

## **5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo optou-se por fazer a apresentação dos resultados das medições efectuadas no ensaio e das determinações analíticas realizadas, bem como a sua análise estatística seguida da respectiva discussão, sem esquecer que os vários resultados podem encontrar-se relacionados.

Começar-se-á por dar a conhecer as várias propriedades físicas e químicas que caracterizam os substratos utilizados na execução do ensaio. Seguidamente, efectuar-se-á uma apresentação dos registos climáticos obtidos no viveiro, durante o período de ensaio. Posteriormente, serão apresentados os dados relativos à germinação e ao desenvolvimento, observados nas plantas de alface e de tomate, juntamente com os valores de correlação existentes entre as características físicas e químicas dos substratos e as do desenvolvimento vegetativo verificado nas espécies. Este último passo permitirá averiguar a influência dos vários parâmetros estudados nos substratos no desenvolvimento vegetativo verificado nas espécies referidas anteriormente. Por fim, será conveniente referir, de um modo geral, os aspectos económicos relacionados com a utilização dos substratos, no presente ensaio, para a produção de plantas hortícolas.

### **5.1 - CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS**

#### **5.1.1 - Características físicas**

Os vários parâmetros físicos que caracterizam um substrato de turfa podem ser influenciados por múltiplos factores, dos quais se destacam: a origem das turfas; o modo de extracção utilizado; o acondicionamento; o manuseamento; a compactação do substrato ao colocá-lo no contentor; a compactação provocada pelo modo de fornecimento de água; as frequências e intensidades de rega aplicadas e o tamanho do contentor.

### 5.1.1.1 - Humidade e matéria seca

No Quadro 5.1 apresentam-se os teores de humidade e matéria seca dos substratos utilizados no ensaio. Estes apresentaram entre si diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ), para os teores de humidade (Anexo III - Quadros I e II) e matéria seca (Anexo III - Quadros I e III).

Os substratos que apresentaram maiores teores de humidade foram o S4 (P4) e o S1 (Professional Levington F1), seguidos por ordem decrescente, do S3 (Finnpeat C1), do S2 (Shamrock N°1) e por fim do S5 (FP100).

**Quadro 5.1** – Teores de humidade e matéria seca dos substratos (%).

Substratos	Humidade	Matéria seca
S1	64,86 <b>b</b>	35,14 <b>d</b>
S2	58,97 <b>d</b>	41,02 <b>b</b>
S3	63,52 <b>c</b>	36,48 <b>c</b>
S4	70,99 <b>a</b>	29,00 <b>e</b>
S5	50,02 <b>e</b>	49,98 <b>a</b>

Nota: n = 3; médias dos dados originais; na mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados transformados;  $p \leq 0,05$ ).

A diferença do teor de humidade detectada por parte do operador justificou a necessidade da adição de água, na altura do enchimento das placas, aos substratos S2, S3 e S5. A água adicionada facilitou a ligação entre as várias partículas constituintes dos substratos; permitiu uma maior facilidade do seu rehumedecimento, através da rega subsequente, que foi fornecida por aspersão na máquina de sementeira, criando deste modo, um meio mais propício à posterior germinação das sementes.

As turfas que pareciam possuir um teor inferior de humidade (S2, S3 e S5), aparentavam ser turfas com características mais jovens, uma vez que eram compostas quase na totalidade por turfas louras ou claras, pouco evoluídas (Anexo II).

As turfas mais secas são habitualmente acondicionadas em embalagens com dimensões superiores, as quais podem alcançar volumes de 250-380 L, portanto, um teor de humidade muito elevado não favoreceria de modo algum o seu transporte e manuseamento. No presente ensaio, as turfas com aspecto mais seco (S2, S3 e S5) vieram de facto

acondicionadas em embalagens de maiores dimensões, relativamente às que possuíam aspecto mais húmido (Anexo II).

O teor de humidade mínimo dos materiais utilizados como substratos, particularmente as turfas, deve ser de 30 % (Norma Inglesa - BS 4156, 1990 cit. in Miner, 1994; Eizagirre e Miner, 1994), relativamente ao seu peso original, para que se possam misturar e humedecer convenientemente; caso contrário tornar-se-ia difícil ou praticamente impossível voltar a humedecê-los, sendo necessários muitos ciclos de rehumedecimento para voltarem novamente a absorver água, de um modo semelhante ao substrato inicial. Esta situação pode ser prejudicial, no entanto, prevê-se que em viveiros profissionais de plantas hortícolas, tal facto não ocorrerá frequentemente, uma vez que estes possuem um controlo adequado de todas as técnicas, não descurando a necessidade de água a fornecer às plantas através de uma adequada frequência e intensidade de rega. Habitualmente, em viveiro, efectua-se o humedecimento dos substratos mais secos, na cuba de mistura, antes de serem conduzidos para a máquina de sementeira.

No presente ensaio, quaisquer dos substratos utilizados possuía um teor de humidade, superior ao anteriormente referido.

#### **5.1.1.2 - Matéria orgânica e cinzas**

Os substratos utilizados no ensaio apresentavam diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ), quer para a matéria orgânica (Anexo III - Quadros I e IV), quer para as cinzas (Anexo III - Quadros I e V). No Quadro 5.2 são apresentados os valores médios da matéria orgânica e cinzas dos vários substratos ensaiados. Os substratos S4 e S1 apresentavam valores superiores de matéria orgânica, seguidos do S2 e S3 (valores médios não significativamente diferentes entre si) e por fim do S5.

Quadro 5.2- Teores de matéria orgânica e cinzas dos substratos (%) referentes à matéria seca.

Substratos	Matéria orgânica	Cinzas
S1	91,24 <b>b</b>	8,76 <b>c</b>
S2	88,54 <b>c</b>	11,46 <b>b</b>
S3	88,45 <b>c</b>	11,81 <b>b</b>
S4	92,82 <b>a</b>	7,18 <b>d</b>
S5	81,14 <b>d</b>	18,86 <b>a</b>

Nota: n = 3; médias dos dados originais; na mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados transformados;  $p \leq 0,05$ ).

Os teores em matéria orgânica e cinzas caracterizam uma turfa quanto ao seu estado de decomposição e os seus valores numéricos entram nos cálculos de vários parâmetros que caracterizam os substratos, de uma forma directa (massa volúmica real - Capítulo 2.2.1.1) ou indirecta (porosidade total - Capítulo 2.2.1.1; porosidade livre - Capítulo 2.2.1.3).

Segundo as indicações dos fabricantes, o substrato S2, juntamente com o S3 e o S5 são compostos por turfas louras, pouco decompostas ou evoluídas (Anexo II). Contudo, o substrato S2 contém na sua composição terriço (matéria orgânica muito decomposta misturada com partículas minerais), apesar de não se ter conhecimento em que proporção (Anexo II).

Segundo Abad et al. (1992), os níveis óptimos de matéria orgânica, para os substratos orgânicos utilizados em cultivo são iguais ou superiores a 80 %. No caso específico dos substratos à base de turfa, o valor máximo permitido para o teor em cinzas é de 10 % (Norma Inglesa - BS 4156, 1990 cit. in Eizagirre e Miner, 1994; Verdonck, comunicação pessoal cit. in Cativello e Bassi, 1990). Segundo a bibliografia (Miner, 1994), era de esperar que os substratos, supostamente mais evoluídos apresentassem um teor em matéria orgânica inferior, comparativamente aos menos evoluídos. Contudo, as turfas utilizadas no ensaio não seguiram esse princípio, verificando-se as que eram supostamente menos evoluídas apresentavam menores teores em matéria orgânica (S3, S5 e S2) do que as mais evoluídas (S1, S4).

As determinações do teor em matéria orgânica e cinzas, dos materiais utilizados no ensaio, mostraram para os substratos S3 e S5, diferenças de dez pontos percentuais, relativamente às informações cedidas pelos fabricantes (Anexo II). As turfas possivelmente

mais evoluídas do ensaio (S1 e S4), compostas por misturas de turfas negras e castanhas (S1), turfas castanhas e louras (S4), apresentavam valores compreendidos entre os aceitáveis para substratos à base de turfa. O único substrato que apresentou valores que se afastaram bastante do óptimo foi o S5.

Estes factos poder-se-ão atribuir a qualquer uma das razões que a seguir se referem:

- uma representatividade da amostra não muito boa, uma vez que cada substrato somente foi retirado de um único saco e não de quatro, conforme o sugerido para a realização das amostras, por Cattivello e Bassi (1990);
- as turfas embaladas serem constituídas por misturas de várias turfas, com diferentes origens, que caso não sejam muito bem homogeneizadas, poderão formar uma só turfa, grande parte do volume que vem no mesmo saco;
- as turfas embaladas serem constituídas por materiais que podem ser comercializados como turfas de uma determinada característica e afinal possuírem outra, porque as plantas, os locais e os países de formação das turfeiras não são sempre os mesmos, para uma determinada marca e designação comercial. O fabricante das turfas, muitas vezes, para continuar a vender o seu produto acaba por ir buscar produtos a sítios bem distintos e vender como se de o mesmo se tratasse. Devido a este facto, tem-se vindo a tentar criar uma legislação, que apoie os consumidores deste tipo de materiais, contra os enganos e falta de informação provocados pelos fabricantes acerca da verdadeira composição dos produtos comercializados. Segundo Miner (1994), algumas turfas que se comercializam como louras ou misturas de turfas, são na realidade turfas negras, muito decompostas.

