

4 - MATERIAL E MÉTODOS

Como referido anteriormente, pretendeu-se com a realização deste trabalho efectuar um estudo comparativo da utilização de vários substratos de turfa, em viveiros de horticultura, na época de produção Primavera-Verão. Para tal, realizou-se um ensaio em placas alveoladas, que decorreu de Abril a Maio.

Foi feito um estudo das características físicas e químicas dos substratos utilizados, bem como do desenvolvimento de algumas espécies escolhidas para o ensaio, alface - *Lactuca sativa* L. e tomateiro - *Lycopersicum esculentum* Mill.

4.1 - LOCALIZAÇÃO DO ENSAIO

O ensaio foi efectuado na empresa Viveiros VIDAVERDE, dedicada à produção de plantas hortícolas, localizada nas proximidades de Faro, no sítio dos Calços - Conceição de Faro. Possui uma área total de estufas de 5.400 m², formada por três estufas unidas, com cobertura em polietileno térmico e estrutura, de ferro galvanizado, em forma de arco. A orientação das estufas é Norte-Sul.

4.2 - INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

4.2.1 - Estufas de produção de plantas

A produção de plantas efectua-se em estufas devidamente climatizadas, com a possibilidade de controlo da temperatura, humidade e arejamento.

A estufa onde foi instalado o ensaio é constituída por um conjunto de quatro módulos paralelos, com 36 m de comprimento por 30 m de largura. Com uma altura de cumeeira de 5 m e parede lateral com 3 m, apresenta estrutura tubular de ferro galvanizado, com cobertura de polietileno térmico de 200 µm de espessura. Possui bancadas elevadas com 3,2 m de largura por 32 m de comprimento, a 0,80 m de altura. Os corredores da estufa são de cimento e por baixo das bancadas o chão é coberto de brita auxiliando, assim, o escoamento da água em excesso.

O arejamento é feito por aberturas laterais e zenitais, com rede anti-tripes de malha 0,020×0,035 mm. A abertura e o encerramento das janelas zenitais é controlada

automaticamente, pela velocidade do vento (anemómetro) e pela temperatura (termómetro), ou manualmente; a das laterais é efectuada por enrolamento manual do polietileno num varão metálico com auxílio de uma manivela, colocada numa das extremidades da parede da estufa. Para auxiliar a renovação do ar em cada estufa, existe um extractor de ar (Arcotherm[®]), colocado à altura de 3m. Este está incorporado nas máquinas de aquecimento do viveiro, tem a capacidade de extrair 10.000 m³ por hora, encontrando-se capacitado para efectuar três renovações horárias de uma estufa com estas dimensões.

Efectuou-se durante o tempo em que decorreu o ensaio, várias pinturas ao plástico de cobertura das estufas, com “branco de Espanha” (González e Camacho, 1993) pois a precipitação verificada levava ao desaparecimento parcial do mesmo. Esta prática é muito frequente no viveiro, nos meses mais quentes, como forma de diminuir as temperaturas das estufas, através da redução das radiações no seu interior.

4.2.2- Sistema de rega e fertilização

Rega

A água de rega provém de um furo de captação de águas subterrâneas, que garante um caudal de 15 m³.h⁻¹. Existe um depósito de água, com uma capacidade máxima de 80 m³, a partir do qual a água é mantida à pressão de 3 bar, à entrada da máquina de rega através dum sistema, próprio, instalado no depósito. Desta, a água é mantida à mesma pressão até pontos estratégicos que alimentam as rampas de translação. Nestes pontos estratégicos existe um sistema de controlo eléctrico accionado a partir de quadros de rega e electroválvulas, que alimentam as respectivas rampas de translação. Cada rampa de translação, com sete metros de comprimento, responsável pela rega de um módulo da estufa possui um total de quinze mini-aspersores, com um débito horário de 190 L cada.

A água proveniente do furo tinha naquela época do ano, um valor médio de 7,0 para o seu pH e de 1,4 dS.m⁻¹ para a condutividade eléctrica (CE).

Fertilização

Os adubos líquidos, encontram-se em quatro tanques diferentes, possuindo cada um destes tanques um adubo com proporções diferentes de nutrientes. No programador de rega (Anak[®]), conjunto à máquina de rega, é introduzida a quantidade pretendida de adubo de cada tanque, a injectar na cuba de mistura com a água de rega. Este cálculo é feito com base no teor de nutrientes, no pH e na condutividade da solução nutritiva, pretendidos. Esta água é encaminhada posteriormente para as rampas de translação.

4.3 - MATERIAIS UTILIZADOS

4.3.1- Material vegetal

O ensaio foi realizado com as seguintes espécies: alface (*Lactuca sativa* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), couve (*Brassica oleracea* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e pimento (*Capsicum annum* L.), tendo principiado com a sementeira e dado como concluído quando, na prática, as plantas se encontravam em condições de serem transplantadas. No entanto, apenas serão apresentados dados referentes ao comportamento de duas delas: a alface e o tomate.

Os factos que conduziram à escolha destas duas espécies, a alface e o tomateiro, para a descrição de todo o procedimento efectuado em viveiro, apresentação, discussão e conclusão dos resultados, foram os seguintes: o interesse hortícola, já referido anteriormente, quer para a zona Algarvia quer para o País; o facto de serem espécies mais estudadas apresenta, portanto, uma suficiente fundamentação teórica; a apresentação de todas elas sobrecarregaria, demasiadamente, a estrutura do trabalho, uma vez que conduziria a uma repetição sucessiva dos mesmos assuntos. O autor preferiu, portanto, fundamentar teóricamente vários aspectos relacionados com a actividade viveirista (Capítulo 3), bem como com a cultura em substratos (Capítulo 2).

