

PRODUÇÃO EM

VIVEIROS FLORESTAIS



Dina Ribeiro
Henrique Ribeiro
Victor Louro

PRODUÇÃO EM
VIVEIROS
FLORESTAIS

FICHA TÉCNICA

Título: Produção em Viveiros Florestais

Autores: Dina Ribeiro, Henrique Ribeiro e Victor Louro

Direcção Gráfica: Atelier Ana Filipa Tainha

Revisão: Laurinda Brandão

Coordenação editorial: DGDRural/Divisão de Documentação e Tratamento da Informação (DDTI)

Edição: Direcção-Geral de Desenvolvimento Rural (DGDRural)

Impressão: Tipografia Peres

Distribuição: DGDRural/Divisão de Documentação e Tratamento da Informação (DDTI)

Av. Defensores de Chaves, 6-r/c – 1049-063 Lisboa

Tiragem: 1000 exemplares

ISBN: 972-8693-05-2

Depósito legal: 167.791/01



UNIÃO EUROPEIA

Fundo Europeu de Orientação
e de Garantia Agrícola

PRODUÇÃO EM
VIVEIROS
FLORESTAIS

Dina Ribeiro ▶ *Direcção-Geral das Florestas*

Henrique Ribeiro ▶ *Instituto Superior de Agronomia*

Víctor Louro ▶ *Direcção-Geral das Florestas*

AGRADECIMENTOS

A realização do presente trabalho só foi possível devido ao apoio e colaboração de um conjunto de pessoas e instituições. A todos os que, directa ou indirectamente, participaram neste trabalho, gostaríamos de expressar o nosso agradecimento.

À **Direcção-Geral das Florestas e ao Instituto Superior de Agronomia**, instituições onde os autores exercem a sua actividade, pela disponibilização dos meios necessários para a execução deste trabalho.

À Eng.^a **Manuela Baião**, pelas sugestões e revisão do texto no capítulo das sementes.

Ao Professor Catedrático **Joaquim Quelhas dos Santos**, pela revisão da parte da rega e adubação.

Ao Eng.^o Técnico Agrário **Armando Mamede**, pela colaboração e disponibilidade manifestadas na elaboração de algumas das figuras apresentadas.

Por fim, agradecemos ao **projecto PAMAF – IED 4110 4080 02 50** «Utilização de resíduos florestais na preparação de substratos para a produção de plantas ornamentais e florestais», o qual permitiu a aquisição de conhecimentos na área dos substratos.

PREFÁCIO	9
1. INTRODUÇÃO	11
2. QUALIDADE DO MATERIAL FLORESTAL DE REPRODUÇÃO ...	15
3. CERTIFICAÇÃO	19
3.1. SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO	20
3.2. LEGISLAÇÃO EXISTENTE	21
4. SEMENTES	25
4.1. COLHEITA DE SEMENTES	26
4.1.1. Época de colheita	26
4.1.2. Frequência e idade de frutificação	27
4.1.3. Identificação da espécie e variedade	29
4.1.4. Escolha das árvores produtoras de semente	29
4.1.5. Proveniência da semente	30
4.2. PROCESSAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES	31
4.2.1. Processamento	31
4.2.2. Conservação	33
4.3. CARACTERÍSTICAS DOS LOTES DE SEMENTES	34
4.3.1. Grau de pureza	36
4.3.2. Número de sementes por quilograma	37
4.3.3. Teor de humidade	39
4.3.4. Viabilidade da semente	39
4.3.5. Capacidade germinativa	39
4.3.6. Valor cultural	40
4.4. TRANSPORTE DAS SEMENTES	40
4.5. LEGISLAÇÃO	42
4.5.1. Material de base	42
4.5.2. Sementes	42

5. PLANTAS	47
5.1. CONTENTORES	48
5.1.1. Relação contentor/sistema radicular	48
5.1.2. Tipos de contentores	53
5.2. SEMENTEIRA	55
5.3. REGA	55
5.3.1. Quantidade de água para rega	58
5.3.2. Qualidade da água para rega	60
5.3.3. Sistemas de rega	65
5.4. ADUBAÇÃO	68
5.4.1. Necessidades específicas de nutrientes vegetais	69
5.4.2. Modo de aplicação dos adubos	71
5.5. LEGISLAÇÃO	79
5.5.1. Plantas	79
5.5.2. Propágulos de plantas	81
6. SUBSTRATOS	85
6.1. PROPRIEDADES DOS SUBSTRATOS	86
6.1.1. Propriedades físicas	87
6.1.2. Propriedades químicas	100
6.1.3. Propriedades biológicas	112
6.2. DESINFECÇÃO DOS SUBSTRATOS	116
6.2.1. Métodos térmicos	116
6.2.2. Métodos químicos	117
7. SANIDADE DO VIVEIRO	119
7.1. IMPACTE DAS TÉCNICAS CULTURAIS NOS AGENTES NOCIVOS	119
7.2. PROTECÇÃO INTEGRADA	123
7.2.1. Luta cultural	123
7.2.2. Luta biológica	124
7.2.3. Luta biotécnica	124
7.2.4. Luta química	124
7.3. INSTRUÇÕES DE COLHEITA E ACONDICIONAMENTO DE MATERIAL NOCIVO	125

8. TRANSPORTE DE PLANTAS	127
9. ÉPOCA DE PLANTAÇÃO	129
9.1. IMPORTÂNCIA DA ESPÉCIE	129
9.2. TIPO DE MATERIAL DE REPRODUÇÃO	130
9.3. LOCALIZAÇÃO	130
10. ANEXOS	133
11. BIBLIOGRAFIA	147

PREFÁCIO

O desenvolvimento florestal nacional é um desafio bastante complexo, cujo sucesso muito pode contribuir para a economia do país, para o desenvolvimento regional, para a valorização de um importante sector industrial e ainda para o bem-estar dos cidadãos e para a qualidade do ambiente.

Torna-se portanto necessário proceder à maior divulgação possível de toda a informação sobre a realidade florestal, com o objectivo de criar uma consciencialização, tanto nos mais directos intervenientes do sector como no cidadão comum, no sentido de preservar e utilizar da forma mais correcta o património florestal existente.

Para a Direcção-Geral das Florestas (DGF), a comunicação e troca de informação e de experiências com todos os Agentes da Fileira, no sentido de uma maior intervenção destes, é um passo importante para a formalização e execução da política florestal.

Seguindo esta filosofia, na área da produção e comercialização de sementes e plantas florestais, a DGF organizou quatro seminários sobre a Certificação de Sementes e Plantas. Na sequência desses seminários, e procurando passar a mensagem de forma sistematizada, surgiu a possibilidade de elaborar o presente trabalho.

Com este trabalho pretende-se dar o nosso contributo para a divulgação de importante informação técnica e legal para os intervenientes no sector da produção e comercialização de sementes e plantas (viveiristas, empreiteiros, projectistas, proprietários e técnicos do Estado). Salienta-se o facto de os temas abordados estarem em permanente evolução, pelo que a produção de plantas em viveiro pode ser diferente e igualmente correcta nas mais variadas regiões.

1 INTRODUÇÃO

A floresta abriga uma enorme variedade de formas de vida animal e vegetal, assim como constitui a base de uma actividade económica bastante significativa. A floresta é o modo de vida de muitas populações e, em muitos casos, uma componente fundamental das comunidades rurais e do combate à desertificação.

A par de um processo de destruição e degradação intenso da floresta a nível mundial, existe também uma preocupação de regeneração, recuperação e gestão sustentável do património florestal.

A gestão sustentável do património florestal é hoje um elemento consensual em toda a comunidade internacional. Em Portugal, como em muitos outros países, os recursos florestais encontram na actividade económica o principal meio de assegurar uma boa gestão do património florestal.

A venda das matérias-primas florestais e o valor acrescentado que as indústrias obtêm com base nessas matérias-primas, são um contributo essencial para uma economia florestal equilibrada e remuneradora dos esforços que a sustentabilidade exige. É a viabilidade económica dos recursos florestais que garante os fluxos financeiros necessários à manutenção, em bom estado cultural, da maior parte das florestas.

São múltiplos os factores que condicionam a obtenção de povoamentos florestais que garantam a viabilidade económica das florestas. Entre os que podem ser manipulados pelo Homem, o primeiro, embora muitas vezes esquecido, é seguramente a qualidade do material florestal de reprodução utilizado. Seguem-se as técnicas silvícolas aplicadas na instalação e condução dos povoamentos florestais, assim como os critérios de gestão dos mesmos.

Ao longo dos últimos 50 anos a evolução das técnicas silvícolas levou a que a questão da produção de plantas florestais fosse vista de forma mais cuidada.

Nos primeiros tempos, a sementeira directa era o método de florestação mais utilizado. Actualmente, predomina o recurso à plantação como processo de florestação, o que pode justificar-se pela:

- necessidade de recorrer a material vegetal que dê maiores garantias de pegamento e rápido desenvolvimento;
- dificuldade de florestação de determinadas regiões, nomeadamente as situadas na área mediterrânica, ou com predomínio de solos esqueléticos, degradados e de reduzida profundidade;
- possibilidade de melhoramento genético de algumas espécies, o que implica semente seleccionada e melhorada, logo mais dispendiosa, pelo que é necessário garantir o sucesso da sua utilização;
- maior procura de plantas florestais por parte dos proprietários, fomentada nos últimos anos pelos apoios comunitários que incentivaram o investimento na florestação;
- fraca produção de semente por parte de algumas espécies, o que implica a utilização da semente de forma racional e com a maior produtividade possível.

Face a esta situação, o recurso à produção de plantas em viveiro aumentou consideravelmente nos últimos anos.

Por outro lado, a produção de plantas em viveiro apresenta algumas vantagens:

- mais rápida germinação das sementes;
- facilidade de controlo do crescimento das plantas;
- possibilidade de dispor de uma reserva de plantas para suprir eventuais falhas de plantação;
- possibilidade de escolha das plantas, nomeadamente as que apresentem as melhores características para o fim a que se destinam;
- defesa fitossanitária mais cuidada e eficaz.

Pelo que foi referido anteriormente e pela crescente preocupação de utilizar plantas de qualidade que contribuam para o sucesso das (re)arborizações, nos últimos anos registou-se um aumento considerável do número de viveiros florestais em Portugal no sector privado.

Assim, desde 1990 que a DGF – entidade responsável pelos viveiros públicos até 1996 – desenvolveu um programa no sentido de reduzir a sua rede de viveiros, e ao mesmo tempo melhorar a qualidade e produtividade daqueles que permaneceram em funcionamento, por via, respectivamente, de um maior acompanhamento técnico e de vários investimentos com vista a alterar as condições de produção.

Os apoios comunitários incentivaram o desenvolvimento do sector viveirista privado, nomeadamente através do Programa Específico de Desenvolvimento da Agricultura Portuguesa (PEDAP), iniciado em 1990, e do Programa de Desenvolvimento Florestal (PDF), a vigorar entre 1994 e 1999.

No âmbito do PEDAP foi criado o Programa Nacional de Produção de Materiais de Propagação Vegetativa, que permitiu a possibilidade de apoiar os viveiros florestais. No seu conjunto foram aprovados 13 projectos, a que correspondeu um investimento total de 596 mil contos e um subsídio global de 375 mil contos.

Como continuação do PEDAP, surgiu o PDF, o qual continha apoios à constituição e beneficiação de viveiros florestais e outras acções no domínio do Melhoramento Florestal (campos de pés-mães, povoamentos para sementes, árvores «plus»). Durante a vigência do PDF, foram aprovados 27 projectos, aos quais correspondeu um investimento total de 883 mil contos e um subsídio de 472 mil contos.

Face a estes apoios e aos esforços desenvolvidos pela DGF na implementação do processo de certificação de plantas florestais, existem actualmente cerca de 100 viveiros privados oficialmente registados. Muitos destes viveiros apresentam uma considerável capacidade produtiva, com um satisfatório grau de mecanização e de produção de plantas com qualidade.

Tendo o nosso país excelentes condições climatéricas para o desenvolvimento da actividade viveirista, é pois de apoiar todos aqueles que demonstrarem ter capacidade para singrar num mercado cada vez mais competitivo.

2 QUALIDADE DO MATERIAL FLORESTAL DE REPRODUÇÃO

De um modo geral, a qualidade dos produtos é cada vez mais um factor de escolha perante consumidores cada vez mais exigentes.

Em Portugal, o consumidor ainda é pouco exigente em matéria de qualidade dos produtos que adquire. Contudo, decorrente da nossa posição comunitária (constituição do mercado único) será cada vez maior a necessidade de garantir a qualidade dos produtos comercializados.

No que se refere aos materiais florestais de reprodução, já é patente algum interesse, mais por parte do produtor do que do consumidor, em obter um produto de qualidade.

Por materiais florestais de reprodução entende-se:

- **Sementes**

pinhas, infrutescências, frutos e sementes destinados à produção de plantas.

- **Propágulos de plantas**

estacas ou partes de plantas susceptíveis de serem propagadas.

- **Plantas jovens**

plantas provenientes de semente ou de propagação vegetativa, incluindo a regeneração natural.

O conceito de qualidade reveste-se de alguma subjectividade. Contudo, quando se pretende obter **materiais florestais de reprodução de qualidade, tem-se como objectivo contribuir para o sucesso das plantações e para que as plantas tenham as características próprias para o fim a que se destinam** (produção de madeira, fruto, cortiça, etc.).

A qualidade dos materiais florestais de reprodução pode ser condicionada por diversos factores que a seguir se sintetizam.

Características genéticas

Os aspectos genéticos são, sem dúvida, o primeiro factor que condiciona a obtenção de sementes e plantas de qualidade. Daí a importância da selecção de povoamentos ou árvores «plus» e da instalação de pomares de semente e campos de pés-mãe, no sentido de melhorar as condições de desenvolvimento dos indivíduos que apresentem as características mais adequadas aos nossos objectivos.

Desenvolvimento no viveiro

Uma planta de qualidade deve apresentar um desenvolvimento equilibrado, sem problemas fitossanitários, com um sistema radicular abundante e sem deformações, raízes secundárias activas, um bom equilíbrio entre as raízes e a parte aérea, com esta a apresentar-se vigorosa, sem carências nutricionais e bem atempadas. A obtenção de plantas com estas características vai depender muito dos cuidados tidos com as sementes ou com os propágulos de plantas e das práticas culturais efectuadas durante a permanência da planta no viveiro.

Condições de manuseamento das plantas após saída do viveiro

O primeiro cuidado a ter diz respeito às condições de transporte das plantas até ao local da plantação, sendo de evitar problemas de dessecação, fermentações e aparecimento de bolores. Outro aspecto importante é o tempo que medeia entre a saída do viveiro e a plantação, bem como os cuidados tidos neste intervalo de tempo. A forma como é feita a plantação é outro factor a ter em consideração pois, por melhor que seja a planta, se for utilizada uma má técnica de plantação o seu sucesso estará seriamente comprometido.

Nos capítulos seguintes apresentam-se de forma mais desenvolvida alguns dos factores que afectam a qualidade dos materiais florestais de reprodução, nomeadamente a colheita e manuseamento das sementes, algumas práticas culturais utilizadas em viveiro, manuseamento e transporte das plantas, época de plantação e requisitos legais mínimos exigidos para a comercialização das sementes e plantas florestais.



3 CERTIFICAÇÃO

Em termos internacionais e mesmo nacionais, é cada vez maior a importância dada à qualidade das sementes e plantas comercializadas. Esta qualidade é avaliada através da implementação de determinados valores-padrão para determinadas características, que constituem a base da certificação dos materiais florestais de reprodução.

De um modo geral, a certificação pretende garantir a qualidade dos produtos através da sua comercialização.

Em Portugal, a certificação é da responsabilidade da Administração Pública e consiste em apor um documento a determinado material, após a realização dos necessários controlos, certificando que ele corresponde a determinadas exigências.

Com a certificação pretende-se garantir ao utilizador toda a informação disponível sobre a adequação das características das sementes e plantas às exigências legalmente estabelecidas.

Deste modo, é uma forma de defender o consumidor, ao mesmo tempo que defende os produtores do mesmo material, evitando que sofram a concorrência desleal de material aparentemente idêntico. Simultaneamente, porque permite identificar rigorosamente o material vegetal, permite à Administração Pública exercer o seu poder de selecção do material que pode ser objecto de apoios financeiros, ou até, em certas circunstâncias, restringir a utilização de determinado material.

A certificação é também um instrumento fundamental quer no plano económico (produtores e utilizadores de sementes e plantas), quer no plano do melhoramento genético e da qualidade das sementes e plantas.

Desde a década de sessenta, em termos internacionais e mais recentemente em Portugal, surgiu a necessidade de definir as condições de comercialização dos materiais florestais de reprodução, os quais desempenham um papel importante no sucesso das arborizações, assim como garantir a qualidade genética desses materiais florestais e a sua identificação no momento da comercialização.

A partir de 1993 Portugal tem alterado a sua situação em matéria de comércio internacional de plantas florestais, ao mesmo tempo que o sector viveirista privado tem crescido.

Desde cedo começou a assistir-se a uma importação de plantas cada vez maior e, mais tarde, ao crescimento das exportações.

Entretanto, o país estava desarmado em termos de controlo da qualidade, uma vez que o único sistema de certificação era o da União Europeia, que apenas diz res-

peito a treze espécies, das quais só três ou quatro têm algum interesse para Portugal. Por isso, optou-se por submeter ao mesmo regime as quatro espécies de maior interesse para Portugal: o pinheiro bravo, o pinheiro manso, o sobreiro e o eucalipto-glóbulo, visando a acreditação pública dos principais produtos do sector viveirista, garantindo a sua qualidade sanitária, genética e de conformação.

3.1. SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO

No domínio dos materiais florestais de reprodução, existem dois sistemas de certificação: União Europeia (UE) e Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE).

Pelo facto de o sistema OCDE ainda se encontrar em revisão, apenas se referem as principais diferenças existentes entre os dois sistemas (Tabela 1).

Ao sistema UE existente desde 1966, adoptámo-lo por obrigação decorrente da nossa adesão à Comunidade, muito embora, até à sua revisão, apenas se aplicasse marginalmente às nossas produções, uma vez que as espécies abrangidas só tinham interesse para os seis países que integraram a CEE até finais da década de sessenta: as produções mediterrânicas estavam praticamente excluídas.

Contudo, este sistema foi substancialmente modificado por diversas vezes, tendo-se chegado à conclusão que era necessário introduzir alterações significativas, pelo que as directivas comunitárias que estiveram na sua base deviam ser fundidas e reformuladas por uma questão de clareza. A revisão deste sistema, iniciada no final da década de oitenta, teve um forte desenvolvimento entre 1995 e 1997, aliás com participação muito activa de Portugal. Em 1999 foi publicada a nova directiva comunitária (Directiva 1999/105/CE do Conselho, de 22 de Dezembro), que entrará em vigor em Janeiro do ano 2003.

Em alternativa, aderimos voluntariamente ao sistema OCDE, que visa a etiquetagem de materiais destinados ao comércio internacional. O sistema existe desde 1975 e estava a começar a ser revisto quando a ele aderimos, não tendo ainda terminado a sua revisão. No essencial ele pretende garantir que quem compra conheça exactamente o que está a comprar.

A revisão simultânea dos dois sistemas prejudicou a sua aplicação em Portugal, uma vez que seria contraproducente aplicar a um sector tão jovem uma legislação tão antiga e em mudança.

Por isso esforçámo-nos pela sua rápida revisão, o que ainda só foi conseguido para o sistema UE, e por aplicar os mesmos princípios às nossas espécies mais importantes.

TABELA 1
Principais diferenças entre os sistemas de certificação da União Europeia (UE) e da Organização de Comércio e Desenvolvimento Económico (OCDE)

CARACTERÍSTICAS	UE	OCDE
Adesão	Obrigatória	Voluntária
Abrangência	Mercado único europeu	Comércio internacional
Espécies	Inscritas na directiva comunitária	Todas as declaradas pelo Estado participante
Objectivos	Todos os fins florestais	Todos os fins florestais
Tipos de materiais de base	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bosquete ✓ Povoamentos ✓ Mistura de clones ✓ Pomares de semente ✓ Clones ✓ Progenitores familiares 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bosquetes ✓ Povoamentos ✓ Mistura de clones ✓ Pomares de semente ✓ Clones ✓ Progenitores familiares ✓ Plantações com origem na mesma região de proveniência
Categorias de materiais de reprodução	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fonte identificada ✓ Seleccionada ✓ Qualificada ✓ Testada 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificada ✓ Seleccionada ✓ Qualificada ✓ Testada

3.2. LEGISLAÇÃO EXISTENTE

Nos últimos anos tem sido elaborado um conjunto de medidas legislativas de capital importância para o sector viveirista.

Através do Decreto-Lei n.º 277/91, de 8 de Agosto – alterado pelo Decreto-Lei n.º 33/93 – foi regulamentada a actividade viveirista, nomeadamente para plantas florestais.

Pelo Decreto-Lei n.º 239/92, de 29 de Outubro, completado pelas Portarias n.º 134/94, de 4 de Março, n.º 863/2001, de 27 de Julho, e n.º 862/2001, de 27 de Julho, foi feita a transposição para o direito nacional das directivas comunitárias sobre comercialização dos materiais florestais de reprodução.

A primeira dessas portarias diz respeito à comercialização de materiais florestais de reprodução, a segunda refere-se à certificação de sementes e a última fixa o estatuto do produtor e acondicionador de sementes.

As espécies regulamentadas pela Portaria n.º 134/94 são, na sua maioria, de interesse pouco relevante para Portugal. Exceptuam-se o pinheiro bravo, o pinheiro manso, o sobreiro e o eucalipto-glóbulo, que foram consideradas espécies com particular interesse para o nosso país e que possuem regulamentação própria (respectivamente Portarias n.º 1011/95, de 19 de Agosto, e n.º 95/98, de 23 de Fevereiro, Portaria n.º 114/98, de 28 de Fevereiro, Portaria n.º 918/98, de 21 de Outubro, e n.º 78/98, de 19 de Fevereiro, e Portarias n.º 977/95, de 12 de Agosto, e n.º 80/98, de 19 de Fevereiro).

Em 24 de Setembro de 1998 foi publicada a Portaria n.º 809/98 que fixa as taxas a aplicar no processo da certificação de plantas florestais, por visita e por planta certificada.



4 SEMENTES

A multiplicação de plantas por via sexual, ou seja, através da semente, ainda é o meio de propagação mais utilizado nos viveiros florestais. Isto porque os métodos de propagação vegetativa nem sempre permitem obter os melhores resultados para algumas espécies florestais e do ponto de vista económico ainda não se torna viável a sua aplicação para as quantidades necessárias.

A semente resulta da união dos gametas masculino (pólen) e feminino (óvulo), cada qual com a sua informação genética que, após a fecundação, conferem à semente um potencial genético que controla o crescimento e comportamento da árvore durante a sua vida. O aparecimento de bons fenótipos depende da existência de uma interacção equilibrada entre o ambiente e o genótipo.

A qualidade da semente é um conceito que se pode aplicar a diferentes características da mesma, dependendo dos objectivos propostos, pois dificilmente existirá uma qualidade única que satisfaça todos os fins florestais. Contudo, considera-se uma semente de boa qualidade aquela que:

- ▶ mantém, melhora ou permite o aparecimento de características interessantes para determinada espécie e de acordo com os objectivos propostos (por exemplo, plantas bem conformadas e de crescimento vigoroso);
- ▶ proporciona maior grau de sobrevivência e homogeneidade da capacidade germinativa;
- ▶ proporciona o bom estado sanitário das árvores;
- ▶ preserva o potencial genético da espécie.

A qualidade da semente utilizada na produção de plantas é o primeiro passo para obter boas plantas em viveiro e, em última instância, contribuir para o sucesso das plantações.

Como já foi referido, a qualidade da semente é fortemente condicionada por uma componente genética, mas também depende do seu manuseamento, desde o momento da colheita até à sementeira. No manuseamento das sementes incluem-se operações como a sua colheita, o seu processamento, a realização de testes, o armazenamento e os tratamentos de pré-germinação.

4.1. COLHEITA DE SEMENTES

A colheita de sementes florestais deve ser feita de forma criteriosa, tendo em consideração um conjunto de princípios básicos que a seguir se descrevem com algum pormenor.

4.1.1. ÉPOCA DE COLHEITA

A colheita da semente ou dos frutos deve ser feita tendo em conta a sua época de maturação e antes do início da sua dispersão. Caso contrário, podem surgir problemas ao nível da capacidade germinativa, do armazenamento e conservação das sementes, assim como as plantas resultantes poderão ser mais pequenas, menos vigorosas e mais susceptíveis a pragas e doenças.

Cada espécie tem uma época do ano (época de maturação) na qual as sementes ou os frutos estão em melhores condições para serem colhidos. Embora esta época varie de região para região, pois é bastante influenciada pelas condições edafo-climáticas, pode definir-se um período normal para cada espécie em que a colheita é mais aconselhável (Anexo I).

Não existe uma regra que fixe o início da fase de maturação, mas existem determinados indicadores visuais, físicos, bioquímicos e climáticos que podem ajudar a identificar o início desta fase.

A mudança de cor das sementes ou dos frutos, do verde para o castanho (áceres, carvalhos e sobreiro) ou para o vermelho (cerejeira, teixo), é um exemplo de um indicador visual.

O desenvolvimento do embrião, o teor de humidade ou o peso das sementes ou dos frutos, são exemplos de indicadores físicos.

Os indicadores bioquímicos são mais morosos e exigem análises laboratoriais, mas são mais fiáveis que os métodos baseados apenas em observações visuais. Genericamente, baseiam-se na relação existente entre o teor de açúcares na semente e a sua germinação.

Como exemplo de indicador climático pode citar-se o caso da temperatura, cujas variações podem afectar grandemente a taxa de maturação das sementes. Utilizada com outros indicadores climáticos como a precipitação, a temperatura poderá ser uma ferramenta bastante útil para antecipar uma estimativa da evolução da maturação das sementes.

Casos há em que a colheita da semente se pode fazer antes da sua maturação. Esta situação implica a realização imediata da sementeira ou o amadurecimento artificial da semente durante o seu armazenamento. Em ambos os casos, é necessário um conhecimento bastante profundo do comportamento das espécies, para evitar os riscos de fraca germinação e deficiente desenvolvimento das plantas.

4.1.2. FREQUÊNCIA E IDADE DE FRUTIFICAÇÃO

A frequência anual de produção de semente de uma árvore é variável com a espécie, as condições climáticas e as condições ambientais onde as árvores se desenvolvem. Por exemplo, longos períodos de chuva podem reduzir a polinização anemófila (pelo vento) e entomófila (há redução da actividade dos insectos).

Nos anos em que a produção é maior (anos de safra) é aconselhável colher o máximo de semente, para assim assegurar a sua existência nos anos de menor produção (anos de contra-safra), que normalmente se sucedem aos anos de safra. Esta situação reflecte a necessidade de recorrer e conhecer convenientemente os processos de conservação das sementes.

Normalmente, nos anos de contra-safra é maior o risco de consanguinidade e menor a viabilidade da semente, pelo que será de evitar a sua colheita.

Esta variabilidade na produção de semente requer um adequado planeamento da colheita. Para isso, é fundamental acompanhar o comportamento das espécies durante o ano. Este acompanhamento exige algumas visitas aos povoamentos onde se vai colher a semente, para observar a floração e a formação dos frutos. Uma floração abundante pode ser indicador de uma boa frutificação.

Um pouco antes da época normal de maturação, é essencial realizar uma visita para avaliar a qualidade e quantidade da frutificação e assim preparar os meios necessários e disponíveis para realizar a colheita.

A idade de frutificação a partir da qual as árvores começam a produzir sementes viáveis em quantidade é variável com a espécie e sua longevidade, densidade do povoamento, condições ambientais, natureza do solo, etc.

Geralmente, as árvores encontram-se no pico máximo de produção de semente depois de ultrapassarem o período de mais rápido crescimento em altura. As árvores no estado adulto têm uma frutificação mais abundante e produzem maior número de sementes viáveis, pelo que tem todo o interesse conhecer, para cada espécie, o momento a partir do qual se deve fazer a colheita das sementes. O início deste período depende muito da espécie, como se pode observar na Tabela 2.

Nesta tabela apresenta-se alguma informação relativa à idade normal de início de frutificação viável para várias espécies, habitualmente produzidas em Portugal. Como se pode observar por esta tabela, os valores apresentados não se referem ao nosso país, mas muitos deles podem, seguramente, aplicar-se a Portugal.

