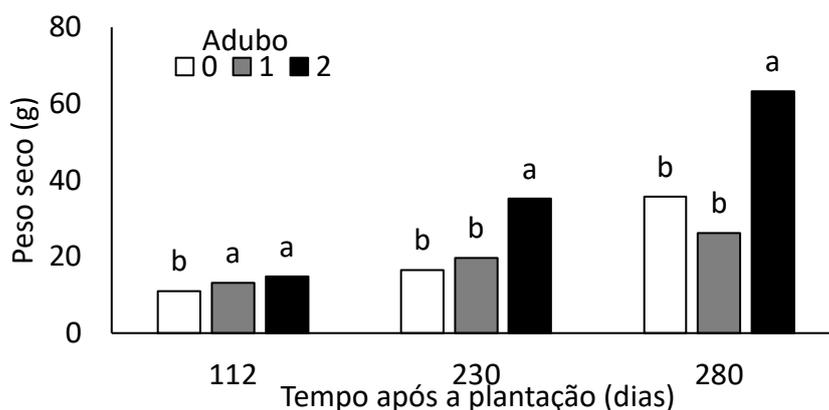


Figura 21. Peso seco (g) da fotínia fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras, para cada data de colheita, indicam diferenças significativas entre médias ($p < 0,05$).

Para o peso seco da fotínia produzida com os diferentes tratamentos, a interação entre o fator substratos e o fator adubos foi significativa apenas na 3ª colheita. Ao comparar a média dos diferentes tratamentos nesta colheita (Figura 22), verificou-se que as plantas produzidas com o substrato 1, 2 ou 4 e o adubo 2 obtiveram maior peso seco no final do ensaio do que produzidas no mesmo substrato com o adubo 1 ou sem adubo. No substrato 3 (Gramoflor) o tratamento com o adubo 1 resultou em menor peso seco das plantas em comparação com o adubo 2 ou sem adubo. Já nos restantes substratos a diferença entre o adubo 1 e sem adubo não foi significativa.

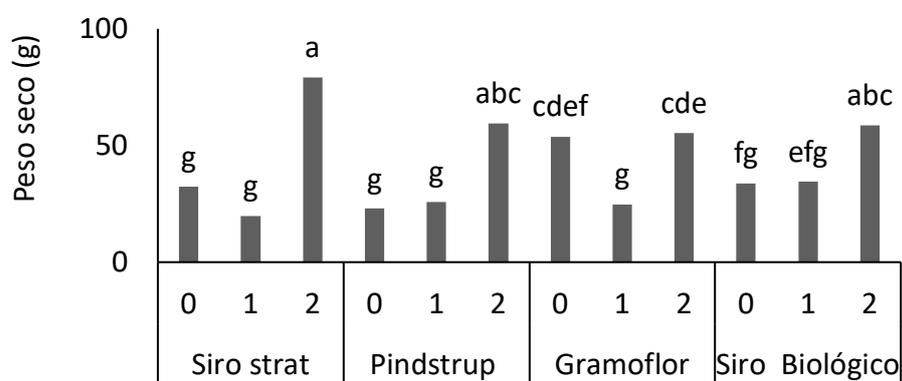


Figura 22. Peso seco (g) de fotínia 279 dias após a plantação, produzida com diferentes substratos e fertilizada (0) sem adubo, (1) com adubo certificado para o MPB e (2) com adubo de libertação controlada. Letras diferentes por cima das barras indicam diferenças significativas entre médias dos tratamentos ($p < 0,05$).

4. DISCUSSÃO

4.1. Substratos

No ensaio ao ar livre, os substratos 4 (Siro biológico) e 2 (Pindstrup) foram os que registaram maior número de plantas mortas (Quadro 4), tendo a maioria destas mortes sido registadas entre os 63 e 100 Dap, o que coincidiu com períodos de temperaturas máximas bastante elevadas, e valores de precipitação inferiores aos habitualmente registados nessa altura do ano, podendo o método de irrigação ter influenciado estes resultados. A irrigação é uma técnica de aplicação de água ao solo ou substrato, que visa o suprimento hídrico das culturas de forma artificial. Na irrigação por aspersão, a água é precipitada através de pequenas gotículas sob o solo ou substrato, o que confere normalmente boa eficiência, reduzido custo benefício, adaptabilidade e versatilidade (Bernardo et al., 2006). No entanto, a eficiência de distribuição está sujeita às características do aspersor, pressão, débito, fatores externos como vento e temperatura, e a altura à qual estão instalados (Rodrigues et al., 2019). Apesar das plantas terem sido regadas todas de igual modo, uma vez que o sistema de rega por aspersão possui a desvantagem de ter perdas por evaporação e arraste pelo vento, influenciando a uniformidade de distribuição de água (Azevedo et al., 2000; Bernardo et al., 2006; Beskow, 2006; Faria et al., 2009; Rodrigues et al., 2019), estes substratos podem não ter conseguido reter e fornecer água suficiente às plantas nos períodos mais críticos.

Todos os substratos estudados apresentaram um valor de pH dentro do intervalo de valores recomendado para a maioria das culturas (Quadro 3), situando-se entre 5,5 e 6,2 (Brito, 2012). No entanto, e com base nos resultados obtidos, poderá sugerir-se que, ao ar livre, a produção de folhas, altura e peso da fotínia foi superior em substratos ligeiramente ácidos (substratos 2 e 3), com valores do pH de 5,5 (Quadro 3; Quadro 5, Quadro 6, Figura 11 (a) e Figura 12 (a)).