Alface

É uma espécie com bastante importância visto que são numerosas as variedades que podem ser cultivadas durante todo o ano, quer em cultura protegida, quer em ar livre.

No presente ensaio, foi utilizada a cultivar 'Dourada de Primavera', do tipo Batavia, da Vilmorin[®]. Escolheu-se esta cultivar, visto ser das mais produzidas pelo viveiro, na época do ano em que foi feito o ensaio. É uma planta adaptada ao cultivo em estufa ou ao ar livre e de produção precoce (Vilmorin, 1996).

Quando as plantas apresentam entre cinco e sete folhas, encontram-se prontas para se efectuar o transplante para o local definitivo (Maroto, 1991).

Tomate

A escolha do tomate foi devido a tratar-se da espécie com mais elevada produção e consumo em fresco, no nosso país.

No ensaio foi utilizada a cultivar 'Alexandros' da Pioneer[®]. Na altura em que decorreu o ensaio era das que mais se cultivava no Algarve, devido às suas características de conservação do fruto e grande apetência ao consumo em fresco. É um híbrido F1 de crescimento indeterminado, semi-precoce, do tipo longa vida (Pionner, 1996).

O melhor tamanho para as plantas serem sujeitas à transplantação ocorre quando estas apresentam 15-20 cm de altura (Gardé e Gardé, 1988).

4.3.2 - Substratos

Os substratos utilizados neste trabalho foram turfas, de estrutura fina, próprias para sementeiras em tabuleiros, enraizamento por estacas, transplantes modulares e recipientes pequenos.

No Quadro 4.1 resume-se o nome comercial, proveniência e a sigla que passará a identificar cada um dos substratos, ao longo deste trabalho.

Quadro 4.1 - Substratos utilizados no ensaio.

Nome comercial	Proveniência	Sigla identificativa
Professional Levington F1	FISSONS [®] - Reino Unido	S1
Shamrock Substrat N°1	BORDAMONA [®] - Irlanda	S2
Finnpeat C1	KEKKILÁ GROUP [®] - Finlândia	S3
P4	M. de BAAT B.V. [®] - Holanda	S4
FP 100	M. de BAAT B.V. [®] - Holanda	S5

No anexo II encontram-se as características comerciais dos substratos estudados, cedidas pelos fabricantes.

4.3.3 - Placas alveoladas

Utilizaram-se placas alveoladas de poliestireno expandido, com as mesmas dimensões, para as diferentes espécies do ensaio (Figura 4.2). As placas tinham 67 cm de comprimento por 34 cm de largura. Cada placa possuía 128 (8×16) alvéolos; com volume de 34 cm³ por alvéolo e de forma tronco-piramidal (35×35×55)mm, dando origem a uma densidade de ocupação no viveiro de 562 plantas.m⁻².

4.4 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O ensaio foi delineado inicialmente em blocos completos casualizados com três repetições, num esquema monofactorial, em que cada placa representava um bloco para cada espécie. Os cinco tratamentos foram distribuídos aleatoriamente por placa, cada um deles ocupando duas linhas contíguas de alvéolos (num total de 16 plantas). Cada placa possuía em cada um dos extremos, três linhas contíguas (no sentido do seu comprimento), destinadas à bordadura. Porém, achou-se conveniente fazer a rotação das placas do ensaio cada três dias, com o objectivo de evitar o efeito de sombreamento causado pela estrutura metálica da estufa e pelas calhas do sistema de rega, bem como pela influência da não uniforme pintura do plástico de cobertura. Este procedimento teve como consequência eliminar o efeito de bloco inicialmente pretendido.

A contagem das sementes germinadas foi efectuada nos dezasseis alvéolos por tratamento em cada placa. Para avaliação das variáveis de crescimento observaram-se

seis plantas por tratamento em cada placa, escolhidas aleatoriamente, fazendo deste modo um total de dezoito observações por tratamento para cada espécie.