TABELA 2
Idade normal de frutificação viável para várias espécies
de folhosas e resinosas

ESPÉCIES		IDADE DE FRUTIFICAÇÃO (anos)		
NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	ESPAÑHA	ITÁLIA	FRANÇA
FOLHOSAS				
<i>Acer negundo</i>	Bordo-negundo, Pau-ferro	-	20-30	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Plátano-bastardo	-	20-30	-
<i>Alnus glutinosa</i>	Amieiro	30-40	20-25	20
<i>Betula celtiberica</i>	Vidoeiro	15-20	20-30	20
<i>Castanea sativa</i>	Castanheiro	-	25-35	60-100
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto-glóbulo	12-15	10-20	-
<i>Fagus sylvatica</i>	Faia	50-60	50-60	60-100
<i>Fraxinus</i> spp.	Freixos	-	30-40	-
<i>Juglans</i> spp.	Nogueiras	15-20	-	-
<i>Quercus coccifera</i>	Carrasqueiro, Carrasco	-	15-20	-
<i>Quercus rotundifolia</i>	Azinheira	-	15-20	-
<i>Quercus pyrenaica</i>	Carvalho-negral	-	-	60-80
<i>Quercus robur</i>	Carvalho-roble	30-40	30-50	60-80
<i>Quercus suber</i>	Sobreiro	25-30	20-30	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinia	-	10-20	-
<i>Tilia</i> spp.	Tílias	-	20-30	-
<i>Ulmus glabra</i>	Ulmeiro	15-25	30-40	-
RESINOSAS				
<i>Abies alba</i>	Abeto-branco	60-70	30-40	60-120
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cipreste	20-25	10-25	-
<i>Larix decidua</i>	Lariço	-	20-30	50
<i>Picea abies</i>	Picea europeia	-	35-50	-
<i>Pinus halepensis</i>	Pinheiro de Alepo	20-25	20-30	-
<i>Pinus nigra</i> ssp. <i>laricio</i>	Pinheiro larício	-	20-30	60-80
<i>Pinus pinaster</i>	Pinheiro bravo	20-30	20-30	20
<i>Pinus pinea</i>	Pinheiro manso	20-25	20-30	-
<i>Pinus sylvestris</i>	Pinheiro silvestre	40	10-20	25
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pseudotsuga	-	25-30	-

Adaptado de Nina (1961) e Alves (1988)

4.1.3. IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE E VARIEDADE

A espécie, subespécie ou variedade das árvores produtoras de semente devem ser correctamente identificadas.

4.1.4. ESCOLHA DAS ÁRVORES PRODUTORAS DE SEMENTE

Existem determinadas situações em que nunca se deve colher semente, como sejam:

- * árvores das bordaduras dos povoamentos, isoladas ou em pequeno número, pois a probabilidade de obter sementes não viáveis é elevada. No caso das espécies dióicas o cruzamento com indivíduos da mesma espécie é menor, aumentam os problemas de consanguinidade e os riscos de hibridação com espécies não desejáveis. Nas espécies monóicas aumentam também os riscos de autofecundação;
- * árvores doentes, pouco vigorosas ou que apresentem características morfológicas inadequadas para o fim em vista. Neste caso, está-se a aumentar a probabilidade de propagar indivíduos com características genéticas desfavoráveis;
- * povoamentos de baixa classe de qualidade, pois neste caso a probabilidade de a semente ter potencialidades genéticas superiores é reduzida. Assim, a menos que tenham sido realizados ensaios de descendência que revelem o contrário, é de evitar colher semente nestes povoamentos;
- * árvores muito novas porque apresentam grande probabilidade de terem sementes não viáveis uma vez que existe maior dificuldade de polinização.

A semente deve ser colhida em povoamentos seleccionados ou em pomares produtores de semente.

Os povoamentos seleccionados apresentam um conjunto de características que nos garantem alguma qualidade da semente aí produzida. Quando se selecciona um povoamento, deve atender-se às seguintes características:

- * ser de boa classe de qualidade e estar em bom estado sanitário;
- * a sua localização deve estar suficientemente afastada de maus povoamentos da mesma espécie ou de diferentes espécies ou variedades susceptíveis de com ele hibridarem;
- * o número de árvores deve ser o suficiente para evitar problemas de consanguinidade (aproximadamente 50 a 75 árvores/ha, no mínimo);
- * acessos e colheita fácil;
- * já terem atingido ou estarem perto da maturidade.

Quando o objectivo da selecção for a produção de madeira, são também de considerar as seguintes características:

- * a produção em volume deve ser superior à média para as mesmas condições ecológicas;

- as características morfológicas devem ser favoráveis, nomeadamente a rectidão do fuste, a disposição e finura dos ramos, a desramação natural, a ausência de bifurcação e de fio espiralado.

Os pomares de semente resultam da plantação de árvores geneticamente superiores com o objectivo de produzir semente de colheita mais frequente, fácil, abundante e isolada contra toda a polinização estranha.

Em Portugal só existem pomares de semente para o pinheiro bravo, o pinheiro manso e o eucalipto, estando em fase de instalação alguns pomares de semente experimentais para o castanheiro, a noqueira e a cerejeira brava.

No caso do eucalipto, existem já pomares de semente de material testado, ou seja, material que já deu provas do seu valor através dos ensaios de descendência.

Actualmente, a DGF está a proceder à selecção de povoamentos de várias espécies para inscrição no Catálogo Nacional de Materiais de Base (CNMB) e cujas características mínimas de selecção são:

- localização exacta do povoamento (local, altitude, latitude, longitude);
- caracterização da área envolvente, da rocha-mãe e do tipo de solo;
- regime de propriedade;
- composição do povoamento, idade e área ocupada;
- estrutura (regular ou irregular) e estado sanitário;
- aspecto vegetativo (vigoroso, normal ou definhado);
- instalação (regeneração natural, plantação ou sementeira);
- tipo de vegetação espontânea;
- operações culturais já efectuadas;
- frutificação;
- caracterização fenotípica (conformação do tronco, aspecto das copas, desramação natural).

O CNMB é o registo oficial de todos os povoamentos seleccionados e é o ponto de partida para a certificação de sementes.

4.1.5. PROVENIÊNCIA DA SEMENTE

As espécies florestais, assim como todas as outras espécies, são entidades biológicas complexas que, em maior ou menor grau, apresentam tendência para se adaptarem às condições edafo-climáticas em que se desenvolvem. Tal adaptação pode consistir apenas em diferentes padrões de desenvolvimento (crescimento e condições sanitárias) ou em diferenciação em raças, ecotipos, variedades ou subespécies.

Tendo em consideração a complexidade que tal adaptação pode reflectir, é fácil de prever que não será indiferente a utilização desta ou daquela proveniência em determinada situação. Assim, a região de proveniência da semente de uma determinada espécie deve estar perfeitamente identificada.

A proveniência de uma semente corresponde ao local onde se encontra a população de árvores onde esta foi colhida. Esse local insere-se num outro mais vasto (contínuo ou não), caracterizado por idênticas condições ecológicas e onde se encontram, para a mesma espécie, subespécie ou variedade, povoamentos com características fenotípicas ou genéticas análogas e que se denomina por região de proveniência.

A semente colhida numa determinada região de proveniência deve destinar-se apenas a essa região ou a regiões de condições ecológicas semelhantes, sendo desaconselhável a utilização de semente de proveniência desconhecida. Para um determinado local, se a proveniência for adequada, é de esperar árvores com boas características e bons crescimentos; pelo contrário, se for uma proveniência inadequada, podem surgir vários problemas como sejam: mortalidade, fracos crescimentos, árvores deformadas e maior susceptibilidade ao ataque de pragas e doenças.

Em Portugal não existem muitos estudos nesta área, havendo alguns trabalhos desenvolvidos para definição das regiões de proveniência do sobreiro (Anexo II) e do pinheiro manso (Anexo III) e das zonas de colheita de semente do pinheiro bravo (Anexo IV) e do eucalipto-glóbulo (Anexo V). Para as restantes espécies, adopta-se a divisão territorial correspondente às zonas genéricas de colheita de semente (Anexo VI).

Os ensaios de proveniência são essenciais quando se pretende introduzir uma espécie exótica, para avaliar o seu comportamento e adaptação antes de efectuar todos os encargos de uma arborização. No caso das espécies autóctones, os ensaios de proveniência não são fundamentais, embora não se deva assumir como certo que a permanência de uma espécie por longo tempo no mesmo local é sinónimo de melhor adaptação. Por vezes, os ensaios de proveniência fornecem resultados bastante interessantes quando se colocam as espécies fora da sua região habitual ou em zonas marginais para a floresta.

4.2. PROCESSAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES

4.2.1. PROCESSAMENTO

O processamento das sementes consiste num conjunto de operações após a colheita, cujo objectivo final é a obtenção de lotes de semente limpa e pronta a ser semeada ou conservada.

As operações que fazem parte do processamento variam com as características da semente, nomeadamente características de ordem morfológica, anatómica e fisiológica.

Com base nas características referidas anteriormente, é possível uma primeira separação entre as sementes que podem ser semeadas sem preparação prévia e as que necessitam de extracção ou outros cuidados.

A sensibilidade ao teor de água é o primeiro factor que condiciona o manuseamento das sementes. Aquelas que necessitam de um teor de humidade elevado para manterem a viabilidade são chamadas de **recalcitrantes**. É o caso das sementes das quercíneas, do castanheiro e dos áceres, cujo nível de humidade deve permane-

cer perto dos 40%. As que suportam uma perda de humidade acentuada (até 8 ou 10%) são chamadas de **ortodoxas**. Como exemplo temos as sementes da cerejeira, da tília, dos pinheiros, etc. No caso das resinosas, torna-se necessário recorrer à **secagem** dos seus frutos para **extração das sementes**. A secagem pode fazer-se por aquecimento natural aproveitando a energia solar ou por aquecimento artificial através da circulação de ar quente, sendo de privilegiar este último devido à sua maior rapidez e independência das condições climatéricas.

A exposição ao ar quente permite baixar a humidade relativa das sementes para valores que possibilitam a sua eficaz conservação, devendo existir sempre um certo arejamento e a temperatura de secagem não exceder, regra geral, os 40°C variando com as espécies.

A extração da semente das pinhas é normalmente realizada através de meios mecânicos (Foto 1).



Foto 1 – Extractor de semente da pinha (CENASEF)

A **extração das asas** das sementes é uma operação necessária, com excepção das cupressáceas. Um dos métodos utilizados para conseguir este objectivo consiste em submeter as sementes a ar sob pressão que, ao atirá-las contra uma malha, provoca a quebra da asa (Foto 2).



Foto 2 – Extractor da asa da semente (Centro de Sementes Vilmorin, França)

Após a extracção da semente ou das asas recorre-se à passagem das sementes por um conjunto de crivos para separar as mais variadas impurezas. A utilização de um separador por densidade é de extrema utilidade pois permite eliminar sementes vazias e melhorar assim os lotes.

Para outras espécies com sementes carnudas, a primeira fase é passar as sementes por um escarificador para lhes retirar a polpa, as quais são depois colocadas em água para fazer a triagem entre as sementes sãs (afundam) e as vazias ou podres (flutuam).

Para os carvalhos, castanheiro e sobreiro, não é necessária qualquer preparação especial. No entanto, é conveniente fazer uma selecção entre as sementes sãs e as podres ou bichadas, o que se pode fazer manualmente ou recorrendo à emersão em água.

4.2.2. CONSERVAÇÃO

Quando não se procede à sementeira logo após o processamento da semente, é indispensável proceder à sua conservação. O objectivo da conservação é manter o poder germinativo de cada lote de sementes até à sua utilização para produção de plantas.

Para conservar as sementes sem estas perderem a sua viabilidade, é necessário mantê-las em ambiente controlado de forma a reduzir para níveis muito baixos os

seus processos metabólicos de respiração e transpiração. Esta redução deve ser feita em adequadas condições sanitárias, de forma a evitar o desenvolvimento de fungos e ataques de insectos.

A conservação deve ser feita em condições específicas de humidade e temperatura (em locais onde as condições climáticas são favoráveis ou em ambiente controlado), segundo vários processos, durante um determinado período de tempo que varia consoante as espécies e pode ir de alguns meses até vários anos. Indicam-se a seguir alguns destes processos:

- ▶ para as **sementes recalcitrantes** (carvalhos, castanheiro ou sobreiro), existem basicamente dois processos: a conservação em câmaras de frio e a estratificação. Relativamente ao primeiro, as sementes podem ser colocadas em câmaras frigoríficas, com temperaturas próximas dos 0°C de modo a reduzir ao máximo a actividade metabólica, mas em recipientes que permitam algumas trocas gasosas (Foto 3). A estratificação consiste em dispor a semente em camadas alternadas com areia, num determinado recipiente. Este processo de conservação pode também ser utilizado como um tratamento de pré-germinação;
- ▶ no caso das **sementes ortodoxas**, conforme a duração do período de conservação, assim esta pode ser feita apenas em ambiente seco com condições normais de temperatura (curtos períodos) ou deve ser feita em recipientes herméticos, a temperaturas entre 2 a 5°C (longos períodos) (Foto 4). Para serem conservadas segundo este processo, as sementes têm de reduzir o seu teor de humidade para 8 a 10% (abetos, pinheiros, píceas, etc.);
- ▶ para as **sementes com dormência**, pode-se aliar a conservação a tratamentos pré-germinativos. Estes tratamentos são normalmente realizados através da estratificação com a possível adição de hormonas indutoras da germinação. Por exemplo, a tília pode ser armazenada em câmara frigorífica e estratificada em caixas com um substrato de areia, vermiculite ou outro material inerte de modo a proceder simultaneamente à sua conservação e quebra de dormência.

4.3. CARACTERÍSTICAS DOS LOTES DE SEMENTES

Em termos de comercialização das sementes, além do conhecimento da proveniência é também importante conhecer quais as suas principais características.

As sementes apresentam um conjunto de características que permite avaliar a sua qualidade. Estas características podem ser determinadas através de diferentes métodos e segundo normas internacionais definidas pela International Seed Testing Association (ISTA). Os resultados obtidos podem condicionar a tomada de decisões, nomeadamente quanto à rejeição ou não de determinado lote, ou quanto à própria recolha da semente.



Foto 3 – Exemplo do tipo de caixas que podem ser utilizadas para acondicionar as sementes durante a sua conservação (CENASEF)



Foto 4 – Exemplo de caixas para armazenamento de sementes ortodoxas (Centro de Sementes de Alice Holt, Forest Commission, Inglaterra)

Quando se decide realizar a colheita da semente, é importante saber se ela se justifica. Mesmo que do ponto de vista quantitativo seja favorável, é conveniente realizar antes uma observação a olho nu abrindo os frutos ou as sementes, pois os frutos podem apresentar-se bem desenvolvidos mas as sementes estarem chochas, mal-formadas ou parasitadas.

No caso das sementes adquiridas em estabelecimentos comerciais, é importante que sejam acompanhadas por um certificado obtido com base nos resultados provenientes de um laboratório devidamente credenciado. Esta informação é importante, não só para garantir a genuinidade da semente, como também para informar o utilizador, por exemplo, da futura densidade de sementeira ou dos métodos de pré-tratamento adequados nos casos de dormência.

Dos vários tipos de análises que se podem fazer, destacam-se:

- grau de pureza;
- número de sementes por quilo;
- teor de humidade;
- viabilidade;
- capacidade germinativa;
- valor cultural.

Para a realização destas análises é necessária a recolha de amostras. É importante definir muito bem o método de amostragem utilizado neste tipo de análises, pois quando vários laboratórios as realizam é fundamental haver uma «standardização» não só dos métodos de análise como também dos métodos de amostragem, para assim ser possível comparar os vários resultados obtidos.

Quando a conservação das sementes se prolonga por vários anos, deve controlar-se a sua capacidade germinativa de dois em dois anos. No final do período de conservação, quer seja para sementeira (carvalhos, bétula, amieiro, ácer), quer seja para sofrerem um pré-tratamento (freixo, cerejeira, tília), é importante conhecer a sua qualidade.

4.3.1. GRAU DE PUREZA

O grau de pureza (**GP**) de um lote é determinado pela proporção entre o peso de semente pura ou limpa e o peso total da amostra:

$$GP (\%) = \text{peso de semente pura da amostra} \times 100 / \text{peso total da amostra}$$

Várias espécies apresentam um grau de pureza perto dos 100%, havendo algumas exceções, como é o caso da bétula, cujo grau de pureza ronda os 40%.

Na Tabela 3 indica-se o grau de pureza para algumas espécies utilizadas em Portugal, com base nos resultados obtidos pelo **Centro Nacional de Sementes Florestais** (CENASEF).

TABELA 3
Grau de pureza para várias espécies de folhosas e resinosas,
segundo resultados obtidos pelo CENASEF

FOLHOSAS		RESINOSAS	
ESPÉCIE	PUREZA (%)	ESPÉCIE	PUREZA (%)
<i>Acer negundo</i>	96	<i>Abies alba</i>	95
<i>Acer pseudoplatanus</i>	96	<i>Cedrus atlantica</i>	86
<i>Betula celtiberica</i>	42	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	97
<i>Castanea sativa</i>	100	<i>Cupressus arizonica</i>	99
<i>Fraxinus spp.</i>	94	<i>Cupressus lusitanica</i>	98
<i>Juglans spp.</i>	100	<i>Cupressus macrocarpa</i>	98
<i>Prunus avium</i>	99	<i>Cupressus sempervirens</i>	99
<i>Quercus rotundifolia</i>	100	<i>Picea sitchensis</i>	96
<i>Quercus pyrenaica</i>	100	<i>Pinus halepensis</i>	98
<i>Quercus robur</i>	100	<i>Pinus pinaster</i>	99
<i>Quercus rubra</i>	100	<i>Pinus pinea</i>	100
<i>Quercus suber</i>	100	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	92
<i>Robinia pseudoacacia</i>	99		

4.3.2. NÚMERO DE SEMENTES POR QUILOGRAMA

A determinação do número de sementes por quilograma é fundamental para estimar a produção de plantas por lote. Este número é variável, para a mesma espécie, com a região de proveniência e o ano de colheita. Pode determinar-se por contagem directa do número de sementes existente numa determinada amostra cujo peso é conhecido, extrapolando-se depois para o quilograma.

Na Tabela 4 reúnem-se alguns valores médios do número de sementes por quilo, para várias espécies em diferentes países. No caso de Portugal, apresentam-se os valores obtidos pelo CENASEF. Como se pode observar, há uma coincidência de valores entre os vários países relativamente elevada.

TABELA 4
Número de sementes/kg para algumas espécies folhosas e resinosas utilizadas em Portugal

ESPÉCIE	NÚMERO DE SEMENTES POR QUILOGRAMA ($\times 10^3$)		
	PORTUGAL - CENASEF	ITÁLIA	FRANÇA
FOLHOSAS			
<i>Acer negundo</i>	25	-	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	12	10-15	-
<i>Betula veltiberica</i>	4600	3000-10000	5700
<i>Castanea sativa</i>	0,132	0,06-0,2	-
<i>Fraxinus</i> spp.	12	10-40	14,5
<i>Juglans</i> spp.	0,063-0,110	0,06-0,12	-
<i>Prunus avium</i>	4	-	-
<i>Quercus rotundifolia</i>	0,189	0,25-0,45	-
<i>Quercus pyrenaica</i>	0,205	-	0,3
<i>Quercus robur</i>	0,173	0,2-0,35	0,35
<i>Quercus rubra</i>	0,190	-	-
<i>Quercus suber</i>	0,231	0,15-0,25	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	51	45-55	50
RESINOSAS			
<i>Abies alba</i>	28	20-26	25
<i>Cedrus atlantica</i>	22	14	-
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	394	-	-
<i>Cupressus arizonica</i>	190	90	-
<i>Cupressus lusitanica</i>	234	-	-
<i>Cupressus macrocarpa</i>	166	150	-
<i>Cupressus sempervirens</i>	147	130-200	60-70
<i>Picea sitchensis</i>	457	-	520
<i>Pinus halepensis</i>	41	50-60	65
<i>Pinus pinaster</i>	16	18-24	19
<i>Pinus pinea</i>	1,5	0,9-1,6	1,2
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	104	-	-

Adaptado de Alves (1988)

4.3.3. TEOR DE HUMIDADE

O teor de humidade (**H**) pode determinar-se para os frutos ou para as sementes. Para tal, os frutos ou as sementes são secas numa estufa, normalmente entre os 100 a 105°C, durante 24 horas. Antes e depois da secagem são pesados e a diferença entre estes pesos corresponde à quantidade de água evaporada.

Assim, o teor de humidade é definido pelo peso dos frutos ou das sementes antes e depois da secagem de acordo com a seguinte fórmula:

$$H = (\text{Peso Fresco} - \text{Peso Seco}) \times 100 / \text{Peso Fresco}$$

O teor de humidade é uma característica importante que influencia o comportamento das sementes desde a sua colheita até ao final da conservação.

É bastante importante conhecer o teor de humidade no final do período de conservação, não devendo ser muito diferente do registado no início. Quando tal não se verifica e existem grandes diferenças no teor de humidade entre o início e o fim da conservação, é porque algo de anormal aconteceu durante este processo e a semente pode não estar nas melhores condições para ser semeada.

4.3.4. VIABILIDADE DA SEMENTE

A determinação da percentagem de viabilidade permite conhecer o número total de sementes germinadas mais aquelas que, embora não germinando, estão viáveis (não mortas).

A viabilidade pode ser avaliada através do corte das sementes ou do teste de coloração com tetrazolium, e é normalmente expressa em termos percentuais.

O corte das sementes deve fazer-se de forma a ser possível observar o embrião e os cotilédones e assim ver o estado em que se encontram as sementes. No caso de estarem sãs devem apresentar um aspecto branco, cremoso e brilhante.

Através do teste de coloração fica-se com uma estimativa bastante rápida da viabilidade das sementes, particularmente para aquelas espécies em que a determinação da capacidade germinativa é mais demorada (freixo, cerejeira, ácer, tília). Os embriões são separados da semente e colocados numa solução de tetrazolium durante um determinado período e em determinadas condições. Os tecidos sãos adquirem uma coloração avermelhada, enquanto os tecidos mortos ou danificados não sofrem alteração da cor.

4.3.5. CAPACIDADE GERMINATIVA

A capacidade germinativa (**CG**) corresponde ao número (em percentagem) de sementes capazes de germinarem, ao fim de determinado tempo, quando colocadas em condições ideais de humidade, luz e temperatura para aquela espécie.

$$CG (\%) = \frac{\text{n.º de sementes germinadas na amostra} \times 100}{\text{n.º total de sementes da amostra}}$$

No caso das sementes pequenas, a determinação da capacidade germinativa é feita em laboratório. Para as sementes grandes esta determinação faz-se colocando as sementes no substrato em viveiro. Este último processo é mais demorado.

Na impossibilidade de determinar a capacidade germinativa em laboratório, existem alguns métodos expeditos de averiguar a qualidade da semente, como seja:

- esmagamento das sementes de pequenas dimensões sobre um papel, o qual deverá ficar com uma mancha húmida e oleosa;
- ensaio na água, só sendo de utilizar nas sementes frescas que ainda não tenham sofrido qualquer desidratação.

Na Tabela 5 apresentam-se alguns valores médios da capacidade germinativa em vários países.

4.3.6. VALOR CULTURAL

O valor cultural (VC) indica, em peso, a percentagem de sementes do lote susceptível de germinar.

$$VC (\%) = GP \times CG$$

Por exemplo, se o valor cultural é de 60%, significa que num quilo germinam 600 gramas de semente.

4.4. TRANSPORTE DAS SEMENTES

Após a colheita, as sementes devem ser transportadas o mais rápido possível para os locais de sementeira ou de processamento e conservação.

Antes do transporte, cada embalagem (sacos, caixas, etc.) deve conter duas etiquetas, uma por dentro e outra por fora, com, pelo menos, informação sobre a espécie, peso, data e local da colheita.

TABELA 5
Capacidade germinativa para algumas espécies folhosas e resinosas utilizadas em Portugal

ESPÉCIE	CAPACIDADE GERMINATIVA (%)		
	PORTUGAL – CENASEF	ITÁLIA	FRANCA
FOLHOSAS			
<i>Acer pseudoplatanus</i>	60-70	–	–
<i>Betula celtiberica</i>	4-28	20-25	20
<i>Castanea sativa</i>	50-70	65-70	–
<i>Fraxinus</i> spp.	–	–	–
<i>Juglans</i> spp.	50-70	–	70-90
<i>Quercus rotundifolia</i>	60-80	–	–
<i>Quercus pyrenaica</i>	80-90	70-75	–
<i>Quercus robur</i>	60-70	70-75	–
<i>Quercus suber</i>	50-70	–	–
<i>Robinia pseudoacacia</i>	80	75-80	–
RESINOSAS			
<i>Abies alba</i>	–	35-40	35-40
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	10	25-30	–
<i>Cupressus lusitânica</i>	13-21	–	30
<i>Cupressus macrocarpa</i>	25-35	–	–
<i>Picea sitchensis</i>	10	–	70
<i>Pinus halepensis</i>	30	70-75	75-80
<i>Pinus pinaster</i>	40-90	75-80	60-65
<i>Pinus pinea</i>	70-90	80-85	–

Adaptado de Alves (1988)

Para transportes de curta duração, as sementes podem ser acondicionadas em sacos de serapilheira ou outro material desde que este seja permeável ao ar. Não se deve deixar as sementes recentemente colhidas durante muito tempo dentro dos sacos fechados, devido à possibilidade de ocorrência de fermentações.

O transporte de sementes recalcitrantes deve ser feito em sacos de rede, para haver uma boa circulação do ar dentro e entre os sacos empilhados.

Todas as sementes, mas em particular as de maiores dimensões que são mais susceptíveis de se danificarem, devem ser manuseadas com cuidado, pois qualquer dano invisível pode comprometer todo o processo de conservação e sementeira.

Quando o processo de colheita dura vários dias, as sementes devem ser espalhadas antes de serem ensacadas para o transporte. Os sacos devem ser postos à sombra e devidamente protegidos da chuva e do ataque de animais e pássaros. É de evitar o aquecimento das sementes ainda húmidas para prevenir as fermentações.

A mesma protecção contra o sol e a chuva deverá ser assegurada durante o transporte. Para os frutos carnudos, o transporte deverá ser efectuado em recipientes metálicos, plásticos ou de madeira, que podem ser empilhados de forma a permitir uma adequada ventilação.

4.5. LEGISLAÇÃO

Na Portaria n.º 134/94, para as espécies indicadas no Anexo VII, e nas Portarias n.º 1011/95 e n.º 95/98, n.º 114/98, n.º 918/98, e n.ºs 977/95 e 80/98, para o pinheiro bravo, pinheiro manso, sobreiro e eucalipto-glóbulo, respectivamente, estão estabelecidas as condições mínimas para a admissão de material de base e para a comercialização de sementes dessas espécies.

4.5.1. MATERIAL DE BASE

Por material de base entende-se:

- ▶ povoamentos e pomares de semente, no caso de material de reprodução sexuada;
- ▶ clones e misturas de clones em proporções específicas, para o material de reprodução assexuada.

4.5.2. SEMENTES

Segundo as portarias atrás referidas, além da ausência, no mais alto grau possível, de organismos nocivos que possam reduzir o valor de utilização das sementes, cada lote de semente deve ainda obedecer às condições mínimas indicadas na Tabela 6.

A Portaria n.º 863/2001, de 27 de Julho, estabelece a regulamentação para a produção, acondicionamento, etiquetagem e embalagem de sementes florestais.

TABELA 6

Exigências mínimas para as sementes das espécies regulamentadas

ESPÉCIE	GRAU DE PUREZA (%)	CAPACIDADE GERMINATIVA (%)
Pinheiro bravo	> 90	> 70
Pinheiro manso	> 90	—
Eucalipto-glóbulo	> 90	—
Sobreiro	> 95	—
Outras espécies	> 95	—

A entidade responsável pela aplicação do disposto neste regulamento é a Direcção-Geral das Florestas, à qual cumpre também editar anualmente uma lista de materiais de base (povoamentos e pomares de semente e clones ou misturas de clones), através do CNMB.

A partir da publicação do referido catálogo, só serão certificadas as sementes provenientes de materiais de base nele registados.

O produtor de sementes poderá requerer à DGF a inscrição do seu material de base no catálogo, assim como o respectivo controlo.

São admitidas ao esquema de certificação de sementes as espécies constantes do Anexo VII assim como o pinheiro bravo, o pinheiro manso, o sobreiro, o castanheiro e o eucalipto-glóbulo. Para estas espécies e até à entrada em vigor da nova directiva comunitária, consideram-se duas categorias de semente:

- 1) **Seleccionada**, ou seja, semente proveniente de povoamentos ou pomares de sementes oficialmente admitidos, de acordo com as exigências constantes no Anexo VIII.
- 2) **Controlada**, refere-se a semente proveniente de material de base que tenha sido testado segundo as normas estabelecidas no Anexo IX.