O substrato 2, composto apenas por turfas, foi o que obteve melhor resultados na produção de fotínia no final do ensaio ao ar livre (Quadro 5, Quadro 6, Figura 11 (a) e Figura 12 (a)), o que vem confirmar as conclusões de vários autores que relatam que a turfa é, em muitos aspetos, um constituinte ideal de meios de cultivo sem solo, e que geralmente tende a possuir excelentes propriedades físicas, químicas e biológicas para o crescimento das plantas (Bragg, 1990; Robertson, 1993; Holmes & Lightfoot-Brown, 2000; Schmitz et al., 2002; Armstrong, 2007; Schmilewski, 2008; Krucker et al., 2010).

As turfeiras são um importante ecossistema, pois são habitats naturais de diversas espécies, e possuem diversas finalidades, desde fertilizante na agricultura; substrato na horticultura; produção de combustível; atração turística; e principalmente armazenamento de CO₂. O carbono contido nas turfeiras corresponde a 60% do carbono terrestre e é uma quantidade semelhante à retida pela atmosfera (Bullock et al., 2012). Kuepper (2004) refere inclusive o valor de 455 mil milhões de toneladas de carbono, que equivalem a 70 anos de emissões industriais. As turfeiras possuem, portanto, um enorme potencial de impacto sobre as alterações climáticas e a sua preservação é uma questão muito relevante. À medida que vai aumentando a consciencialização sobre este assunto, aumenta também o interesse nas turfeiras pelo seu valor natural, o que faz com que o preço da turfa tenha tendência a aumentar, sendo necessário procurar materiais alternativos que consigam desempenhar funções semelhantes.

No final do segundo ensaio, dentro de estufa, não se registaram diferenças significativas na produção de fotínia em nenhum dos substratos estudados (Quadro 7; Quadro 8; Quadro 9 e Quadro 10), no entanto, o maior número de folhas, altura e pesos foi registado com recurso ao substrato 3 (Gramoflor). Apesar das diferenças de produção não serem significativas, a fibra de madeira (Lignofibre®), poderá vir a ser parcialmente um substituto da turfa, apresentando-se como tendo uma boa retenção de água mantendo uma equilibrada capacidade de ar, estrutura estável com um fator de compactação reduzido, boa capacidade de drenagem e baixa fixação de azoto (Gramann, 2018).

Relativamente à casca de pinho, existe controvérsia, se por um lado obtém bons resultados na germinação de plântulas quando está na base do substrato (Bagatim, 2017), maior produção de flores quando se usa casca de pinho não compostada (Reis et al., 2003), assim como maiores produtividades quando é misturada com outros materiais como a casca de arroz (Sorace et al., 2009), noutros casos, a elevada quantidade de água retida pelo substrato, associada ao pequeno volume de ar disponível limitam o arejamento do meio, o que prejudica o crescimento das plantas (Wall & Heiskanen, 2009), o que veio a ser confirmado também por Suguino et al. (2011), nos tratamentos que fez com casca de pinho moída em partículas de diferentes dimensões, onde verificou que com partículas pequenas (<0,1mm) o reduzido arejamento das raízes, afetou significativamente o desenvolvimento das plantas. Nos dois ensaios realizados, as misturas que continham casca de pinho (substratos 1 e 4) não registaram diferenças significativas na produção de fotínia, à exceção do substrato 1 (Siro

strat) no final do primeiro ensaio, que obteve uma altura significativamente inferior aos restantes substratos.

4.2. Fertilizantes

A fertilização revelou-se determinante para explicar as diferenças entre a produção da fotínia, quer no primeiro ensaio ao ar livre, quer no segundo ensaio dentro de estufa.

A mortalidade do primeiro ensaio foi bastante elevada (Figura 8), tendo sido registadas a maioria das mortes (59%), em plantas onde foi aplicado o adubo certificado para o MPB (adubo 1). Apesar de no primeiro ensaio, as plantas que sobreviveram com o adubo 1 terem crescido mais do que as que não tinham adubo (adubo 0), também morreram mais, logo o adubo 1 não será aconselhável aplicar na dose 3 kg m^{-3} . Atendendo a esta elevada taxa de mortalidade no primeiro ensaio, no segundo ensaio reduziu-se a dose de aplicação do adubo 1 para metade ($1,5 \text{ kg m}^{-3}$), e mesmo assim os resultados das plantas fertilizadas com este adubo não foram melhores que os do grupo de controlo (Figura 14; Figura 17; Figura 18; Figura 19 e Figura 22), chegando a ser piores no final do ensaio (Figura 13; Figura 15; Figura 16; Figura 20 e Figura 22).

Apesar da fertilização orgânica beneficiar o crescimento e produção das plantas (Porto et al., 2008; Corrêa et al., 2010), nestas experiências, a produção foi menor com recurso ao fertilizante orgânico certificado para MPB. O efeito nefasto do adubo 1 poderá ser explicado pela sua elevada C.E. $11,3 \text{ dS m}^{-1}$, que poderá ter afetado a absorção da água pelas plantas (Sampaio, 2012), e caso tenha atingido valores superiores a $2,3 \text{ dS m}^{-1}$ nos substratos poderá ter causado danos no sistema radicular, paralisação do crescimento, e murchando as plantas (Taveira, 2000). Brito et al. (2016) apresenta também conclusões acerca de crescimentos decrescentes das plantas em função de taxas crescentes de fertilizante orgânico, atribuindo estes resultados à elevada C.E. e falta de maturação dos compostados, reforçando também as conclusões de Boswell et al. (1985). Este autor refere que a eficiência com que as plantas utilizam os nutrientes dos fertilizantes diminui, à medida que as quantidades utilizadas aumentam, além de originar um impacto ambiental negativo resultante da ineficiente utilização do azoto. Outra explicação poderá ser a elevada percentagem de N amoniacal (N-NH_4^+) do adubo 1 (segundo o fabricante, 7,22% dos 11,42% de azoto total), que nestas