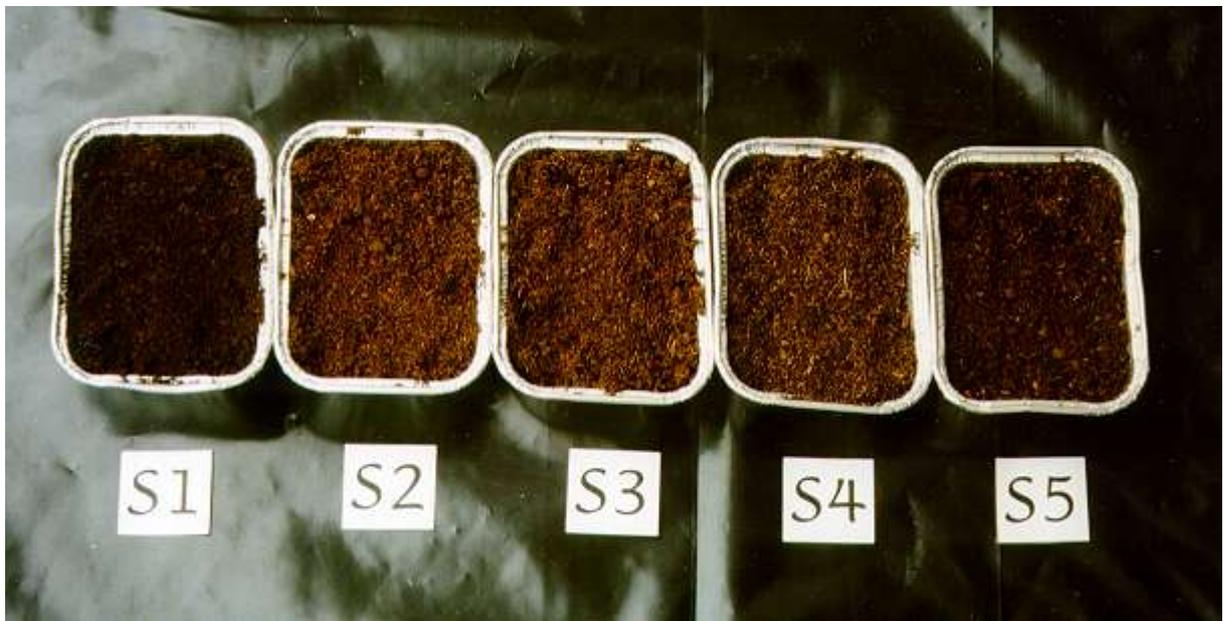


Figura 4.1- Aspecto dos substratos utilizados no ensaio

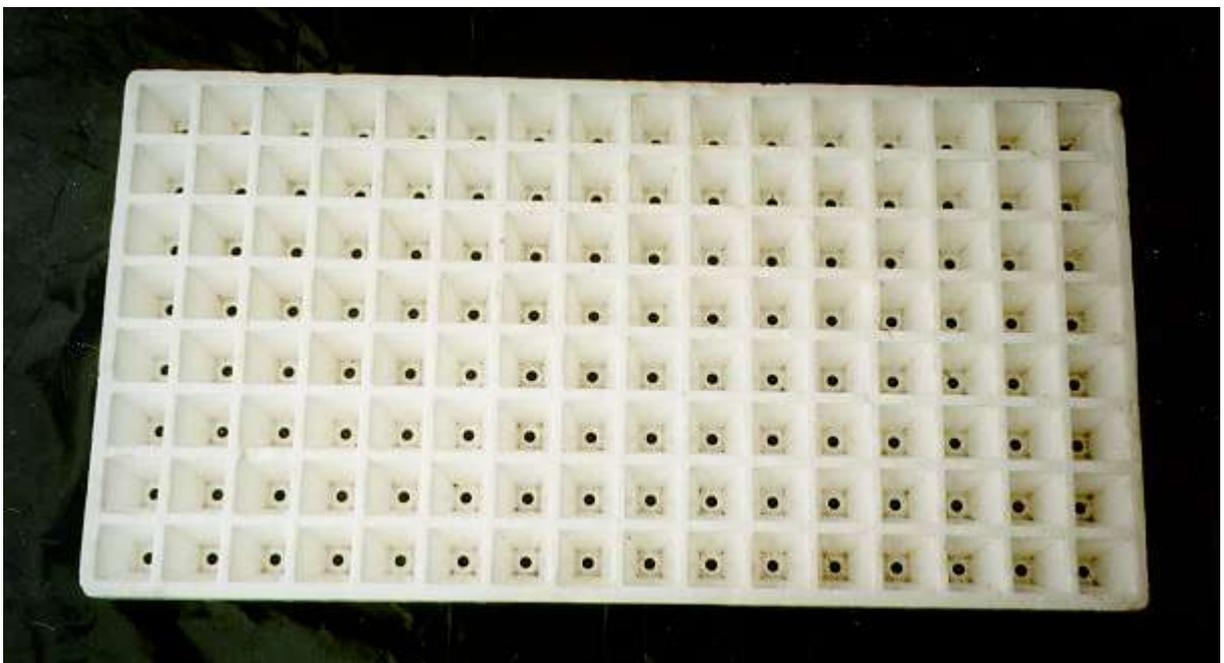


Figura 4.2- Placas alveoladas, de poliestireno expandido, com 128 alvéolos (16×8).

4.5 - INSTALAÇÃO DO ENSAIO E TÉCNICAS CULTURAIS

4.5.1- Enchimento das placas alveoladas

A 18 de Abril deu-se início ao ensaio. No ensaio, apesar das placas serem novas, fez-se a sua desinfecção antes do seu enchimento. Para tal mergulharam-se as placas, numa solução desinfectante, com 0,5 % do detergente Deptil Mycocide S[®] (Higiene Profissional e Doméstica - Hypred), durante 20 minutos.

Os sacos de substrato foram abertos à medida que eram utilizados para o enchimento das placas, sendo retirado o substrato da superfície, não utilizado no ensaio. O substrato do ensaio foi colocado sobre um saco de plástico, homogeneizado com as mãos para desfazer os grânulos maiores da estrutura que se encontravam agregados devido à humidade (Figura 4.3).

Nos substratos que aparentavam serem mais secos (S2, S3, S5), depois de se retirar uma amostra, de aproximadamente 6 litros, para a determinação das características físicas e químicas, adicionou-se água a fim de facilitar a união das fibras constituintes do substrato e criar um meio mais propício à recepção das sementes, semelhante ao dos substratos que pareciam à partida, possuir um teor de humidade superior (S1 e S4).