Apenas serão admitidas à produção de sementes seleccionadas ou controladas as entidades portadoras de carteiras profissionais atribuídas nos termos do Estatuto do Produtor e Acondicionador de Sementes Florestais (Portaria n.º 862/2001, de 27 de Julho).

Para a determinação das características dos lotes de sementes obtidos a partir do material de base, devem ser colhidas amostras desses lotes, as quais são depois sujeitas a análises e ensaios.

As amostras podem ser colhidas em qualquer momento, desde a colheita até à sementeira.

Tanto a amostragem como as análises e ensaios devem ser realizados segundo as regras da International Seed Test Association.

Estas análises e ensaios são feitos em laboratórios devidamente acreditados para o efeito, que depois classificam cada lote em **Aprovado** ou **Reprovado**, consoante satisfaçam ou não os limites estabelecidos nos regulamentos técnicos que definem as características exigidas para cada espécie ou grupo de espécies.

Como já se referiu anteriormente, após a colheita, durante o transporte e até ao momento do acondicionamento, os sacos que contêm as sementes devem estar identificados por etiquetas ou documentos que contenham pelo menos as seguintes informações: nome do produtor, espécie e número de identificação do povoamento.

As embalagens que contêm as sementes devem apresentar-se devidamente fechadas, de forma inviolável, e o seu conteúdo perfeitamente identificado. As etiquetas colocadas no interior e no exterior das embalagens identificam o seu conteúdo e funcionam como certificado de qualidade.

As etiquetas podem ser impressas dos dois lados com caracteres de fácil leitura, devem ter forma rectangular e ser de material resistente. Quando o material se destinar à exportação, as etiquetas devem ser redigidas em inglês ou francês.

Utilizam-se etiquetas verdes para o material de reprodução seleccionado e para o proveniente de pomares de semente não testados. As etiquetas azuis são para o caso do material de reprodução controlado.

Na etiqueta deve constar o nome e endereço do organismo certificador (DGF), regras e normas do sistema de certificação adoptado (UE ou OCDE), espécie, subespécie, variedade ou clone, peso líquido ou bruto, designação «Admissão Provisória» para a semente proveniente de pomares de semente não testados e o fornecedor.

Cada lote de semente deve ser homogéneo quanto à identidade, pureza específica, germinação, estado sanitário, teor de humidade e calibre.

Cada produtor ou fornecedor deve ter organizada a gestão dos seus lotes de semente certificada de forma a poder fornecer à DGF, quando solicitado, os movimentos de entradas e saídas, para garantir que a quantidade comercializada corresponde à colhida.

As sementes da campanha anterior são consideradas como reserva e devem ser submetidas a novas amostragens e ensaios para poderem ser comercializadas. O produtor ou fornecedor deve informar a DGF da existência destas reservas.



5 PLANTAS

As práticas culturais utilizadas no viveiro podem condicionar de forma decisiva a qualidade das plantas obtidas e, conseqüentemente, o sucesso das plantações e o desenvolvimento dos povoamentos florestais.

A qualidade de uma planta pode ser aferida por determinados padrões previamente estabelecidos para cada espécie (certificação). Os critérios que determinam a qualidade das plantas podem dividir-se em três grupos.

1. Tempo de permanência no viveiro

A idade com que a planta sai do viveiro pode condicionar o seu comportamento no local definitivo, dependendo das condições edafo-climáticas onde é utilizada, assim como do seu desenvolvimento morfológico e fisiológico nesse momento.

2. Características morfológicas

Dentro destas, os principais critérios utilizados são a altura da parte aérea, o diâmetro do colo, a conformação do sistema radicular e a relação entre o sistema radicular e a parte aérea.

3. Condições fisiológicas

O estado fisiológico da planta, juntamente com as duas condições anteriores, são factores determinantes de sucesso quando colocadas em local definitivo.

A produção de plantas em viveiro pode fazer-se de raiz nua ou em contentores. No primeiro caso, os custos de produção são menores, assim como os custos de transporte para local definitivo e os custos de plantação, pois permitem processos mais simples de abertura das covas.

No entanto, em Portugal recorre-se cada vez com mais frequência à produção de plantas em contentores, pois quando se dá a transplantação para local definitivo são menores os danos directos sobre o sistema radicular, o choque de transplantação é menor pois as raízes estão envoltas por um torrão de substrato, a possibilidade de conservação da humidade aumenta, aspecto este de grande importância para as espécies mais sensíveis e nos climas mais quentes e secos.

Por outro lado, a utilização de contentores é um processo de produção mais intensivo, conseguindo-se assim obter plantas em períodos de tempo mais curtos. Nos casos em que os contentores utilizados permitem a mecanização das várias operações, os gastos de mão-de-obra são menores.

Qualquer um destes métodos de produção tem as suas vantagens e desvantagens. Por isso, é da responsabilidade do viveirista escolher o método mais adequado, de acordo com as espécies e sua sensibilidade à transplantação, bem como com as condições climatéricas para onde se destinem as plantas.

Pelos motivos acima referidos, por ser um assunto ainda pouco divulgado em Portugal e porque grande parte dos viveiros florestais optaram quase exclusivamente pela produção de plantas em contentores, dedica-se uma atenção especial neste trabalho a este tipo de produção, e em particular à importância dos substratos (Capítulo 6).

Como já se referiu, muitas das práticas culturais executadas no viveiro podem condicionar a qualidade das plantas obtidas. Referem-se a seguir alguns factores que poderão influenciar aquela qualidade, particularmente no caso da produção de plantas em contentor.

5.1. CONTENTORES

As características que um contentor deve ter para produzir plantas florestais visam sobretudo os resultados que se obtêm quando se põe a planta no campo. Entre estes, refira-se a sobrevivência e o crescimento, os quais estão relacionados com a capacidade do sistema radicular regenerar rapidamente novas raízes e destas se manterem em correcto funcionamento ao longo do tempo. Por isso, todos os trabalhos feitos ao nível dos contentores têm por objectivo proporcionar o bom desenvolvimento do sistema radicular e a sua protecção com o substrato. Apesar da parte aérea ser um reflexo do que acontece com o sistema radicular, também existe a preocupação de melhorar o equilíbrio raiz–parte aérea.

As características dos contentores têm sido debatidas e estudadas ao longo dos anos. A primeira função de qualquer contentor é suportar uma determinada quantidade de substrato, o qual serve de suporte físico para as raízes e fornece água, ar e nutrientes.

Além destas, os contentores florestais devem também cumprir outras funções que reflectem as necessidades próprias das plantações, nomeadamente o evitar do enroscamento radicular, a facilidade de manuseamento tanto no viveiro como na plantação e os aspectos económicos.

A utilização de contentores não altera os princípios básicos de funcionamento fisiológico das plantas nem interfere com o seu potencial genético.

No entanto, as condições de desenvolvimento proporcionadas pelos contentores são bastante específicas. O tempo de permanência das plantas nos contentores é limitado, particularmente pelas relações contentor–raízes–substrato.

5.1.1. RELAÇÃO CONTENTOR/SISTEMA RADICULAR

As características dos contentores reflectem-se no tamanho das plantas, na relação entre as suas diferentes partes, na conformação do sistema radicular e, consequen-

temente, em todo o resultado das plantações tanto ao nível da sobrevivência inicial como do crescimento e da sua estabilidade ao longo da vida das árvores.

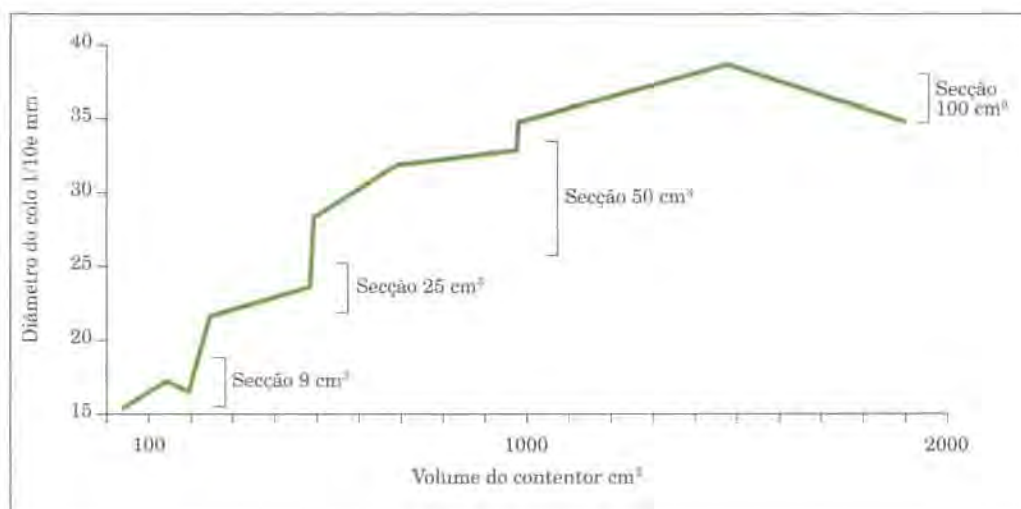
As características dos contentores a considerar são o **volume**, a **altura** e a **secção**.

O **volume** limitado dos contentores pode afectar de forma mais ou menos intensa o desenvolvimento das plantas, tanto da parte aérea como do sistema radicular. O volume deve ser tal que permita o bom desenvolvimento da planta para um determinado período de tempo e de fácil utilização no momento da plantação. É difícil estabelecer um volume ideal porque a escolha do mais adequado deve ser feita pelo viveirista em função da espécie, do tamanho que se deseja obter para as plantas e do tempo de permanência no viveiro. Em Portugal é habitual a utilização de volumes de 300 a 400 cm³ para folhosas (com excepção do eucalipto, em que se utiliza normalmente 150 cm³) e 200 cm³ para resinosas.

Outra característica importante é a **altura**, devido ao efeito que tem na retenção de água do substrato e na sua influência na plantação. A altura do contentor vai ter implicações na profundidade das covas quando se procede à plantação. Se, por um lado, uma maior profundidade implica uma maior fuga da planta à seca, por outro também implica a abertura de covas mais profundas, mais difícil se torna recorrer à plantação mecanizada e maiores são os encargos económicos.

Estudos realizados com *Pinus nigra* var. *calabrica* Schneid, *Pinus pinaster* Ait. e *Pseudotsuga mensiezzii* (Mirt.) Franco, para avaliar o efeito da **secção** (9 a 100 cm²) e da altura (10 a 20 cm) dos contentores sobre o crescimento da parte aérea e radicular, demonstraram (Lemaire *et al.*, 1989) que:

- a altura do contentor não afectou, significativamente, o desenvolvimento da parte aérea;
- a secção, pelo contrário, teve influência no crescimento das plantas, nomeadamente na altura e diâmetro do colo. As plantas dos contentores com secção menor (9 cm²) apresentaram um crescimento tanto em altura como em diâmetro do colo inferior às outras. Com o aumento da área da secção só foram observadas diferenças ao nível do diâmetro do colo (Figura 1);
- por outro lado, a altura do contentor já teve efeito no desenvolvimento do sistema radicular, com os contentores mais altos a favorecerem o aparecimento de mais raízes;
- com estes resultados é possível verificar que, para cada espécie e método de produção utilizado, existe uma dimensão adequada de contentor que permite um adequado desenvolvimento das plantas.



Adaptado de Lemaire *et al.* (1989)

Figura 1: Influência do volume do contentor sobre o crescimento (diâmetro do colo) de plantas de resinosas

Em Portugal, logo que os Serviços Florestais introduziram contentores rígidos nos seus viveiros, fez-se uma experiência empírica relativamente à produção de sobreiro: após conservação em frio, semearam-se landes em Junho em três contentores do mesmo tipo mas com volume diferente (115 cm³, 210 cm³ e 500 cm³). Em Novembro verificou-se que as plantas produzidas nos contentores de menor volume apresentavam um desenvolvimento inferior às outras (Foto 5). Com estes resultados, para aquela espécie e condições de produção (sobreiro com 5 meses), os resultados parecem indicar que tanto faz utilizar contentores de 210 cm³ como de 500 cm³ pois o crescimento é idêntico, mas contentores de 115 cm³ já limitam o crescimento.

Este é um dos problemas mais sérios que os viveiristas têm de encarar: a escolha dos contentores mais adequados às suas produções, ou seja, às espécies, modos e períodos de produção (desde a sementeira à expedição das plantas).

Lidar mal com estas questões fez com que os sacos de polietileno se tivessem revelado contentores com maus resultados em muitos casos, por os ciclos de produção serem excessivamente longos para a dimensão dos sacos. A utilização dos actuais contentores rígidos e sem fundo, sobreelevados, confere maior elasticidade e por isso diminui os problemas, mas não evita que tenha de se prestar a maior atenção, sob pena de se produzirem enrolamentos e outros defeitos radiculares ou limitações ao desenvolvimento das plantas.

Quando os contentores utilizados não são os mais adequados, entre outros problemas, podem surgir várias deformações radiculares:



Foto 5 – Influência do volume do contentor no desenvolvimento de plantas de sobreiro. Ensaio realizado pelos Serviços Florestais.

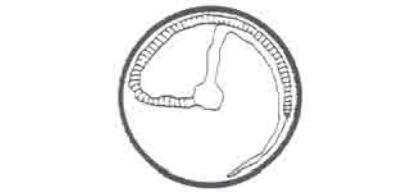
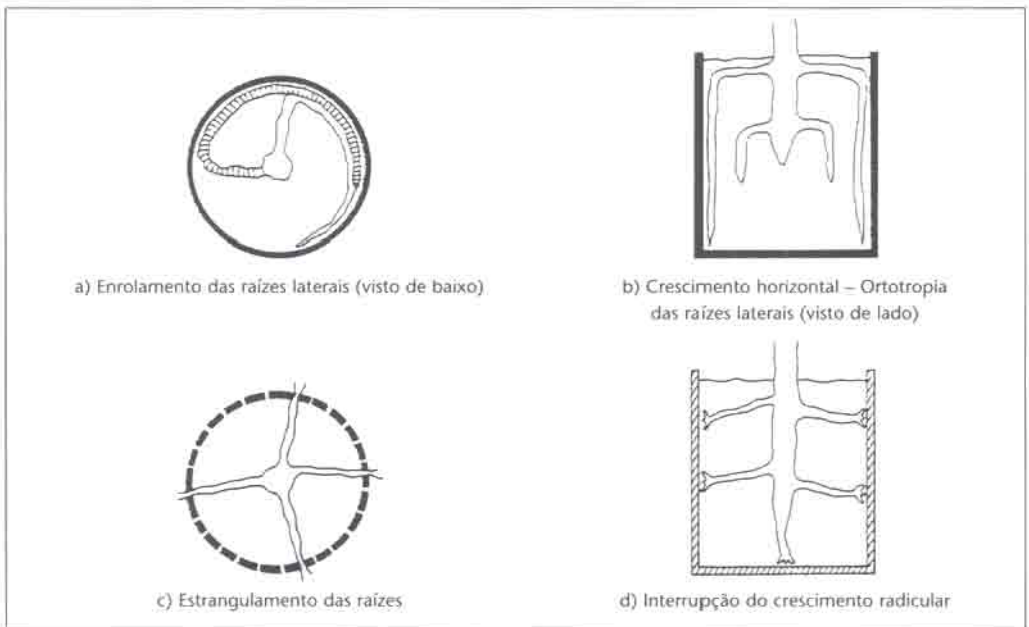
Da direita para a esquerda, contentores com 115, 210 e 500 cm³

- ▶ **Enrolamento** das raízes, que implica o estrangulamento tanto das raízes laterais como da raiz principal (Foto 6 e Figura 2a). É possível evitar este tipo de problema desde que os contentores permitam a poda radicular natural e possuam mecanismos de evitar o enrolamento (estrias verticais).
- ▶ **Crescimento horizontal** das raízes laterais, ou seja, as raízes orientam o seu crescimento na horizontal até encontrarem as paredes do contentor, dirigindo depois o crescimento na vertical em sentido descendente (Figura 2b).
- ▶ **Estrangulamento** das raízes. Esta situação pode ocorrer quando as paredes do contentor permitem a passagem das raízes para o exterior, mas possuem também uma certa resistência, que impede a passagem das raízes quando o seu diâmetro aumenta (Figura 2c).
- ▶ **Interrupção do crescimento radicular** com formação de nódulos terminais. Acontece quando ocorre a dessecação das extremidades das raízes e se dá a inibição do seu alongamento (Figura 2d).

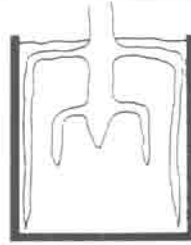
O tempo necessário para o aparecimento destas deformações depende da rapidez de crescimento das raízes, do tamanho do contentor e do tempo de permanência das plantas nos contentores.



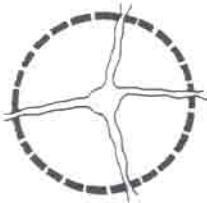
Foto 6 – Enrolamento das raízes como consequência da má utilização dos contentores



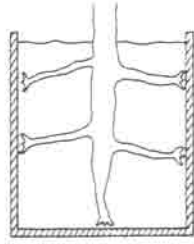
a) Enrolamento das raízes laterais (visto de baixo)



b) Crescimento horizontal – Ortotropia das raízes laterais (visto de lado)



c) Estrangulamento das raízes



d) Interrupção do crescimento radicular

Adaptado de Lemaire *et al.* (1989)

Figura 2: Diferentes tipos de deformações radiculares

A existência de deformações radiculares é bastante prejudicial para a planta, nomeadamente para a sua sobrevivência quando colocada em local definitivo, pois a emissão de novas raízes fica dificultada, assim como a sua base de sustentação.

Desta forma, um vento ou chuva mais fortes podem facilmente causar danos irreversíveis a estas plantas.

5.1.2. TIPOS DE CONTENTORES

Actualmente existe no mercado uma grande variedade de contentores, que vão desde os sacos de polietileno aos vasos e aos contentores rígidos, nas mais variadas formas e dimensões (Fotos 7 e 8).

A escolha dos contentores a utilizar deve ser feita de forma conscienciosa e deve atender a uma série de factores, como sejam:

- * servir às espécies que se pretende produzir e ter em conta o tamanho final das plantas e o seu tempo de permanência no viveiro;
- * proporcionar um bom desenvolvimento das plantas, nomeadamente do sistema radicular;
- * ser adaptável a processos de mecanização, quer nos viveiros quer durante a plantação;
- * possibilidade de ser reutilizável;
- * ser leve e tão durável quanto possível;
- * ter o menor custo possível.

Em Portugal, os contentores rígidos são actualmente os mais utilizados pois, pelas suas características, permitem obter plantas de melhor qualidade. Entre estas características, salienta-se a existência de estrias verticais que impedem o enrolamento, assim como o fundo aberto para permitir a poda natural das raízes e o seu arejamento, desde que os contentores estejam sobreelevados.

O contentor é apenas uma ferramenta dentro do processo de produção de plantas florestais. É, contudo, a ferramenta mais dispendiosa e que pode condicionar o desenrolar do resto do processo, pelo que o tipo de contentor a utilizar deve ser uma das primeiras decisões que o viveirista deve tomar.

Se de nada serve utilizar um bom contentor se não se acompanha com um bom substrato, uma correcta fertilização e um bom manuseamento das plantas, também o uso de contentores inadequados pode comprometer seriamente todo o processo de produção, por mais correctas que sejam todas as outras práticas culturais.



Foto 7 – Sacos de polietileno



Foto 8 – Contentores rígidos

5.2. SEMENTEIRA

As épocas normais de sementeira são no Outono-Inverno (Outubro a Janeiro-Fevereiro) e na Primavera (Março-Abril). Contudo, com a utilização cada vez mais frequente das estufas e dos ambientes controlados, é possível fazer a sementeira em praticamente qualquer altura do ano. No entanto, há que ter em consideração que as plantas antes de irem para o campo necessitam de um período de atempamento, pelo que, tendo em conta a época normal de plantação, não é indiferente o momento da sementeira.

Existem vários factores que podem determinar a realização da sementeira em determinada época, nomeadamente os ligados às características das sementes e ao clima da região.

Relativamente às primeiras, já se referiu no Capítulo 4 quais são as principais características que podem condicionar a qualidade das sementes.

No caso dos agentes climatéricos, estes são de particular importância para os viveiros que não possuem estufas para realizar as sementeiras ou que produzem plantas de raiz nua. Neste caso, é necessário tomar alguns cuidados com a época de sementeira, pois a sementeira outonal pode ter alguns inconvenientes, nomeadamente perda de semente devido a chuvas mais intensas, aos pássaros e roedores. Por outro lado, quando as sementes germinam demasiado cedo, as plantas estão mais susceptíveis aos danos provocados pelas geadas, o que pode pôr em risco toda a produção.

Existem vários métodos de sementeira que diferem entre si pela forma de distribuição da semente, pela quantidade utilizada e pela profundidade da sementeira.

Relativamente à quantidade de semente e à profundidade da sementeira, tudo vai depender da espécie, da dimensão da semente, do seu valor cultural e do tipo de distribuição utilizado.

No caso da produção de plantas em contentores, a semente é directamente colocada nos contentores.

A sementeira pode fazer-se manualmente ou através de máquinas próprias (semeadores automáticos), indo até às linhas automáticas de enchimento e sementeira (Foto 9). Estas máquinas são, normalmente, mais utilizadas para semente miúda (eucalipto, pinheiro bravo).

No caso das sementes mais gradas (castanheiro, carvalhos), a sementeira é manual e por vezes, quando já se iniciou a germinação, é vantajoso proceder ao corte da radícula (poda radicular precoce) antes de semear, de forma a estimular a fasciculação das raízes.

5.3. REGA

A água é uma substância essencial para a vida vegetal, pois quase todos os processos metabólicos das plantas são directa ou indirectamente afectados por ela. Por exemplo, a fotossíntese diminui drasticamente à medida que aumenta o *stress* hídrico das plantas.



Foto 9 – Linha de sementeira. A primeira máquina deste género a ser utilizada em viveiros florestais em Portugal (viveiro das Estufas – Amarante – Direcção Regional de Agricultura do Entre Douro e Minho)

A água influencia o crescimento das plantas de várias formas, nomeadamente:

- é o maior componente da planta, constituindo entre 80 a 90% do seu peso seco;
- é considerada o solvente universal e, como tal, responsável pelo transporte dentro da planta dos elementos minerais e dos compostos orgânicos indispensáveis ao seu funcionamento;
- é um reagente bioquímico em muitos processos metabólicos, incluindo a fotossíntese;
- é essencial para manter a turgescência das células, a sua expansão e o consequente crescimento da planta.

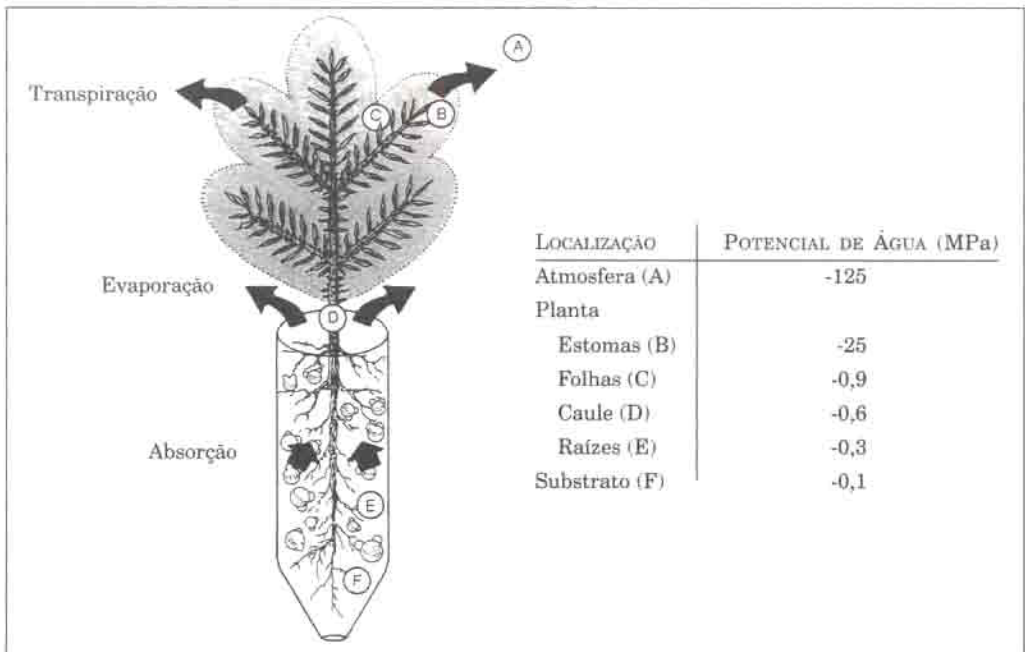
Em termos gerais, tanto a carência de água ao nível das raízes como qualquer factor meteorológico que induza o encerramento dos estomas, poderá limitar as trocas gasosas (CO_2 e vapor de água) entre a planta e a atmosfera, reduzindo a fotossíntese e, conseqüentemente, o crescimento da planta.

As relações água-solo-planta são bastante complexas e envolvem a retenção de água pelo solo ou substrato, a absorção de água pelas raízes, o seu transporte ao longo da planta e a perda de água por transpiração.

Relativamente à retenção de água pelo substrato, os princípios básicos que regulam o comportamento da água são, basicamente, os mesmos que para o solo. No Capítulo 6 desenvolve-se este assunto com mais pormenor para o caso dos substratos.

Quanto à circulação da água desde o substrato até à sua saída pelos estomas, de uma forma muito simples pode dizer-se que está relacionada com o gradiente de potencial de água que se estabelece entre o substrato e a atmosfera junto às folhas (Figura 3). Para que a água se desloque ao longo da planta é necessário que o potencial de água no substrato seja mais elevado (menos negativo) que na atmosfera (mais negativo).

O funcionamento e regulação de qualquer um destes processos depende de factores internos da planta, do seu estado fisiológico, das condições meteorológicas e das características do substrato.



Adaptado de Landis *et al.* (1989)

Figura 3: A água movimenta-se segundo um gradiente de potencial de água, ou seja, dos potenciais mais altos (menos negativos) para os mais baixos (mais negativos)

Variações na estrutura da folha, comportamento dos estomas, grau de transpiração, extensão e eficiência do sistema radicular são exemplos de factores internos que podem condicionar as relações água-substrato-planta.

A humidade do ar, a temperatura, a luz e o vento são factores meteorológicos que intervêm de forma decisiva nas relações água-substrato-planta, particularmente no que se refere à transpiração.

Quanto às características do substrato, os principais factores que condicionam a absorção de água e, conseqüentemente, os restantes processos, são a sua disponibilidade no substrato, a temperatura e arejamento deste e, por vezes, a concentração e composição da solução do substrato.

Um adequado fornecimento de água às plantas pressupõe o conhecimento da sua fisiologia, das características do substrato e da forma como as condições meteorológicas influenciam o comportamento das plantas. Só assim se conseguirá obter plantas em perfeitas condições morfológicas, fisiológicas e sanitárias.

Para as plantas se desenvolverem e atingirem as características desejadas é necessário repor, com regularidade, as perdas de água por evaporação (a partir do solo) e por transpiração (a partir das plantas). Daí que seja imperioso recorrer com maior ou menor frequência a sistemas de rega capazes de fornecerem a água necessária às plantas.

Os factores que condicionam a necessidade das plantas em água variam de viveiro para viveiro, pelo que um bom sistema de rega num viveiro pode não ser o mais adequado para outro.

Contudo, há objectivos comuns a todos os viveiros que justificam a aplicação da rega, nomeadamente fornecer água às sementes para facilitar a sua germinação, suprir as deficiências de água no substrato, proteger as plantas tanto das baixas temperaturas como das grandes amplitudes térmicas, ou permitir a fertilização e aplicação de produtos fitossanitários.

5.3.1. QUANTIDADE DE ÁGUA PARA REGA

A **frequência** e a **quantidade** de água a aplicar dependem, basicamente, das características inerentes a cada espécie, da fase de desenvolvimento em que estejam e da densidade, assim como das condições meteorológicas e da capacidade de retenção do substrato para a água.

No caso das plantas em contentores, a quantidade e frequência da rega dependem, ainda, do tamanho dos contentores.

A rega deve aplicar-se em quantidade suficiente para saturar o substrato e permitir uma pequena lixiviação (aproximadamente 10%) de forma a arrastar possíveis sais que existam no substrato.