### **5.1.1.3 - Granulometria**

A composição e a forma das partículas dos substratos têm influência na porosidade livre ou volume de ar a pF1 (Ferraz et al., 2005; Nematí et al., 2009). A distribuição granulométrica é de grande importância para a caracterização dos substratos, uma vez que permite determinar para cada fracção o peso correspondente em partículas, encontrando-se esta relacionada com as propriedades físicas dos mesmos (Raviv e Lieth, 2008). O ideal

teria sido quantificar cada classe granulométrica em relação ao volume, uma vez que os substratos hortícolas irão estar confinados a um determinado volume. Através da análise de variância, verificou-se que os substratos apresentaram diferenças significativas (Anexo III – Quadro I; Quadros VIII a XIII), para cada uma das fracções granulométricas.

O Quadro 5.3 contém os valores da composição percentual média de cada fracção granulométrica, para cada substrato, expressos relativamente ao peso. Apesar da granulometria influenciar a porosidade total e a retenção de água, verifica-se que este efeito é particularmente acentuado nas partículas com dimensões inferiores a 1 mm (Gras, 1987). As partículas com tamanho inferior a 1 mm apresentam uma descida da porosidade total e um aumento da retenção da água (Miner, 1994).

**Quadro 5.3** – Distribuição granulométrica dos substratos.

Granulometria (mm)		Substratos				
		S1	S2	S3	S4	S5
>2,0	% p.p <sup>-1</sup>	17,41 <b>b</b>	14,12 <b>c</b>	12,97 <b>c</b>	19,12 <b>b</b>	22,37 <b>a</b>
1,0-2,0	% p.p <sup>-1</sup>	18,43 <b>a</b>	18,97 <b>a</b>	12,01 <b>c</b>	16,05 <b>b</b>	15,62 <b>b</b>
0,5-1,0	% p.p <sup>-1</sup>	17,80 <b>c</b>	22,86 <b>a</b>	21,86 <b>ab</b>	21,45 <b>ab</b>	20,44 <b>b</b>
0,2-0,5	% p.p <sup>-1</sup>	21,77 <b>d</b>	22,26 <b>d</b>	31,91 <b>a</b>	27,53 <b>b</b>	23,87 <b>c</b>
0,1-0,2	% p.p <sup>-1</sup>	11,62 <b>a</b>	9,63 <b>b</b>	11,52 <b>a</b>	9,23 <b>b</b>	9,38 <b>b</b>
< 0,1 mm	% p.p <sup>-1</sup>	12,96 <b>a</b>	12,14 <b>ab</b>	9,72 <b>bc</b>	6,60 <b>d</b>	8,32 <b>cd</b>
< 1,0 mm	% p.p <sup>-1</sup>	64,15 <b>cb</b>	66,90 <b>b</b>	75,02 <b>a</b>	64,82 <b>bc</b>	62,01 <b>c</b>

Nota: n = 3; médias dos dados originais; na mesma linha, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados transformados; p ≤ 0,05).

Através da análise de variância verificou-se uma diferença altamente significativa ( $p \leq 0,001$ ) entre os vários tratamentos, para a fracção granulométrica inferior a 1 mm (Anexo III- Quadros I e XIV). No substrato S3, turfa muito fina, as partículas com dimensões inferiores a 1 mm compreendiam 75 % (Quadro 5.3) do peso do substrato, seguido do S2 (67 %), posteriormente o S1 e o S4, com 64 - 65 % e por fim o S5 (62%).

Contudo, nem todas as partículas com granulometria inferior a esta dimensão têm o mesmo efeito nas propriedades físicas (Miner, 1994). Handreck (1983), num estudo

efectuado com casca de pinheiro e turfa, verificou que as granulometrias compreendidas entre 0,1 e 0,25 mm são responsáveis por um decréscimo da porosidade livre e aumento da retenção de água. Uma vez que não se possuía os crivos com esta malha, utilizou-se a compreendida entre 0,1-0,2 mm. Esta classe granulométrica apresentou diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre os vários tratamentos (Anexo III - Quadros I e IX). Os substratos utilizados que demonstraram maior peso na fracção 0,1 a 0,2 mm foram o S3 e S1, seguidos do S2, S5 e S4. As partículas com estas dimensões, podem ter sido responsáveis pela redução da porosidade livre dos substratos, através do rearranjo entre as de granulometria superior, aumentando a quantidade de água retida.

Para além da fracção granulométrica referida anteriormente, outros autores (Arrieta et al., 1992 cit. in Miner, 1994) obtiveram resultados semelhantes aos anteriores, com a classe granulométrica compreendida entre 0,2-0,5 mm. No presente ensaio, os substratos que apresentaram maior valor percentual desta fracção foram o S3, seguido do S4, S5, S2 e por fim o S1.

O ideal seria não se verificar nas turfas, partículas com dimensões iguais ou inferiores a 0,2 mm. As partículas com estas dimensões não são muito convenientes, uma vez que num rearranjo entre as partículas que se encontram num substrato, as de pequenas dimensões serão responsáveis por ocupar o espaço intergranular existente entre as de maiores dimensões, colmatando o substrato, limitando a porosidade livre e aumentando a retenção de água, restringindo deste modo o desenvolvimento radicular e total das plantas.

Para que as partículas não apresentem tão baixa granulometria implica a utilização de outros modos de extracção da turfa, para além da extracção horizontal. Esta técnica de extracção, utilizada para a maioria dos substratos de turfa comercializados, é muito mais rentável e rápida, sendo a técnica de extracção vertical mais morosa e dispendiosa, justificando-se única e exclusivamente a sua aplicação em produtos utilizados em plantas que tornem a sua utilização muito rentável.

Para além do modo de extracção, também a crivagem e a moenda são muito importantes. Esta última técnica é responsável, em grande parte, pela diminuição do tamanho das partículas, mas segundo os produtores de turfa é a forma de rentabilizarem a utilização do produto que possuem.

Em ensaios realizados por Nemati et al. (2009) em que foi utilizado o método da crivagem a seco numa turfa escura, verificou-se que esta metodologia subestima a % de partículas pequenas, devido à coesão das partículas primárias com os seus componentes, as moléculas orgânicas como os ácidos húmicos, impedindo estes de se separarem.

#### 5.1.1.4 - Massa volúmica aparente e porosidade total

Os substratos apresentaram diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre eles (Anexo III - Quadros I, VI e XVIII), quer para a massa volúmica aparente seca (Mva) quer para a porosidade total (PT). Relativamente à Mva, dos vários substratos utilizados no ensaio, verificou-se uma sequência decrescente de valores, dos supostamente mais evoluídos aos menos evoluídos, respectivamente: S1, S4, S2, S5 e por fim S3 (Quadro 5.4). Simultaneamente, verificou-se um acréscimo da PT. Este facto confirma o verificado por outros autores: os valores da Mva estão inversamente relacionados com a PT de cada material (Gras, 1982a; Bunt, 1988; Waller e Harrison, 1991; Kechavarzi et al, 2009), apresentando as turfas mais evoluídas valores superiores de Mva e inferiores de PT e as menos evoluídas, precisamente o inverso (Puustjärvi, 1970; Gruda e Schnitzler, 2001). Os substratos apresentaram valores de Mva compreendidos entre os aceitáveis para substratos à base de turfa ( $0,1$  a  $0,3 \text{ g.cm}^{-3}$ ) louras e negras, de acordo com os referidos por Kämpf e Fermino (2000) cit. in Fabri et al.(2005).

**Quadro 5.4** – Porosidade total e massa volúmica aparente para os diferentes substratos.

Substratos	Massa volúmica aparente ( $\text{g.cm}^{-3}$ )	Porosidade total (%)
S1	0,17 <b>a</b>	88,84 <b>d</b>
S2	0,13 <b>b</b>	91,62 <b>bc</b>
S3	0,10 <b>c</b>	93,54 <b>a</b>
S4	0,14 <b>b</b>	91,12 <b>c</b>
S5	0,12 <b>bc</b>	92,70 <b>ab</b>

Nota: n = 3; médias dos dados originais; na mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados transformados;  $p \leq 0,05$ ).

As operações de transporte de vasos e de tabuleiros, de um lugar para outro são facilitadas por valores mais baixos de Mva.