4.5.2-Sementeira

A sementeira foi realizada no dia seguinte ao enchimento das placas. Com a máquina de sementeira (Flier Holland[®]), utilizada para o enchimento e sementeira das placas do viveiro, foi feita em cada conjunto de três placas a abertura das concavidades onde se colocaram posteriormente as sementes. As profundidades efectuadas foram de 0,5 a 0,7 cm para a alface e 1,0 cm para o tomate (Figura 4.4). Em cada alvéolo foram colocadas à mão, duas sementes para cada uma das espécies, diminuindo deste modo, a probabilidade de virem a existir alvéolos sem plantas.

Depois de se ter procedido à sementeira, os tabuleiros das alfices, voltaram a ser colocados na mesma máquina, para serem regados. No caso das placas de tomate, antes da rega, colocou-se vermiculite (Eurover[®]), que permite manter um teor de humidade adequado à germinação das sementes, durante mais tempo.

Os três tabuleiros semeados com tomate foram levados posteriormente para a câmara de germinação, onde estiveram durante três dias, à temperatura de 24°C e 85% de humidade relativa. As alfaces permaneceram no armazém do viveiro à temperatura de aproximadamente 20-22 °C, em lugar sombrio, até dois dias depois da sementeira. Posteriormente foram colocadas na estufa onde decorreu o ensaio.



Figura 4.3 – Enchimento manual das placas do ensaio.



Figura 4.4 – Linha de sementeira da empresa onde se efectuou o ensaio.

4.5.3- Instalação do ensaio na estufa

No dia 22 de Abril, as placas foram distribuídas aleatoriamente no local definitivo, em três colunas da bancada elevada, sucessivas e situadas mais ou menos a meio desta, rodeadas em todas as direcções por placas que também se encontravam no estado germinativo. Estas foram distribuídas pelo referido espaço, independentemente de ficarem nas proximidades umas das outras, placas da mesma espécie (Anexo I).

As placas de tomate foram cobertas individualmente com manta térmica de polipropileno, de cor branca, que tinha como objectivo homogeneizar a germinação das sementes, conservando o teor de humidade, a temperatura e o arejamento, ao nível da superfície das placas. As de alface, uma vez que já tinham germinado, não foi necessário efectuar esta técnica.



Figura 4.5 – Disposição dos tabuleiros na estufa onde decorreu o ensaio.

4.5.4- Fertirrega

O fornecimento de água ao ensaio foi efectuado quando se considerava necessário. A rega teve uma frequência, geralmente, diária, ocorrendo dias em que se fizeram duas

passagens. Contudo, houve alguns dias com temperaturas mais elevadas em que se aplicou mais água às plantas. Cada passagem da rampa de translação demorava doze minutos, sensivelmente. Por cada passagem efectuada, cada alvéolo recebeu aproximadamente 2,94 ml de solução nutritiva, 8,64 % do volume total do alvéolo.

Aplicou-se uma fertilização contínua por fertirrega, com a aplicação de uma solução nutritiva com um pH de 6,0 e uma condutividade eléctrica de 2,0 dS.m⁻¹, com os seguintes teores de nutrientes (Quadro 4.2):

Quadro 4.2 - Solução nutritiva utilizada na água de rega do ensaio.

	Nutrientes	Concentração (mmol.L ⁻¹)
Azoto amoniacal	N-NH ₄ ⁺	0,5
Azoto nítrico	N-NO ₃ ⁻	7,0
Fósforo	H ₂ PO ₄ ⁻	1,25
Potássio	K ⁺	4,0
Cálcio	Ca ²⁺	4,0
Magnésio	Mg ²⁺	1,75
Sódio	Na ⁺	0,5
Cloro	Cl ⁻	1,0
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	2,0
Ferro	Fe	0,035
Manganês	Mn	0,016
Boro	B	0,002
Cobre	Cu	0,017
Zinco	Zn	0,0011
Molibdénio	Mo	0,0005

4.5.5- Tratamentos fitossanitários

As plantas do ensaio receberam os mesmos tratamentos que as restantes plantas do viveiro. Sendo o viveiro um local que possuía um ambiente microclimático propício ao aparecimento e desenvolvimento de doenças e pragas fez-se uma aplicação regular de modo preventivo, dos produtos fitofarmacêuticos, em cada seis dias, aproximadamente (Quadro 4.3).

Quadro 4.3 – Tratamentos fitossanitários efectuados no viveiro durante o ensaio.

Data de aplicação	Produto		Doenças e pragas	Quantidade aplicada (mL ou g/ hL de água)
	Nome comercial	Substância Activa		
27/4/96	Previcur N [®]	hidrocloro de propamocarbe	Pythium	70 mL
27/4/96	Tamaron [®]	metamidofos	Afídios	150 mL
21/5/96	Thiodan [®]	endossulfão	mosca branca, lagartas e ácaros	300 mL
2/5/96				
10/5/96	Manzene [®]	mancozebe	Míldio	200 g
10/5/96	Vertimec [®]	abamectina	larva mineira	40 mL
16/5/96	Confidor [®]	imidaclopride	mosca branca, afídeos	50 mL
16/5/96	Ridomil MZ 72 [®]	metalaxil 8% + mancozebe 64 %	míldio	200 mL
27/5/96	Mesuroil 50 [®]	mercaptodimetur	tripes	150 mL

4.5.6 - Desbaste de plantas

Realizou-se o desbaste das plantas, na altura em que os seus dois cotilédones já se encontravam separados horizontalmente e possuíam sensivelmente, um tamanho de 0,5 cm (Figura 4.6 e 4.7). Passados cinco dias após a montagem do ensaio em estufa (27 de Abril), em ambas as espécies, foi retirada de cada alvéolo a planta que se encontrava mais afastada do operador, evitando deste modo, eliminar-se sempre aquela que teria um aspecto menos desenvolvido, ficando cada alvéolo, somente com uma única planta. Procedeu-se à repicagem para os alvéolos onde não germinou nenhuma semente. As plântulas repicadas provinham do mesmo substrato, de modo a existirem exemplares em todos os alvéolos. Contudo, estas não foram caracterizadas, uma vez que só garantiam a substituição das não germinadas. No dia 26 de Abril foi retirada a manta térmica individual de cada placa de tomate.