A condução da rega deve ser feita tendo em consideração as diferentes fases de produção das plantas, para assim controlar o seu crescimento. De um modo geral, consideram-se três fases:

1. **fase de estabelecimento**, que inclui a germinação e o crescimento da plântula durante a estado cotiledonar;
2. **fase de rápido crescimento**, quando as plantas têm um crescimento exponencial da parte aérea e que termina quando a altura da planta está próxima da desejada;
3. **fase de atempamento**, quando o crescimento em altura da parte aérea é reduzido e se procura o aumento do calibre e do crescimento radicular.

Durante a **fase de estabelecimento**, o substrato deve humedecer-se, servindo a rega para compensar a água perdida por evaporação na parte superior do contentor, pelo que são de aplicar regas curtas e frequentes.

Na **fase de rápido crescimento**, é cada vez maior a importância da transpiração da planta, pelo que o consumo de água se estende a todo o contentor à medida que se desenvolve o sistema radicular. Por outro lado, a aplicação de fertilizantes nesta fase, em quantidades importantes, implica o aumento da concentração de sais no substrato, pelo que a rega deve ter em conta a necessidade de lixiviar o possível excesso de sais. Neste período existe um elevado consumo de água, devendo a rega compensar este consumo.

Durante a **fase de atempamento**, a gestão da rega é muito importante para parar o crescimento das plantas e atempá-las. Nesta fase há que ter cuidado com a falta de periodicidade da rega, para evitar que os substratos percam demasiada humidade, já que, depois, é extremamente difícil voltar a humedecê-los.

Ao viveirista interessa, sobretudo, saber quando iniciar a rega e qual a quantidade de água a fornecer. Por isso, é de crucial importância monitorizar as necessidades de água para a planta, ao longo da estação de crescimento, porque tanto a falta como o excesso de água podem afectar a qualidade das plantas e, conseqüentemente, o seu comportamento no campo.

ÁGUA EM EXCESSO

O fornecimento de água em abundância durante o Verão promove o crescimento, o que faz com que as plantas continuem a crescer e tenham novos crescimentos nos finais do Verão-início do Outono. O aparecimento destes novos rebentos é prejudicial para as plantas pois são tecidos que ainda não estão atempados e, portanto, são mais sensíveis aos danos causados pelo frio. Por outro lado, este atraso na paragem de crescimento afecta as fases seguintes de entrada em dormência, o que pode afectar a planta e a sua adaptação e sobrevivência após a saída do viveiro.

DEFICIÊNCIA DE ÁGUA

A existência de elevado *stress* hídrico no viveiro também pode ter efeitos negativos sobre a morfologia e fisiologia das plantas. Estes efeitos traduzem-se na inibição de crescimento das raízes e da parte aérea, o que resulta em plantas mais pequenas, com menor proporção de biomassa, menor vigor, ou até mesmo na sua morte.

Assim, para tomar a melhor decisão quanto à condução das regas, é importante que haja um acompanhamento da evolução do teor de humidade do substrato ou do estado hídrico das plantas.

Existem diferentes formas de se obterem os elementos necessários para uma avaliação correcta das necessidades práticas de rega:

- ▶ teor de humidade do substrato, o qual pode ser determinado por observação directa de amostras de substrato ou recorrendo, por exemplo, à utilização de tensiómetros;

- * estado hídrico das plantas, o qual exige o recurso a equipamento mais sofisticado e dispendioso.

5.3.2. QUALIDADE DA ÁGUA PARA REGA

Conhecer a **qualidade** da água é importante, pois algumas águas não servem para regadio. Quando se fala em qualidade da água para rega está-se a pensar, sobretudo, em dois factores:

1. presença de agentes patogénicos (fungos), sementes de infestantes, partículas sólidas e outras contaminações;
2. concentração e composição dos sais nela dissolvidos (salinidade e presença de iões susceptíveis de causar problemas).

Quanto aos agentes patogénicos, sementes de infestantes e outras contaminações, a sua ocorrência é mais frequente quando a água utilizada na rega provém de represas, lagos ou rios.

São exemplos de fungos susceptíveis de vir na água da rega, o *Pythium* e a *Phytophthora*, que podem causar *damping-off*.

Portanto, antes de se escolher um determinado local como fonte de água para regar um viveiro, é aconselhável efectuar análises biológicas para determinar a presença de agentes patogénicos e outras contaminações.

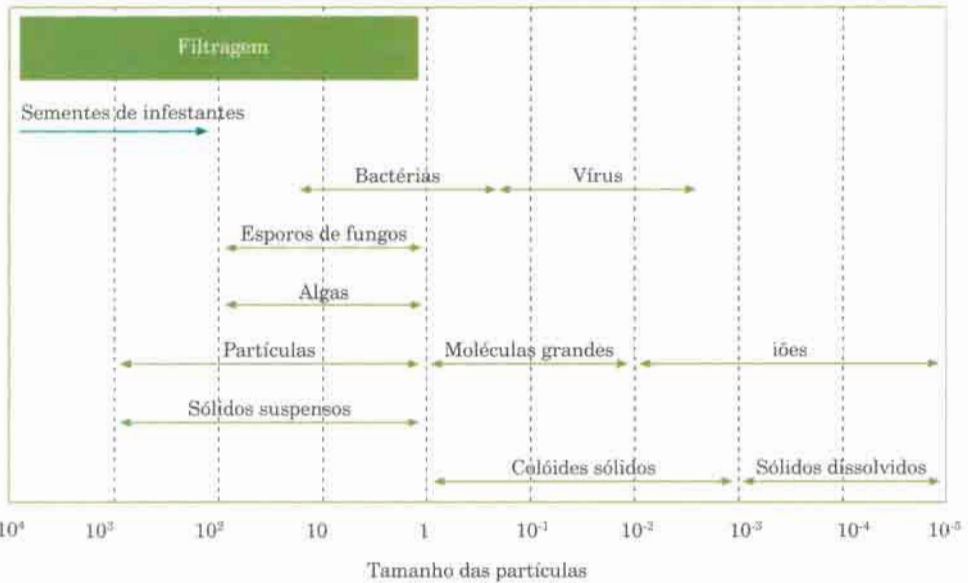
Existem filtros capazes de filtrarem partículas de diferentes tamanhos, indo os mais especializados até tamanhos na ordem de 1 mm de diâmetro (Figura 4).

Quanto à concentração e composição dos sais dissolvidos, a avaliação da qualidade de uma água para rega incide, de um modo geral, sobre os seguintes aspectos:

- a concentração total dos sais dissolvidos (salinidade);
- a concentração de elementos que possam originar problemas, nomeadamente de toxicidade;
- as concentrações relativas do sódio e dos bicarbonatos em relação ao cálcio e ao magnésio.

SALINIDADE

A aplicação sistemática de uma água de rega com grandes quantidades de sais dissolvidos (água salina) a um solo ou substrato pode originar uma acumulação desses sais. As consequências desta acumulação (salinização secundária) serão abordadas no Capítulo 6. Contudo, convém desde já realçar que, nesta situação, as plantas vão ter mais dificuldade em absorver água e nutrientes, surgindo sintomas de emurchecimento e posterior desfoliação.



Adaptado de Landis *et al.* (1989)

Figura 4: Partículas de diversos tamanhos podem ser transportadas pela água da rega

A salinidade de uma água é, mais frequentemente, avaliada através da determinação da sua condutividade eléctrica, cujas unidades mais utilizadas são:

$$\text{mS.cm}^{-1},$$

$$\mu\text{S.cm}^{-1} \quad (1000 \mu\text{S.cm}^{-1} = 1 \text{mS.cm}^{-1})$$

ou

$$\text{mmho.cm}^{-1} \quad (1\text{mmho.cm}^{-1} = 1 \text{mS.cm}^{-1})$$

A avaliação de uma água de rega em função da sua condutividade eléctrica pode ser efectuada recorrendo à Tabela 7.

TABELA 7
Avaliação de uma água de rega em função dos valores de condutividade eléctrica

CONDUTIVIDADE ELÉCTRICA (mS.cm^{-1})	AValiação
< 0,75	Ausência de problemas
0,75-2,0	Problemas crescentes
> 2,0	Problemas graves

Adaptado de FAO (1976)

No caso específico da produção de plantas florestais em contentores, sabendo que algumas das espécies mais produzidas, nomeadamente as coníferas, são sensíveis à salinidade, e atendendo ao facto de que, de um modo geral, as plantas são particularmente sensíveis à salinidade nas fases iniciais do seu desenvolvimento, dever-se-á utilizar, preferencialmente, águas com uma condutividade eléctrica inferior a $0,5 \text{ mS.cm}^{-1}$. Caso apenas se disponha de água com valores de condutividade eléctrica superiores, os riscos de salinização do substrato são maiores, e, uma vez que não existe um processo economicamente viável para reduzir a salinidade de uma água de rega, devem-se tomar medidas que permitam obviar esta situação.

A manutenção dos substratos sempre húmidos, o aumento da porosidade dos substratos utilizados e a utilização de dotações de rega elevadas, que permitam uma lixiviação (lavagem) do substrato e um conseqüente arrastamento de sais, são medidas que, nestes casos, devem ser implementadas.

SÓDIO

Para além do seu efeito na salinização secundária dos substratos, o sódio pode também originar problemas de toxicidade específica nas plantas. A sua acumulação nas folhas pode originar queimaduras e/ou desidratação dos tecidos vegetais. Landis *et al.* (1989) recomendam que a sua concentração, na água de rega de plantas florestais em contentores, não deverá ser superior a 50 mg.L^{-1} (ppm).

Nos substratos em cuja formulação se utilize solo mineral, a acumulação de sódio e aumento da sua concentração relativamente ao cálcio e ao magnésio provoca uma desfloculação dos colóides (ver Capítulo 6) originando problemas ao nível da sua estrutura, conferindo-lhe características físicas desfavoráveis ao desenvolvimento das plantas (redução da permeabilidade, da drenagem e do arejamento).

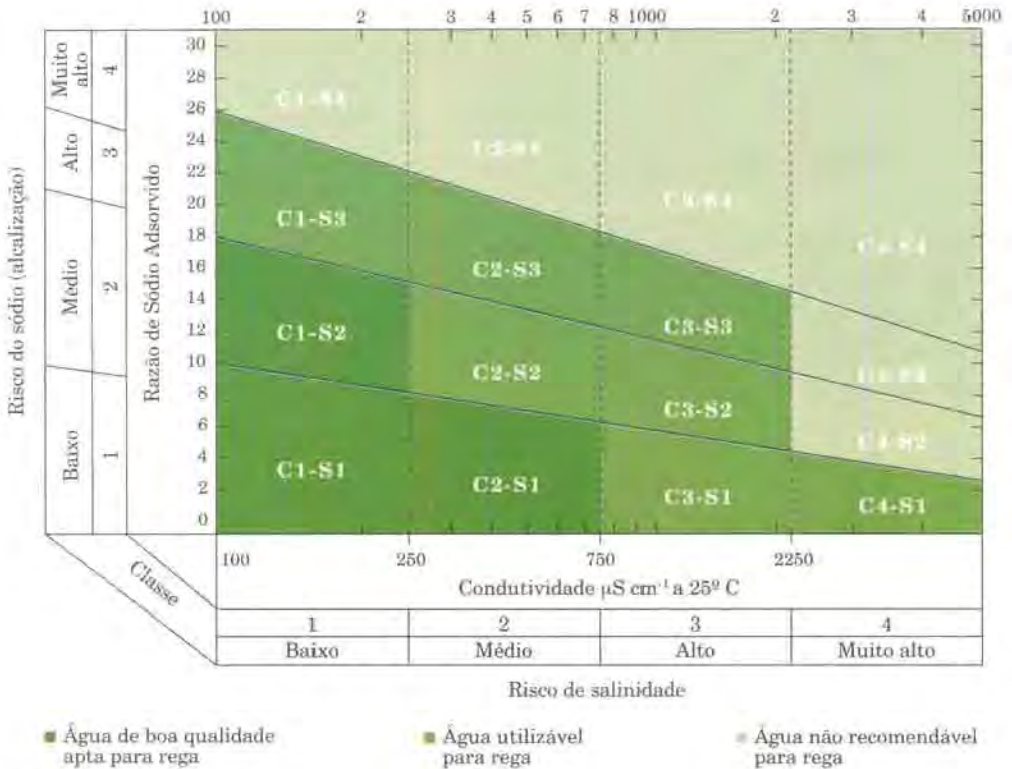
Este efeito do sódio é, usualmente, avaliado através da razão de sódio adsorvido (RSA ou SAR) que é um índice da concentração de sódio relativamente à concentração de cálcio e magnésio. O seu valor é calculado pela expressão seguinte, onde as concentrações são expressas em miliequivalentes por litro (meq.L^{-1})*.

$$\text{SAR} = \frac{[\text{Na}^+]}{\sqrt{\frac{[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]}{2}}}$$

Mais recentemente este índice foi revisto, e a sua determinação passou a ter em conta os carbonatos e os bicarbonatos, designando-se por razão de sódio adsorvido ajustada (RSAaj. ou ASAR).

* $1 \text{ meq Na}^+ \cdot \text{L}^{-1} = 23 \text{ mg Na}^+ \cdot \text{L}^{-1}$;
 $1 \text{ meq Ca}^{2+} \cdot \text{L}^{-1} = 20 \text{ mg Ca}^{2+} \cdot \text{L}^{-1}$;
 $1 \text{ meq Mg}^{2+} \cdot \text{L}^{-1} = 12,2 \text{ mg Mg}^{2+} \cdot \text{L}^{-1}$;
 $1 \text{ meq HCO}_3 \cdot \text{L}^{-1} = 61 \text{ mg HCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$.

Conjugando os valores de condutividade eléctrica e do SAR foi estabelecido o diagrama para a classificação de uma água de rega apresentado na Figura 5.



Adaptado de **Oviedo** (1988)

Figura 5: Diagrama para a classificação de uma água de rega, segundo as normas Riverside

BICARBONATOS

A presença de bicarbonatos em altas concentrações provoca a precipitação do cálcio e do magnésio na forma de carbonatos, baixando a sua concentração e, por consequência, aumentando a concentração relativa do sódio e os riscos associados a este elemento. Para se avaliar os riscos de uma elevada concentração de bicarbonatos determina-se o carbonato de sódio residual (CSR) através da seguinte expressão:

$$\text{CSR} = ([\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]) - ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}])$$

em que a concentração dos iões é expressa em miliequivalentes por litro. A avaliação da água em termos de CSR é feita recorrendo à Tabela 8.

TABELA 8

Avaliação da qualidade de uma água de rega a partir do CSR

CSR (meq.L ⁻¹)	APRECIACÃO
< 1,25	Ausência de problemas
1,25-2,5	Problemas crescentes
> 2,5	Problemas graves

Adaptado de Vasconcelos (1994)

Quando a rega é feita por aspersão, teores elevados de bicarbonatos podem ocasionar a formação de películas de carbonato de cálcio (calcário) nas folhas, as quais, dificultando as trocas gasosas, são prejudiciais ao desenvolvimento das plantas. A Tabela 9 permite avaliar a qualidade de uma água para rega por aspersão, em função do teor de bicarbonatos.

TABELA 9

Avaliação da qualidade de uma água para rega, para uso em aspersão, atendendo ao teor em bicarbonatos

TEOR EM BICARBONATOS		AVALIAÇÃO
mg.L ⁻¹	meq.L ⁻¹	
< 90	< 1,5	Ausência de problemas
90-510	1,5-8,5	Problemas crescentes
> 510	> 8,5	Problemas graves

Adaptado de FAO (1976)

Enquanto para os outros parâmetros que determinam a qualidade de uma água para rega é, de um modo geral, economicamente inviável proceder à sua correcção, o teor de bicarbonatos pode ser reduzido através da acidificação da água para valores de pH de 5,5-6,0. Esta acidificação poderá ser efectuada com ácido fosfórico, ácido sulfúrico ou ácido nítrico.

OUTROS ELEMENTOS

Numa água de rega podem ainda existir outros constituintes susceptíveis de causar problemas ao desenvolvimento das plantas, nomeadamente toxicidade. Entre outros destacam-se os cloretos, sulfatos e boro. Na Tabela 10 apresentam-se os valores máximos recomendados para uma água de rega de boa qualidade e utilizada na produção de plantas florestais em contentores.

Convém realçar que estes limites são francamente inferiores aos valores usualmente recomendados para água de rega em geral. Contudo, a especificidade desta

actividade (que se traduz por produção de plantas num reduzido volume de substrato e, como já foi referido, produção de algumas espécies muito sensíveis à salinidade e a maior susceptibilidade das plantas nas fases iniciais do seu desenvolvimento) justificam uma maior exigência quanto à qualidade da água de rega utilizada.

TABELA 10

Concentração máxima recomendada de cloretos, boro e sulfatos na água de rega de plantas florestais em contentores

CONSTITUINTE	CONCENTRAÇÃO (mg.L ⁻¹)
Cloretos	70
Sulfatos	250
Boro	0,75

Adaptado de Landis *et al.* (1989)

Para além dos elementos referidos justifica-se também a determinação do azoto na forma de nitratos e do potássio. Estas determinações deverão ser efectuadas, não tanto por motivos ligados directamente à qualidade da água, mas para permitirem uma melhor racionalização e optimização da fertilização. De facto, sendo estes elementos nutrientes vegetais, se estiverem presentes em quantidades significativas na água de rega poder-se-á reduzir a sua aplicação na forma de adubo.

5.3.3. SISTEMAS DE REGA

A escolha do sistema de rega depende sobretudo do tamanho do viveiro, do clima local, das características das espécies produzidas, da disponibilidade de mão-de-obra e da capacidade económica para a instalação de sistemas mais sofisticados.

Actualmente, existem sobretudo três tipos de sistemas de rega que podem ser utilizados nos viveiros: rega por aspersão, rega gota-a-gota e subirrigação.

Contudo, a rega por aspersão é a mais utilizada nos viveiros florestais, pois os contentores são demasiado pequenos e numerosos para aplicar a rega gota-a-gota e a subirrigação iria impedir a poda radicular natural no fundo dos contentores.

Na rega por aspersão a água é distribuída sob a forma de «chuva» através de diversos tipos de aspersores. Com este sistema consegue-se:

- regular com alguma precisão a quantidade de água fornecida;
- uma boa uniformidade na distribuição da água;
- uma importante economia de mão-de-obra relativamente a outros sistemas de rega;
- utilizar as instalações de rega para realizar tratamentos fitossanitários, fertirrigação, etc.

Existem variadíssimas formas de instalação de um sistema de rega por aspersão, mas nos viveiros florestais podem referir-se basicamente dois tipos: **sistema móvel** e **sistema fixo**.

Os sistemas móveis

- ▶ Consistem numa rampa de rega com vários aspersores, que se movimenta ao longo da área a regar (Foto 10). Com estes sistemas consegue-se uma distribuição de água mais uniforme relativamente ao sistema fixo, pois a forma como a água é fornecida evita os problemas da distribuição em círculos. Contudo, é um sistema de instalação dispendiosa, e é pouco eficiente na execução de regas para protecção do frio, porque se movimenta de forma bastante lenta, não fornecendo assim uma protecção contínua de toda a área a proteger.



Foto 10 – Rampa de rega (viveiros de Santo Isidro – Pegões)

Os sistemas fixos

- ▶ Consistem na instalação de uma rede de tubagem e saídas de água (aspersores) dispostas espaçadamente, ao longo da área a regar (Foto 11). Estes sistemas são de instalação mais económica e, quando devidamente instalados, podem regar simultaneamente toda a área desejada. Não distribuem a água de forma tão regular como o sistema anterior mas, se forem devidamente planeados e instalados, cumprem bastante bem os objectivos para que são instalados.



Foto 11 – Sistema de rega fixo instalado no viveiro florestal do Bracial – Odemira (Direcção Regional de Agricultura do Alentejo)

A instalação de um sistema de rega fixo deve ser planeada tendo em consideração todos os factores que podem afectar a distribuição uniforme da água, nomeadamente as características dos aspersores, a pressão da água à saída do aspersor, o espaçamento e distribuição dos aspersores pela área a regar e a direcção dos ventos.

Estes aspectos são tanto mais importantes quanto o sistema de rega seja instalado fora das estufas.

Tanto os sistemas móveis como os fixos podem ser equipados com os mais diversos tipos de **aspersores**, os quais devem:

- ▶ evitar as perdas excessivas de água devido à reduzida dimensão das gotas;
- ▶ penetrar através das folhas para chegar ao substrato;
- ▶ evitar a compactação do substrato no caso de gotas demasiado grandes.

Caso não haja um bom planeamento na instalação de um sistema de rega por aspersão, podem surgir alguns problemas como sejam:

- ▶ **distribuição não uniforme**, podendo no entanto evitar-se este problema através de um bom planeamento da rede colocando os aspersores de forma a reduzir ao mínimo os espaços não abrangidos;

- **gotejamento**, depois da rega terminar, devido a permanecer água nos tubos e fazer com que os aspersores fiquem a gotejar, o que poderá atirar as sementes para fora dos contentores ou criar focos de doenças devido ao excesso de humidade. Pode-se corrigir esta situação colocando os aspersores entre os canteiros ou utilizando válvulas antigotejo;
- **bloqueio por geadas**, quando os tubos da água se situam à superfície, podendo ocorrer congelamento da água que impede a realização de novas regas e origina mesmo avarias no sistema de rega.

É do senso comum que, para reduzir ao mínimo as perdas de água por evaporação, as regas devem ser realizadas no início da manhã ou ao entardecer, não sendo de excluir as regas nocturnas. Para a realização destas últimas muito tem contribuído a automatização dos modernos sistemas de rega, os quais possibilitam a programação e execução da rega durante a noite.

Por outro lado, no caso das estufas, para proteger mais as plantas dos agentes patogénicos que se desenvolvem bem em ambientes quentes e húmidos, também são de evitar regas nos períodos mais quentes do dia.

Verifica-se, assim, que o problema da rega é um assunto bastante complexo e deve ser planeado de acordo com as características do viveiro, com as características das espécies e com as condições climatéricas da região.

5.4. ADUBAÇÃO

Tal como acontece com todos os seres vivos, o desenvolvimento das plantas está dependente da sua «alimentação», isto é, das substâncias necessárias ao seu crescimento e consequente produção. O estado nutricional afecta os processos fisiológicos das plantas, assim como a regulação do crescimento, o fluxo de energia e a síntese de compostos orgânicos.

Para além do carbono (C), oxigénio (O) e hidrogénio (H), elementos que são obtidos pelas plantas a partir do ar e da água, estão identificados treze* elementos que são considerados essenciais ao crescimento das plantas e que são designados por nutrientes vegetais. Estes nutrientes são normalmente agrupados em:

▪ **macronutrientes**

elementos que são absorvidos em maiores quantidades e que, estando em conveniente equilíbrio com os restantes elementos, não originam fenómenos de fitotoxicidade. Fazem parte deste grupo o azoto (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e o enxofre (S);

* Actualmente alguns autores já consideram o níquel (Ni) como o 14.º nutriente vegetal.

▪ **micronutrientes**

elementos que são absorvidos em pequenas quantidades pelas plantas, mas quando presentes em excesso podem ser fitotóxicos. Incluem-se neste grupo o ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn), boro (B), molibdénio (Mo) e cloro (Cl).

O sucesso da produção de plantas está, pois, dependente da presença de todos os nutrientes referidos e de um correcto equilíbrio entre eles.

Se na produção vegetal, a adubação é, em geral, um dos principais factores responsáveis pelo adequado crescimento das plantas, na produção de plantas em contentores esta prática cultural é ainda, seguramente, mais importante. De facto, a utilização de substratos com um baixo teor de nutrientes disponíveis (turfas e cascas de pinheiro) e o reduzido volume de substrato explorado pelo sistema radicular das plantas tornam indispensável a aplicação de nutrientes vegetais na forma de adubos.

Para que as adubações produzam os efeitos desejados, e para que os aspectos qualitativos, quantitativos, frequência e modo de aplicação sejam os mais adequados a cada caso concreto, é necessário ter um bom conhecimento dos seguintes aspectos:

- características do substrato, pois as suas características químicas, físicas, hídricas e mesmo biológicas permitem explicar e prever o comportamento dos elementos minerais entre a fase sólida e a solução do substrato. Dada a diversidade de materiais que constituem os substratos, é importante que se façam análises laboratoriais ao substrato antes de se realizar qualquer fertilização (este aspecto será abordado no Capítulo 6);
- necessidades específicas em elementos minerais das diferentes espécies ao longo do seu ciclo vegetativo e dinâmica dos nutrientes entre o substrato e a planta. Estas necessidades podem ser determinadas, em primeira aproximação, por observação visual das plantas e, numa segunda etapa, através de análises laboratoriais ao material vegetal;
- características dos diferentes adubos existentes no mercado, bem como do seu comportamento para cada caso de aplicação específico.

5.4.1. NECESSIDADES ESPECÍFICAS DE NUTRIENTES VEGETAIS

Na produção de plantas florestais em contentores os nutrientes vegetais azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre serão aqueles que se torna necessário fornecer sempre às plantas. No entanto, nunca se deverá excluir a possibilidade de ocorrerem deficiências de micronutrientes, nomeadamente ferro, cobre, zinco, boro e manganês.

De facto, ao contrário do que normalmente acontece nos solos naturais, os substratos usualmente utilizados não têm, na sua composição, micronutrientes em quantidades suficientes para suprir as necessidades das plantas. Verifica-se, também, que os substratos utilizados são, maioritariamente, de natureza orgânica (turfas,

casas) e, por isso, os micronutrientes poderão ser fortemente complexados pela matéria orgânica, ficando por isso menos disponíveis para serem absorvidos.

Por outro lado, quando o pH do substrato utilizado é elevado, estes micronutrientes encontram-se insolubilizados (precipitados) e, por isso, indisponíveis para as plantas. Atenção crescente tem, também, sido prestada ao boro, uma vez que espécies como os pinheiros e o eucalipto parecem ser bastante sensíveis às deficiências deste elemento.

Pelos motivos expostos, deve ser dada maior atenção aos micronutrientes, pois os danos resultantes de carências destes elementos são tão graves como os resultantes da deficiência de um qualquer macronutriente. Contudo, convém chamar a atenção para a possibilidade de, uma vez em excesso, estes micronutrientes podem causar toxicidade às plantas, devendo, por isso, a sua aplicação ser feita de forma racional.

As necessidades nutritivas das plantas estão bastante dependentes da espécie. Quelhas dos Santos (1995), comparando os dois géneros mais produzidos em contentores, *Eucalyptus* e *Pinus*, considera que, em igualdade de outros factores, as necessidades em nutrientes são superiores no eucalipto, em particular as de cálcio e magnésio. Por outro lado, sendo menos sensível à salinidade, o eucalipto suporta maiores adubações que o pinheiro.

Outro aspecto a ter em conta quando se pretende decidir sobre a adubação a efectuar é o tamanho da semente. É frequente observar-se em viveiros florestais, utilizando o mesmo sistema de produção (iguais contentores, substratos e adubações), a obtenção de pinheiros mansos de boa qualidade e pinheiros bravos de qualidade inferior. Este facto poderá dever-se, entre outras razões, às maiores reservas nutritivas existentes na semente do pinheiro manso, enquanto as menores reservas do pinheiro bravo o tornam mais dependente das adubações efectuadas.

Para a maioria das espécies florestais produzidas em contentor em Portugal, parece ainda não existir um conhecimento muito exacto das suas necessidades em nutrientes vegetais. Este facto faz com que, neste sector, as adubações sejam, de um modo geral, efectuadas empiricamente, com base na experiência adquirida ao longo dos anos pelos viveiristas. Nestes casos é importante que exista, ao longo do ciclo de vida da planta no viveiro, uma vigilância permanente das mesmas, no sentido de se detectar algum sinal visual de deficiência ou toxicidade de nutrientes. No Anexo X descrevem-se alguns destes sintomas.

De referir que é muito difícil identificar os sintomas de deficiência ou toxicidade de um determinado nutriente através da análise visual. De facto, os sintomas variam de espécie para espécie e dentro da mesma dependem da idade e estado de desenvolvimento da planta. Por outro lado, os sintomas de deficiência e/ou toxicidade de diferentes elementos poderão ser bastante semelhantes. Os sintomas visuais podem também, muitas vezes, confundir-se com outras causas, como sejam problemas patológicos, tratamentos fitossanitários, problemas fisiológicos ligados a más condições de produção (problemas hídricos ou respiratórios).

Portanto, todos os sintomas visuais devem ser imediatamente confirmados através de análises laboratoriais, tanto do material vegetal como do substrato. Na Tabela 11 apresentam-se alguns valores da composição mineral-padrão de algumas espécies.