concentrações poderá ter sido tóxico. Quantidades excessivas de $N-NH_4^+$ além de poderem originar toxicidade nas plantas, podem também afetar negativamente a produtividade das culturas de forma indireta pelas interações do azoto com outros nutrientes, água e restantes fatores de crescimento (Marschner, 1986). Foi também confirmado por Radovich & Arancon (2011) e Brinton & Evans (2002), que elevados teores de amónia, ácidos gordos voláteis e etileno podem provocar fitotoxicidade e danificar as raízes das plantas. De conformidade com o verificado por Brito (2001), apesar dos benefícios comprovados dos fertilizantes orgânicos, tem de ser considerada a quantidade e a qualidade dos mesmos, pois a sua aplicação indiscriminada poderá causar problemas de fitotoxicidade.

A produção de fotínia fertilizada com o adubo de libertação controlada foi significativamente superior ($p < 0,05$) à fotínia produzida com o adubo certificado para o MPB (Figura 9; Figura 10; Figura 11 (b); Figura 12 (b); Figura 13; Figura 14; Figura 15; Figura 16; Figura 17; Figura 18; Figura 19; Figura 20; Figura 21 e Figura 22), resultados que confirmam as afirmações de Blatt (1991) e Silva et al. (2019) que referem que a produtividade com fertilizantes orgânicos é, frequentemente, menor do que com os fertilizantes minerais. Geromel et al. (2019) referiu que a utilização de adubos de libertação controlada permite que os nutrientes presentes no fertilizante estejam disponíveis quando realmente são necessários. Vários estudos têm apontado melhores produtividades com recurso a fertilizantes de libertação controlada quando comparados com fertilizantes convencionais, quer quando aplicados antes da sementeira (Guareschi et al., 2011), quer no momento da sementeira (Souza, 2012), em culturas como a soja (Guareschi et al., 2011), e o milho (Souza, 2012; Oliveira et al., 2013). No entanto, existem outros autores que não observaram diferenças entre adubos convencionais e de libertação controlada em diversas culturas, como a cana-de-açúcar (Souza, 2012), a cebola (Chagas et al., 2016), o cafeeiro (Ribeiro, 2015), o milho (Valderrama et al., 2011) e o feijão (Valderrama et al., 2009).

4.3. Ambiente de produção

Apesar de não ser um dos objetivos deste trabalho, ao comparar os resultados entre o ambiente de produção ao ar livre com rega por aspersão (primeiro ensaio) e a produção em estufa com rega gota-a-gota (segundo ensaio), podemos concluir que o ambiente de produção poderá ter interferido na mortalidade, e na produção da fotínia. A produção em estufa

apresenta normalmente maior taxa de crescimento das plantas do que a produção ao ar livre (Andriolo et al., 1991; Guedes, 2015; Santos et al., 2018), e o sistema de rega com gotejadores tem níveis de produtividade superiores ao sistema e rega por aspersão (Sandri et al., 2007; Praxedes et al., 2019), o que veio a ser confirmado nos ensaios realizados.

A produção em estufa com rega gota-a-gota não registou nenhuma planta morta (3.3.1), e permitiu obter ganhos na ordem de 2 folhas/semana (3.3.2), enquanto ao ar livre com rega por aspersão a taxa de mortalidade foi de 37,5% (3.2.1) e a média de ganho de folhas foi 1 folha/semana (3.2.2). Relativamente à altura das plantas, no primeiro ensaio as plantas cresceram em média 2,2 mm/dia (3.2.3), enquanto no segundo cresceram 3,2 mm/dia (3.3.3). Estes resultados, em estufa e ao ar livre, corroboram os obtidos por Santos et al. (2018) e Andriolo et al. (1991) na cultura do pimentão, por Radin (2014) na cultura da alface, e por Guedes (2015) na cultura do poejo, em que dentro de estufa obtiveram maiores produtividades do que no campo. Dentro de estufa, verificou-se ainda um aumento da duração do ciclo vegetativo das plantas, principalmente nos meses mais frios, no caso do pimentão (Andriolo et al., 1991), e uma floração precoce no caso do Poejo (Guedes, 2015). Atendendo a este aumento de produtividade em estufa face ao ar livre, poderá ser mais económico produzir a fotínia em estufa, se os custos da estrutura e da sua manutenção forem inferiores os ganhos de produtividade.

5. CONCLUSÕES

Em ambos os ensaios, a produção de fotínia fertilizada com o adubo de libertação controlada foi significativamente superior à fotínia produzida com o adubo certificado para o MPB. Este último além de produtividades mais baixas, revelou fitotoxicidade para as plantas, uma vez que no segundo ensaio obtiveram-se resultados inferiores ao do grupo testemunha.

Relativamente aos substratos, não existiram diferenças significativas entre nenhum dos substratos testados, à exceção do primeiro ensaio, ao ar livre, em que o substrato composto apenas por turfas foi o que obteve melhor resultado.

No primeiro ensaio, a produção de folhas, altura e peso da fotínia foi superior em substratos ligeiramente ácidos, com valores de pH na ordem dos 5,5, conforme se verificou com o uso do substrato 2.