Figura 4.6 – Aspecto das plantas de alface na altura da realização do desbaste das mesmas (oito dias após a sementeira).

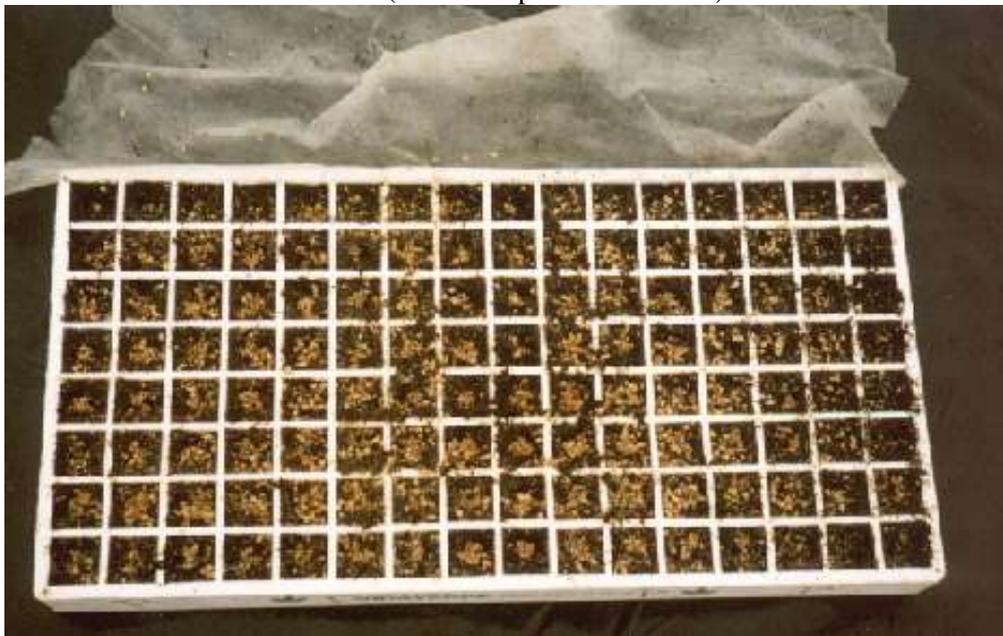


Figura 4.7 – Aspecto das plantas de tomate na altura em que foi efectuado o desbaste das mesmas (oito dias após a sementeira).

4.6 - MÉTODOS LABORATORIAIS DE ANÁLISE DOS SUBSTRATOS

Para a determinação laboratorial das características, físicas e químicas, dos substratos utilizados no ensaio efectuaram-se três repetições para cada parâmetro.

4.6.1 - Análise física dos substratos

Estas análises foram realizadas no laboratório do Departamento de Química Agrícola e Ambiental (DQAA) do Instituto Superior de Agronomia (ISA), em Dezembro de 1996 (análise granulométrica) e Abril-Maio do ano seguinte (humidade e matéria seca; matéria orgânica e relação ar-água).

Apesar dos teores em matéria orgânica, em cinzas, de humidade e de matéria seca serem parâmetros de composição e, portanto, químicos, aparecem neste capítulo juntamente com as de natureza física, uma vez que são necessários para os cálculos de algumas das suas características (Capítulo 2). Esta decisão foi tomada de acordo com Miner (1994) que, em concordância com outros autores, nos seus trabalhos em substratos também a utilizou.

Humidade e matéria seca

Efectuou-se a determinação do teor de humidade (Hum) e da matéria seca (M.S.) através da secagem em estufa de ventilação forçada (Selecta[®]), de 50 gramas de material original a $105 \pm 1^\circ\text{C}$, até obtenção de peso constante.

Matéria orgânica e cinzas

A matéria orgânica total (M.O.) e as cinzas (CIN.) foram determinadas por calcinação em mufla a $500-550^\circ\text{C}$ (em cadinhos de porcelana previamente calcinados durante uma hora a 300°C) de 1 g (com precisão até à 4^a casa decimal) de amostra moída, seca na estufa a $105 \pm 1^\circ\text{C}$, até obtenção de peso constante.

Granulometria

Como não havia disponibilidade de crivos com malha superior a 2 mm, optou-se por fazer a análise granulométrica dos substratos somente com os de malhas compreendidas entre 0,1 e 2 mm.

Os substratos foram colocados numa estufa de ventilação forçada (Selecta[®]), a uma temperatura de 30°C durante uma semana, visto que as condições climáticas do

mês de Dezembro foram muito húmidas dificultando a secagem destes ao ar livre, para além da reduzida disponibilidade de tempo. Depois de se retirar a humidade existente nos substratos, cada amostra de 100 g foi sujeita a uma agitação intermitente em amplitude máxima durante dez minutos, no agitador (Retsch[®]). Esta permitiu fraccionar as diferentes granulometrias do substrato, retidos assim nos diferentes crivos (Retsch[®]), com malhas de 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 e 2,0 mm (Figura 4.8). Depois de fraccionadas, foram pesadas numa balança electrónica (Noisa PJ 3000, Mettler[®]), expressando-se os resultados em percentagem relativamente ao peso total de material crivado.