TABELA 11
Composição mineral das agulhas, caule e raízes de algumas espécies florestais produzidas em viveiro

ESPÉCIE	PERCENTAGEM		
	N	P	K
<i>Pinus nigra ssp. laricio var. calabrica</i>			
→ agulhas	2,2	0,18	1,6
→ caules	1,4	0,15	1,8
→ raízes	1,7	0,21	1,0
<i>Pinus nigra ssp. laricio var. corsicana</i>			
→ agulhas	1,6	0,18	0,8
→ caules	0,9	0,15	0,7
→ raízes	1,0	0,36	1,0
<i>Cedrus atlantica</i>			
→ agulhas	1,6	0,19	1,2
→ caules	1,3	2,16	0,7
→ raízes	1,4	0,22	0,7
<i>Pinus resinosa</i>			
→ agulhas	2,8	0,31	1,39
→ caules	1,1	0,18	0,86
→ raízes	2,3	0,34	1,35
<i>Eucalyptus globulus</i>			
→ folhas	2,6-3,5	0,15-0,38	1,0-1,5

Adaptado de Rubira e Bueno (1996)

5.4.2. MODO DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS

As técnicas de aplicação de adubos mais utilizadas em viveiros florestais são: fertirrigação, adubação foliar e incorporação de adubos de libertação lenta no substrato.

FERTIRRIGAÇÃO

Nos sistemas de fertirrigação, ou fertirrega, os nutrientes são aplicados às plantas através da água de rega. Por este motivo, torna-se necessário dissolver os adubos na água, utilizando-se, por isso, adubos solúveis ou adubos líquidos (Foto 12).

A solução obtida é designada por solução nutritiva. Nas Tabelas 12 e 13 apresentam-se as principais características dos adubos mais utilizados na preparação de soluções nutritivas.



Foto 12 – Misturador de adubos num sistema de rega no viveiro florestal de Monte Gordo (Direcção Regional de Agricultura do Algarve)

TABELA 12
Solubilidade e teor de macronutrientes dos principais adubos utilizados em fertirrigação

ADUBO	SOLUBILIDADE kg/100 l água	% DE NUTRIENTES					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Sulfato de amônio	71	21	-	-	-	-	24
Nitrato de amônio	118	33,5	-	-	-	-	-
Nitrato de potássio	13	13	-	38	-	-	-
Nitrato de cálcio	102	15,5	-	-	19	-	-
Nitrato de magnésio	-	11	-	-	-	9,5	-
Fosfato monoamônio (MAP)	23	11-12	23-26	-	1	-	3
Fosfato diamônio (DAP)	43	18-21	20-23	-	-	-	-
Fosfato monopotássio (MKP)	33	-	23	28	-	-	-
Fosfato dipotássio (DKP)	167	-	18	45	-	-	-
Úreia	78	46	-	-	-	-	-
Sulfato de magnésio	71	-	-	-	-	10	14
Sulfato de potássio	11	-	-	41,5	-	-	18

Adaptado de Landis *et al.* (1989)

TABELA 13
Composição de alguns sais e quelatos de micronutrientes

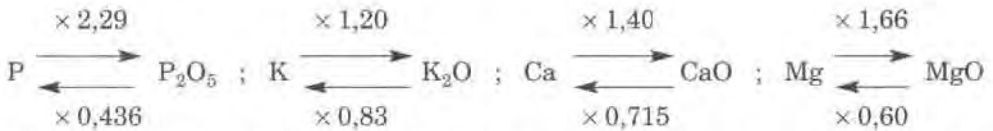
PRODUTO	MICRONUTRIENTE	
	símbolo	%
Sulfato ferroso	Fe	20
Sulfato férrico	Fe	23
Quelatos de ferro*	Fe	5-14
Sulfato de manganês (manganoso)	Mn	24-32
Quelatos de manganês	Mn	9
Sulfato de zinco	Zn	23
Quelatos de zinco*	Zn	9-14
Sulfato de cobre	Cu	25
Quelatos de cobre*	Cu	9-13
Borax	B	11
Ácido bórico	B	18
Solubor	B	21
Molibdato de sódio	Mo	40
Molibdato de amônio	Mo	54

Adaptado de Santos (1995) e Landis *et al.* (1989)

* Existem diferentes quelatos deste elemento.

Os macronutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) são tradicionalmente expressos nos adubos, nas combinações P_2O_5 , K_2O , CaO e MgO . Contudo, nas soluções nutritivas existe uma tendência para serem expressos nos próprios elementos, isto é, P, K, Ca e Mg.

As conversões são efectuadas através da multiplicação pelos seguintes factores:



A concentração de cada nutriente na solução nutritiva e, por consequência, na solução do substrato, é um dos pontos mais importantes na fertirrigação. Se a concentração for demasiado baixa o crescimento é reduzido, enquanto concentrações mais elevadas podem produzir excesso de salinidade que afecta o crescimento e a qualidade das plantas.

O equilíbrio entre os diferentes nutrientes é também importante porque o excesso de alguns pode afectar a absorção e utilização de outros, e porque este equilíbrio afecta também o pH da solução (Figura 6).

DEFICIÊNCIAS OBSERVADAS									CAUSA DA DEFICIÊNCIA: desequilíbrio de nutrientes
S	Ca	Mg	Mn	Fe	B	Cu	Zn	Mo	
●	●	● ●		● ● ●		● ●	●		excesso de azoto excesso de fósforo pouco potássio
	●	●		●	●		●		pouco cálcio excesso de cálcio excesso de magnésio
			● ●	● ●		● ●		●	excesso de manganés excesso de ferro excesso de cobre
	●	●	●	●		● ●		●	pouco zinco excesso de zinco baixo pH
		●	●	●	●	●	●		alto pH excesso de enxofre excesso de sódio
	●	●	●	● ●					excesso de bicarbonatos desequilíbrio entre ferro, cobre e magnésio

Adaptado de Landis *et al.* (1989)

Figura 6: O excesso ou deficiência de determinados nutrientes, assim como diferentes valores de pH podem afectar a disponibilidade de certos nutrientes

A concentração e o equilíbrio de nutrientes na solução nutritiva depende, para além das necessidades específicas da espécie, da periodicidade da fertirrigação e da fase de desenvolvimento da planta.

Relativamente à periodicidade de aplicação, a fertirrigação pode ser constante ou periódica. A fertirrigação constante consiste na aplicação de uma solução diluída de nutrientes em todas as regas, sendo a concentração de nutrientes da solução nutritiva correspondente à concentração que se deseja obter no substrato. A fertirrigação periódica consiste na aplicação de uma solução mais concentrada de acordo com um programa previamente estabelecido: semanalmente; rega sim rega não; etc. Pelo facto de se ter que utilizar soluções nutritivas mais concentradas, o teor de nutrientes no substrato estará sujeito a maiores oscilações do que no caso da fertirrigação constante. Se estas flutuações atingirem níveis extremos, o crescimento das plantas pode ser reduzido devido a deficiências ou toxicidades de nutrientes ou salinidade.

Devido aos diferentes efeitos dos nutrientes vegetais no crescimento e desenvolvimento das plantas, muitos autores recomendam que a composição das soluções nutritivas utilizadas deve ser ajustada às diferentes fases do crescimento das plantas (referidas no ponto 5.3.1.).

Na Tabela 14 apresenta-se a composição de soluções nutritivas a aplicar nas três diferentes fases de crescimento das plantas e para uma aplicação constante em viveiros de espécies florestais, recomendada por Landis (1989) nos EUA mas também utilizada, como padrão, no centro CMF El Serranillo em Espanha.

TABELA 14

Composição de soluções nutritivas a aplicar nas três diferentes fases de crescimento das plantas

	CONCENTRAÇÃO (mg/L)		
	FASE DE ESTABELECIMENTO	FASE DE RÁPIDO CRESCIMENTO	FASE DE ATEMPAMENTO
Macronutrientes			
N	50	150	50
P	100	60	60
K	100	150	150
Ca	80	80	80
Mg	40	40	40
S	60	60	60
Micronutrientes			
Fe	4,00	4,00	4,00
Mn	0,80	0,80	0,80
Zn	0,32	0,32	0,32
Cu	0,15	0,15	0,15
Mo	0,02	0,02	0,02
B	0,50	0,50	0,50

Adaptado de Landis *et al.* (1989)

Sendo uma recomendação de carácter geral, que não entra em conta com a espécie e é estabelecida para condições diferentes das nossas, a sua eventual utilização no viveiro deverá ser precedida de um período de experimentação numa pequena área durante o qual se deve fazer a monitorização das plantas e substratos.

ADUBAÇÃO FOLIAR

Além das raízes, as folhas e os caules também têm capacidade para absorver nutrientes. Por isso, em determinados casos é possível fornecer nutrientes às plantas através de adubações foliares.

Este tipo de fertilização é aplicado, sobretudo, para satisfazer uma forte necessidade em macronutrientes, ou para suprir deficiências temporárias de alguns macro ou micronutrientes.

Quando se recorre a este tipo de adubação, é preciso ter em consideração que existem determinados factores que condicionam a eficácia das adubações foliares (Tabela 15).

TABELA 15

Factores que podem condicionar a eficácia de uma adubação foliar

PLANTA	AMBIENTE	ADUBO
✓ Cera da cutícula	✓ Temperatura	✓ Concentração iónica
✓ Idade da folha	✓ Luz	✓ Taxa de aplicação
✓ Estomas	✓ Fotoperíodo	✓ Técnica de aplicação
✓ Células protectoras	✓ Vento	✓ pH
✓ Lado da folha	✓ Humidade	✓ Polaridade
✓ Pêlos	✓ Seca	✓ Higroscopicidade
✓ Turgescência foliar	✓ Hora do dia	✓ Compostos utilizados e iões acompanhantes
✓ Humidade da superfície	✓ Potencial osmótico do meio onde estão as raízes	✓ Propriedades de aderência
✓ Capacidade de troca catiónica	✓ <i>Stress</i> nutricional	
✓ Espécie		
✓ Estado de desenvolvimento		

Adaptado de Lemaire *et al.* (1989)

A aplicação destes adubos é feita por pulverização foliar e pode ser combinada com a aplicação de pesticidas desde que haja compatibilidade entre os produtos.

A adubação foliar deve ser feita sob determinadas condições, pois se concentrações elevadas de nutrientes favorecem a sua penetração através das folhas, também os riscos de danos por necroses e queimaduras foliares são bastante grandes. Assim, as quantidades a aplicar devem ser limitadas, devendo as soluções de adubos foliares conter em média 0,5 a 1% de sais (5 a 10 gramas/litro) (Tabela 16).

TABELA 16
Concentrações médias de soluções para adubações foliares

NUTRIENTES	PRODUTOS	CONCENTRAÇÃO % (kg/100 litros de água)
Azoto	Ureia	0,2-0,5
	Nitrato de potássio	0,3-0,5
	Nitrato de cálcio	0,3-0,5
Fósforo	Fosfato de amónio	0,2-0,5
	Fosfato de potássio	0,2-0,5
Potássio	Nitrato de potássio	0,5-1
	Sulfato de potássio	1-2
Cálcio	Cloreto de cálcio	0,2-0,5
	Nitrato de cálcio	0,5-1
Magnésio	Nitrato de magnésio	0,5-1
	Sulfato de magnésio	1-2
Enxofre	(ver os sulfatos)	
Ferro	Quelato EDTA	0,05-1
	Sulfato de ferro	1-2
Cobre	Sulfato de cobre	0,5-1
	Quelato de cobre	0,05-1
	Oxicloreto de cobre	0,2-0,5
Zinco	Sulfato de zinco	0,5-1
	Quelato EDTA	0,05-0,1
Manganês	Sulfato de manganês	0,1-0,2
	Quelato EDTA	0,05-0,1
Boro	Solubor	0,05-0,1
	Ácido bórico	0,05-0,1
Molibdênio	Molibdato de amónio	0,05-0,1

Adaptado de **Lemaire et al.** (1989)

Na Tabela 16 apresentam-se as concentrações médias de diferentes adubos utilizáveis em adubações foliares. Caso não exista, no viveiro, experiência quanto à realização deste tipo de adubações, dever-se-á primeiro experimentar numa pequena parcela.

Os danos foliares são menos graves se o pH das soluções for próximo da neutralidade, sendo, por vezes, necessário neutralizar a solução, nomeadamente no caso dos sulfatos.

ADUBOS DE LIBERTAÇÃO LENTA

Por definição, estes adubos podem ser substâncias naturais ou sintéticas que vão libertando progressivamente os nutrientes durante um determinado período de tempo. Os adubos de libertação lenta mais recomendados para viveiros florestais são fundamentalmente de dois tipos:

- **produtos de baixa solubilidade**, os quais são, naturalmente ou como resultado de um tratamento químico, pouco solúveis em água. Estes produtos dissolvem-se lentamente ao longo do ciclo de vida da planta, libertando por isso os nutrientes de uma forma gradual;
- **produtos revestidos ou encapsulados**, correspondem basicamente a adubos idênticos, na sua composição, aos adubos tradicionalmente utilizados, mas tendo como principal diferença o facto de os grânulos de adubo se encontrarem revestidos por uma membrana que impede o contacto directo da água com o adubo. Através de diferentes mecanismos, que dependem do tipo de membrana utilizada, os nutrientes atravessam a membrana de uma forma gradual para o exterior. Este tipo de adubos tem, normalmente, na sua designação comercial o sufixo «cote».

Relativamente aos adubos tradicionais, este tipo de adubos tem algumas vantagens:

- as perdas de nutrientes por lixiviação são reduzidas. Esta vantagem é tanto mais importante quanto mais limitada é a capacidade de troca iónica dos substratos;
- no momento da sua aplicação os riscos de salinidade são reduzidos uma vez que os nutrientes potencialmente assimiláveis pelas plantas não se encontram imediatamente dissolvidos;
- a libertação dos nutrientes está teoricamente melhor adaptada às necessidades da planta, pois o processo de degradação é condicionado por factores do meio (pH, temperatura e humidade) que intervêm igualmente no crescimento da planta;
- a sua utilização implica uma redução considerável de tempo e mão-de-obra.

Também apresentam algumas desvantagens, nomeadamente:

- em determinados casos pode ocorrer uma libertação mais rápida que aquela que está padronizada, por exemplo, para a temperatura (21°C). Uma variação na temperatura de 5°C acima ou abaixo dos 21°C provoca um aumento ou uma redução de 25% na libertação dos nutrientes a partir dos adubos revestidos ou encapsulados;
- quando o processo de degradação está ligado à actividade microbiana, a libertação do azoto pode ser demasiado reduzida no caso de substratos artificiais biologicamente pouco activos;
- não é possível variar o teor de nutrientes do substrato ao longo das diferentes fases de crescimento da planta.

A aplicação destes adubos faz-se, normalmente, no momento da preparação do substrato para enchimento dos contentores. As doses a incorporar podem variar de 1 a 5 kg/m³ de substrato, dependendo do tipo e formulação do adubo comercial, da espécie, do volume do contentor e do seu estado de desenvolvimento.

Convém ainda referir que, qualquer que seja a técnica de aplicação de adubos utilizada no viveiro, as adubações devem ser feitas de forma cautelosa para evitar o excessivo crescimento das plantas, o qual as pode tornar demasiado frágeis e assim suportarem mal o choque de transplantação.

5.5. LEGISLAÇÃO

Segundo a legislação existente, tanto para as espécies com particular interesse para Portugal como para as outras espécies, as plantas e os propágulos de plantas só podem ser comercializados desde que apresentem valor comercial.

Este valor comercial é definido por critérios de natureza morfológica, estado sanitário, idade e dimensões.

5.5.1. PLANTAS

Relativamente às características morfológicas e estado sanitário, as exigências mínimas requeridas para as plantas de **pinheiro bravo**, **pinheiro manso** e **eucalipto-glóbulo** são as seguintes:

- ausência de feridas não cicatrizadas, excepto as que resultem de podas ou da eliminação de flechas supranumerárias;
- não estarem parcial ou totalmente secas;
- não apresentarem caule múltiplo nem curvatura do caule;
- ausência de vários ápices;

- ▶ ramos e caule completamente atempados;
- ▶ gomo terminal são e agulhas ou folhas jovens sem danos;
- ▶ colo não danificado;
- ▶ raiz principal sem torções ou enrolamento e com raízes secundárias abundantes e activas;
- ▶ sistema radicular proporcional ao desenvolvimento da parte aérea;
- ▶ ausência de danos causados por organismos nocivos;
- ▶ ausência de indícios de aquecimento, fermentação ou bolor.

Para as espécies acima referidas a idade e dimensões mínimas exigidas são as que constam nas Tabelas 17 e 18.

TABELA 17

Idade e dimensões mínimas para o pinheiro bravo e pinheiro manso

Espécie	IDADE (meses)	ALTURA (cm)		DIÂMETRO DO COLO (mm)	
	Pinheiro bravo Pinheiro manso	Pinheiro bravo	Pinheiro manso	Pinheiro bravo	Pinheiro manso
Torrão*	4	7	10	2	3
Raiz nua	6	15	15	3	3

* Em saco de polietileno, contentor rígido, *paper-pot* ou outro contentor.

TABELA 18

Idade e dimensões mínimas para o eucalipto-glóbulo

PLANTAS OBTIDAS POR VIA SEMINAL			PLANTAS OBTIDAS POR ESTACA		
IDADE (meses)	ALTURA (centímetros)	DIÂMETRO DO COLO (milímetros)	IDADE (meses)	ALTURA (centímetros)	DIÂMETRO DO COLO (milímetros)
> 3- < 9	> 10- < 40	2	≤ 12	-	-

Relativamente ao **sobreiro**, as características exigidas para a certificação das plantas, no que se refere aos aspectos morfológicos, são:

Parte aérea

- ▶ ausência de feridas não cicatrizadas;
- ▶ presença de ramos e folhas inteiros;
- ▶ ausência de danos causados por organismos nocivos e de indícios de aquecimento, fermentação ou bolor;

- caule completamente atempado e sem curvatura anormal do mesmo;
- apenas um caule a partir da mesma semente;
- ausência de colo danificado.

Parte radicular

- sistema radicular proporcional ao desenvolvimento da parte aérea;
- raiz aprumada bem dotada de raízes secundárias activas;
- ausência de indícios de enrolamento.

Na Tabela 19 indicam-se as dimensões mínimas para o sobreiro, para a idade de um período vegetativo.

TABELA 19
Dimensões mínimas exigidas para a certificação do sobreiro

IDADE (meses)	ALTURA (centímetros)	DIÂMETRO DO COLO (milímetros)
> 5	13	3

Para as espécies consideradas menos relevantes para Portugal (Anexo VII), as exigências relativas às características morfológicas e estado sanitário são as mesmas que as indicadas para as espécies com particular interesse para Portugal.

Quanto à idade e dimensões mínimas, variam com as espécies e, como se trata de uma lista algo exaustiva, não vêm aqui mencionadas, remetendo-se para a referida portaria este tipo de informação.

5.5.2. PROPÁGULOS DE PLANTAS

Quanto aos propágulos de plantas, sejam eles de *Populus* spp. ou de outras espécies, os principais critérios de conformação e estado sanitário são os seguintes:

- lenho atempado e com menos de dois períodos vegetativos;
- ausência de anomalias de forma;
- presença de, pelo menos, dois gomos bem conformados;
- ausência de secções não planas;
- não estarem parcial ou totalmente secos;
- não apresentarem feridas ou a casca separada do lenho;
- não apresentarem danos causados por organismos nocivos, ou qualquer outra alteração que diminua o seu valor para multiplicação;
- ausência de defeitos de conformação ou vigor insuficiente;
- apresentarem idade ou dimensão que os tornem adequados para a multiplicação.

Quanto à idade e dimensões mínimas, remete-se para as respectivas portarias a obtenção deste tipo de informação.

Todos os critérios anteriormente referidos devem ser apreciados em função das espécies ou dos clones considerados.

Convém salientar que as plantas podem apresentar as características anteriormente descritas e portanto serem passíveis de certificação e, no entanto, quando chegam ao local da plantação apresentarem um valor cultural muito fraco por terem perdido a sua vitalidade. Esta perda de vitalidade pode dever-se, por exemplo, a uma:

1. exposição prolongada das raízes à acção dessecante do vento ou sol, durante o transporte do viveiro para o local definitivo;
2. deficiência na embalagem das plantas ou transporte muito prolongado que pode provocar fermentações nocivas para as plantas.

Deve ter-se sempre presente que a qualidade das plantas está assegurada à data da emissão do certificado. Após esta data, a simples existência desse certificado não garante que as plantas estejam em condições de serem utilizadas.

Deverá ser preocupação do utilizador confirmar a qualidade das plantas que vai adquirir.



6 SUBSTRATOS

Quando se produzem plantas dentro de um recipiente (vasos, sacos de plástico, contentores rígidos, etc.) o desenvolvimento das suas raízes, ao contrário do que acontece em pleno campo, é limitado pelo pequeno volume do recipiente utilizado.

Este facto faz com que as exigências das plantas relativamente à capacidade de retenção de água, arejamento e disponibilidade de nutrientes do substrato de cultivo sejam muito mais intensas do que as que teriam se fossem cultivadas em pleno campo, onde o volume de solo disponível é, teoricamente, ilimitado. Por tal motivo, o tipo de substrato utilizado é, obrigatoriamente, de grande importância.

Assim, os solos minerais, inicialmente utilizados na produção deste tipo de plantas, foram sendo gradualmente substituídos por outros materiais, predominantemente de natureza orgânica, cujas características satisfazem de forma mais adequada as exigências das plantas envasadas. Entre estes materiais, a turfa tem sido o mais utilizado, principalmente devido às suas características físicas (arejamento e retenção de água).

De facto, a turfa é, em Portugal, o principal componente dos substratos mais utilizados na produção de plantas em vasos e contentores. Contudo, a turfa é importada dos países do Norte da Europa e, recentemente, tem-se verificado uma certa degradação das propriedades das turfas disponíveis e um aumento substancial do seu preço.

Por outro lado, verifica-se que a turfa é um recurso natural não renovável e finito, sendo cada vez maior a preocupação sobre os danos ambientais provocados pela sua extracção em larga escala. Influentes organizações de defesa do ambiente têm exercido fortes pressões no sentido de se reduzir, ou cessar mesmo, a exploração de turfeiras, sendo de prever que, a médio prazo, exista uma redução das disponibilidades de turfa e, por consequência, um aumento do seu preço.

Por este motivo, materiais alternativos disponíveis localmente em quantidade e de baixo preço, susceptíveis de substituir a turfa, em parte ou na totalidade, têm sido experimentados, nomeadamente cascas de pinheiro e de eucalipto. Contudo, a falta de homogeneidade e a variabilidade das suas características fazem com que seja necessário efectuar um controlo permanente das propriedades destes «novos» materiais.

As características que devem ser controladas são as que estão directamente relacionadas com:

- ▶ **retenção de água e arejamento**, nomeadamente porosidade total, porosidade livre e volume de água disponível;
- ▶ **nutrição das plantas**, nomeadamente capacidade de troca, pH, salinidade e disponibilidade de nutrientes;
- ▶ **estabilidade dos materiais**.

As principais propriedades que um substrato deve apresentar para proporcionar um bom desenvolvimento às plantas serão a seguir tratadas de forma mais exaustiva.

6.1. PROPRIEDADES DOS SUBSTRATOS

Os substratos utilizados na produção de plantas em vasos ou contentores, para além de servirem de suporte à planta, são responsáveis pelo fornecimento de ar, água e nutrientes, verificando-se que um conveniente equilíbrio entre estes três «elementos» constitui, seguramente, o principal factor responsável pelo sucesso da produção de plantas.

De facto, se as proporções destes componentes não forem as adequadas, o desenvolvimento vegetal poderá ser afectado devido a fenómenos de:

- ▶ **asfixia**, devido à falta de oxigénio, o que impede a respiração das raízes e microrganismos presentes no substrato;
- ▶ **desidratação**, devido à falta de água;
- ▶ **excesso, carência ou desequilíbrio de nutrientes**, o que limita o crescimento.

Um substrato é formado por uma **fase sólida** que constitui uma espécie de malha no interior da qual se encontram os **poros**. Estes poros estão ocupados pelas fases:

- ▶ líquida (água), que contém elementos minerais em solução;
- ▶ gasosa (ar), cuja composição depende das trocas com a atmosfera, da actividade do sistema radicular e dos microrganismos existentes no substrato.

Cada uma destas fases tem uma função própria:

- ▶ a **fase sólida** – garante o suporte do sistema radicular e a estabilidade da planta;
- ▶ a **fase líquida** – assegura o fornecimento de água e nutrientes à planta;
- ▶ a **fase gasosa** – assegura as transferências de oxigénio e dióxido de carbono intervenientes na respiração radicular e microbiana.

A proporção entre a fase sólida, líquida e gasosa num substrato, para além de depender de factores externos ao substrato (pluviosidade ou rega, forma e dimensões do vaso, etc.) depende, sobretudo, das características dos materiais que o constituem.

Por este motivo, sempre que se pretende utilizar um determinado material como substrato, ou introduzir um novo componente na sua formulação, é importante avaliar as suas propriedades **físicas** (relacionadas com a retenção de água e arejamento), **químicas** (relacionadas com a nutrição vegetal) e **biológicas** (relacionadas com o desenvolvimento microbiano e estabilidade do material), de modo a verificar se será previsível a ocorrência de fenómenos limitantes do desenvolvimento das plantas.

6.1.1. PROPRIEDADES FÍSICAS

Os principais factores de natureza física que afectam o desenvolvimento das plantas estão associados às condições hídricas e de arejamento do substrato. Estes factores não só condicionam a disponibilidade de água e de ar, como também afectam as propriedades térmicas, a actividade biológica e a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Deste modo, para cumprirem correctamente as suas funções de regulação e fornecimento de água e ar às plantas, os substratos devem possuir:

- uma elevada porosidade;
- uma elevada capacidade de retenção de água;
- uma rápida drenagem;
- um bom arejamento.

A avaliação da adaptabilidade, do ponto de vista físico, de um material para ser utilizado como substrato é, de um modo geral, efectuada através da determinação da porosidade total do material e da sua repartição entre a fase líquida e a fase gasosa, isto é, através da determinação da capacidade de retenção de água e da porosidade ocupada por ar (arejamento).

POROSIDADE TOTAL

A porosidade total de um substrato é a percentagem do seu volume que não se encontra ocupada pela fase sólida, isto é, o quociente entre o volume de poros (V_p) e o volume total (V_t) que o substrato ocupa dentro do contentor em que se encontra (Figura 7):

$$Pt = \frac{V_p}{V_t} \times 100$$

Sendo estes poros (porosidade total) os responsáveis pela retenção de água e pelo arejamento do substrato, uma **elevada porosidade** total apresenta, teoricamente, como potencial vantagem, o facto de permitir, simultaneamente, a **retenção de uma elevada quantidade de água** e um **bom arejamento**.

A porosidade total dos vários materiais utilizados na formulação de substratos varia entre 30% no caso dos solos compactados até 95% no caso de algumas turfas (Tabela 20).

Atendendo às especificidades anteriormente referidas para este tipo de culturas, nomeadamente o reduzido volume disponível para o desenvolvimento radicular e as necessidades de água e arejamento, é recomendável que a **porosidade total** de um substrato seja **superior a 85%**.