O facto das turfas mais jovens apresentarem uma PT superior, comparativamente às mais evoluídas, pode ser justificado por se tratar de turfas que ainda se assemelham muito na sua composição às espécies originárias da turfeira, apesar de terem alcançado a estabilidade. A redução da porosidade total com a evolução do material utilizado é, de um modo geral, considerada uma desvantagem. De facto, teoricamente, quanto maior for a porosidade total de um substrato maior será a capacidade de retenção de água e/ou o seu arejamento. Todos os valores de porosidade, determinados para estes substratos, possuíam valores superiores ao mínimo aconselhável, de 85 %, para substratos hortícolas. Portanto, não deverá ser limitante o valor da PT, de qualquer um dos substratos do ensaio, para a produção das plantas, devendo-se no entanto, dar atenção à forma como a porosidade total se encontra preenchida (porosidade livre, água facilmente disponível, água de reserva e água dificilmente disponível).

#### 5.1.1.5 - Disponibilidade de água

Através do método utilizado para a determinação dos teores em água, para cada uma das tensões aplicadas, pF1, pF1,7 e pF2, obtiveram-se valores (Quadro 5.5 - Figura 5.1) que apresentaram diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre os diferentes substratos (Anexo III- Quadros I; XV a XVII).

**Quadro 5.5** – Volume de água (% em volume) retido a pF1, pF1,7, pF2 e respectivos parâmetros determinados relativamente à retenção de água nos vários substratos.

Substratos	Volume de água - % (v.v <sup>-1</sup> )							
	pF1	pF 1,7	pF 2	AFD	AR	AD	ADD	AT
S1	74,63 <b>c</b>	51,94 <b>b</b>	45,82 <b>c</b>	22,68 <b>c</b>	6,12 <b>b</b>	28,81 <b>c</b>	45,82 <b>c</b>	74,63 <b>c</b>
S2	66,26 <b>d</b>	43,34 <b>c</b>	36,58 <b>e</b>	22,92 <b>c</b>	6,76 <b>ab</b>	29,68 <b>c</b>	36,58 <b>e</b>	66,26 <b>d</b>
S3	88,18 <b>a</b>	55,74 <b>a</b>	51,96 <b>a</b>	32,44 <b>a</b>	3,78 <b>c</b>	36,22 <b>a</b>	51,96 <b>a</b>	88,18 <b>a</b>
S4	79,55 <b>b</b>	57,16 <b>a</b>	47,64 <b>b</b>	22,38 <b>c</b>	9,52 <b>a</b>	31,91 <b>bc</b>	47,64 <b>b</b>	79,55 <b>b</b>
S5	76,48 <b>c</b>	49,12 <b>b</b>	41,64 <b>d</b>	27,36 <b>b</b>	7,47 <b>ab</b>	34,83 <sup>a</sup> <b>b</b>	41,64 <b>d</b>	76,48 <b>c</b>

Nota: n = 3; médias dos dados originais; na mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados transformados;  $p \leq 0,05$ ).

Os teores em água facilmente disponível (AFD) dos vários substratos, apresentaram diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre si (Anexo III- Quadros I e XIX), verificando-se que o único que apresentou valores superiores aos aconselháveis para

substratos hortícolas (20-30 %) foi o S3 (Quadro 5.5 - Figura 5.1). Isto significa que este substrato possui capacidade para uma AFD superior para as plantas, não necessitando de intervalos de rega tão frequentes ou intensidades de rega tão elevadas, comparativamente aos restantes, para as mesmas condições de viveiro. O facto de possuir valores de AFD superiores aos aconselháveis, para substratos hortícolas, não é considerado uma desvantagem, contudo tem que se atender à ocupação do restante volume do substrato, pelo ar e pela água.

Os substratos S3 e S5 possuíam valores de AFD mais elevados, podendo possivelmente justificar-se tal facto por estes serem constituídos na totalidade por turfa loira ou clara (muito jovem) da Finlândia (Anexo II), possuindo esta turfa uma elevada capacidade de retenção de água, justificada pela natureza dos tecidos vegetais do *sphagnum* que as compõem se encontrarem pouco decompostos e as fibras constituintes terem como principal característica uma boa retenção de água. Para além da origem das turfas, um outro factor que poderá ter maior peso para justificar tal ocorrência será a maior percentagem de peso verificado nas granulometrias inferiores a 1 mm, responsáveis pela maior retenção de água. Os outros três substratos apresentam valores muito semelhantes entre si, uma vez que possuem turfas mais evoluídas (Quadro 5.5 - Figura 5.1) em misturas (S1 e S4) ou com outros materiais (S2), para além de possuírem percentagens superiores de partículas, com tamanho superior a 1 mm. Ou seja, valores mais baixos de AFD parecem que estão relacionados com a granulometria superior a 1 mm. Os valores mais baixos da capacidade de retenção de água significa que tem que se manter os substratos mais húmidos ou seja, deverão ser regados mais frequentemente.

Segundo Fischer (1996) cit. in Beckman- Cavalcante et al.(2008) as turfas negras comparativamente às turfas louras são mais decompostas, apresentando na maioria das vezes elevados valores de densidade aparente, um aumento na capacidade de retenção de água e menor capacidade de arejamento. A elevada capacidade de retenção de água nos substratos é uma característica desejável, porém, a água precisa estar disponível para as plantas, o que segundo Martinez (2002) cit. in Beckman- Cavalcante et al. (2008) é um defeito, que turfas muito decompostas apresentam, podendo conduzir ao deficit hídrico das plantas.

Cada alvéolo foi regado diariamente com 2,94 mL de água (uma única passagem da calha do sistema de rega), cerca de 8,64 % do volume total deste, podendo na maioria dos dias ter recebido o dobro ou o triplo, consoante as condições climáticas que se fizeram sentir no período do ensaio.

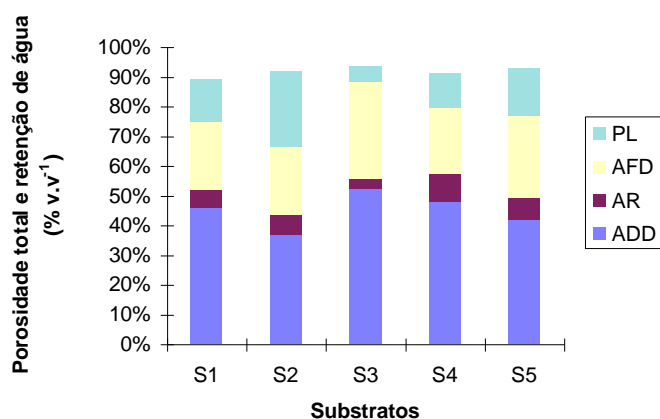
Um facto observado no ensaio foi que, em qualquer uma das espécies, o substrato S3 apresentava na parte superior do alvéolo uma camada de limos, que dificultava a entrada de água no substrato. Tal facto é possivelmente justificado pela maior fracção granulométrica responsável pela retenção de água neste substrato, para além das condições de humidade e frequente fornecimento de adubação, susceptíveis de favorecer o aparecimento dos mesmos.

Os valores da água de reserva (AR) apresentaram diferenças muito significativas ( $p \leq 0,01$ ) entre os vários tratamentos (Anexo III- Quadros I e XX). O S3 apresentou valores inferiores (Quadro 5.5 - Figura 5.1) à média de cada um dos outros tratamentos e distinto de todos eles. Todos os substratos apresentaram teores de AR compreendidos entre o intervalo admitido para um substrato óptimo (4-10 %), à excepção do S3 que tem um valor inferior (3,8 %) mas não muito afastado do considerado como óptimo. A água de reserva encontra-se disponível para as plantas, a forças de retenção superiores à água facilmente disponível. A AR é importante para satisfazer as necessidades das plantas em situações em que AFD já não se encontra presente. Nos vários substratos em estudo, o valor da AR parece não ter sido limitante para o desenvolvimento das plantas.

A água disponível (AD), resultante do somatório da AR com a AFD, apresentou valores muito significativamente distintos ( $p \leq 0,01$ ) entre si (Anexo III - Quadros I e XXI). O S3 possuía um valor superior aos restantes substratos (Quadro 5.5- Figura 5.1), mas compreendido entre os considerados como óptimos (24-40 %). O valor mais baixo (29%) observou-se no S1, mas compreendido, de igual forma, entre os valores óptimos referidos anteriormente. O conhecimento da quantidade de água disponível é muito importante uma vez que afecta a frequência e a intensidade de rega, sendo estas menores à medida que aumenta o valor da água disponível.

A água dificilmente disponível (ADD) apresentou diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre os vários tratamentos (Anexo III - Quadros I e XXII). O substrato S3

apresentou um valor superior (Quadro 5.5 - Figura 5.1), da ordem dos 52 %, seguido do S4 (48 %), S1 (46%), S5 (42 %) e finalmente o S2 (36%). A ADD do S3 poderá ser justificada pela maior percentagem de poros responsáveis pela retenção da água, para valores superiores a pF2, ou seja os microporos, resultantes da maior percentagem em peso (75 %) das partículas com granulometria inferior a 1 mm, particularmente os inferiores a 0,5 mm.