Verificou-se que a utilização de materiais alternativos à turfa na formulação dos substratos ensaiados não provocou uma diminuição significativa na produtividade da fotínia, donde se recomenda a produção desta planta com substratos que possam não ser exclusivamente compostos por turfa, contribuindo assim para a diminuição na exploração da turfa e para a utilização de substratos porventura mais baratos.

Na produção ao ar livre com rega por aspersão (primeiro ensaio) obtiveram-se piores resultados do que na produção em estufa com rega gota-a-gota (segundo ensaio), quer a nível da mortalidade das plantas, quer ao nível do número de folhas e da altura das fotínias.

Em suma, para obtenção de maiores produtividades de fotínia, recomenda-se a aplicação do adubo de libertação controlada com qualquer um dos substratos comerciais estudados, em estufa e com rega gota-a-gota.

No entanto, são necessários novos estudos, com substratos de diferentes composições, que possuam maior capacidade de retenção e disponibilização de água, de modo a obter melhores produtividades, principalmente ao ar livre, evitando assim mortalidade em períodos de seca mais críticos. Os sistemas de rega estão sempre em constante evolução, pelo que seria também importante estudar o impacto que os mesmos poderão ter na produtividade das plantas. Seria também relevante estudar o custo de produção em estufa comparativamente ao ar livre, para confirmar se os aumentos de produtividade da fotínia em estufa serão superiores a esses mesmos custos.

6. BIBLIOGRAFIA

- Abreu, C.A., Furlani, P.R., Quaggio, J.A., Minami, K., 2001. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Documentos IAC, 70. Campinas: Instituto Agronômico. 29-37.
- Abreu, M.F., Abreu, C.A., Bataglia, O.C., 2002. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: Encontro nacional de substratos para plantas. Documentos IAC, 70, Campinas: Instituto Agronômico. 17-28.
- Alisson, F.E., 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam, Elsevier Scientific. 637. (Developments in soil Science, 3).
- Almeida, M.O., Ferreira E.A., Silva D.V., Santos J.B., Rodrigues, R.B., Souza B.P., Costa, S.S.D., 2014. Influence of the cup size and time of evaluation on growth black jack in competition with corn and soybean. Biosci Journal, Uberlandia, 30, 5: 1428-1437
- Almeida, S.C.M., 1997. A Vegetação no Jardim do Cerco-Proposta de Reabilitação. Lisboa: UTL, Instituto Superior de Agronomia, 30.
- AL-Mizory, L.S.M. & Hassan, A.M. 2014. In Vitro Multiplication of *Photinia* (*Photinia X Fraseri*) Using different Culture Media. Science Journal of University of Zakho, 2: 310-322.
- Andriolo, J.L., Briol, G.A., Streck, N.A., Fiorin, J., 1991. Influência da proteção ambiental com estufa de polietileno transparente sobre o crescimento e desenvolvimento do pimentão. Ciência Rural, Santa Maria, 21, 2: 191-204.
- Anônimo, 2019. Fundação Serralves: *Photinia serratifolia* (Desf.) Kalkman. Acedido em 13.10.2019. <http://serralves.ubiprism.pt/species/show/1158>
- Armstrong, G.W., 2004. Sustainability of Timber Supply Considering the Risk of Wildfire, Forest Science 50: 5, 626-639.
- Armstrong, H., 2007. New growing media brings unexpected benefits. FlowerTech 10: 7, 30-31.
- Azevedo, H.J., Bernardo, S., Ramos, M.M., Sediyaama, G.C., Cecon, P.R., 2000. Influência de fatores climáticos e operacionais sobre a uniformidade de distribuição de água, em um sistema de irrigação por aspersão de alta pressão. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 4, 152-158.
- Bagatim, A.G., 2017. Temperatura e substrato na germinação de *Physalis angulata* L. Dissertação mestrado, FCAV, Jaboticabal, 24p.
- Blanusa, T., Garratt, M., Cathcart-James, M., Hunt, L., Cameron, R.W.F. 2019. Urban hedges: A review of plant species and cultivars for ecosystem service delivery in north-west Europe. Urban Forestry & Urban Greening, 44- 126391. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126391>.
- Bataglia, O.C. & Abreu, C.A., 2001. Análise química de substratos para crescimento de plantas: um novo desafio para cientistas de solo. SBCS, Viçosa 26, 8-9 (Boletim informativo).
- Bellé, S., 1990. Uso da turfa. Tese mestrado, UFRGS, Porto Alegre, 142p.