Relação ar-água

Para a determinação destas propriedades físicas dos substratos utilizou-se o método de referência da Sociedade Internacional de Ciências Hortícolas (I.S.H.S.) (Verdonck e Gabriëls, 1992).

Através deste método, determina-se a massa volúmica aparente, a porosidade total e a distribuição da disponibilidade em água e em ar de um substrato, a partir de amostras de substratos completamente saturadas de água. Estas amostras saturadas são seguidamente sujeitas à tensão ou sucção, correspondente ao valor da força de extracção pretendida (pF1, pF1,7 e pF2). A água em excesso, a essa força de extracção, é drenada do substrato através de um meio poroso (leito de areia) e uma vez atingido o equilíbrio, o teor de água na amostra é determinado por secagem a 105 ± 1 °C. A sucção (em centímetros de coluna de água – cm c.a.) aplicada às amostras corresponde ao desnível verificado entre a metade da altura dos cilindros inferiores colocados na caixa de areia e a superfície da água no depósito auxiliar de nível constante (Figura 4.9).



Figura 4.8- Agitador mecânico utilizado para a determinação das análises granulométricas.

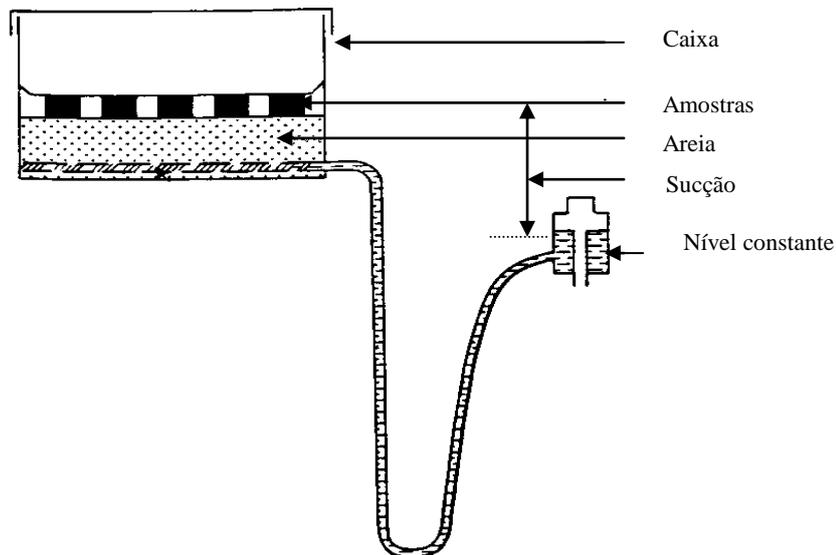


Figura 4.9- Esquema de um equipamento de sucção de leito de areia, para estudar as relações ar-água nos substratos, às diferentes pressões de equilíbrio (Miner, 1994).

Para obtenção dos valores das características referidas anteriormente e que caracterizam a relação ar-água, em cada um dos substratos, foi necessário proceder-se aos cálculos que se referem posteriormente.

Cálculos:

Sendo,

A- peso do cilindro inferior (g)

B₁₀- peso (g) do substrato em equilíbrio a uma sucção de 10 cm + cilindro

B₅₀- peso (g) do substrato em equilíbrio a uma sucção de 50 cm + cilindro

B₁₀₀- peso (g) do substrato em equilíbrio a uma sucção de 100 cm + cilindro

C - peso (g) do substrato seco a 105 °C + cilindro

V- volume de cada um dos cilindros

M.O. - % da matéria orgânica determinada por calcinação

Massa volúmica aparente (Mva, g de M.S.cm⁻³):

$$Mva = \frac{C - A}{V}$$

Massa volúmica real (Mvr, g.cm⁻³):

$$Mvr = \frac{100}{\frac{M.O}{1,5} + \frac{100 - M.O}{2,65}}$$

Porosidade total (PT, % v.v⁻¹):

$$PT = \left(1 - \frac{Mva}{Mvr} \right) \times 100$$

Volume de água a pF1 ou a 10 cm (H₁₀, % v.v⁻¹):

$$H_{10} = \frac{B_{10} - C}{V} \times 100$$

Volume de água a pF1,7 ou a 50 cm (H₅₀, % v.v⁻¹):

$$H_{50} = \frac{B_{50} - C}{V} \times 100$$

Volume de água a pF2 ou 100 cm (H₁₀₀, % v.v⁻¹):

$$H_{100} = \frac{B_{100} - C}{V} \times 100$$

Volume de ar a pF1 ou a 10 cm (Va₁₀, % v.v⁻¹):

$$Va_{10} = PT - H_{10}$$

4.6.2- Análises químicas do substrato

As amostras dos substratos para a realização destas análises estiveram guardadas numa arca frigorífica, no Horto da Universidade do Algarve, a uma temperatura de 4°C, durante um ano aproximadamente.

Tal como as anteriores, também estas análises foram realizadas no Instituto Superior de Agronomia (ISA), em Maio de 1997, à excepção da determinação da capacidade de troca catiónica, realizada na Universidade do Algarve.

Capacidade de troca catiónica

A capacidade de troca catiónica foi determinada pelo método proposto por Harada e Inoko (1979).