**Figura 5.1-** Ocupação da porosidade total dos substratos com a porosidade livre a pF1 (PL) e volume de água facilmente disponível (AFD), água de reserva (AR) e água dificilmente disponível (ADD), expressos em percentagem (v.v<sup>-1</sup>).

Para a água total (AT) verificaram-se, tal como para os outros parâmetros, diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre os vários substratos (Anexo III- Quadro I e XXIII). O substrato S3 possuía o maior volume da sua porosidade total preenchida por água, comparativamente aos outros substratos.

#### 5.1.1.6-Arejamento

A avaliação do arejamento do substrato foi efectuada através da determinação da porosidade do substrato ocupada por ar (não ocupada por água) nas condições de pF1, a qual se designará por porosidade livre a pF1 (PL). Esta é considerada uma característica determinante na qualidade dos substratos, uma vez que o espaço livre de ar de um substrato

é responsável pelas trocas gasosas existentes ao seu nível, resultante da respiração das raízes e dos microrganismos aí existentes.

Os substratos utilizados possuíam valores de PL distintos entre si (Anexo III - Quadro I e XXIV), com diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ), apresentando o S3 (Quadro 5.6 - Figura 5.1) valores afastados dos óptimos admitidos para substratos hortícolas, que estão segundo Raviv et al.(1986) compreendidos entre 10 e 45 %. Os valores verificados nos vários substratos estão compreendidos entre 5,36 % e 25.35%, ou seja num intervalo bastante amplo de resultados. De todos os substratos utilizados no ensaio, somente o S3 parece ter conduzido a um arejamento limitativo do desenvolvimento radicular e aéreo das culturas. Tal, deve-se supostamente, ao facto deste substrato ser o que apresenta uma maior percentagem de partículas com diâmetro inferior a 1 mm, responsáveis pela retenção de água e respectiva redução da porosidade livre.

**Quadro 5.6** - Porosidade livre dos substratos.

Substrato	Porosidade livre (%)
S1	14,20 <b>b</b>
S2	25,35 <b>a</b>
S3	5,36 <b>d</b>
S4	11,57 <b>c</b>
S5	16,22 <b>b</b>

Nota: n = 3; médias dos dados originais; na mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados transformados;  $p \leq 0,05$ ).

No substrato referido anteriormente (S3), a acompanhar esta falta de arejamento verificou-se um valor mais elevado de AFD. As plantas nesta situação podem ser sujeitas a uma asfixia radicular provocada por um alagamento temporário e respectiva falta de arejamento (porosidade livre limitante). Segundo Larcher (2000) cit. em Beckman-Cavalcante et al. (2008) a falta de arejamento nas raízes afecta processos fisiológicos dos quais dependem a parte aérea, como a absorção de água e nutrientes, conduzindo a um decréscimo no desenvolvimento e expansão foliar, decréscimo do potencial hídrico foliar e murchidão. Quando a absorção de água é reduzida, a expansão foliar é afectada, pois ocorre a redução, tanto na fotossíntese quanto no consumo de assimilados nas folhas em expansão, provocando mudanças no desenvolvimento das plantas.

Segundo Bunt (1976) e Wever (1994) o risco de humedecer demasiado um substrato aumenta quando o volume em ar é inferior a 10%.

Os valores baixos de porosidade livre podem limitar o desenvolvimento das espécies para as quais seja limitativo o volume de ar existente no substrato, podendo este caso ser solucionado com uma redução no volume de água fornecida às culturas, bem como com a adição de uma turfa de granulometria menos fina, ou outro material susceptível de aumentar o arejamento (perlite, vermiculite, esferovite, entre outros).

### **5.1.2 - Características químicas**

Neste capítulo optou-se por fazer distinção entre as diferentes características químicas, de acordo com o modo de determinação das mesmas. Primeiramente, apresentar-se-ão os valores da capacidade de troca catiónica e, por último, as características medidas em extracto aquoso 1:6 (v.v<sup>-1</sup>).

#### **5.1.2.1 - Capacidade de troca catiónica**

Os substratos utilizados possuíam valores com diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ), relativamente à capacidade de troca catiónica (Anexo IV - Quadro I e II). Na Figura 5.2, apresentam-se os valores médios da capacidade de troca catiónica (CTC) para os vários substratos. Parece poder-se supor que os substratos que não possuem exclusivamente na sua composição turfa loura (S1, S2 e S4) apresentam, uma CTC superior aos eventualmente menos evoluídos (S5 e S3). Uma importante consequência da CTC consiste no poder tampão que confere ao substrato, evitando alterações bruscas na composição da solução eventualmente provocadas pela aplicação de fertilizantes. Deste modo, os substratos com elevada CTC resistem melhor a variações de pH, nomeadamente quando se utilizam águas duras na rega e adubos alcalinizantes ou acidificantes. Podemos, possivelmente, supor que neste ensaio houve resistência às alterações das características da solução do substrato, e não correspondeu esta última, de imediato, ao pH da solução nutritiva utilizada. Estes valores de capacidade de troca catiónica (CTC), responsáveis pela

adsorção de nutrientes na forma catiónica nos colóides das substâncias húmicas e posterior fornecimento dos mesmos, teriam um significado acrescido se eventualmente não se tivesse realizado a fertilização contínua ao longo do ensaio.

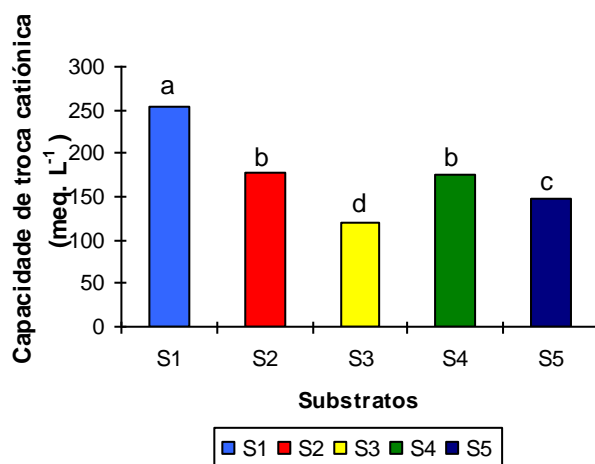


Figura 5.2 - Capacidade de troca catiónica dos substratos (meq.L<sup>-1</sup>).

#### 5.1.2.2 - Características químicas medidas no extracto aquoso

Estas características não podem ser comparadas com as cedidas pelos fabricantes (Anexo II), uma vez que não se tem conhecimento das técnicas utilizadas na sua determinação. A utilização da suspensão 1:6 (v.v<sup>-1</sup>), possui quadros interpretativos com índices (Anexo V) para algumas características dos substratos, permitindo classificar os resultados das análises de acordo com os mesmos. No Quadro 5.7 apresentam-se os resultados analíticos das propriedades químicas e entre parêntesis os respectivos índices de classificação.

**Quadro 5.7** - Características químicas dos substratos determinadas no extracto aquoso e respectiva classificação em índices.

Características	Substratos					
	Gerais	S1	S2	S3	S4	S5
pH		5,42 <b>d</b>	5,88 <b>c</b>	6,26 <b>b</b>	5,83 <b>c</b>	6,5 <b>a</b>
CE (dS.m <sup>-1</sup> )		0,33 <b>c</b> (1)	0,48 <b>a</b> (3)	0,28 <b>d</b> (1)	0,42 <b>b</b> (3)	0,27 <b>d</b> (1)
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )		4,87 <b>a</b> (0)	4,87 <b>a</b> (0)	2,41 <b>c</b> (0)	2,44 <b>c</b> (0)	3,45 <b>b</b> (0)
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )		54,50 <b>c</b> (3)	196,69 <b>a</b> (5)	109,68 <b>b</b> (4)	209,62 <b>a</b> (6)	20,70 <b>c</b> (1)
N-(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> +NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (mg.L <sup>-1</sup> )		59,03 <b>c</b>	201,56 <b>a</b>	112,09 <b>b</b>	212,06 <b>a</b>	24,31 <b>c</b>
P (mg.L <sup>-1</sup> )		175,00 <b>a</b> (9)	125,91 <b>b</b> (9)	54,12 <b>c</b> (6)	51,24 <b>c</b> (6)	33,78 <b>d</b> (5)
K (mg.L <sup>-1</sup> )		201,98 <b>cb</b> (4)	220,98 <b>b</b> (4)	186,99 <b>c</b> (4)	219,48 <b>b</b> (4)	248,48 <b>a</b> (4)
Na (mg.L <sup>-1</sup> )		18,20 <b>b</b>	23,59 <b>a</b>	12,99 <b>c</b>	18,4 <b>b</b>	13,4 <b>c</b>
Ca (mg.L <sup>-1</sup> )		109,69 <b>cb</b>	181,32 <b>a</b>	133,69 <b>b</b>	218,18 <b>a</b>	76,92 <b>c</b>
Mg (mg.L <sup>-1</sup> )		108,99 <b>b</b> (7)	191,99 <b>a</b> (8)	43,99 <b>e</b> (5)	75,5 <b>c</b> (6)	64,5 <b>e</b> (6)
Ca/Mg		1,00 <b>b</b>	0,94 <b>b</b>	3,04 <b>a</b>	2,89 <b>a</b>	1,19 <b>b</b>

Nota: n = 3; médias dos dados originais; na mesma linha, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados transformados; p ≤ 0,05).