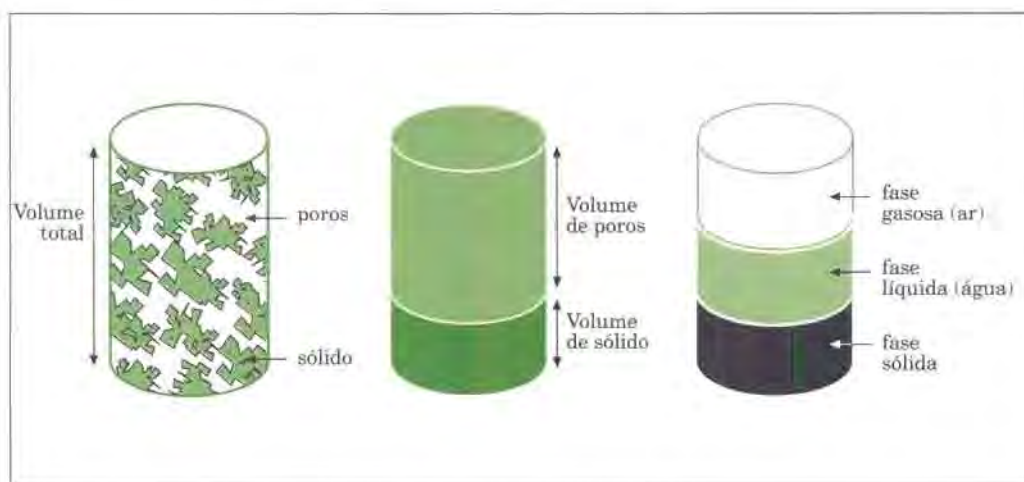


Figura 7: Representação esquemática do conceito de porosidade total

TABELA 20
Valores médios da porosidade total de alguns materiais utilizados como substrato

MATERIAIS	POROSIDADE (%)
Turfa loura	92
Turfa negra	88
Cascas	85
Areia grosseira	88
Gravilha	42
Terra argilosa	45
Lã de rocha	95
Perlite	96,4
Vermiculite	95,4

Adaptado de Lemaire *et al.* (1989)

RETENÇÃO DE ÁGUA E AREJAMENTO

A absorção de água pelas plantas está dependente dos seguintes factores:

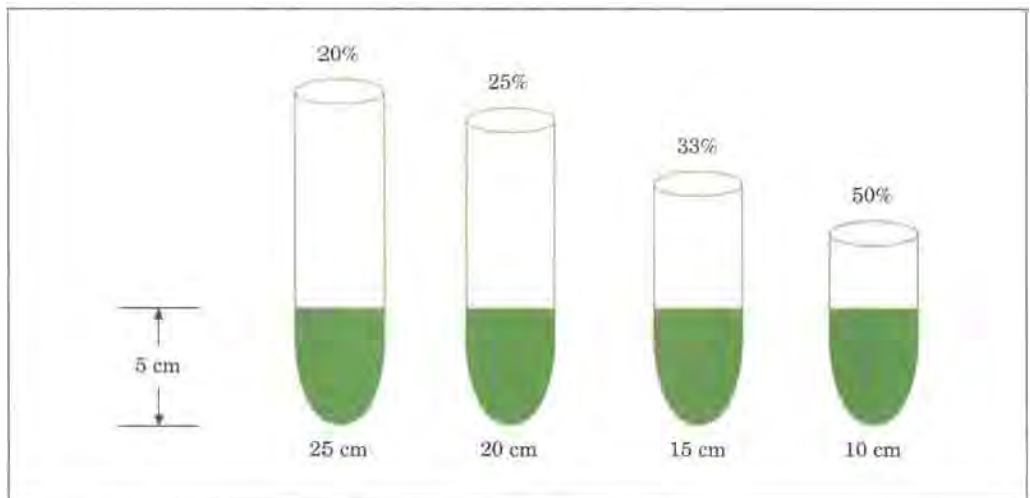
- características das próprias plantas, nomeadamente da actividade do seu sistema radicular e das suas características morfológicas;
- condições climáticas, que determinam as exigências de água;
- propriedades do próprio substrato, que determinam a maior ou menor disponibilidade de água ao nível da raiz.

A quantidade máxima de água retida por um substrato, num recipiente de cultura (vaso, contentor, etc.), após saturação e drenagem livre, em condições bem definidas, designa-se por **capacidade em contentor (CC)**.

Este conceito de capacidade em contentor pode ser comparado ao conceito de capacidade de campo utilizado nos solos. Contudo, ao contrário do que acontece nos solos, o contentor, pela sua configuração, provoca uma quebra da continuidade do substrato, o que não acontece no perfil normal de um solo.

Esta quebra de continuidade provoca o aparecimento de uma camada de substrato completamente saturada de água (todos os poros preenchidos de água) na base do contentor, a qual persiste após a drenagem livre.

Verifica-se, assim, que quanto menor for a altura do contentor maior será a proporção da camada saturada de água no volume total de substrato. Deste modo, quanto menor for a altura do contentor maior será a quantidade de água retida e menor o arejamento (Figura 8).



Adaptado de Handreck e Black (1994)

Figura 8: Percentagem da altura da camada saturada de água na altura total do contentor

Apesar da **capacidade em contentor** depender do tipo de contentor utilizado, é possível estimar o seu valor laboratorialmente através da determinação do teor de água que fica retido pelo substrato após a aplicação de uma força de extracção (pressão ou sucção) de 10 cm de água (**pF 1**)*.

O conhecimento do valor da CC (água retida a pF 1) de determinado substrato não nos fornece, por si só, qualquer indicação sobre qual a porção da água retida pelo substrato que pode ser absorvida, isto é, qual a quantidade de água disponível para as plantas.

De facto, se os poros do substrato forem de uma dimensão muito reduzida, a água pode ser retida por uma força muito elevada, superior à «sucção» exercida pela planta, não sendo por isso absorvida.

Assim, é de todo o interesse conhecer a quantidade de água que é retida por um substrato entre dois limites:

- um limite superior correspondente à quantidade máxima de água retida pelo substrato (capacidade em contentor);
- um limite inferior que corresponde à quantidade mínima de água retida pelo substrato, abaixo do qual existe uma redução do crescimento da planta, mesmo que não ocorram fenómenos de emurchecimento.

Deste modo, em função dos limites referidos anteriormente, podem definir-se os seguintes parâmetros (Figura 9):

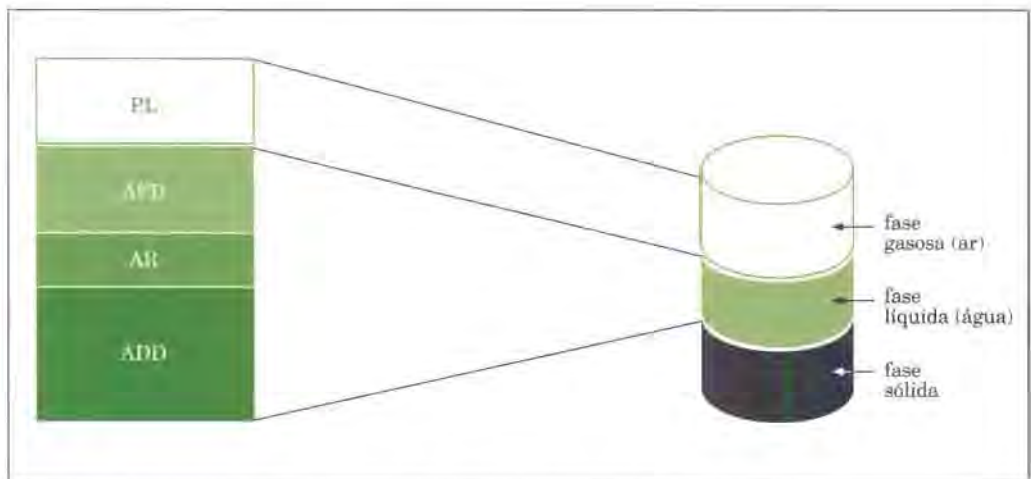


Figura 9: Representação esquemática das disponibilidades de água num substrato

* **pF** é o logaritmo da altura, em centímetros, da coluna de água que exerce pressão equivalente à força de retenção ou atracção do substrato para a água (Costa, 1974); 10 cm de água = 1 kpa.

▸ **Água facilmente disponível (AFD)**

É o volume de água, expresso em percentagem do volume total de substrato, que pode ser facilmente absorvido pelas plantas. Este valor é determinado laboratorialmente e corresponde ao volume de água (%) libertado pelo substrato, quando a força de extracção que lhe é aplicada aumenta de 10 (pF 1) para 50 cm de água (pF 1,7).

▸ **Água de reserva (AR)**

É o volume de água, expresso em percentagem do volume total de substrato, que, estando menos disponível, ainda pode ser absorvido pelas plantas em situações de *stress*, sendo por isso designada, também, como poder tampão do potencial hídrico ou capacidade tampão. Este valor corresponde ao volume de água libertado pelo substrato, quando a força de extracção aumenta de 50 (pF 1,7) para 100 cm de água (pF 2).

▸ **Água disponível (AD)**

É o volume de água, expresso em percentagem do volume total de substrato, que pode ser absorvido pelas plantas, e corresponde à soma da água de reserva com a água facilmente disponível.

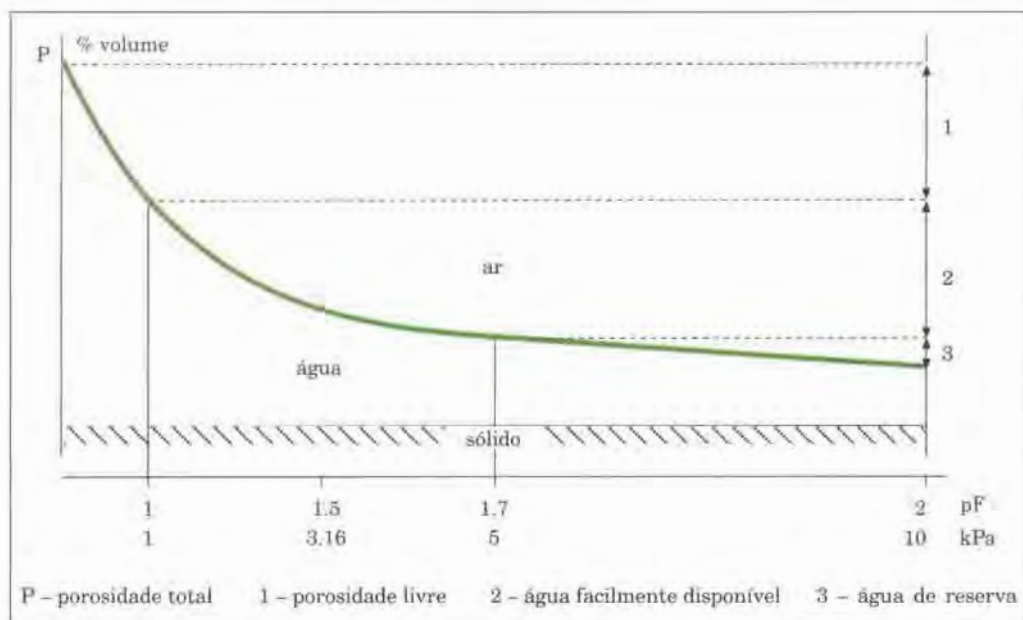
▸ **Água dificilmente disponível (ADD)**

Água retida a forças de retenção superiores a 100 cm de água. Na prática não significa que não possa ser absorvida pela planta. Contudo, a sua utilização implicará um elevado gasto energético por parte da planta, o que provocará uma redução do crescimento.

▸ **Porosidade livre a pF 1 ou volume de ar a pF 1 (PL)**

É o volume de poros, expresso em percentagem do volume total de substrato, que se encontra preenchido por ar nas condições de pF 1 e que, deste modo, contribui para as trocas gasosas do substrato. Corresponde à diferença entre a porosidade total e o volume de água (%) retido pelo substrato a pF 1.

Na Figura 10 pode-se observar a variação da quantidade de água, expressa em percentagem do volume total de substrato, retida por esse substrato em função da força de sucção aplicada. Com base nesta representação (designada por curva de desorção, curva de libertação de água ou curva de pF) podem-se determinar os parâmetros atrás indicados.



Adaptado de Lemaire *et al.* (1989)

Figura 10: Interpretação da «curva de pF» de um substrato

Na Tabela 21 apresentam-se valores médios da retenção de água, após equilíbrio a diferentes forças de extracção, de vários materiais normalmente utilizados na preparação de substratos.

Em termos gerais, considera-se que o óptimo desenvolvimento das plantas se obtém quando o substrato tem 20 a 30% de água facilmente disponível, 4 a 10% de água de reserva e uma porosidade livre a pF 1 superior a 20% (Figura 11).

TABELA 21

Porosidade total e capacidade de retenção de água a pF 1, pF 1,7 e pF 2 (% em volume) de diferentes materiais utilizados, frequentemente, na formulação de substratos

MATERIAIS	POROSIDADE TOTAL % (v. v ⁻¹)	RETENÇÃO DE ÁGUA (%)		
		pF 1	pF 1,7	pF 2
Turfa, clara, grosseira	97	48	23	18
Turfa, clara, média	96	70	39	29
Turfa, escura, fina	93	83	52	43
Turfa, negra	85-92	75-89	42-60	36-44
Casca de pinheiro, < 10 mm	89	34	-	24
Casca de pinheiro, > 10 mm	89	27	-	24
Casca de pinheiro	78	39	27	24
Casca de folhosas	83	53	42	38
Folhada de pinheiro	87-89	51-75	32-45	29-41
Folhada de carvalho	87	50	34	30
Serradura de pinho	83-86	39-44	28-33	23-31
Resíduo de madeira compostada	81-89	54-62	-	38-48
Fibra de coco	95	56	40	35
Lamas	76	65	59	58
Perlite, extrafina	53	48	46	45
Perlite, fina	82	81	74	50
Perlite, média	97	77	37	28
Perlite, grosseira	91	23	19	18
Vermiculite, fina	94	86	49	-
Vermiculite, grosseira	96	60	53	-
Argila expandida, 0-4 mm	74	15	11	10
Argila expandida, 4-10 mm	84	7	6	6
Argila expandida, 10-16 mm	87	9	8	8
Lã de rocha	97	62	3	3
Poliuretano	93	5	4	4
Pumice	74	28	17	13
Substrato ideal *	> 85	55-70	31-40	25-31
Substrato ideal **	> 85	55-65	20-45	15-41

Adaptado de Heiskanen (1993)

* Abad *et al.* (1989)

** De Boodt *et al.* (1972)

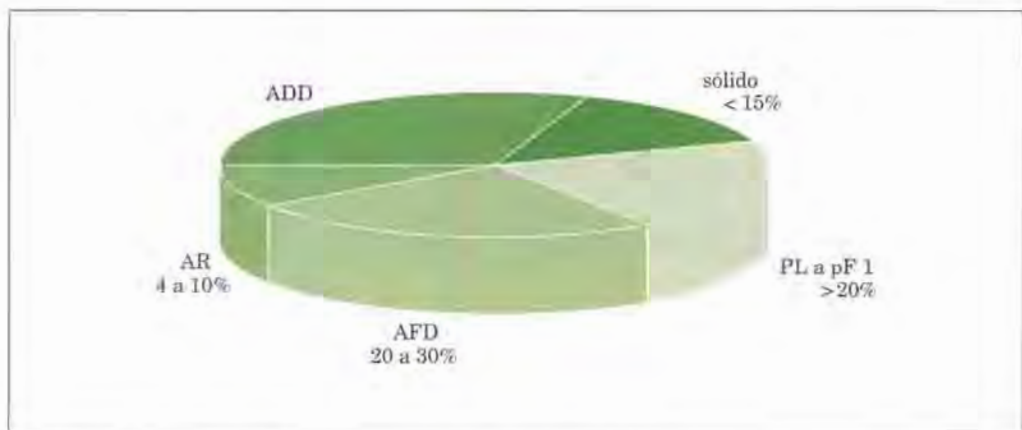


Figura 11: Características físicas recomendadas para um substrato

INFLUÊNCIA DE ALGUNS MATERIAIS NO AREJAMENTO DOS SUBSTRATOS

Alguns dos materiais potencialmente utilizáveis na formulação de substratos, devido à baixa porosidade livre, provocam problemas de má drenagem e asfixia radicular. Nestas situações é frequente a adição de outros materiais que melhorem as condições de arejamento do substrato.

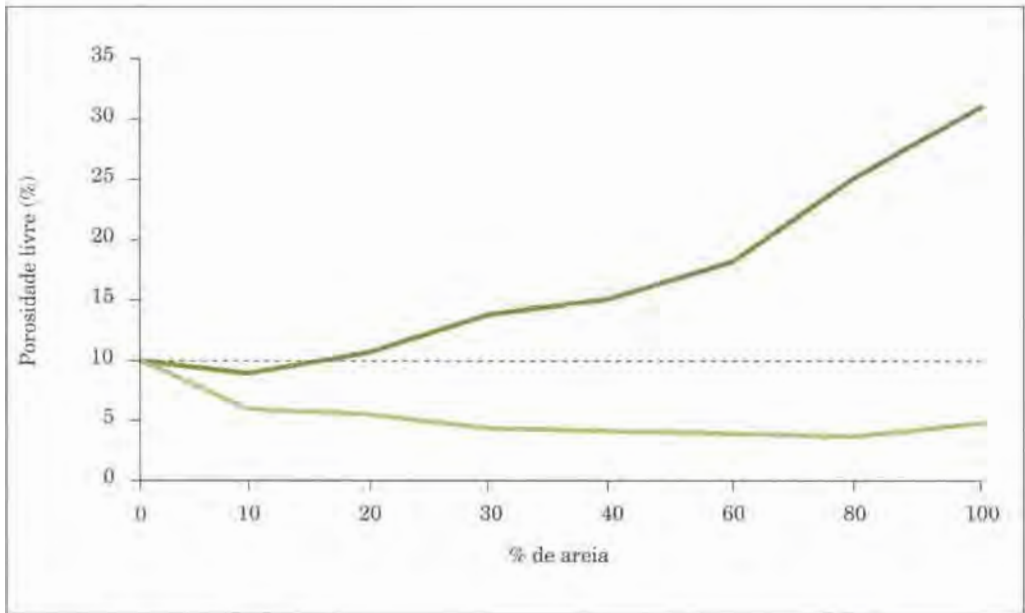
Um dos materiais que, tradicionalmente, é incorporado em substratos para melhorar o seu arejamento é a areia. Verifica-se que o efeito da areia sobre as propriedades físicas dos substratos depende bastante da sua granulometria (Figura 12).

Trabalhos efectuados por Bragg e Chambers (1988) mostraram que a adição de 10% de areia com diâmetro inferior a 1 mm a uma turfa fez baixar a sua porosidade livre de 10,1 para 6,4% (decréscimo de 40%), tendência esta que se manteve com o aumento da percentagem de areia fina adicionada. Este efeito pode ser atribuído a dois factores:

- compressão do substrato provocada pela maior densidade da areia fina, diminuindo o volume total de poros e, sobretudo, o volume dos poros de maior dimensão;
- bloqueamento dos poros de maior dimensão da turfa por parte das pequenas partículas de areia que vão colocar-se no interior dos macroporos (responsáveis pela drenagem e arejamento) reduzindo o seu volume.

Quando se utiliza areia com um diâmetro superior a 1 mm os resultados obtidos são bastante diferentes. A adição de uma pequena quantidade (10%) provoca uma ligeira redução na porosidade livre, devido ao efeito de compressão, mas à medida que a percentagem de areia grosseira aumenta a porosidade livre também aumenta

(Figura 12). Em ambos os casos a adição de areia provoca uma redução acentuada da porosidade total da mistura.

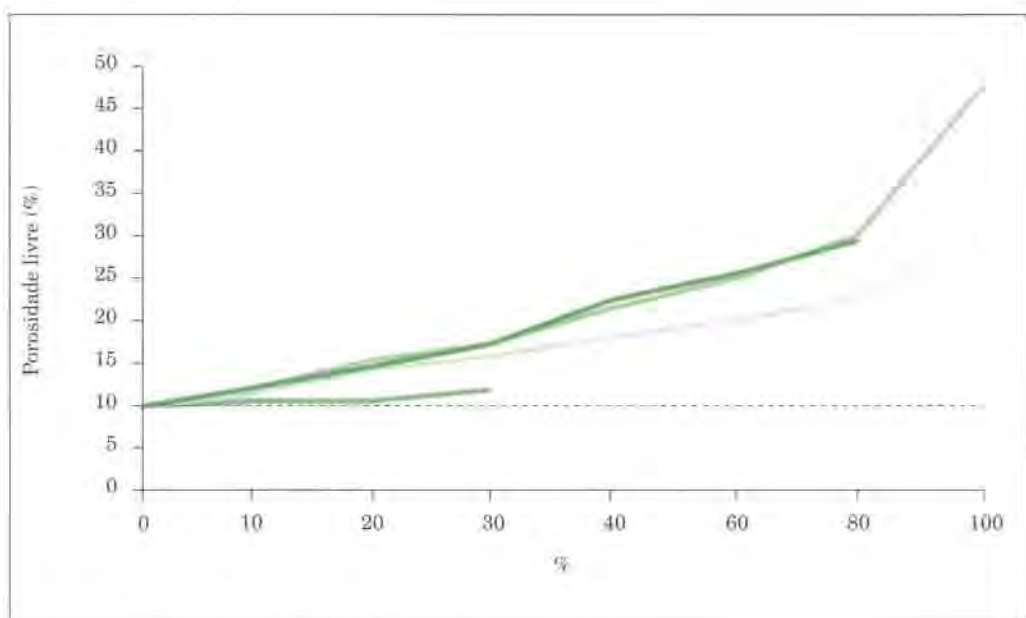


Adaptado de Bragg e Chambers (1988)

Figura 12: Efeito de diferentes percentagens de areia com diâmetro superior a 1 mm (■) e areia com diâmetro inferior a 1 mm (■) na porosidade livre de uma turfa (-)

Para além do diâmetro, a forma das partículas tem uma grande influência na porosidade livre. Comparando o efeito da casca de pinheiro com o efeito da casca de choupo e lárice, com uma granulometria idêntica, verifica-se que a forma de «placa» das partículas de casca de pinheiro, com uma estrutura mais aberta, provoca maiores aumentos na porosidade livre do que a casca de choupo e lárice, cujas partículas são mais «filamentosas» (Figura 13).

A lâ de rocha e a perlite provocam aumentos significativos e da mesma ordem de grandeza na porosidade livre. Contudo, o tipo de poros formados é bastante diferente. A perlite e as cascas, devido à sua forma, criam poros preenchidos com ar à volta das partículas, enquanto a lâ de rocha, filamentososa, possui poros no seu interior. Ao contrário da areia, nenhum destes materiais provoca compactação.



Adaptado de **Bragg e Chambers** (1988)

Figura 13: Efeito de diferentes percentagens de perlite (■), lã de rocha (■), casca de pinheiro (-) e casca de choupo (■) na porosidade livre de uma turfa (-)

EFEITO DA COMPACTAÇÃO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SUBSTRATOS

Em culturas envasadas é frequente a ocorrência de fenômenos de compactação do substrato. Esta compactação pode ter diferentes origens:

- impacto da água de rega sobre o substrato;
- «compactação» do substrato, provocada pelos operadores quando se procede ao enchimento dos contentores;
- diminuição de volume que ocorre em situações de secagem do substrato (este fenómeno é bastante frequente em certos materiais orgânicos que, à medida que perdem água, vão diminuindo o seu volume; perdas de 20% do volume inicial são frequentes em algumas turfas, verificando-se que, em algumas situações, estas reduções de volume são irreversíveis);
- decomposição de materiais orgânicos pouco estabilizados existentes no substrato, a qual provoca uma perda de rigidez e de fibrosidade;
- segregação de partículas de menores dimensões que se acumulam no fundo do vaso, provocando o aparecimento de uma zona pouco permeável e mal arejada.

A compactação tem vários efeitos nas propriedades físicas e biológicas dos substratos. Assim, provoca uma acentuada redução da porosidade total do substrato a qual se deve, sobretudo, a uma redução do volume dos poros de grandes dimensões responsáveis pela drenagem e arejamento. A redução do volume destes poros faz com que, a partir de certos limites, se comecem a desenvolver fenómenos de capilaridade passando estes, também, a contribuir para a retenção de água.

Assim, a compactação provoca uma redução da porosidade total, aumenta a capacidade de retenção hídrica e, por consequência, reduz a porosidade preenchida por ar, responsável pelo arejamento e drenagem dos substratos (Tabela 22).

TABELA 22

Efeito de diferentes graus de compactação na porosidade, densidade aparente e retenção de água de um substrato

NÍVEL DE COMPACTAÇÃO	POROSIDADE TOTAL (%)	MASSA VOLÚMICA APARENTE (g.cm ⁻³)	POROSIDADE COM AR (%)	RETENÇÃO DE ÁGUA (%)
Nula ↓ Máxima	58	1,13	42	16
	54	1,23	37	17
	50	1,33	30	20
	46	1,43	28	18
	42	1,54	24	18
	38	1,64	19	19
	34	1,74	9	25

Adaptado de Miner (1994)

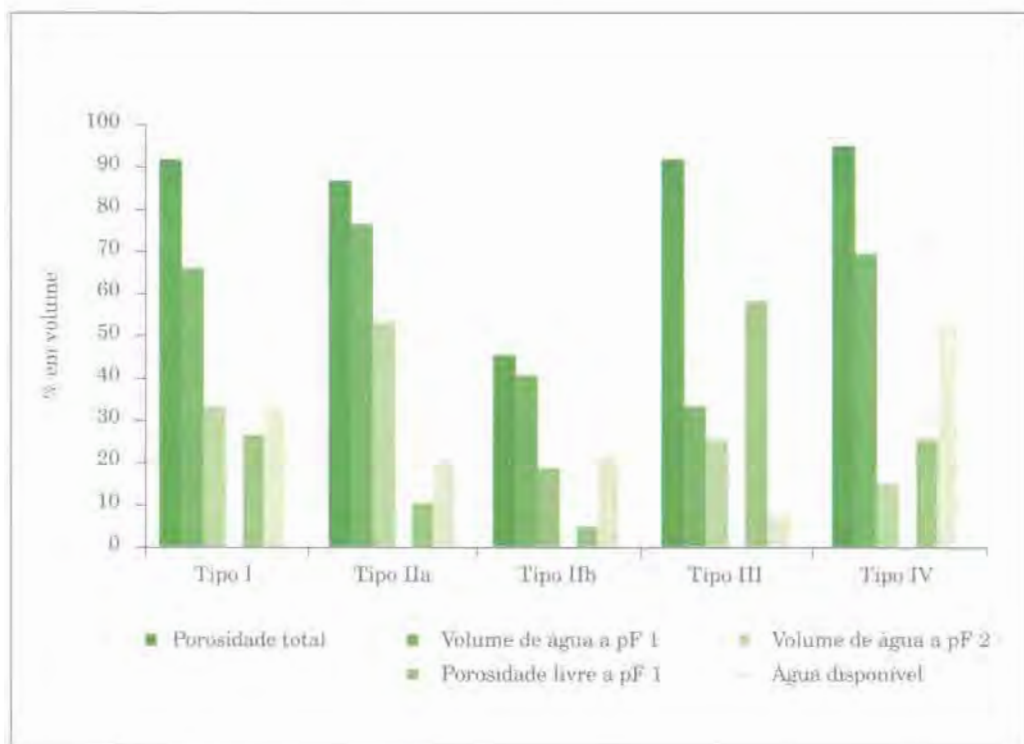
Uma compactação moderada do substrato, e desde que as condições de arejamento estejam garantidas, poderá ter consequências benéficas, uma vez que o teor de água disponível aumenta. Contudo, em situações de compactação mais intensa existe uma acentuada redução do crescimento das plantas, a qual pode ser atribuída aos seguintes fenómenos:

- redução excessiva da porosidade livre, surgindo situações de má drenagem e asfixia radicular;
- redução da água disponível para as plantas, pois existe uma redução do volume dos poros responsáveis pela retenção de água, aumentando desta forma as forças de retenção de água pela fase sólida;
- aumento da concentração dos sais, uma vez que o volume de substrato é menor. A aplicação de uma mesma quantidade de adubos ao substrato fará com que a concentração de sais por unidade de volume de substrato seja maior;
- restrições à penetração das raízes, devido ao menor diâmetro e maior rigidez dos poros;

- redução da taxa de mineralização de azoto orgânico, pois as condições do meio deixam de ser favoráveis ao desenvolvimento dos microrganismos responsáveis por esta mineralização.

CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATOS, COM BASE NAS SUAS PROPRIEDADES FÍSICAS

Com base na porosidade livre a pF 1, disponibilidade de água e água de reserva, é possível classificar os materiais mais frequentemente utilizados na formulação de substratos em quatro tipos, cujas principais características se apresentam na Figura 14.



Adaptado de Brun (1993).

Figura 14: Características físicas dos principais tipos de substratos.

Tipo I

Corresponde a materiais com uma elevada porosidade total (> 85%), com uma porosidade livre a pF 1 elevada (> 20%) e uma disponibilidade de água também elevada (> 25%). Este tipo corresponderá ao que podemos chamar «o substrato ideal». Estas características podem ser encontradas em algumas turfas de esfagno, muito fibro-

sas, e em misturas de materiais com uma elevada capacidade de retenção hídrica (turfas em geral e polímeros hidro-retentores) com materiais de granulometria grosseira (perlite, cascas não compostadas, etc.). Os substratos com estas características permitem uma grande maleabilidade na condução da irrigação. De facto, devido à elevada porosidade livre a pF 1, **não são de recear problemas de asfixia radicular em situação de excesso de água, e a disponibilidade de água permite que as plantas suportem longos períodos sem irrigação.**

Tipo II

Dentro deste grupo podem encontrar-se dois tipos de materiais:

II a) Materiais com uma porosidade total média a alta (entre 80 e 90%) e uma capacidade de retenção de água elevada, mas com arejamento deficiente (< 20%) e uma disponibilidade de água inferior a 20%, uma vez que esta se encontra fortemente retida e, por isso, pouco disponível. Estas características encontram-se nas turfas evoluídas (com elevada decomposição) e em materiais de natureza orgânica bastante decompostos ou com uma granulometria fina (cascas, estrumes e outros resíduos compostados).