Este consta de três fases: a saturação (troca dos iões do complexo de troca pelos protões do ácido clorídrico 1N); o deslocamento (troca dos protões por outros catiões, com uma solução de acetato de bário 1N) e a titulação (titula-se a acidez dum volume conhecido da solução obtida da amostra). As amostras utilizadas foram aproximadamente de 400 mg de material triturado e seco a 105 °C. Para a titulação tomou-se uma amostra em triplicado e titulou-se com NaOH 0,5N, descarbonatada e normalizada, utilizando timol como indicador (Reis, 1997).

Características químicas determinadas no extracto aquoso

Para a realização das análises químicas, não especificada anteriormente, foi utilizado um método para obter uma suspensão da amostra num extracto aquoso, o método de 1:6 (v.v⁻¹) ou mais habitualmente conhecido como método *Inglês*, adoptado pelo Accesorie Development Agriculture Service (ADAS), desde 1979 (ADAS, 1988 cit. in Miner, 1994). Os vários parâmetros referidos em seguida, designados “solúveis”, foram determinados num extracto aquoso de uma determinada quantidade de substrato.

Procedimento

Depois de se ter determinado a massa volúmica aparente seca e o teor de humidade, para cada substrato, calculou-se o peso que corresponderia a 66,7 mL, pesou-se esta quantidade num recipiente de 500 mL e adicionou-se 400 mL de água destilada. Em seguida, agitou-se durante uma hora, mediu-se o pH na suspensão e uma vez filtrada, determinou-se no extracto aquoso a condutividade e alguns nutrientes solúveis utilizando os métodos e as técnicas analíticas seguidas no laboratório do DQAA.

Os resultados dos nutrientes solúveis são referidos ao volume de substrato, expressos em mg de nutriente por litro de substrato.

Os resultados das análises são classificados em índices, para alguns dos seus parâmetros, correspondendo cada índice a um intervalo de valores (Anexo V- Quadros I e II). As recomendações para diferentes sistemas culturais são feitas com base nestes índices (Anexo V- Quadro III).

- pH: com o potenciómetro (Metrohm[®] 632), directamente na suspensão, antes da sua filtração.
- Condutividade eléctrica: medida com o condutímetro (Metrohm[®] 660) depois da suspensão ter sido filtrada.
- Azoto amoniacal e nítrico: doseados a partir de uma alíqua de amostra retirada do filtrado da suspensão, por destilação no aparelho de Buchi. Para esse fim utilizou-se o sulfato de prata e o sulfato ferroso, respectivamente.
- Fósforo: este elemento foi doseado por espectrofotometria de absorção molecular, no espectrofotómetro (U-2000, Hitachi[®]) utilizando o vanadomolibdato de amónio para o desenvolvimento da cor.
- Elementos minerais solúveis: através de uma quantidade de amostra do filtrado da suspensão. Os elementos solúveis Ca, K, Mg e Na foram doseados por espectrofotometria de absorção atómica (Pye Unicam SP9 Atomic Absorption Spectrophotometer, Philips[®]).

4.7 - REGISTOS CLIMÁTICOS DURANTE O ENSAIO

Temperaturas e humidade relativas

Ao longo do ensaio, foram registados diariamente com um termohigrógrafo localizado por baixo das bancadas e protegido da água de rega, os valores da temperatura máxima, mínima e a humidade relativa. Com o termómetro registador digital (Platinum RTD Recorder and Thermometer, modelo #37262, Atkins) efectuou-se um registo horário das temperaturas.

Luz

Ao longo do período de viveiro fizeram-se várias medições da intensidade luminosa a diferentes horas do dia, com o aparelho portátil SKE 500, com sensor SKE 510. Estas medições foram efectuadas em dias de céu limpo e céu encoberto, tendo como objectivo quantificar a diferença da intensidade luminosa entre o interior e exterior do viveiro, provocada pela cobertura das estufas e caracterizar a intensidade luminosa que se verificou durante este período de viveiro.

Os valores das medições da intensidade luminosa (Anexo VI - Quadros I e II), verificados durante o período de viveiro, foram obtidos colocando o sensor acima do nível das plantas. Estes valores foram medidos nos locais assinalados no Anexo I (disposição das placas do ensaio) e no exterior, a 27 de Abril e 10 de Maio, praticamente no início e a meio do ensaio total, num dia de céu nublado e limpo, respectivamente.

4.8 - PARÂMETROS OBSERVÁVEIS NAS PLANTAS

4.8.1 - Germinação

Durante sete e oito dias após a sementeira foram efectuadas contagens do número de sementes germinadas de alface e de tomate, respectivamente, em cada substrato, com o objectivo de se concluir se dos substratos utilizados no ensaio, existiria algum que influenciasse a germinação.

Tal como Herrera et al. (2008), a semente considerou-se germinada, apesar de não se ter libertado totalmente do tegumento, quando já se encontrava emergida do substrato. A contagem da emergência das plântulas poderia ter sido efectuada a cada dois dias e por um período mais longo de produção do que os sete dias consecutivos, tal como realizado por Herrera et al. (2008).

Em ensaios realizados por Smiderle et al. (2001), na produção de alface, pimentão ou pepino mostraram a ocorrência de diferenças no índice de velocidade da emergência de plântulas, em cada substrato, podendo estar relacionado por algum factor genético inerente às culturas.