( ) - os números entre parêntesis, referem-se aos índices de classificação dos resultados obtidos pelo método de extracção 1:6 (Anexo V) para cada uma das características.

### pH

A análise de variância dos valores de pH, resultantes da determinação efectuada através da suspensão 1:6, apresentou diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre os vários tratamentos (Anexo IV - Quadros I e III). Apesar dos valores de pH terem sido corrigidos (Anexo II), através da execução de calagens realizadas pelos fabricantes, considerou-se conveniente apresentar os mesmos.

Segundo vários autores (Lucas e Davis, 1961, Peterson, 1981 cit. in Inbar et al., 1993; Waldemar, 2000 cit. in Ferraz et al., 2005), os valores mais aconselháveis para o pH em substratos orgânicos encontram-se compreendidos entre 5,0 e 5,8, encontrando-se mais disponíveis neste intervalo, os nutrientes mais importantes para o desenvolvimento das plantas. À excepção dos substratos S3 e S5, todos os outros apresentavam valores mais próximos dos aconselháveis. Supõe-se, no entanto, que o pH não influenciou o desenvolvimento das espécies estudadas nos diferentes substratos utilizados (subcapítulo 2.2.2.2).

A solução nutritiva fornecida durante o ensaio, apresentava um valor médio de pH 6,0, não se afastando muito da média mais aconselhável para o cultivo em substratos orgânicos.



### *Condutividade eléctrica*

Os valores da condutividade eléctrica no extracto aquoso 1:6 apresentaram diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ), entre os vários tratamentos (Anexo IV - Quadros I e IV). Os substratos, de acordo com o quadro de interpretação dos índices pelo método utilizado (Anexo V - Quadros I e II), possuíam valores compreendidos entre 1 e 3 (Quadro 5.7).

Os valores de condutividade eléctrica mais aconselháveis para a maioria das culturas hortícolas situa-se entre o índice 3 e 6, ou seja 0,4 a 0,9 dS.m<sup>-1</sup> (Eizagirre e Miner, 1994). Os substratos S2 e S4, com valores mais elevados de condutividade eléctrica apresentaram o índice 3, classificado como médio (Anexo V - Quadros I e II). Estes substratos apresentaram valores muito próximos do limite mínimo aconselhável de 0,4 dS.m<sup>-1</sup>, para a produção da maioria das culturas hortícolas. Os restantes substratos (S1, S3 e S5) possuíam o índice baixo (Anexo V - Quadros I e II).

Segundo Santos (1991), a alface e o tomate são considerados, sensíveis e tolerantes, respectivamente a este parametro (subcapítulo 2.2.2.3).

Segundo Burger et al. (1997) e Pinamonti et al.(1997) cit. in Herrera et al., (2008) os valores mais baixos de CE, melhoram as condições de emergência das plântulas no viveiro.

Os valores de condutividade eléctrica parece não terem sido limitativos do desenvolvimento destas espécies. Nestes substratos, os valores de condutividade eléctrica parecem ser consequência de uma maior quantidade de nutrientes disponíveis.

### *Azoto mineral*

Os valores determinados do azoto amoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e do nítrico (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), extraídos com água, apresentaram diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre os vários tratamentos (Anexo IV - Quadros I, V e VI). Como se pode observar no Quadro 5.7, as quantidades de azoto amoniacal foram relativamente diminutas, comparadas com as do azoto nítrico. O azoto amoniacal apresentou o índice 0 em todos os substratos, ao passo que o nítrico mostrou índice 1 (S5), 3 (S1), 4 (S3), 5 (S2) e 6 (S4).

Os valores de concentração de azoto nítrico e azoto amoniacal (mg de N.L<sup>-1</sup> de substrato), recomendados para substratos utilizados em sementeiras, são de 50-200 mg.L<sup>-1</sup> e não superior a 75 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente (adaptado de ADAS, 1988 cit. in Miner, 1994).

Habitualmente, estes dois nutrientes são adicionados aos substratos de turfa, através de um fornecimento inferior de azoto amoniacal relativamente ao nítrico, fazendo ambos parte da fertilização “base” dos substratos. A proporção adicionada aos substratos à base de turfas da M. de Baat B.V. (S4 e S5) costuma ser de 1:4 (amoniacal: nítrico).

As diferenças encontradas, nas quantidades destes dois nutrientes determinadas através do extracto aquoso, poderão ser devidas aos seguintes factos:

- o método utilizado para a extracção do azoto mineral (extracção com água) apenas permite avaliar a fracção do azoto mineral existente na solução do substrato. Sendo o ião amónio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) um catião, parte significativa deste poder-se-á encontrar adsorvido nos colóides, não sendo por isso extraído com água;
- durante o tempo de espera entre o momento em que se adicionou os adubos ao substrato e a sua utilização em viveiro (altura em que se efectuou a recolha da amostra), é possível que o azoto amoniacal tivesse sofrido nitrificação, transformando-se grande parte deste em azoto nítrico.

A soma do azoto nítrico e do amoniacal (Quadro 5.7), apresentou diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ), entre os vários substratos utilizados no ensaio (Anexo IV- Quadro I e VII).

#### *Outros nutrientes*

O fósforo determinado no extracto aquoso 1:6 (v.v<sup>-1</sup>) apresentou diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) para os diferentes substratos utilizados no ensaio (Anexo IV- Quadros I e VIII). Este elemento possuía índices compreendidos entre 5 e 9 (Quadro 5.7; Anexo V- Quadro II), valores superiores ao necessário para sementeiras (Anexo V- Quadro

III), encontrando-se praticamente apropriado para o cultivo de tomateiros em turfa (Anexo V- Quadro III).

Relativamente ao potássio, as diferenças encontradas entre os vários substratos ensaiados (Anexo IV- Quadros I e IX) foram altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ). Qualquer um dos substratos possuía o índice 4, superior ao necessário para sementeiras (Anexo V- Quadro III).

O sódio apresentou diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre os vários tratamentos (Anexo IV- Quadros I e X).

#### *Relação Ca/Mg*

Os valores desta relação apresentaram diferenças altamente significativas entre si (Anexo IV - Quadro I; XI a XIII), permitindo possivelmente, dar uma ideia do tipo de calagem efectuada aos substratos (Quadro 5.7). Os substratos S1, S2 e S5 receberam, supostamente, uma calagem dolomítica, com quantidades semelhantes de cálcio e de magnésio, ao passo que nos restantes, possivelmente, poderia ter sido efectuada uma calagem calcítica.

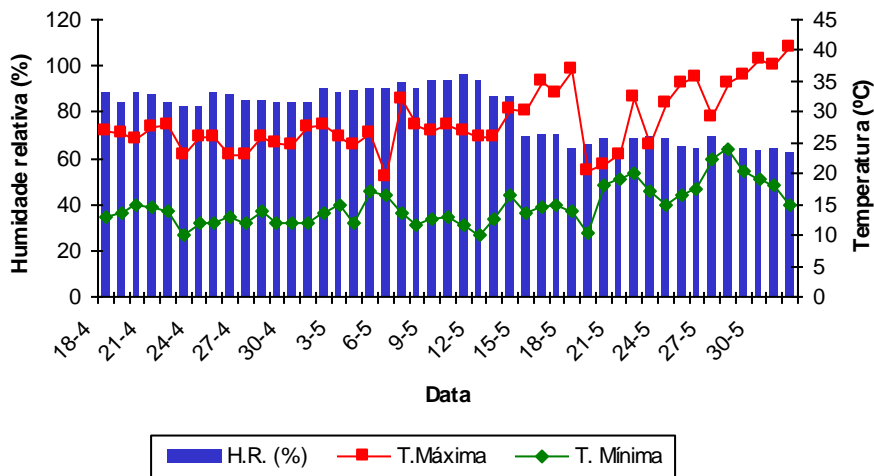
A calagem, para além do efeito de alteração dos valores de pH, também pode ser responsável pelo fornecimento destes dois nutrientes (cálcio e magnésio) aos substratos. Segundo Inbar et al. (1993) é aconselhável a realização de uma calagem dolomítica, uma vez que se fornecerá quantidades equilibradas destes dois nutrientes que poderão posteriormente encontrar-se à disposição das plantas, não existindo um desequilíbrio nutritivo. Contudo, um excesso de magnésio veiculado pelo calcário dolomítico poderá causar desequilíbrio relativamente ao potássio, devido ao antagonismo iónico verificado entre estes dois nutrientes catiões (Santos, 1991).