- Bellé, S. & Kämpf, A.N., 1993. Produção de mudas de maracujá-amarelo em substratos à base de turfa. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 28, 385-390.
- Bernardo, S., Soares, A.S., Mantovani, E.C., 2006. Manual de irrigação. 8a ed. Viçosa, UFV, 625.
- Beskow, S., 2006. Avaliação de modelos empíricos para estimativa das perdas de água por evaporação e arraste em sistemas de aspersão convencional. Dissertação Mestrado, UFLA, Lavras, 94p.
- Blanc, D., 1987. Les substrats. In: Blanc, M. Ed. 1987. Les cultures hors sol, Paris: INRA, 9-13.
- Blatt, C.R., 1991. Comparison of several organic amendments with a chemical fertilizer for vegetable Production. Scientia Horticulturae, 47: 177–191.
- Bragg, N., 1990. A Review of Peat Reserves and Peat Usage in Horticulture and Alternative Materials – Report for the Horticultural Development Company (HDC). Petersfield, UK, 59
- Brito, L.M., 2001. Lettuce (*Lactuca sativa L.*) and cabbage (*Brassica oleracea var. Capitata*) growth in soil mixed with municipal solid waste compost and paper mill sludge composted with bark. Acta Horticulturae, 563: 131–137.
- Brito, L.M., 2012. Características dos substratos para horticultura. Agrotec, 2: 32-38
- Brito, L.M., Sampaio, A., Pinto, R., Mourão, I., Coutinho, J., 2016. Lettuce response to organic and phosphate fertilizers and root mycorrhization, Journal of Plant Nutrition, 39: 6, 842-849
- Brinton, W. & Evans, E., 2002. Plant Performance in Relation to Oxygen Depletion, CO₂-Rate and Volatile Fatty Acids in Container Media Composts of Varying Maturity. In: H. Insam, N. Riddels, and S. Klammer (eds), Microbiology of Composting, Springer-Verlag, Berlin, 335–343.
- Blunt, A.C., 1984. Physical properties of mixtures of peats and minerals of different particle size and bulk density for potting substrates. Acta Horticulturae, 150: 143-153.
- Boswell, F.C., Meisinger, J.J., Case, N.L., 1985. Production, marketing, and use of nitrogen fertilizers. In: Engelstad, O. P. (ed.). Fertilizer Technology and Use. 3a ed., Soil Science Society of America, Wisconsin, 229-292.
- Brunetti, M., Buffoni, L., Mangianti, F., Maugeri, M. and Nanni, T., 2004. Temperature, precipitation and extreme events during the last century in Italy. Global Planetary Change, 40: 141-149.
- Bullock, C.H., Collier, M.J., Convery, F., 2012. Peatlands, their economic value and priorities for their future management – The example of Ireland. Land Use Policy, 29: 921-928
- Caballero, R., Ordovás, J., Pajuelo, P., Carmona, E., Delgado, A., 2007. Iron chlorosis in gerbera as related to properties of various types of compost used as growing media. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38: 2357-2369.
- Cacini, S., Grassotti, A., Pardossi, A., Salerno, A., Rivera, C.M., Rea, E., 2010. Effects of Irrigation Treatments on Physiological Parameters in *Photinia × fraseri* 'Red Robin'

- and in *Viburnum 'Lucidum'* Grown under Drought Conditions, Acta Horticulture. Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie, University of Pisa. Italy, 475-482.
- Chagas, W.F.T., Guelfi, D.R., Emrich, E.B., Silva, A.L., Faquin, V., 2016. Eficiência agronômica do superfosfato triplo com polímeros na cebola cultivada em solos com diferentes texturas. Revista Ciência Agronômica, 47, 3: 439-446
- Chanes, R. 2000. Deodendron. Árboles y arbustos de jardín en clima templado. Ed. Blume, Barcelona, 559p.
- Chen, J., 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University, Taiwan, ROC. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use, 16-20
- Corrêa, R.M., Pinto, J.E.B., Reis, E.S., Costa, L.C.B., Alves, P.B., Niculan, E.S., Brant, R.S., 2010. Organic fertilization on phytomass production and essential oil content and quality of oregano (*Origanum vulgare L.*) under protected cultivation, Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, March 2010, 12, 1: 80-89
- Couvillon, G.A., 1988. Rooting responses to different treatments. Acta Horticulturae, 227, 187-196.
- Dirr, M.A., 1983. Manual of woody landscape plants: Their identification, ornamental characteristics, culture, propagation and uses. 3rd ed. Stipes Publishing, Champaign, 1005.
- Dirr, M.A., 1990. Effects of PTB and IBA on the rooting response of 19 landscape taxa. Journal Environmental Horticulture, 8: 83-85
- Duncan & Davies, 1964. Duncan & Davies nurseries: Complete catalogue and cultural guide, New Zealand, 332
- Esdem, 2019. Acedido em 13.11.2019. <https://pt.esdemgarden.com/photinia-1035>
- Fachinello, J.C., Hoffmann, A., Nachtgal, J.C., 1994. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. Pelotas: UFPEL, 179p.
- Faria, L.C., Colombo, A., Oliveira, H.F.E., Prado, G., 2009. Simulação da uniformidade da irrigação de sistemas convencionais de aspersão operando sob diferentes condições de vento. Engenharia Agrícola, 28, 427-437.
- Favalessa, M., 2011. Substratos renováveis e não renováveis na produção de mudas de *Acacia mangium*. Universidade Federal do Espírito Santo, CCA. 10-12.
- Fermino, M.H., 1996. Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas. Tese mestrado, UFRGS, Porto Alegre, 95.
- Fermino, M.H., 2002. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: Furlani A.M.C., Bataglia O.C., Abreu M.F., 29-37.
- Freemeteo, 2019. Acedido em 29.09.2019. <https://freemeteo.com.pt/tempo/braga/historico/historicomensal/?gid=2742032&station=2986&month=9&year=2019&language=portuguese&country=portugal>