II b) Materiais, como as areias, com características semelhantes às anteriormente referidas, com excepção da porosidade que neste caso é baixa, e com uma reduzida capacidade de retenção de água abaixo de pF 1,7.

Neste tipo de substrato existe um **risco elevado de asfixia radicular se a irrigação for excessiva**. Devido à disponibilidade de água não muito elevada, as regas deverão ser mais frequentes.

Tipo III

Nesta categoria encontram-se os materiais de natureza grosseira, de porosidade muito variável, mas com uma reduzida microporosidade, verificando-se, por isso, que a quantidade de água retida a pF 1 é muito baixa.

Encontram-se vários materiais nesta categoria: cascas grosseiras ou pouco compostadas, perlite, argila expandida, gravilhas, etc. Todos estes materiais são utilizados, principalmente, **em misturas com os materiais do grupo anterior, de modo a melhorar o seu arejamento; caso contrário, a sua utilização obrigaria à realização de um número muito elevado de regas com uma pequena dotação de rega.**

Tipo IV

Materiais com um bom arejamento, elevada disponibilidade de água, mas com uma reduzida reserva de água abaixo de pF 1,7. Correspondem a materiais de estrutura fibrosa, em que a energia de retenção de água é bastante baixa. A distribuição de água e ar, na massa de substrato, é irregular, verificando-se que a razão ar/água diminui rapidamente do topo para a base.

Neste grupo encontram-se fibras minerais (lã de rocha) e fibras vegetais. Apesar da elevada disponibilidade de água, a quase ausência de água de reserva obriga a uma **vigilância permanente da irrigação neste tipo de substratos**.

6.1.2. PROPRIEDADES QUÍMICAS

COMPLEXO DE TROCA

Certos materiais sólidos, utilizados na formulação de substratos, têm na sua composição colóides (fracção menor que 0,002 mm) de natureza orgânica e/ou mineral que desenvolvem, à sua superfície, cargas eléctricas predominantemente negativas.

Estes colóides, carregados negativamente, têm a capacidade de atrair para a sua superfície os cátions existentes na fase líquida do substrato, fenómeno genericamente designado «adsorção». Estes cátions adsorvidos à superfície dos colóides podem ser removidos das suas posições, por troca com outros iões, ficando, deste modo, disponíveis para serem absorvidos pelas plantas (Figura 15),

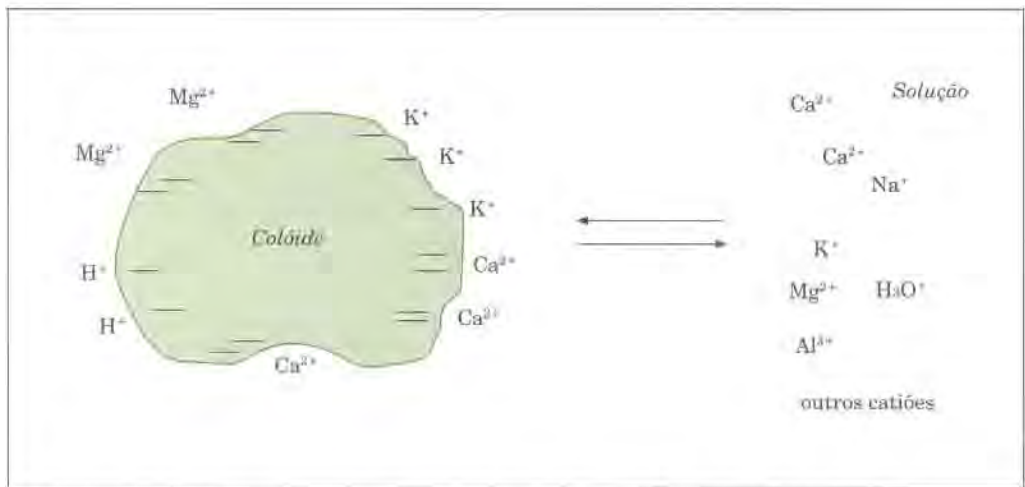


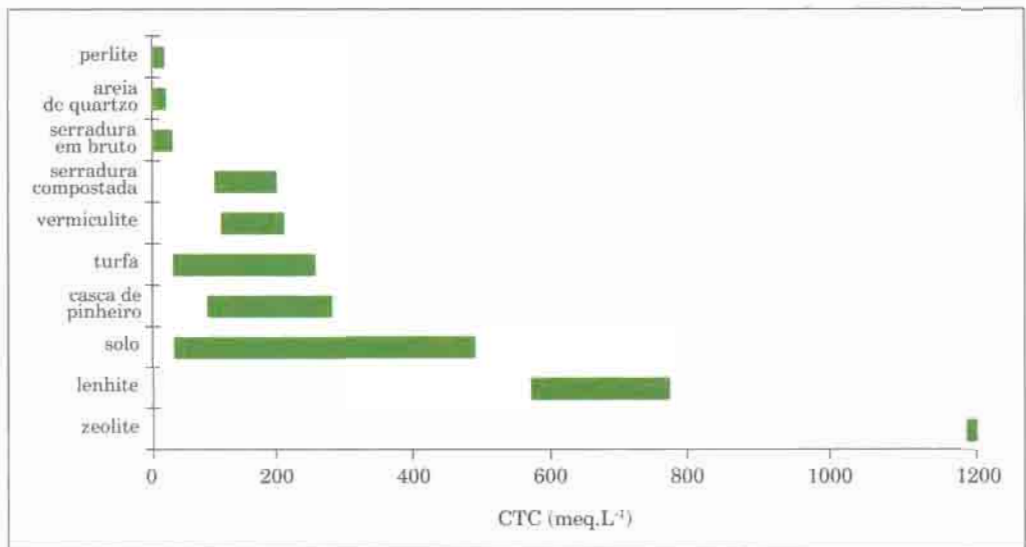
Figura 15: Diagrama representativo de uma partícula coloidal e do fenómeno de troca iónica

Por este motivo, os cátions sujeitos ao fenómeno de adsorção são designados **cátions de troca**, e ao conjunto dos componentes de substrato que estão envolvidos nos mecanismos de adsorção dá-se o nome de **complexo de troca**. O complexo de troca funciona como um reservatório de nutrientes cationes, os quais vão sendo libertados gradualmente para a solução do substrato à medida que a planta os absorve.

O total de cátions em posição de troca é denominado **capacidade de troca catiónica (CTC)**, sendo o seu valor, no caso dos substratos, expresso em meq.L⁻¹ ou, segundo as recomendações mais recentes, em cmol(+).L⁻¹.

Um substrato pode ser considerado quimicamente activo quando tem capacidade de troca catiónica, isto é, quando existe um complexo de troca que, por fenómenos de troca iónica, é susceptível de alterar a composição da solução. Caso contrário, o substrato é considerado quimicamente inerte.

Os materiais normalmente utilizados como substrato têm valores de CTC muito variados (Figura 16). Materiais como a turfa e os resíduos vegetais compostados têm valores de CTC elevados, sendo considerados quimicamente activos, enquanto certas fibras vegetais e minerais, a perlite e a areia são considerados inertes.



Adaptado de Handreck e Black (1994)

Figura 16: Intervalos de valores de CTC mais comuns em alguns materiais frequentemente utilizados na formulação de substratos

De um modo geral, a existência de um complexo de troca num substrato, pelas razões que a seguir se referem, é considerada positiva.

- Num substrato com elevada CTC existirá uma menor perda de nutrientes catiónicos por lixiviação, o que tem vantagens de natureza económica e ambiental. Estes substratos, quando comparados com outros com baixa CTC, **permitem uma redução da quantidade de fertilizantes a aplicar e reduzem a contaminação das águas subterrâneas**. Os sistemas de hidroponia em lâ de rocha (substrato quimicamente inerte) podem originar anualmente 2000 m³.ha⁻¹ de drenados (correspondentes a uma drenagem de 20% da solução nutritiva) os quais, devido ao elevado teor de nutrientes que contém, contribuem para a contaminação das águas subterrâneas.

- Uma importante consequência do complexo de troca consiste no poder tampão que ele confere ao substrato, evitando alterações bruscas na composição da solução potencialmente provocadas pela aplicação de fertilizantes, outros materiais potencialmente poluentes ou pela absorção de iões pela planta.
- A existência, ou não, do complexo de troca em determinado substrato é determinante na escolha do sistema de fertilização a utilizar. Uma elevada CTC reduz os riscos de salinidade excessiva, o que permite aumentar a concentração de nutrientes a aplicar em cada adubação e reduzir o número de adubações, uma vez que o complexo de troca actua como um reservatório onde se acumulam catiões, nomeadamente nutrientes, sendo um importante mecanismo de regularização do seu fornecimento às plantas. Na ausência do complexo de troca terá que se efectuar um maior fraccionamento na aplicação de nutrientes, a fim de se evitarem situações de elevada salinidade.
- Os substratos com elevada CTC, uma vez atingido o valor de reacção mais aconselhado para dada cultura, resistem melhor a variações de pH, nomeadamente quando se utilizam águas de rega calcárias e adubos alcalinizantes ou acidificantes. No caso dos substratos com reduzida CTC, o pH da solução corresponderá ao pH da solução nutritiva utilizada, não existindo qualquer «resistência» às suas variações.

Alguns **aspectos negativos** podem, no entanto, ser apontados à existência de complexo de troca num substrato.

- Quando se utilizam substratos com uma elevada CTC e um baixo grau de saturação de bases, poderá ocorrer uma certa «competição» entre o complexo de troca e as plantas em relação às disponibilidades nutritivas.
- A existência de fenómenos de troca iónica faz com que a composição da solução do substrato possa ser bastante diferente da solução nutritiva aplicada. Deste modo, torna-se difícil controlar a concentração de nutrientes na solução do substrato e, sobretudo, a proporção dos vários nutrientes presentes.
- Quando o complexo de troca se encontra «ocupado» com elementos indesejáveis (por exemplo sódio, metais pesados, etc.) torna-se bastante difícil remover estes elementos do substrato. De facto, mesmo que se consiga retirar estes elementos da solução do substrato (lixiviação ou absorção pelas plantas), o complexo de troca tende a repor estes elementos indesejáveis na solução.

REACÇÃO DO SUBSTRATO (pH)

À semelhança do que acontece nas soluções, os substratos podem ter uma reacção ácida, neutra ou alcalina, de acordo com as proporções relativas em que se encontram aqueles constituintes que, pela sua natureza, são susceptíveis de a influenciar (Tabela 23).

A reacção é normalmente avaliada através da medição do valor do pH de uma suspensão de substrato em água, obtendo-se o designado pH(H₂O), ou numa suspensão de substrato numa solução salina, sendo normalmente utilizada uma solução de KCl 1M obtendo-se o pH(KCl) ou uma solução de CaCl₂ 0,01M, obtendo-se neste caso o pH(CaCl₂).

TABELA 23
Valores médios do pH em água de vários materiais
normalmente utilizados como substrato

SUBSTRATO		pH (H ₂ O)
Produtos orgânicos	Turfa castanha	5,0
	Casca de folhosas compostada	7,5
	Turfa loura	4,5
	Resíduos compostados	6,5
	Casca de pinheiro fresca moída	5,1
	Fibras vegetais	4,5
Produtos minerais	Terra argilo-limosa	5-7,5
	Vermiculite grosseira	7,5
	Perlite grosseira	6,9
	Vermiculite fina	8,7
	Lã de rocha	7,5
	Areia	6-8
	Argila expandida	8,3

Adaptado de *Lemaire et al.* (1989)

Verifica-se que em condições extremas de acidez ou de alcalinidade o desenvolvimento das plantas é afectado negativamente. De facto, verifica-se que a reacção é susceptível de influenciar diversas características físicas, químicas e biológicas dos substratos, sendo de destacar o seu efeito na **disponibilidade dos nutrientes e no desenvolvimento de certos microrganismos**.

EFEITO DA REACÇÃO NA DISPONIBILIDADE DOS NUTRIENTES

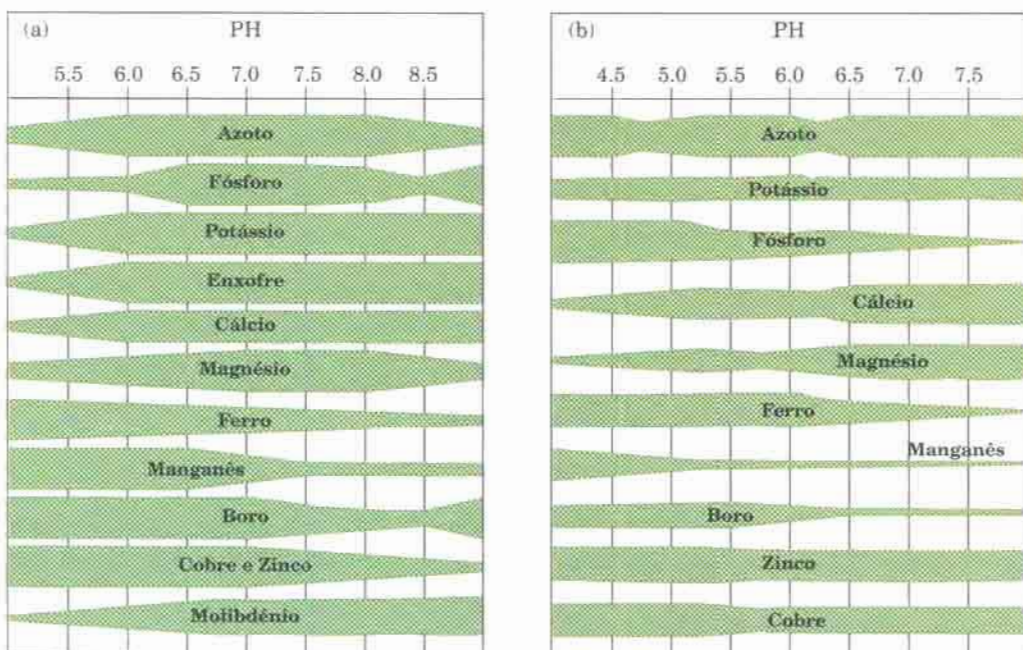
Trabalhos efectuados sobre a disponibilidade de nutrientes em solos orgânicos (solos com mais de 50% de matéria orgânica) revelaram que a maior disponibilidade de nutrientes se verifica entre pH (H₂O) 5 e 5,5, isto é, 1 a 1,5 unidades abaixo do valor verificado para solos minerais.

Este contraste entre a disponibilidade de nutrientes num solo mineral e num solo ou substrato orgânico é evidenciado na Figura 17, onde se apresenta o comportamento de vários elementos num solo mineral (a) e num substrato orgânico constituído por turfa, perlite, vermiculite e areia (b). É de realçar, neste último, o facto de

a disponibilidade de fósforo ser pouco afectada em condições de acidez e de, a pH superior a 5,5, a disponibilidade de fósforo, ferro, cobre, zinco, manganês e boro decrescer rapidamente.

As diferenças observadas podem ser justificadas da seguinte forma:

- redução substancial, em condições de acidez, da actividade dos micronutrientes catiões e alumínio na solução, devido a fenómenos de complexação e/ou quelatização destes iões, por parte dos compostos de natureza orgânica presentes em quantidades elevadas nos solos ou substratos orgânicos. Deste modo, há uma redução da toxicidade provocada por estes elementos, a qual só se manifesta para valores de pH significativamente inferiores aos observados em solos minerais;
- o baixo teor de óxidos-hidróxidos de ferro e alumínio existente nos substratos orgânicos e a reduzida actividade das suas formas iónicas presentes na solução fazem com que não ocorram os fenómenos de retenção e precipitação do fósforo verificados em solos minerais ácidos;
- a existência de um complexo de troca com um elevado valor de CTC faz com que, mesmo em situações de baixo grau de saturação em bases, o cálcio e o magnésio de troca existentes sejam suficientes para suprir as necessidades das culturas;



Adaptado de Bunt (1988)

Figura 17: Influência do pH na disponibilidade de nutrientes num solo mineral (a) e num substrato orgânico (b)

- pelo facto de, mesmo em condições de acidez moderada, os níveis de Ca serem relativamente altos em substratos e solos orgânicos, verifica-se que a razão Ca/B é, de um modo geral, elevada. Por este motivo, considera-se que é mais provável a deficiência de boro em solos orgânicos do que em solos de origem mineral.

EFEITO DA REACÇÃO NA ACTIVIDADE MICROBIANA

Em condições de acidez muito elevada, e sobretudo quando esta é acompanhada de elevadas quantidades de alumínio disponível, verifica-se que o desenvolvimento dos microrganismos existentes no solo e substratos é severamente afectado. Nestas condições, a actividade dos microrganismos responsáveis pela mineralização da matéria orgânica e consequente libertação de nutrientes, e a actividade das bactérias dos géneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, responsáveis pela fixação simbiótica do azoto atmosférico, é bastante reprimida.

A actividade dos fungos capazes de formar associações micorrízicas é também afectada em condições extremas de acidez, sobretudo na presença de alumínio. Este facto é, sobretudo, importante nos viveiros florestais onde se verifica que o estabelecimento de associações micorrízicas provoca um aumento de crescimento das plantas no próprio viveiro, uma redução da crise de transplantação e um crescimento mais rápido das plantações.

Em condições extremas de pH verifica-se que a nitrificação – transformação do ião amónio (NH_4^+) em ião nitrato (NO_3^-) – é afectada. Aquela transformação, como se sabe, é feita em duas etapas, sendo o ião nitrito (NO_2^-) um composto intermédio.

Verifica-se que, para valores elevados de pH, a actividade das bactérias responsáveis pela transformação do NH_4^+ em NO_2^- (nitrosomonas) é menos afectada do que a actividade dos responsáveis pela transformação do NO_2^- em NO_3^- (nitrobacter), podendo ocorrer acumulação de iões NO_2^- , os quais são fitotóxicos. Em condições de elevada acidez a actividade de ambas as bactérias é afectada, sendo de rezear, nestas condições, acumulação de NH_4^+ , o qual, acima de determinados limites, é também fitotóxico.

Com base nas referidas diferenças entre solos minerais e substratos orgânicos, a interpretação dos valores de pH (H_2O) em substratos pode ser efectuada recorrendo à Tabela 24.

Para além do efeito «geral» da reacção do substrato na disponibilidade de nutrientes e na actividade microbiana, o qual justifica os valores de pH «ótimo» anteriormente referidos, verifica-se que o pH mais favorável ao desenvolvimento das plantas difere de espécie para espécie e, dentro da mesma espécie, existem bastantes diferenças entre cultivares.

Apesar de ser possível produzir plantas num intervalo de valores de pH relativamente amplo, parece existir algum consenso quanto ao facto de, em viveiros florestais, as **espécies calcifugas se desenvolverem melhor a pH 5-5,5 e as restantes espécies preferirem um valor de pH ligeiramente superior, cerca de 5,5-6.**

TABELA 24
Efeito da presença de solo mineral na interpretação
do pH de um substrato

INTERPRETAÇÃO	SUBSTRATO COM SOLO MINERAL (> 20% de solo mineral) pH	SUBSTRATO SEM SOLO MINERAL (< 20% de solo mineral) pH
Muito baixo	5,0-5,4	4,4-4,7
Baixo	5,5-5,9	4,8-5,1
Moderadamente baixo	6,0-6,4	5,2-5,4
Ótimo	6,5-6,8	5,5-6,0
Moderadamente alto	6,9-7,2	6,1-6,5
Alto	7,3-7,4	6,6-6,9
Muito alto	7,5-7,6	7,0-7,3
Extremamente alto	7,7-8,4	7,4-7,8

Adaptado de **Warnecke** (1990)

CALAGEM

O valor do pH (H_2O) de um substrato apenas nos fornece informações sobre a acidez actual do mesmo, isto é, a actividade dos iões H_3O^+ na solução, não nos dando informações directas sobre a acidez potencial do substrato nem sobre o poder tampão do mesmo (resistência a variações de pH).

Deste modo, é possível que dois materiais, com o mesmo valor de pH, tenham uma acidez potencial bastante diferente, o que originará necessidades de correctivo alcalinizante também diferentes (Tabela 25).

TABELA 25
Quantidade de calcário necessária para aumentar em uma unidade
o valor do pH de quatro turfas de diferentes origens

SUBSTRATO	QUANTIDADE DE CALCÁRIO ($kg.m^{-3}$)
75% turfa de esfagno finlandesa, 25% areia	0,9
75% turfa de esfagno irlandesa, 25% areia	1,1
75% turfa de esfagno inglesa, 25% areia	2
75% turfa de carex inglesa, 25% areia	2

Adaptado de **Bunt** (1988)

A correcção da acidez de um substrato é feita com o recurso a calcários (dolomítico ou calcítico), sendo esta operação designada por calagem.

Apesar das diferenças anteriormente referidas, quando se pretende efectuar uma calagem podem usar-se, a título indicativo e para substratos à base de turfa, as quantidades de calcário dolomítico (com magnésio) e calcário calcítico indicadas na Tabela 26. Estas quantidades estão dependentes do teor de bicarbonatos presentes na água de rega.

TABELA 26
Recomendações de calagem para substratos à base de turfa

	CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DE REGA	
	> 200 mg.L ⁻¹ de bicarbonatos kg. m ⁻³ de substrato*	< 200 mg.L ⁻¹ de bicarbonatos kg. m ⁻³ de substrato*
Espécies calcifugas** → Calcário dolomítico	1,2	2,4
Outras espécies → Calcário dolomítico	2,4	2,4
→ Calcário calcítico	0	1,2

Adaptado de ADAS (1988)

A quantidade de calcário dolomítico não deverá ser superior a 2,4 kg.m⁻³ para se evitarem desequilíbrios nutricionais com o potássio.

Quando se utilizam «cascas» como substrato, de um modo geral não é necessário efectuar qualquer calagem se o pH for 4,5 a 5,5 para espécies calcifugas** e 5,0 a 6,0 para as restantes espécies.

SALINIDADE

Uma excessiva concentração de sais solúveis na solução, capaz de afectar o desenvolvimento da maioria das culturas, pode ser definida como **salinidade**.

Uma elevada concentração de sais na solução do substrato pode ter diferentes origens:

* Composição base do substrato

Utilização de substratos naturalmente ricos em sais solúveis (resíduos sólidos urbanos, lamas compostadas e turfás salinas extraídas de locais próximos do mar),

* Quantidades para uma turfa com pH 4,5. Se o pH da turfa for diferente, ajustar o correctivo de acordo com as seguintes quantidades: 240 g.m⁻³ por cada 0,1 unidade de pH.

** Nas espécies calcifugas incluem-se: *Azalea*, *Calluna*, *Camellia*, *Eleagnus*, *Erica*, *Magnolia*, *Pieris*, *Rhododendron* e a maioria das coníferas.

ou utilização, na formulação do substrato, de materiais não estabilizados que se decompõem rapidamente e libertem grandes quantidades de elementos.

► **Água de rega**

A utilização de água de rega com elevados teores de sais, nomeadamente sódio e cloretos.

► **Fertilização**

Aplicação de quantidades de nutrientes superiores às absorvidas pelas plantas ou a utilização de adubos com elevados teores de elementos que são absorvidos em reduzidas quantidades e que, por isso, se acumulam no substrato (por exemplo, adubos com elevados teores de cloretos).

EFEITOS DA SALINIDADE

Os efeitos negativos da salinidade podem ser atribuídos a vários fenómenos:

- efeito de determinado ião presente na solução – **efeito do ião específico**;
- redução da disponibilidade de água para a planta, devido ao efeito dos iões presentes na solução, no abaixamento potencial osmótico da solução – **efeito osmótico**;
- **desequilíbrios nutricionais**, resultantes da redução da disponibilidade de determinados elementos induzida pela elevada concentração de outros.

Efeito do ião específico

As elevadas concentrações de determinados iões, nomeadamente sódio, cloro e boro, são apontadas como as principais causas de toxicidade, verificadas em condições de salinidade, pelo designado efeito do ião específico.

A tolerância das plantas a estes iões varia bastante entre espécies; contudo, no caso da produção de plantas em viveiros, todas as espécies devem ser consideradas como bastante sensíveis, uma vez que nas fases iniciais do desenvolvimento, de um modo geral, as plantas têm maior sensibilidade.

O ião cloreto (Cl^-), quando presente no substrato em quantidades elevadas, pode ser acumulado nos tecidos vegetais, especialmente nas folhas, podendo, a partir de certos valores, originar danos. Estes manifestam-se, normalmente, através do aparecimento de cloroses acentuadas nas partes mais iluminadas que, em situações mais graves, poderão evoluir para necrose e desfoliação. Estes sintomas agravam-se quando se utiliza água rica em cloretos em rega por aspersão.

A tolerância das plantas aos cloretos varia bastante entre espécies. Enquanto as espécies mais tolerantes podem ter níveis de Cl nas folhas até 20 a 30 mg Cl.g^{-1} de matéria seca sem apresentarem sintomas particulares, outras, mais sensíveis, demonstram sintomas de toxicidade com concentrações na ordem de 3,5 mg Cl.g^{-1} de matéria seca.

Alguns trabalhos efectuados sobre o efeito dos cloretos no crescimento e composição mineral de várias espécies revelaram que, apesar de alguma evidência do efeito específico do ião, a influência negativa dos cloretos se deve, em primeiro lugar, a um

aumento da salinidade, traduzido por um aumento da condutividade eléctrica. Recomenda-se que a concentração de Cl^- seja inferior a 50 mg.L^{-1} de substrato.

O boro é susceptível de causar toxicidade às plantas numa concentração ligeiramente superior à considerada óptima para o seu desenvolvimento. De facto, verifica-se que, em termos gerais, podem surgir sintomas de deficiência quando a concentração de boro no substrato é inferior a $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$, mas concentrações superiores a 3 mg.L^{-1} podem provocar toxicidade.

A acção do sódio faz-se sentir, essencialmente, sobre as propriedades físicas do substrato, sobretudo pelo efeito que este tem na desfloculação dos colóides.

Efeito osmótico

Para existir absorção de água e, conseqüentemente, de nutrientes pelas raízes das plantas, é necessário que exista um gradiente de potencial de água entre a água da solução do substrato e a água do interior das células radiculares.

O aumento da concentração de sais na solução do substrato provoca um aumento da respectiva pressão osmótica e, conseqüentemente, uma redução do seu potencial osmótico. Uma vez que o potencial de água no substrato (Ψ) está directamente relacionado com o potencial osmótico (Ψ_{π}), com o potencial mátrico (Ψ_m) e com o potencial gravitacional (Ψ_g) de acordo com a expressão

$$\Psi = \Psi_{\pi} + \Psi_m + \Psi_g$$

a redução do potencial osmótico verificada em situações de salinidade provoca um decréscimo do valor do potencial de água no solo que, se atingir valores próximos do potencial de água das células radiculares, contribuirá para uma redução da absorção de água pelas raízes.

A concentração de sais e a respectiva pressão osmótica está directamente relacionada com o teor de água no substrato. Uma diminuição da quantidade de água provocará um aumento da concentração de sais e, por consequência, um aumento da pressão osmótica e uma redução do potencial de água do substrato, a qual se traduzirá por uma maior dificuldade de absorção de água pelas plantas.

Em igualdade de outros factores, os efeitos da salinidade serão mais de recear nos substratos que tenham uma menor capacidade de retenção hídrica e nas culturas que sejam sujeitas a determinados períodos de falta de água.

Desequilíbrios nutricionais

Em condições de salinidade verifica-se, muitas vezes, a existência de uma elevada concentração dos iões Na^+ e Cl^- , a qual é responsável por uma baixa actividade das formas iónicas dos vários nutrientes e por elevadas relações $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$, Na^+/K^+ , $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ e $\text{Cl}^-/\text{NO}_3^-$. Nestas condições, verifica-se que os iões predominantes podem influenciar a absorção de nutrientes pelas plantas e a sua translocação no interior da planta, induzindo determinadas carências.

Exemplos deste fenómeno são as carências de cálcio e/ou potássio induzidas pelo sódio e as carências de magnésio induzidas pelo cálcio.

TOLERÂNCIA DAS PLANTAS À SALINIDADE

As plantas diferem largamente na tolerância aos sais. Existem plantas muito sensíveis, cujo crescimento é afectado por baixas concentrações em sais, enquanto outras, como as halófitas que se encontram em *habitats* salinos, são mais resistentes e o seu crescimento é estimulado para concentrações relativamente altas de sais.

Para além das diferenças entre espécies, a tolerância aos sais depende da variedade, da idade da planta, do substrato utilizado, das condições ambientais e das próprias práticas culturais.

Na Tabela 27 apresenta-se a tolerância aos sais de algumas espécies florestais.