## 5.2 - OBSERVAÇÕES E REGISTOS NO VIVEIRO

### 5.2.1-Condições climáticas do viveiro

#### *Temperatura e humidade relativa*

Na Figura 5.3 podem-se observar as temperaturas, máxima e mínima, bem como a humidade relativa verificada no viveiro, durante o período do ensaio. Observou-se de um modo geral, a partir de meados de Maio, um aumento das temperaturas máxima e mínima registadas no interior do viveiro e uma descida dos valores da humidade relativa. Este abaixamento da humidade relativa é possivelmente justificado pelo aumento das temperaturas nesta época do ano, evaporando-se para o exterior uma maior percentagem de vapor de água, através das aberturas laterais e zenitais, que se encontravam, praticamente, sempre abertas até cerca das 18:00 horas, para auxiliar a renovação do ar.



**Figura 5.3** - Temperaturas e humidades relativas verificadas durante a permanência do ensaio em viveiro.

Apesar da utilização do “branco de Espanha” para efectuar a pintura da cobertura das estufas, pode-se verificar no gráfico anterior que se alcançaram temperaturas muito elevadas da ordem dos 40 °C, as quais seriam ultrapassadas caso tal prática não tivesse sido realizada.

### *Luz*

A média dos valores das medições da intensidade luminosa (Anexo VI - Quadros I e II), verificados durante o período de viveiro, registados no dia 27 de Abril e 10 de Maio, desde as 12:00 horas até às 18:00 horas, permitiu constatar que houve uma redução da luz da ordem dos 72 %, relativamente aos valores medidos no exterior do viveiro (sol directo). No dia 10 de Maio, a redução da intensidade luminosa, verificada relativamente ao exterior, foi de 80 %.

Para além da redução da luz provocada pelo plástico de cobertura das estufas e pelas poeiras existentes na superfície do mesmo, foi possível verificar que esta redução teve origem, principalmente, nas várias aplicações do produto “branco de Espanha”. Esta prática é muito frequente nos meses mais quentes, uma vez que uma redução da radiação no interior do viveiro, será responsável pela redução das temperaturas.

A elevada redução de luz poderá ter sido eventualmente responsável pelo aparente aspecto ‘estiolado’ das plantas do ensaio. Para além das temperaturas elevadas conjugadas com uma disponibilidade de água e nutrientes suficientes, a baixa intensidade luminosa favorece o estiolamento das plantas, apresentando-se estas, com um aspecto menos “endurecido”, e não com o desejado.

### **5.2.2-Parâmetros observáveis nas plantas**

A interpretação estatística dos dados experimentais possibilita a avaliação do peso de cada parâmetro na classificação das plantas quanto à qualidade que apresentam para a transplantação. Não existindo unanimidade de critérios para fazer a avaliação da qualidade das plantas para a transplantação, e de acordo com a bibliografia consultada, parece aceitável supor que uma planta deva possuir nessa altura reservas suficientes e um sistema radicular capazes de reduzir ao mínimo o choque devido à mudança do viveiro para o local definitivo. Se o período de aclimação for curto e quanto mais rapidamente se verificar o crescimento de novas raízes e a máxima eficiência fotossintética, melhores serão as condições para a cultura rentabilizar a produção. Para estudar o desenvolvimento das

plantas das duas espécies, considerou-se preferível estudar cada uma em separado, uma vez que o objectivo não era compará-las entre si.

### 5.2.2.1 – Alface

#### *Germinação*

A germinação das sementes de alface não se distinguiu de um modo significativo, entre os vários substratos, para cada um dos dias de contagem (Anexo VII - Quadro I e II). No primeiro dia de observações (segundo dia do ensaio- 21 de Abril), apesar das percentagens não serem significativamente diferentes entre os substratos, podemos observar que o substrato S5 apresentou valores superiores de germinação (95%), seguido do S1 e S4 (90%), ao passo que o S2 e o S3 obtiveram valores inferiores, 78% e 84%, respectivamente (Quadro 5.8). Os substratos S2, S3 e S5 mostraram à partida um teor de humidade inferior, justificando a necessidade de adicionar água para a homogeneização dos mesmos aquando do enchimento das placas, de onde resultou teores de humidade diferentes na altura da germinação. Apesar do fornecimento de água aos substratos mencionados anteriormente (S2, S3 e S5), é possível que o S2 e o S3 não tivessem recebido a quantidade de água suficiente. Esta diferença de humidade entre os diferentes substratos poderá justificar à partida, a diferença inicial na germinação.

**Quadro 5.8** – Germinação das sementes de alface, para cada dia de contagem, nos vários substratos.

Dia de Ensaio	S1	S2	S3	S4	S5
2	89,58 <b>ab</b>	78,12 <b>b</b>	84,37 <b>ab</b>	89,58 <b>ab</b>	94,79 <b>a</b>
3	94,79 <b>a</b>	96,87 <b>a</b>	96,88 <b>a</b>	97,92 <b>a</b>	96,88 <b>a</b>
4	96,88 <b>a</b>	96,88 <b>a</b>	96,88 <b>a</b>	97,92 <b>a</b>	96,88 <b>a</b>
5	96,88 <b>a</b>	96,88 <b>a</b>	96,88 <b>a</b>	97,92 <b>a</b>	97,92 <b>a</b>
6	96,88 <b>a</b>	97,92 <b>a</b>	97,92 <b>a</b>	97,92 <b>a</b>	97,92 <b>a</b>
7	96,88 <b>a</b>	97,92 <b>a</b>	97,92 <b>a</b>	97,92 <b>a</b>	100,00 <b>a</b>

Nota: n = 3; médias dos dados originais; na mesma linha, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados transformados;  $p \leq 0,05$ ).

Após a rega dos substratos, efectuada nesse mesmo dia, esta diferença deixou de existir, verificando-se no dia seguinte, uma aproximação dos valores das percentagens, tal como se apresenta no quadro anterior. No final do período de contagem das sementes germinadas, parece não ter havido influência dos substratos na germinação das sementes, atingindo-se uma percentagem da ordem de 98 % de germinação, superior ao valor mínimo de 95% de germinação por placa que é essencial garantir, no sistema de produção em placas alveoladas referido por Abrantes (1989).

*Número de folhas, área foliar e peso seco das folhas*

Relativamente aos valores médios destes parâmetros, medidos nas plantas de alface, pôde-se verificar pela análise de variância que ocorreram diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre os substratos (Anexo VIII - Quadros I a IV).

As plantas que se desenvolveram nos substratos S2 e S4 apresentaram maior número de folhas, seguindo-se-lhe os substratos S1 e S5 e por último o S3 (Quadro 5.9). Segundo Hemphill (1987), as plantas de alface, que para a mesma idade de viveiro, apresentarem maior número de folhas verdadeiras na altura da transplantação, serão responsáveis por produzirem uma cabeça maior.

**Quadro 5.9** – Número de folhas, área foliar e peso seco das folhas nos vários substratos, no final do ensaio.

Substrato	Número de folhas.planta <sup>-1</sup>	Área foliar (cm <sup>2</sup> . planta <sup>-1</sup> )	Peso seco das folhas (g.planta <sup>-1</sup> )
S1	7,56 <b>ab</b>	106,89 <b>b</b>	0,15 <b>b</b>
S2	7,88 <b>a</b>	120,46 <b>a</b>	0,18 <b>a</b>
S3	6,33 <b>c</b>	68,88 <b>d</b>	0,12 <b>c</b>
S4	7,88 <b>a</b>	116,18 <b>a</b>	0,17 <b>a</b>
S5	7,22 <b>b</b>	94,38 <b>c</b>	0,13 <b>bc</b>

Nota: n = 18; as médias dos dados originais; para a mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados originais;  $p \leq 0,05$ ).

Podemos observar no quadro anterior, que as plantas que na altura da transplantação possuíam o maior número de folhas, também possuíam maior área foliar (responsável pela maior interceptação de luz, factor favorável uma vez que aumenta a sua capacidade

fotossintética) e de igual modo, maior teor em matéria seca (melhor facilidade de ultrapassagem da crise de transplantação). Uma produção mais precoce é alcançada quando se transplantam plantas com maior tamanho e conseqüentemente maior teor de matéria seca (Maaswinkel, 1986), para o mesmo período de permanência em viveiro. Pelo exposto podemos concluir que as plantas que cresceram no substrato S2 e S4 possuíam, portanto, maiores quantidades de substâncias de reserva, na sua parte aérea.