- Geromel, M.E., Pereira, C.E., Kikuti, A.L.P., Kikuti, H., Silva, J.R., 2019. Adubos de liberação lenta em cana-de-açúcar. *Scientia Plena*, 15, 6: 1-6
- Gilman, E.F. & Watson, D.G., 1994. *Photinia* × *fraseri*. Fraser Photinia. Fact Sheet ST-447. Environmental Horticulture Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 3pp. acessado em 23.11.2019.
http://hort.ufl.edu/database/documents/pdf/tree_fact_sheets/phofraa.pdf.
- Gonçalves, A.L., 1995. Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. São Paulo: T.A. Queiroz. cap. 14: 107-115.
- Gonçalves, L.M. & Poggiani, F., 1996. Substratos para produção de mudas florestais. In: Congresso latino americano de ciência do solo, 13., Águas de Lindóia. Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 309-350
- Gramann, J., 2018. LIGNOFIBRE® Qualitätsholzfaser – ein nachwachsender und heimischer Rohstoff. acessado em 15.11.2019.
https://www.gramoflor.com/files/ansicht_lignofibre.pdf
- Grohmann, F., 1972. Superfície específica do solo de unidades de mapeamento do Estado de São Paulo. II. Influência da matéria orgânica, dos óxidos de Fe e dos cátions trocáveis, na superfície específica total do solo. *Bragantia*, Campinas, 31, 14: 167-185.
- Guareschi, R.F., Gazolla, P.R., Perin, A., Santini, J.M.K., 2011. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. *Ciência e Agrotecnologia*, 35, 4: 643-648.
- Guedes, J.I.S., 2015. A influência do modo de produção (ar livre e estufa em solo) e da variedade na produtividade em matéria vegetal verde, no rendimento na extração de óleo essencial e nas características qualitativas do óleo essencial do Poejo (*Mentha pulegium* L.). Dissertação mestrado, FEUP, Porto, 159p.
- Hammatt, N. & Grant, N.J., 1993. Apparent rejuvenation of mature wild cherry (*Prunus avium* L.) during micropropagation. *J. Plant Physiol.* 141: 341–346.
- Hanafi, M.M., Eltaib, S.M., Ahmad, M.B., 2000. Physical and chemical characteristics of controlled release compound fertilizer. *European Polymer Journal*, 36, 10:2081-2088.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Geneve, R.L., Davies F.T., 2011. Plant propagation: principles and practices. 8.ed. Boston: Prentice-Hall, 915p.
- Hauck, R.D., 1985. Slow-release and bioinhibitor-amended nitrogen fertilizers. In: Engelstad, O. P. (ed). *Fertilizer Technology and Use*, 3a ed., Madison, Wisconsin, 293-322
- Hoffmann, I. & Gerling, D., 2001. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 86, 3: 263-275.
- Holmes, S. & Lightfoot-Brown, S., 2000. A review of performance, future availability and sustainability for commercial plant production in the UK. ADAS Horticulture and Neil Bragg (Technical editor) for DEFRA, Horticulture and Potatoes Division, 219-225

- Husqvarna, 2019. Decore o seu jardim com a fotínia, o arbusto vermelho perfeito para formar sebes. TudoHusqvarna. Acedido em 12.10.2019. <https://tudohusqvarna.com/blog/fichas/fotinia/>
- INE, 2013. Estatísticas da Floricultura, Floricultura e plantas ornamentais. Instituto Nacional de Estatística, 1-4
- Janick, J., 1966. A ciência da horticultura. Rio de Janeiro: USAID, 485p.
- Kämpf, A. N. & Fermino, M. H., 2000. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. In: Encontro nacional sobre substrato para plantas, 2000, Porto Alegre. Anais, Porto Alegre: Genesis, 312p.
- Kämpf, A. N., 2001. Análise física de substratos para plantas. Viçosa: SBCS, Boletim Informativo, 26, 5-7.
- Kane, M.E., Sheehan, T.J., Philman, N.L., 1987. A micropropagation protocol using fraser photinia for mutation induction and new cultivar selection. Proceedings Florida State Horticulture Society, 100: 334–337
- Krucker, M., Hummel, R.L., Cogger, C., 2010. Chrysanthemum production in composted and noncomposted organic waste substrates fertilized with nitrogen at two rates using surface and subirrigation. HortScience, 45, 11: 1695–1701.
- Kuepper, G., 2004. Potting mixes for certified organic production. National Sustainable Agriculture Information Service, ATTRA, National Centre for Appropriate Technology, Fayetteville, Arkansas, U.S.A., 20p.
- Lecoq, N., 1985. A Floricultura e a Arte Paisagística-Diaporama. Associação Portuguesa de Horticultura e Fruticultura, 1-2: 4.
- Leifert, C., Pryce, S., Lumsden, P.J., Waites, W.M., 1992. Effect of medium acidity on growth and rooting of different plant species growing in vitro. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 30: 171–179
- Ludwig, F., Fernandes, D.M., Guerrero, A.C., Villas Bôas, R.L., 2014. Características dos substratos na absorção de nutrientes e na produção de gerbera de vaso. Horticultura Brasileira, 32: 184-189.
- MADRP, 1997. Código de boas práticas agrícolas. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 53p.
- Marks, D., 2015. Red Robin (Photinia). Garden focused, United Kingdom, acedido em 14.10.2019. <https://www.gardenfocused.co.uk/shrub/photinia-red-robin.php>.
- Marschner, H., 1996. Mineral Nutrient Acquisition in Nonmycorrhizal and Mycorrhizal Plants. Phytion, Austria, 36, 3:61-68
- MBG, 2019. Missouri Botanical Garden. Photinia × fraseri. acedido em 23.11.2019. <http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=e459>.
- Melo, F.A.F., Brasil Sobrinho, M.O.C., Arzolla, S., Silveira, R.I., Cobra Neto, A., Kiehl, E.J., 1984. Fertilidade do solo. Piracicaba, Nobel, 400p.