4.8.2 - Desenvolvimento das plantas

Nos dias 12 e 20 de Maio (praticamente três e quatro semanas após a sementeira), considerando que as espécies se encontravam na altura indicada para a transplantação, as plantas foram levadas do viveiro para o laboratório de Fisiologia Vegetal, da Universidade do Algarve, onde foram realizadas as análises destrutivas da alface e do tomate, respectivamente. Tomou-se esta decisão, consoante os parâmetros referidos anteriormente e de acordo com o planeamento que habitualmente se faz no viveiro para estas culturas, naquela época do ano e condições climáticas.

Depois de separadas da parte aérea, as raízes foram cuidadosamente lavadas de forma a que se perdessem o menos possível.

Na alface, efectuaram-se as seguintes observações: número de folhas (NFOL); área foliar (AF); peso seco da folha (PSF) e peso seco da raiz (PSR).

Por sua vez, no tomate foram realizadas todas as observações referidas anteriormente, para além da medição do comprimento do caule (COMPC), desde o nível do colo da planta até à inserção da primeira folha verdadeira; diâmetro do caule (DC) a 1 cm abaixo da inserção das folhas cotiledonares; peso seco do caule (PSC).

Para a medição dos comprimentos e alturas, foi utilizada uma régua graduada; para a medição da área foliar (cm²) utilizou-se o medidor de área foliar com sistema de vídeo (Delta T[®] Area Meter); na medição da espessura do caule utilizou-se a craveira electrónica (Digimatic Mytutoyo[®]), com um pormenor de escala 0,01 mm. Os pesos secos, depois de colocados durante 48 horas numa estufa de ventilação forçada a 105 ±

1 °C e arrefecidos num exsiccador (Nalgene[®]), até à obtenção de peso constante, foram posteriormente pesados numa balança de precisão a 0,0001 g (Mettler[®]AE200-S).

Com as análises efectuadas anteriormente, determinaram-se alguns índices ou relações, tais como: peso seco parte área (PSPA) = PSF + PSC; peso seco total (PST) = PSPA + PSR; razão peso seco raiz/peso seco parte aérea (RRA) = PSR/ PSPA.



Figura 4.10 – Aspecto comparativo das plantas de alface provenientes dos cinco substratos diferentes, no final do ensaio.



Figura 4.11– Aspecto comparativo das plantas de tomate provenientes dos cinco substratos diferentes, no final do ensaio.

4.9 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS EXPERIMENTAIS

A análise estatística dos dados constou das seguintes etapas:

- análise de variância (Anova) para avaliar o efeito dos diferentes tratamentos sobre as variáveis consideradas;
- teste de comparação múltipla de médias de Duncan (Duncan Multiple Range Test - DMRT), para a comparação de médias entre os vários tratamentos, a um nível de significância de $\alpha = 0,05$.
- cálculo dos coeficientes de correlação entre as características físicas e químicas dos substratos e os vários parâmetros de desenvolvimento observados nas plantas; teste de significância destes coeficientes ao nível de significância $\alpha = 0,05$.

Uma vez que a aplicação válida dos testes de significância na análise de variância exige que os erros experimentais sejam independentes e normalmente distribuídos, com uma variância comum (Steel e Torrie, 1980), foi necessário proceder-se à transformação das variáveis obtidas por contagem (número de folhas) e todas as resultantes do cálculo de percentagens, de forma a assegurar uma certa normalidade na sua distribuição e a aproximá-los da situação ideal de homogeneidade de variâncias (Dagniele, 1973).

A transformação $Y = \sqrt{X}$ é aconselhável para a estabilização das variâncias sempre que há proporcionalidade entre a variância e a média da variável inicial, situação verificada nas variáveis cuja distribuição segue a de Poisson. É, portanto, útil sobretudo para as variáveis aleatórias descontínuas que representam contagens (Dagnelie, 1973).

A transformação $Y = \arcsen \sqrt{X}$ conhecida como transformação angular foi desenvolvida para estabilizar variâncias de variáveis que representam percentagens, associadas a contagens binomiais cujo denominador da razão deve ser constante ou sensivelmente constante (Dagnelie, 1973; Snedecor e Cochran, 1989).

É aconselhada a sua utilização sempre que as variáveis percentuais apresentem valores entre 0 % e 20 % ou entre 80 e 100 %; se compreendidas entre 20 e 80 % não é necessária a sua transformação (Steel e Torrie, 1980).

Embora alguma literatura recomende a apresentação da transformação inversa da média calculada a partir dos dados transformados (Sokal e Rohlf, 1995), contudo esta

abordagem não é apropriada para a transformação dos desvios padrão (Steel e Torrie, 1980), pelo que não foi, aqui, utilizada.

Assim, os valores apresentados no capítulo 5 (Resultados e discussão) referem-se à média e desvio - padrão dos dados originais, com as letras respeitantes ao teste de Duncan efectuado sobre os dados transformados, nas variáveis transformadas. Nas variáveis não transformadas é tudo respeitante aos dados originais.

Os tratamentos estatísticos foram realizados com auxílio do programa SAS[®] versão 6.03 (SAS Institute, Inc., 1988).

A notação utilizada para os diferentes níveis de significância foi:

n.s.- não significativo, para a probabilidade $p > 0,05$;

* - estatisticamente significativo para a probabilidade de $0,01 < p \leq 0,05$, sendo este nível designado por “significativo”

** - estatisticamente significativo para a probabilidade de $0,001 < p \leq 0,01$, sendo este nível designado por “muito significativo”

*** - estatisticamente significativo para a probabilidade de $p \leq 0,001$, sendo este designado por “altamente significativo”.