O número de folhas das plantas de alface mostrou uma forte correlação negativa ( $r = -0,89$ ;  $p < 0,05$ ) com a água facilmente disponível (AFD) existente nos substratos (Anexo IX- Quadro I). Tal como se referiu anteriormente, o facto dos substratos possuírem valores de AFD superiores aos valores considerados pelos diferentes autores como óptimos, não pode ser encarada como uma limitação ao desenvolvimento das plantas, a não ser que seja acompanhado de uma porosidade livre limitante ( $< 10\%$ ), facto verificado no S3. As plantas sofreram com estas condições, podendo ter sido limitado tanto o seu desenvolvimento radicular, como o desenvolvimento total da planta. Também Gruda e Schnitzler (2001), em ensaios para produção de plântulas de alface verificaram uma redução da massa da raiz e foliar, em substratos com volumes de ar livre inferior a 10%. Parece, então, que para as exigências hídricas sentidas por esta espécie, naquela época do ano e condições culturais verificadas, talvez tenha sido fornecida uma quantidade de água superior ao necessário para o substrato S3.

A área foliar, de igual modo que a variável anterior, mostrou-se correlacionada negativamente ( $r = -0,97$ ;  $p < 0,01$ ) com a AFD (Anexo IX- Quadro I). As explicações para tal ocorrência podem ser as anteriormente referidas relativamente ao número de folhas formadas.

O peso seco das folhas apresentou-se significativamente correlacionado com a condutividade eléctrica ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,01$ ). Tal facto parece ter tido como origem a maior disponibilidade de nutrientes, existente nos substratos S2 e S4 (Quadro 5.7). Desta forma a fertilização efectuada no viveiro poderá não ter apresentado um peso tão relevante para a adubação das plantas, até porque muitas das regas do ensaio foram, somente efectuadas com água limpa, sem adição de fertilizantes.



Os substratos comerciais utilizados possuíam uma adubação base, diferente para cada um deles. Praticou-se uma adubação com base numa solução nutritiva, cuja composição está descrita no capítulo 4.5.4 (Quadro 4.2). Através desta prática partiu-se do princípio que o efeito da adubação inicial dos mesmos seria anulada. Contudo, deve-se levar em conta que tal pode não ter acontecido. De facto, teria sido preferível utilizar substratos não fertilizados, ou substratos com igual adubação base. Contudo, não existem substratos não fertilizados disponíveis no comércio, somente se forem pedidos por encomenda e as adubações dos existentes não são iguais para todos.

*Peso seco da raiz e razão peso seco raiz/ peso seco parte aérea*

No presente ensaio verificaram-se diferenças muito significativas ( $p < 0,01$ ) entre tratamentos (Anexo VIII - Quadros I e V) para o peso seco da raiz (Quadro 5.10). Os substratos S2, S4 e S1 mostraram valores médios superiores, seguindo-se-lhe o S5. As plantas que cresceram no substrato S3 não apresentaram diferenças relativamente aos restantes, possuindo um valor intermédio entre estes. Este, é um parâmetro com peso importante para o reconhecimento da qualidade das plantas de viveiro, uma vez que quanto maior for o peso seco da parte radicular de uma planta na altura da transplantação, maior será a possibilidade de esta sobreviver a essa crise de transplantação (Weston e Zandastra, 1986; Basoccu e Nicola, 1990). Verificou-se uma correlação positiva significativa ( $r = 0,92$ ;  $p < 0,05$ ) entre esta variável e o conteúdo em matéria orgânica dos substratos (Anexo IX). A maior riqueza em matéria orgânica de um substrato está relacionado com o maior crescimento radicular das plantas (Tesi e Tosi, 1989), uma vez que o seu maior teor proporciona uma melhor estrutura aos substratos, dando origem a uma porosidade superior e a uma massa volúmica aparente mais baixa (Penningsfeld e Kurzmann, 1983).

**Quadro 5.10** - Peso seco da raiz e razão peso seco raiz/ peso seco parte aérea para os vários substratos, no final do ensaio.

Substrato	Peso seco raiz (g.planta <sup>-1</sup> )	Razão peso seco raiz/ parte aérea
S1	0,03 <b>a</b>	0,22 <b>ab</b>
S2	0,03 <b>a</b>	0,18 <b>c</b>
S3	0,03 <b>ab</b>	0,24 <b>a</b>
S4	0,04 <b>a</b>	0,20 <b>bc</b>
S5	0,02 <b>b</b>	0,19 <b>c</b>

Nota: n = 18; médias dos dados originais; na mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados originais;  $p \leq 0,05$ ).

Contudo, é importante reparar que os valores do peso seco das raízes são tão reduzidos, que uma pequena perda de material é bastante significativa.

Também se verificaram diferenças muito significativas (Anexo VIII - Quadro I e VI) para a razão peso seco da raiz/ peso seco da parte aérea, contudo neste ensaio e para esta espécie, os resultados obtidos talvez não tenham um peso muito elevado na avaliação da qualidade das plantas de viveiro. De facto, as plantas que apresentaram uma maior relação raiz/parte área foram as que possuíam, para o mesmo período de tempo de viveiro, uma redução bastante vincada do desenvolvimento da parte aérea, não sendo portanto de admirar que tal relação atinja um quociente superior.

Também em ensaios efectuados por Smiderle et al. (2001), com substratos de menor densidade, com boa capacidade de retenção de água à capacidade de campo, resultaram na maior produção de matéria seca em alface, quer nas raízes quer na massa de matéria seca das plântulas.

#### *Peso seco total*

O peso seco total (PST), considerado por Maaswinkel (1986) e Basoccu e Nicola (1990), como o mais importante parâmetro, que define a qualidade das plantas de viveiro, encontra-se correlacionado positivamente com a facilidade de ultrapassar a crise de transplantação e com as produções, precoce e total obtidas.

Os resultados deste parâmetro apresentaram diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre si (Anexo VIII- Quadros I e VII). As plantas que se desenvolveram no S2 e no S4 apresentaram pesos secos superiores, seguidos do S1, por último o S3 e o S5 com pesos iguais e inferiores (Quadro 5.11).

**Quadro 5.11-** Peso seco total das plantas de alface nos vários substratos, no final do ensaio.

Substrato	Peso seco total (g.planta <sup>-1</sup> )
S1	0,18 <b>b</b>
S2	0,21 <b>a</b>
S3	0,16 <b>c</b>
S4	0,20 <b>a</b>
S5	0,16 <b>c</b>

Nota: n = 18; médias dos dados originais; na mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados originais;  $p \leq 0,05$ ).

O peso seco total encontrava-se correlacionado (Anexo IX- Quadro I) positivamente, com a CE ( $r = 0,99$ ;  $p < 0,01$ ). Este facto é possivelmente justificado pelas ilações apresentadas para o peso seco das folhas.

Segundo ensaios efectuados com vários substratos por Gruda e Schnitzler, 2001, para a produção de alface, verificou-se que valores de massa volúmica mais elevados e recipientes mais pequenos, a capacidade de arejamento mais baixo, conduzirá a uma redução da massa da raiz e foliar.

### 5.2.2.2 – Tomate

#### *Germinação*

De igual forma que para a espécie anterior, a germinação das sementes de tomate não apresentaram uma diferença significativa entre os substratos para os vários dias de contagem (Anexo X - Quadro I e II) e Quadro 5.12.

**Quadro 5.12** - Germinação das sementes de tomate, para cada dia de contagem, nos vários substratos.

<b>Dia de Ensaio</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>
<b>4</b>	21,87 a	13,54 a	17,70 a	16,66 a	29,16 a
<b>5</b>	67,71 a	67,70 a	76,04 a	71,87 a	78,12 a
<b>6</b>	95,83 a	90,62 a	93,75 a	93,75 a	89,58 a
<b>7</b>	97,92 a	93,75 a	95,84 a	93,75 a	93,75 a
<b>8</b>	97,92 a	96,88 a	96,88 a	96,88 a	97,92 a

Nota: n = 3; médias dos dados originais; na mesma linha, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados transformados;  $p \leq 0,05$ ).

#### *Número de folhas, área foliar e peso seco das folhas*

Para esta espécie a bibliografia consultada não fundamentou muito a importância do maior número de folhas na altura da transplantação, como factor determinante para ultrapassar a crise de transplantação e sucesso da produção. O que, possivelmente, dever-se-á ao facto da produção não depender do número de folhas que a planta produza, mas sim, do número de frutos produzidos, o qual se encontra mais correlacionado com a área foliar e o peso seco da parte aérea ou total da planta, na altura da transplantação.

Quanto ao número de folhas (Anexo XI - Quadros I e II), não se detectaram diferenças significativas entre os vários tratamentos ensaiados (Quadro 5.13).

A área foliar apresentou diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre os vários tratamentos (Anexo XI - Quadros I e III). Para o peso seco das folhas, as diferenças encontradas são muito significativas ( $p \leq 0,01$ ), para os vários tratamentos realizados (Anexo XI- Quadros I e IV). As plantas que vegetaram no substrato S4 apresentavam a maior área foliar e peso seco das folhas, seguido dos restantes substratos (S1, S2, S3 e S5), que não apresentaram diferenças de valores médios entre eles (Quadro 5.13).