- Meteoblue, 2018. acessido em 27.10.2018. https://www.meteoblue.com/pt/tempo/previsao/modelclimate/guimarães_portugal_2738752.
- Milner, L., 2002. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: Furlani, A. M. C. et al. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 45-51.
- Mourão, I.M & Brito, L.M. 2013. Horticultura Social e Terapêutica. Hortas urbanas e atividades com plantas no modo de produção biológico. Ed.: Publindústria, 334p.
- Mugnai, S., 2004. Elementi di ecofisiologia vegetale. Uso razionale delle risorse nel florovivaiismo: l'acqua – Quaderno ARSIA 5/2004, 4: 34-47.
- Nanni, T., Brunetti, M., Maugeri, M., 2007. Variazioni nella frequenza e nell'intensità delle precipitazioni giornaliere in Italia negli ultimi 120 anni, 229-232.
- Norcini, J.G., Andersen, P.C., Knox, G.W., 1991. Light Intensity Influences Leaf Physiology and Plant Growth Characteristics of *Photinia* × *fraseri*. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Agricultural Research and Education Center, Monticello, FL 32344. Journal of the American Society for Horticultural Science, 116, 6: 1046-1051.
- Nunes, C., 2010. Desenho de Jardins Históricos. Convergências - Revista de Investigação e Ensino das Artes, 3, 6.
- Odenwald, N. & Turner, J., 1987. Identification, selection and use of southern plants for landscape design. Claitor's Publishing, 3rd ed. Baton Rouge, 565p.
- Olfati, J.A., Peyvast, G.H., Nosrati-Rad, Z., Saliqedar, F., Rezaie, F., 2009. Application of municipal solid waste compost on lettuce yield. International Journal of Vegetable Science. 15, 2: 168-172.
- Oliveira, J.A.M., Souza, J.R., Ribeiro, B.N., Rolim, M.V., Raposo, T.P., Almeida, I.C.C., 2013. Massa de Matéria Seca da Parte Aérea da Cultura do Milho Adubada com Fósforo Revestido com Polímeros. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Florianópolis, 4.
- Oren-Shamir, M. & Nissim-Levi, A., 1999. Temperature and gibberellin effects on growth and anthocyanin pigmentation in *Photinia* leaves. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 74: 3, 355-360
- Peyvast, G.H., Sedghi Moghaddam, M., Olfati, J.A., 2007. Effect of municipal solid waste compost on weed control, yield and some quality indices of green pepper (*Capsicum annuum* L.). Biosciences, Biotechnology Research Asia, 4, 2: 449-456.
- Peyvast, G.H., Ramezani Kharazi, P., Tahernia, S., Nosratierad, Z., Olfati, J.A., 2008. Municipal solid waste compost increased yield and decreased nitrate amount of broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). Journal of Applied Horticulture, 10, 2: 129-132.
- Porto, M.L., Alves, J.C., Souza, A.P., Araújo, R.C., Arruda, J.A., 2008. Nitrate production and accumulation in lettuce as affected by mineral Nitrogen supply and organic fertilization. Horticultura Brasileira 26: 227-230.

- Praxedes, S.S.C., Júnior, M.J.S., Medeiros, J.F., Silva, J.L.A., Silva, F.V., Targino, A.J.O., 2019. Desempenho do Capim Tanzânia irrigado com água salobra aplicada via aspersão e gotejamento. *Irriga, Botucatu*, 24, 2: 236-253.
- Radovich, T. & Arancon, N., 2011. *Tea Time in the Tropics A handbook for compost tea production and use*. Western sare sustainable agriculture research and education program. University of Hawaii. 38p.
- Reis, M., Silva, R., Rosa, A., Costa, M., Monteiro, M., Caço, J., Monteiro, A. 2003. Produção de gerbera em substratos orgânicos. “X Congresso Nacional de Ciências Hortícolas” da Sociedade Española de Ciências Hortícolas, 26 a 30 de Maio, Pontevedra, Espanha. *Actas de Horticultura da SECH*, 39: 61.
- Ribeiro, V.J., 2015. Fertilizantes nitrogenados estabilizados e de liberação lenta: volatilização e disponibilidade para planta. Dissertação mestrado, UFES, Espírito Santo, 82p.
- Robertson, R.A., 1993. Peat, horticulture and environment. *Biodivers. Conserv*, 2, 5: 541–547.
- Rodrigues, M.A. & Coutinho, J.F., 2000. Eficiência de utilização do azoto pelas plantas. Instituto Politécnico de Bragança, *Série Estudos*, 47: 9-41
- Rodrigues, L.G., Nery, A.R., Sousa, F.R.R., Rodrigues, L.N., 2019. Coeficientes de uniformidade em aspersores de baixa vazão com diferentes arranjos e altura da haste. *Green journal of Agroecology and Sustainable Development, Revista Verde*, 14, 2: 170-180
- Salsac, I., Chaillou, S., Morot-Gaudery, J., Lesaint, C., Jolivet, E., 1997. Nitrate and ammonium nutrition in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 25: 805-812.
- Sampaio, A.M.N.C., 2012. O papel das mocorrizas no modo de produção biológico da alface (*Lactuca sativa L.*). Dissertação mestrado, ESA, IPVC, Ponte de Lima, 64p.
- Sandri, D., Matsura, E.E., Testezlaf, R., 2007. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. *Revista brasileira engenharia agrícola e ambiental*, 11, 1.
- Santos, R.F., Klar, A.E., Frigo, E.P., 2018. Crescimento da cultura de pimentão cultivado na estufa plástica e no campo sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. *Irriga, Botucatu*, 8, 3: 250-263.
- Schmitz, J.A.K., Souza, P.V.D., Kampf, A.N., 2002. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. *Ciência Rural*, Santa Maria, 32, 937-944.
- Schmilewski, G., 2008. The role of peat in assuring the quality of growing media. *Mires Peat* 3, 8 (article 02).
- Shabani, H., Peyvast, G.H., Olfati, J.A., Ramezani Kharazi, P., 2011. Effect of municipal solid waste compost on yield and quality of eggplant. *Comunicata Scientiae*, 2, 2: 85-90.
- Shimbo, S., Watanabe, T., Zhang, Z.W., Ikeda, M., 2001. Cadmium and lead contents in rice and other cereal products in Japan in 1998–2000. *Science of the Total Environment*, 281: 165–175.