Segundo Welles (comunicação pessoal cit. in Hoyos, 1990) e Herrera et al. (2008), a área foliar das plantas na altura da transplantação encontra-se correlacionada positivamente com a produção precoce e total da cultura e é considerada como um parâmetro indicador da

qualidade da planta e quanto maior esta for, para um mesmo estágio de desenvolvimento, melhor será o comportamento da planta após a transplantação. Uma maior área foliar, implicará uma maior interceptação de luz e logo poderá incrementar a sua taxa fotossintética, não podendo esquecer que este parâmetro deverá estar positivamente correlacionado, com maior teor em matéria seca. No presente trabalho, verificou-se que as plantas que possuíam uma maior área foliar eram também as que possuíam um maior peso seco das folhas, para um número não distinto de folhas, entre os tratamentos (Quadro 5.13).

**Quadro 5.13** – Número de folhas, área foliar e peso seco das folhas nos vários substratos, no final do ensaio.

Substratos	Número de folhas.planta <sup>-1</sup>	Área foliar (cm <sup>2</sup> .planta <sup>-1</sup> )	Peso seco das folhas (g.planta <sup>-1</sup> )
S1	4,99 a	53,98 b	0,22 b
S2	4,94 a	57,92 b	0,23 b
S3	5,11 a	53,26 b	0,23 b
S4	5,16 a	63,52 a	0,28 a
S5	5,11 a	54,18 b	0,22 b

Nota: n = 18; médias dos dados originais; na mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados originais; p ≤ 0,05).

As correlações estabelecidas entre as características físicas e químicas dos substratos e o desenvolvimento das plantas, não apresentaram diferenças significativas, para as variáveis utilizadas na avaliação das plantas em viveiro.

Contudo, Leskovar et al. (1991) referem que a partir de uma determinada área foliar/plântula já não há um apreciável aumento na produção do fruto e poderá não ser apropriado continuar o aumento do índice de área foliar.

#### *Diâmetro, comprimento e peso seco do caule*

O diâmetro do caule é considerado por Liptay et al. (1987) como um parâmetro que poderá estar correlacionado positivamente com as reservas existentes na planta. Este parâmetro apresentou diferenças muito significativas (p ≤ 0,01) entre os vários tratamentos (Anexo XI - Quadros I e V), apresentando-se as plantas que cresceram no S4 valores médios superiores e distintos dos restantes substratos (Quadro 5.14). Resultados

semelhantes aos do diâmetro do caule, verificaram-se relativamente ao seu peso seco (Anexo XI - Quadros I e VII), mas não ao comprimento do caule, não havendo neste últimas diferenças significativas entre os vários tratamentos (Anexo XI - Quadros I e VI). Estas observações podem levar a concluir que as plantas que vegetaram no S4 apresentaram possivelmente maior quantidade de reservas no caule relativamente aos demais tratamentos, sendo tal situação bastante favorável, podendo deste modo, mais facilmente ultrapassar a crise de transplantação.

**Quadro 5.14** - Diâmetro, comprimento e peso seco do caule nos vários substratos, no final do ensaio.

Substrato	Diâmetro do caule (mm.planta <sup>-1</sup> )	Comprimento do caule (cm. Planta <sup>-1</sup> )	Peso seco caule (g. planta <sup>-1</sup> )
S1	3,50 <b>b</b>	14,13 <b>a</b>	0,12 <b>b</b>
S2	3,59 <b>b</b>	13,62 <b>a</b>	0,12 <b>b</b>
S3	3,58 <b>b</b>	13,40 <b>a</b>	0,12 <b>b</b>
S4	3,86 <b>a</b>	13,92 <b>a</b>	0,15 <b>a</b>
S5	3,53 <b>b</b>	13,39 <b>a</b>	0,12 <b>b</b>

Nota: n = 18; médias dos dados originais; na mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados originais; p ≤ 0,05).

#### *Peso seco da parte aérea*

O peso seco da parte aérea (PSPA) é segundo Welles (comunicação pessoal cit. in Hoyos, 1990), um parâmetro com bastante peso para definir a qualidade das plantas de viveiro para transplantar. Segundo Pimpini e Gianquinto (1991) cit. in Herrera et al. (2008) a resistência das plântulas à crise da transplantação está directamente relacionada com o teor em matéria seca, que melhora o estabelecimento das plântulas no solo ou em substratos.

O PSPA apresentou diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) nos diferentes tratamentos (Anexo XI - Quadro I e VIII), continuando o S4 a apresentar valores superiores, como era de esperar, uma vez que com os dois parâmetros que o compõem (peso seco das folhas e do caule), tal facto foi observado. Entre os outros tratamentos as diferenças não foram significativas, apresentando valores médios muito próximos (Quadro 5.15).

**Quadro 5.15** – Peso seco da parte aérea nos vários substratos, no final do ensaio.

Substratos	Peso seco parte aérea (g.planta <sup>-1</sup> )
S1	0,34 <b>b</b>
S2	0,35 <b>b</b>
S3	0,36 <b>b</b>
S4	0,42 <b>a</b>
S5	0,34 <b>b</b>

Nota: n = 18; médias dos dados originais; na mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados originais,  $p \leq 0,05$ ).

Uma correlação forte directa entre a área foliar e a matéria seca das plântulas é indicativa de uma intensa e eficiente fotosíntese, dando origem a um aumento da produção de carboidratos e à acumulação da matéria seca, confirmando isto a adequabilidade do substrato para a produção de plântulas. A altura da plântula está correlacionada significativamente com a matéria seca total, das folhas e do caule. O rácio altura/diâmetro do caule é também um importante indicador da qualidade das plântulas produzidas em viveiro. Quando a correlação for negativa dá origem a um desenvolvimento desproporcionado e um estiolamento das plântulas e por conseguinte, a um transplante de má qualidade (Herrra et al., 2008).

#### *Peso seco da raiz e razão peso seco raiz/peso seco parte aérea*

Um maior peso da raiz na altura da transplantação parece influir na diminuição da crise de transplantação. Os dados respeitantes ao peso seco da raiz (Quadro 5.16) apresentaram diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre os vários tratamentos (Anexo XI - Quadros I e IX), verificando-se, novamente, que as plantas que vegetaram no meio S4 possuíam médias superiores às que se desenvolveram nos restantes.

**Quadro 5.16** - Peso seco da raiz e razão peso seco da raiz/ peso seco parte aérea nos vários substratos, no final do ensaio.

Substrato	Peso seco raiz (g.planta <sup>-1</sup> )	Razão peso seco raiz/ parte aérea
S1	0,07 <b>b</b>	0,21 <b>a</b>
S2	0,07 <b>b</b>	0,21 <b>a</b>
S3	0,07 <b>b</b>	0,20 <b>a</b>
S4	0,09 <b>a</b>	0,22 <b>a</b>
S5	0,08 <b>b</b>	0,23 <b>a</b>

Nota: n = 18; médias dos dados originais; na mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados originais;  $p \leq 0,05$ ).

Relativamente à razão peso seco raiz/peso seco parte aérea, não se verificaram diferenças significativas entre os vários tratamentos (Anexo XI - Quadros I e X).

Geralmente, o bom desenvolvimento radicular dos transplantes é uma premissa para o posterior desenvolvimento das plantas (Gruda e Schnitzler, 2004b). De acordo com Leskovar e Stofella (1995) cit. in Gruda e Schnitzler (2004b), a capacidade das plantas ultrapassarem a crise de transplantação depende da capacidade para captar água e nutrientes e da velocidade de regeneração de novas raízes laterais, basais ou adventícias.

#### *Peso seco total*

O peso seco total pode considerar-se como o parâmetro que maior interesse apresenta para a caracterização da qualidade das plantas em viveiro, uma vez que os valores mais elevados encontram-se relacionados com uma maior facilidade de ultrapassar a crise de transplantação, atingindo-se produções precoces e com produções totais superiores.

Estes valores apresentaram diferenças altamente significativas ( $p \leq 0,001$ ) entre tratamentos (Anexo XI - Quadros I e XI). Os valores médios (Quadro 5.17) não apresentaram correlações com nenhuma característica dos substratos, quer de natureza química quer de natureza física.



**Quadro 5.17-** Peso seco total das plantas de tomate nos diferentes substratos, no final do ensaio.

Substrato	Peso seco total (g.planta <sup>-1</sup> )
S1	0,41 <b>b</b>
S2	0,42 <b>b</b>
S3	0,42 <b>b</b>
S4	0,52 <b>a</b>
S5	0,42 <b>b</b>

Nota: n = 18; médias dos dados originais; na mesma coluna, letras diferentes assinalam tratamentos significativamente diferentes entre si (Teste de Duncan realizado sobre os dados originais;  $p \leq 0,05$ ).