- Silva, C.F., Moura, M.F., Vilela A.R.R., Araújo, M.B., Marques, J.D.S., 2019. Produção de feijão-caupi em função do emprego de inoculante e adubos orgânicos e mineral. *Diversitas Journal*, 4, 3: 1130-1145.
- Smil, V., 2001. *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*. Cambridge, USA: The MIT Press, 35: 97-123
- Sorace, M.A.F., Yamamoto, L.Y., Fnseca, I.C.B., Faria, R.T., Sorace M., 2009. Alternative substrata for xaxim on culture of *Cattleya intermedia* x *Hadrolaelia purpurata* (Orchidaceae). *Universidade Estadual de Londrina, Semina: Ciências Agrárias*, 30, 4: 771-778
- Souza, C.H.E., 2012. Fosfato monoamônio revestido com polímeros no plantio das culturas de milho irrigado e cana-de-açúcar. Tese mestrado, UFU, Uberlândia, 81p.
- Souza, R.F., Faquin, V., Torres, P.R.F., Baliza, D.P., 2006. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, 30, 6: 975-983.
- Spurr, S.H. & Barnes, B.V., 1973. *Forest ecology*. New York: The Ronald Press, 571p.
- Suguino, E., Martins, A.N., Minami, K., Narita, N., Perdoná, M.J., 2011. Efeito da porosidade do substrato casca de pinus no desenvolvimento de mudas de grumixameira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33: 643-648
- Taveira, J.A.M., 2000. O manejo de substratos na produção de hortaliças e flores. In: *Seminário Internacional de cultivo protegido em hortaliças e flores, Holambra. Resumos. Holambra (SP): Flortec Consultoria e Treinamento*, 1-10.
- Ting, L., Xintao, L., Jian, C., Dongmin, H., Ming, L. 2019. Atmospheric particle retention capacity and photosynthetic responses of three common greening plant species under different pollution levels in Hangzhou. *Global Ecology and Conservation*, v 20: e00783 <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00783>.
- Toledo, A.R.M., 1992. Efeito de substratos na formação de mudas de laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. "Pera Rio") em vaso. Tese mestrado, ESAL, Lavras, 88p.
- Trau, D., Keenan, K. A., Goforth, M., Large, V., 2016. Nature contacts – employee wellness in healthcare. *Health Environments Research & Design Journal*, 9, 3: 47-62.
- Ugolini, F. & Bussotti, F., 2014. Effects of Deficit Irrigation on Leaf Gas Exchange, Water Potential and Biomass of Two Ornamental Species: *Photinia* × *fraseri* 'Red Robin' and *Viburnum opulus* L. *Acta Horticulturae*, 2014: 463-470.
- Valderrama, M., Buzetti, S., Benett, C.G.S., Andreotti, M., Teixeira Filho, M.C.M., 2011. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 41, 2: 254-263.
- Valderrama, M., Buzetti, S., Benett, C.G.S., Andreotti, M., Arf, O., Sá, M.E., 2009. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 39, 3: 191-196.
- Van Den Berk., 2018. Rosaceae Photinia. Boomkwekerij Gebr Van den Berk BV, Holanda, acessado em 13.10.2019, <https://www.vdberk.be/bomen/photinia-fraseri-red-robin/>.
- Varun, M., De Souza, R., Paul, M. S., Pratas, J., 2011. Evaluation of phytostabilization, a green technology to remove heavy metals from industrial sludge using Typha

- latifolia L. *Journal of Biotechnology, Bioinformatics and Bioengineering*, 1, 1: 137-145.
- Vasconcelos, E.P., 1992. Adubos de libertação lenta, de acção controlada ou de libertação gradual de nutrientes. ISA, Lisboa, 48p.
- Verdonck, O., Vleeschauwer, D., De Boodt, M., 1981. The influence of the substrate to plant growth. *Acta Horticulturae* 126: 251-258.
- Wall, A. & Heiskanen, J., 2009. Soil-water content and air-filled porosity affect height growth of Scots pine in afforested arable land in Finland. *Forest Ecology and Management, Amsterdam*, 257, 8: 1751-1756.
- Wang, C., Xiao, H., Liu, J., Zhou, J., 2017. Differences in leaf functional traits between red and green leaves of two evergreen shrubs *Photinia × fraseri* and *Osmanthus fragrans*. *Journal of Forestry Research*, 28: 473–479. <https://doi.org/10.1007/s11676-016-0346-7>
- Wilson, G.C.S., 1983. Use of vermiculite as a growth medium for tomatoes. *Acta Horticulturae*, 150: 283-288.
- Wilson, G.C.S., 1984. Analytical analyses and physical properties of horticultural substrates. *Acta Horticulturae*, 150: 19-32.
- Zahrani, S., 2000. Utilization of polyethylene and paraffin waxes as controlled delivery systems for different fertilizers. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 39, 2: 367-371.