TABELA 27

**Condutividade eléctrica no extracto de saturação ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$)
que provoca 0 a 50% de redução na taxa de crescimento (RGR)
de várias espécies florestais**

CLASSE DE TOLERÂNCIA	ESPÉCIE	CONDUTIVIDADE ELÉCTRICA ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$)			
		0% RGR	10% RGR	25% RGR	50% RGR
Muito sensível	<i>Picea pungens</i>	1,0	1,4	1,8	2,5
	<i>Pseudotsuga menziesii</i>				
Sensível	<i>Juniperus virginiana</i>	1,4	2,0	3,0	4,6
	<i>Magnolia spp.</i>				
Moderadamente tolerante	<i>Pinus ponderosa</i>	2,5	3,4	4,8	7,0
	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>				
Tolerante	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	4,5	5,8	8,0	12,0
	<i>Pinus halepensis</i>				
Muito tolerante	<i>Atriplex spp.</i>	8,0	10,0	13,0	18,0
	<i>Casuarina cunninghamiana</i>				

Adaptado de Landis *et al.*, (1989)

AVALIAÇÃO DA SALINIDADE

A salinidade de um substrato é, normalmente, avaliada através da medição da condutividade eléctrica de uma solução aquosa obtida a partir de:

- extracto de saturação;
- uma suspensão de substrato em água, sendo usual a utilização das relações substrato/água (em volume) de 1:1,5; 1:2; 1:5 e 1:6.

Atendendo ao facto de existirem muitos métodos para determinar a condutividade eléctrica de um substrato, a interpretação dos resultados deve ser feita com bastante cuidado, recorrendo à tabela de interpretação específica para o método utilizado.

O valor da condutividade eléctrica é, normalmente, expresso na unidade do sistema internacional $S.cm^{-1}$, ou nos seus múltiplos $mS.cm^{-1}$ e $\mu S.cm^{-1}$. Algumas unidades, como a condutividade específica ($1 SC = 10^{-5} S.cm^{-1}$) e o factor de condutividade ($1 CF = 10^{-4} S.cm^{-1}$), são frequentes no Reino Unido e na Irlanda.

Nas Tabelas 28 e 29 apresenta-se a interpretação dos valores da condutividade obtidos pelos métodos mais frequentemente utilizados na caracterização de substratos.

TABELA 28

Interpretação dos valores de condutividade eléctrica obtidos através do extracto de saturação e dos extractos aquosos 1:2 e 1:5 em volume

EXTRACTO DE SATURAÇÃO ($mS.cm^{-1}$)	EXTRACÇÃO 1:2 EM VOLUME ($mS.cm^{-1}$)	EXTRACÇÃO 1:5 EM VOLUME ($mS.cm^{-1}$)	INTERPRETAÇÃO
< 0,74	< 0,25	< 0,12	Muito baixo
0,75-1,99	0,25-0,75	0,12-0,35	Apropriado para sementeiras e para espécies sensíveis à salinidade
2,0-3,49	0,75-1,25	0,35-0,65	Satisfatório para a maioria das plantas Alto para espécies muito sensíveis
3,5-5,0	1,25-1,75	0,65-0,90	Ligeiramente elevado para a maioria das plantas Satisfatório apenas para espécies vigorosas e com altas necessidades em nutrientes
5,0-6,0	1,75-2,25	0,9-1,1	Redução do crescimento e do vigor Emurchecimento e necroses foliares marginais
> 6	> 2,25	> 1,1	Danos graves e provavelmente morte das plantas

Adaptado de Warneke e Krauskopf (1983).

TABELA 29

Interpretação dos valores da condutividade obtidos
no extracto aquoso 1:1,5 e 1:6 (v.v⁻¹)

MÉTODO	BAIXO	MEDIANA- MENTE BAIXO	MÉDIO	MEDIANA- MENTE ALTO	ALTO	MUITO ALTO
1:1,5 (mS.cm ⁻¹)	< 0,7	0,7-1,2	1,3-1,8	1,9-2,7	2,8-3,6	> 3,6
1:6 (μS.cm ⁻¹)	< 150	151-300	301-500	501-700	701-900	> 900

Adaptado de Bunt (1988)

Quando ocorrem situações de salinidade nos substratos torna-se necessário proceder a uma lixiviação (lavagem) controlada do substrato com água de boa qualidade, nomeadamente água com uma baixa condutividade eléctrica. A eficiência desta lixiviação na remoção dos sais está dependente de certas características físicas do substrato (granulometria, porosidade, etc.), das características da água de rega (teor de sais) e do próprio caudal da água aplicada.

Em termos práticos verifica-se que, de um modo geral, os sais, na sua maioria, são removidos quando se aplica uma quantidade de água igual a 1,5 vezes o volume de água retido pelo substrato à capacidade em contentor, ou quando se aplica uma quantidade de água que origina um volume de drenados igual ao volume do vaso ou contentor.

Apesar das recomendações de ordem geral, o controlo da salinidade de um substrato em cultura, ou o controlo da eficiência de uma lixiviação, podem ser efectuados através da determinação da condutividade eléctrica da água drenada dos vasos ou contentores, cujos valores se devem manter dentro dos intervalos indicados na Tabela 28 para o extracto de saturação.

6.1.3. PROPRIEDADES BIOLÓGICAS

ESTABILIDADE BIOLÓGICA (BIOESTABILIDADE) DOS MATERIAIS

Muitos dos materiais utilizados na formulação de substratos são de natureza orgânica. A matéria orgânica é, por natureza, biodegradável, verificando-se que, por acção de certos microrganismos, sofre uma transformação mais ou menos rápida conhecida por mineralização.

Durante este processo, os compostos orgânicos, com uma composição mais ou menos complexa, são decompostos em substâncias mais simples como CO₂ e sais minerais, mas também em ácidos orgânicos alifáticos e fenólicos, os quais, através de fenómenos de polimerização e condensação, se convertem em novos compostos orgânicos mais complexos e estáveis, bastante resistentes à degradação microbiana, que, de um modo genérico, se designam por húmus.

Em termos gerais podemos afirmar que, como resultado da decomposição microbiana da matéria orgânica, existe uma libertação de CO_2 e nutrientes vegetais e, simultaneamente, formam-se novos compostos orgânicos mais resistentes à decomposição – húmus ou matéria orgânica estável.

A decomposição da matéria orgânica de um substrato provoca alterações assinaláveis nas suas características:

- ▶ a decomposição da matéria orgânica (e consequente perda de matéria seca) provoca uma diminuição do volume do substrato existente no vaso ou contentor, compactação e redução da porosidade;
- ▶ de um modo geral, existe um aumento do volume de água retida a pF 1;
- ▶ redução da porosidade livre a pF 1 e diminuição do teor de O_2 na fase gasosa devido à produção de CO_2 , podendo as condições de oxigenação dos substratos tornarem-se insuficientes e limitantes para a respiração radicular;
- ▶ acumulação temporária de NH_4^+ , sobretudo em situações em que as condições não são favoráveis à nitrificação (por exemplo, substratos de pH muito ácido e baixas temperaturas), o qual, para além de ser fitotóxico, parece aumentar a sensibilidade das plantas a certas doenças;
- ▶ aumento do pH e da CTC;
- ▶ imobilização de azoto, o qual, sendo utilizado pelos microrganismos no seu metabolismo, deixa de estar disponível para as plantas;
- ▶ aumento da salinidade, devido à libertação de elevadas quantidades de substâncias em formas solúveis, durante a mineralização;
- ▶ aumento da temperatura do substrato;
- ▶ síntese de compostos orgânicos com efeitos fototóxicos.

Verifica-se que grande parte dos fenómenos descritos têm um efeito negativo sobre as características dos substratos. A extensão em que estes fenómenos ocorrem depende da maior ou menor estabilidade dos compostos orgânicos utilizados na formulação dos substratos sendo, por isso, recomendável a utilização de materiais que sejam estáveis do ponto de vista biológico, isto é, que sejam «resistentes» à decomposição microbiana.

Lemaire (1993) sugere que na formulação de substratos se utilizem dois tipos de materiais:

- ▶ materiais orgânicos que, naturalmente, sejam resistentes à degradação microbiana (têm uma elevada estabilidade biológica). Dentro deste grupo encontram-se as turfas louras e cascas de coníferas (desde que não originem fitotoxicidade) que, apesar de terem uma razão carbono azoto elevada, apresentam uma taxa de decomposição muito baixa, mesmo na presença de azoto. Este fenómeno deve-se ao facto de o carbono se encontrar predominantemente na forma de compostos orgânicos bastante resistentes como, por exemplo, a lenhina;

- ▶ restantes materiais orgânicos que, sendo pouco estáveis, têm que, antes de serem utilizados na formulação de substratos, ser sujeitos a um processo de estabilização. Neste grupo encontram-se materiais tão variados como as palhas, resíduos sólidos urbanos, casca e serradura de folhosas, estrumes, subprodutos de várias agro-indústrias, etc. Estes materiais são, normalmente, sujeitos a um tratamento por compostagem, durante o qual os seus constituintes orgânicos são decompostos e transformados em matéria orgânica estável.

ACTIVIDADE MICROBIOLÓGICA NO SUBSTRATO

Muitos dos materiais de natureza inorgânica utilizados na formulação de substratos, como a perlite, a vermiculite e a lâ de rocha, podem ser considerados como estéreis do ponto de vista microbiológico. Os processos de obtenção destes materiais recorrem a elevadas temperaturas, as quais têm um efeito de esterilização.

Em relação aos materiais de natureza orgânica, verifica-se que a sua colonização com microrganismos depende sobretudo da forma como estes são obtidos. O baixo pH da maioria das turfas e as condições de anaerobiose em que estas se formam estão normalmente associados a uma reduzida população microbiana. A microflora presente corresponde a um reduzido número de espécies, as quais se encontram, sobretudo, em formas dormentes.

Outros substratos orgânicos (como cascas de várias espécies florestais, resíduos vegetais, estrumes e resíduos zootécnicos, resíduos sólidos urbanos, lamas de ETAR), mesmo sendo sujeitos a um tratamento por compostagem, encontram-se intensamente colonizados por microrganismos.

Os substratos que apresentem microrganismos patogénicos devem ser evitados, ou então devem ser sujeitos a um tratamento (solarização, pasteurização, compostagem, etc.).

Os microrganismos não patogénicos que têm mais interesse são aqueles que estão directamente relacionados com o «ciclo» dos nutrientes e os que podem exercer um efeito de antagonismo contra os microrganismos patogénicos.

A mineralização das fontes orgânicas de azoto

Vários autores têm verificado que a hidrólise da ureia ocorre de forma mais rápida em substratos constituídos por casca de espécies florestais compostadas do que em substratos baseados em turfa.

Por outro lado, na turfa, a actividade dos microrganismos responsáveis pela amonização e amonificação de compostos azotados orgânicos é mais intensa do que a actividade das bactérias nitrificantes, verificando-se que, em algumas situações, existe uma acumulação de $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ que poderá originar fenómenos de toxicidade e subidas de pH no substrato. Estes resultados parecem indicar que, sobretudo na fase inicial de instalação das plantas, em substratos à base de turfa, os adubos ureicos e amoniacais devam ser evitados.

Quanto maior o grau de humificação das turfas, maior é a actividade das bactérias nitrificantes, verificando-se também que a sua actividade aumenta bastante com a correcção do pH e com a fertilização.

A pasteurização da turfa provoca uma retardação da nitrificação, a qual só volta a verificar-se após a instalação das plantas. A flora saprófita existente no «torrão» da planta é suficiente para que o substrato volte a ser colonizado por bactérias nitrificantes. Esta ideia parece ser a explicação para os resultados contraditórios obtidos em alguns trabalhos. Verifica-se que a compostagem de casca de pinheiro elimina as bactérias nitrificantes e que nem a hidrólise da ureia nem a nitrificação ocorrem, em grande extensão, neste substrato; contudo, existe uma reinstalação destas bactérias através do transplante.

TABELA 30
Efeito do tipo de substrato na severidade das doenças provocadas por fungos dos géneros *Fusarium* e *Rhizoctonia* em plantas de género *Iris*

SUBSTRATO	<i>Fusarium</i> Índice de doença (0-100)	<i>Rhizoctonia</i> % de plantas com doença
Substrato tradicional	–	18,5
Substrato tradicional esterilizado	78,2	68,1
Turfa de esfagno	75,8	58,3
Turfa de carex	40,3	46,8
Vermicomposto de RSU	14,2	–
Vermicomposto de estrume	8,1	–
Casca de choupo compostada com:		
resíduos de lacticínios	50,8	25,6
estrume de aves	18,8	30,6
lamas de ETAR	4,8	–
Solo supressivo de <i>Fusarium</i> *	10,8	–

Adaptado de Garibaldi (1988)

Antagonismo microbiano

Vários autores têm observado que a utilização de alguns materiais na formulação de substratos reduz o aparecimento de determinadas doenças, sobretudo de doenças relacionadas com o sistema radicular.

Hoitink e Kuter (1984) referem que praticamente todas as cascas de espécies florestais parecem libertar inibidores de desenvolvimento de fungos do género *Phytophthora*. Este efeito também se verifica quando se utilizam produtos que foram sujeitos a um tra-

* Substrato utilizado localmente com a seguinte composição: 30% solo, 40% turfa, 20% folhas de faia e 10% estrume.

tamento por compostagem. Compostados de diferentes origens têm demonstrado um efeito bastante positivo na redução dos ataques de certas doenças, nomeadamente das provocadas por espécies dos géneros *Rhizoctonia*, *Pythium* e *Fusarium*.

A utilização de materiais com estas propriedades permite eliminar a operação de esterilização dos substratos e reduzir a aplicação de fungicidas. Na Tabela 30 pode observar-se o efeito de diferentes substratos, inoculados com fungos patogénicos dos géneros *Fusarium* e *Rhizoctonia*, na severidade das respectivas doenças em plantas do género *Iris*.

O efeito supressivo verificado parece estar relacionado com um antagonismo microbiano com fungos do género *Trichoderma*, bactérias do grupo da *Pseudomonas fluorescens* e *Streptomyces*, e algumas espécies do mesmo género dos fungos patogénicos, cuja acção poderá ser devida aos seguintes mecanismos:

- + competição pelos nutrientes do solo;
- + produção de antibióticos;
- + hiperparasitismo;
- + indução de resistência em algumas plantas contra patogénicos específicos.

6.2. DESINFECÇÃO DOS SUBSTRATOS

Os substratos constituem um meio favorável ao desenvolvimento das raízes mas também dos microrganismos patogénicos. Por isso, é fundamental, quando se suspeite da existência de algum agente nocivo, proceder à desinfeção do substrato.

A desinfeção pode ser feita através de métodos térmicos ou métodos químicos.

6.2.1. MÉTODOS TÉRMICOS

O princípio básico destes métodos consiste em submeter os substratos a uma temperatura que seja letal para os microrganismos patogénicos e para as sementes de infestantes.

A temperatura mínima letal depende de três tipos de factores:

- forma em que se encontra o agente patogénico;
- teor em água do meio (num meio húmido, a temperatura necessária é mais baixa);
- duração do aquecimento.

Uma temperatura de 50°C durante 10 minutos é suficiente para destruir nemátodos e fungos. As larvas dos insectos necessitam de uma temperatura de 65°C para serem destruídas e as sementes de infestantes só de 75 a 80°C é que são destruídas. Outros organismos, como por exemplo os vírus, conseguem suportar temperaturas superiores a 100°C.

Uma das principais dificuldades destes métodos consiste na obtenção de uma temperatura homogénea dentro de todo o material a ser desinfectado.

Existem diversas formas de aumentar a temperatura de um substrato com vista à sua desinfeção: vapor de água, água quente a 85-90°C ou placas metálicas aquecidas.

6.2.2. METODOS QUÍMICOS

Neste tipo de desinfeção recorre-se a produtos químicos altamente eficazes e já bastante especializados em termos de organismos a que se destinam: nematicidas, fungicidas e insecticidas.

O principal problema da utilização destes produtos é a sua elevada toxicidade para quem os aplica, o que obriga a ter cuidados muito especiais na sua aplicação.

7 SANIDADE DO VIVEIRO

O estado sanitário do viveiro é um factor decisivo para a obtenção de plantas sãs. As doenças, as pragas e as infestantes são um dos grandes problemas dos viveiros florestais. São factores marcantes dos insucessos verificados em alguns viveiros, contribuindo de forma directa para a fraca qualidade e quantidade de plantas produzidas e, de forma indirecta, para alguns dos desastres verificados na arborização de certas áreas.

O conhecimento dos agentes nocivos que podem afectar as plantas nos viveiros é necessário para se poder escolher com critério qual o método de luta mais eficaz a utilizar. Para isso, é fundamental identificar de forma correcta os agentes nocivos e conhecer o seu ciclo biológico, assim como o impacte das técnicas culturais nesses agentes nocivos.

Ferreira *et al.* (1994) fazem uma descrição das principais pragas e doenças dos viveiros florestais, assim como dos respectivos meios de luta.

Por outro lado, é fundamental a existência de uma monitorização periódica das pragas e doenças nos viveiros. A monitorização consiste no acompanhamento da incidência da praga ou da doença com o objectivo de conhecer a dimensão do ataque, avaliar as suas consequências económicas e permitir assim ao viveirista decidir fazer ou não uma intervenção.

Feita periodicamente, a monitorização permite detectar ataques incipientes dos agentes nocivos, evitando-se assim ataques de grandes dimensões e ao mesmo tempo possibilitando a tomada de medidas imediatas, as quais, em alguns casos, são suficientes para o parar.

Deve ser impedido o transporte de plantas infectadas ou infestadas de áreas contaminadas para áreas isentas de organismos nocivos.

Para evitar provocar danos ao meio ambiente, surge a necessidade de desenvolver novas técnicas de luta, não poluentes, contra os organismos nocivos, como, por exemplo, a protecção integrada.

7.1. IMPACTE DAS TÉCNICAS CULTURAIS NOS AGENTES NOCIVOS

A qualidade e quantidade de plantas produzidas pode ser afectada quer pelos **agentes abióticos** (vento, frio, calor, geada) quer pelos **agentes bióticos** (fungos, nemátodos, insectos, etc.).

Tanto as técnicas culturais como a localização do próprio viveiro são factores que podem estar relacionados com a ocorrência de danos provocados por aqueles agentes. Assim, o conhecimento destas relações é de grande importância para os viveiristas, não só para melhorarem a qualidade das plantas, como também para reduzirem a mortalidade nos viveiros causada pelos agentes nocivos.

Em Portugal, os principais **agentes abióticos** capazes de provocarem sérios danos nas plantas são o frio, a geada, o vento e o calor.

Tanto o frio como a geada ou o calor podem queimar ou dar às plantas um aspecto queimado (Foto 13), o que as enfraquece e torna impróprias para comercialização. Para evitar estes danos, é habitual cobrir as plantas com diversos tipos de coberturas (Foto 14).

O vento pode partir as plantas ou acentua a sua dessecação, obrigando, para compensar, a maior esforço de rega. É, pois, conveniente proteger o viveiro com cortinas de abrigo.

Relativamente aos **agentes bióticos**, eles podem ser favorecidos por determinadas condições meteorológicas, pelas características do substrato, pela qualidade da água e pela própria altitude a que o viveiro se situa.

As temperaturas ao longo do ano, assim como anos secos e quentes, podem favorecer o aparecimento de determinadas pragas e doenças.



Foto 13 – Efeito da geada no viveiro de Vale de Cavalos – Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral



Foto 14 – Exemplo do tipo de cobertura que se pode utilizar para protecção das geadas (Viveiro de Vale de Cavalos – Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral)

A textura do substrato, a sua compactação, uma drenagem deficiente ou um elevado teor de matéria orgânica não estabilizada favorecem o ataque de fungos, nemátodos, insectos e caracóis.

As técnicas culturais podem favorecer ou reduzir a acção dos agentes nocivos nos viveiros. Assim, são de salientar os seguintes aspectos:

► **Escolha da semente**

A qualidade das sementes é um aspecto muito importante para obter plantas isentas de pragas e doenças. Por exemplo, é conveniente que se evite recolher frutos ou sementes que já estão no chão, pois podem estar atacados por insectos, assim como se deve sempre evitar recolher sementes de árvores que foram ou estão atacadas por pragas ou doenças.

► **pH do substrato**

A reacção do substrato pode interferir com a disponibilidade de elementos minerais e influenciar a composição da microfauna e da microflora do substrato. Valores de pH mais altos originam condições favoráveis para o desenvolvimento de organismos nocivos.

• **Época de sementeira**

Qualquer uma das épocas normais de sementeira apresenta alguns riscos de aparecimento de pragas ou doenças. Se na Primavera muitos dos insectos entram em actividade, iniciam as posturas e as larvas ao alimentarem-se causam danos nas plantas, no Outono torna-se necessário evitar o excesso de água que tende a favorecer o aparecimento de doenças, assim como tomar precauções contra o ataque de predadores.

• **Regas**

A rega deve ser feita de forma criteriosa, tendo em consideração a espécie, o grau de desenvolvimento das plantas, a densidade, o clima e a capacidade de retenção de água do substrato. Através de uma rega bem feita, é possível reduzir os problemas de *damping-off*, evitar ataques de insectos rizófagos, assim como os danos causados pela geada, e no Verão permite reduzir a temperatura à superfície do solo. Quando a rega é insuficiente, as plantas não crescem, o seu vigor diminui, podendo mesmo secar e acabar por morrer. A falta de água interfere com a actividade fisiológica da planta, aumentando a produção de açúcares, o que torna as plantas mais susceptíveis aos ataques dos parasitas. Por outro lado, a rega excessiva favorece o desenvolvimento de vários fungos devido ao aumento do teor de humidade.

• **Adubação**

Tal como no caso da rega, a adubação deve ser feita de forma criteriosa, pois, caso contrário, poderá causar subidas excessivas de pH, criar condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças e pragas e afectar negativamente o desenvolvimento das micorrizas. Uma fertilização excessiva, por exemplo com azoto, torna as plantas mais susceptíveis ao ataque de fungos e insectos e menos resistentes à secura e à geada. Isto deve-se ao facto de a planta crescer mais, apresentando células maiores e com as paredes mais finas, e portanto os vários órgãos da planta são menos duros e mais fáceis de serem penetrados pelos agentes nocivos.

• **Tipo de contentores**

Como já foi referido anteriormente, o tipo de contentor é muito importante para o desenvolvimento das plantas, afectando directamente o sistema radicular. Normalmente, plantas com raízes deformadas têm um crescimento mais reduzido, e quando plantadas no campo ficam mais susceptíveis ao ataque dos agentes nocivos e às condições climatéricas adversas. Os contentores podem ainda ser uma importante fonte de contaminação, tanto de agentes patogénicos como de insectos nocivos. Por isso, é muito importante proceder à sua desinfeção antes de serem novamente utilizados.

• **Repicagem**

Sempre que se faz uma repicagem, as plantas devem ser examinadas para evitar o transporte de insectos ou doenças para o novo local.

7.2. PROTECÇÃO INTEGRADA

O objectivo da protecção integrada é reduzir os danos causados pelos agentes nocivos, por forma a atenuar o mais possível o impacto negativo nos outros componentes do ecossistema.

Dentro desta perspectiva, a protecção integrada dos viveiros pode desenvolver-se com o uso combinado de meios de luta cultural, biológica, biotécnica e química.

7.2.1. LUTA CULTURAL

Compreende medidas de combate directas e indirectas. Dentro das medidas directas existem aquelas que se aplicam por acção mecânica ou por acção sonora e as que se fazem por agentes físicos.

Dentro da acção mecânica, podem citar-se os seguintes meios de luta:

- * estabelecimento de inspecções regulares e criteriosas aos viveiros de forma a detectar o mais cedo possível os sinais e sintomas da acção dos agentes nocivos. Recomenda-se uma inspecção semanal durante a Primavera, Verão e Outono e uma mensal durante o Inverno;
- * utilização de sementes seleccionadas, ou seja, sementes que não apresentem quaisquer indícios de estarem afectadas por qualquer agente nocivo;
- * eliminação dos focos de infestação, das infestantes e das plantas hospedeiras que sirvam de reservatório a organismos nocivos;
- * destruição dos restos das plantas infectadas;
- * eliminação das plantas com raiz enrolada porque são mais susceptíveis a pragas e doenças;
- * limpeza da área à volta do viveiro, de árvores doentes e de hospedeiros alternativos;
- * utilização de redes para protecção contra as aves ou armadilhas contra roedores;
- * desinfeção regular dos instrumentos e contentores utilizados no viveiro;
- * regulação dos factores ambientais, particularmente em estufa, para evitar o desenvolvimento de pragas ou a sua sobrevivência enquanto não afectam as plantas.

A acção sonora consiste basicamente na utilização de ruídos artificiais ou de sons naturais com o objectivo de afugentar principalmente as aves.

Os agentes físicos consistem, por exemplo, na circulação de vapor de água, em tubos, nas estufas a fim de serem desinfectadas.

Dentro das medidas indirectas, salienta-se:

- * selecção de espécies ou clones a utilizar, de preferência resistentes a pragas e doenças;
- * selecção de sementes;

- * selecção de estacas ou propágulos isentos de pragas ou doenças;
- * adubação e rega correctas.

7.2.2. LUTA BIOLÓGICA

A luta biológica consiste na utilização de inimigos naturais dos agentes nocivos que, matando-os ou não, lhes impedem a presença ou progressão. É o caso de alguns fungos saprófitas e de certas espécies de artrópodes (joaninhas, certos ácaros e certas moscas).

Contudo, é necessário ter muito cuidado pois a aplicação deste meio de luta exige um conhecimento adequado do comportamento dos organismos que vão ser utilizados na luta para evitar problemas maiores.

7.2.3. LUTA BIOTÉCNICA

Este tipo de luta baseia-se na utilização de todos os meios que façam parte do *habitat* da praga ou que estejam presentes no organismo a combater e que possam ser manipulados contra os agentes nocivos. Como exemplo, podem citar-se a utilização de antiquininas ou de feromonas.

As antiquininas são substâncias que impedem o endurecimento da camada protectora dos insectos, tornando-os susceptíveis à acção dos agentes externos. A substância mais conhecida é o diflubenzurão.

As feromonas são substâncias segregadas pelos insectos e que permitem a comunicação entre os indivíduos da mesma espécie. A sua utilização tem sido um método de luta particularmente utilizado na construção de armadilhas para insectos.

7.2.4. LUTA QUÍMICA

A luta química implica a utilização de produtos fitofarmacêuticos, os quais são classificados de acordo com o agente que pretendem combater: insecticidas, fungicidas, nematodocidas, etc.

A Direcção-Geral de Protecção das Culturas (DGPC) tem uma publicação anual na qual se referem os produtos que se podem utilizar para combater os diversos agentes nocivos.

Para que a aplicação dos produtos químicos seja eficaz, é necessário, em primeiro lugar, identificar o agente causal, procurar o produto adequado, ter em conta as condições meteorológicas e conhecer com precisão o ciclo biológico do agente nocivo (fungo, insecto).

Os produtos fitofarmacêuticos, sendo geralmente tóxicos, devem ser manuseados com alguns cuidados. Assim, é de evitar a sua aplicação nas seguintes condições:

- * não identificação do agente nocivo;
- * sem antes se lerem as instruções do rótulo das embalagens;
- * quando está a chover ou faz vento;
- * quando as folhas estão molhadas;

- ▶ quando a planta está seca;
- ▶ quando as plantas têm excesso ou falta de água;
- ▶ nos momentos de maior calor;
- ▶ em plantas enfraquecidas, por exemplo após exposição a uma geada.

7.3. INSTRUÇÕES DE COLHEITA E ACONDICIONAMENTO DE MATERIAL NOCIVO

No que se refere à colheita, o material pode ser formado por insectos adultos, larvas ou pupas, órgãos ou plantas atacadas e sementes ou frutos igualmente atacados.

No caso dos insectos, larvas ou pupas, deve-se colher o maior número possível de agentes suspeitos, evitar que se partam ou deformem e anotar o nome do viveiro e local, data e órgão atacado.

Tanto os órgãos ou plantas atacados, como as sementes e os frutos, devem ser colhidos e enviados aos serviços especializados para se procurar identificar a causa daqueles danos. Sempre que se detecte a presença de cochonilhas ou piolhos, estes devem permanecer nas partes afectadas quando se faz a recolha do material infectado.

Quanto ao acondicionamento, depois de colhidos os insectos devem morrer o mais rapidamente possível. Para tal, é apenas preciso ter um frasco, um qualquer tecido que possa ser embebido em éter, benzina ou gasolina, colocar dentro do frasco, juntar o insecto e fechar bem o frasco.

As larvas e as pupas, assim como os piolhos e as cochonilhas, depois de colhidos devem meter-se em álcool a 70 graus. Faz-se uma mistura de duas partes e meia de água para sete partes de álcool e mete-se nos frascos, onde já deve estar o material, tapando-os em seguida.

No caso dos órgãos e plantas atacados, este material deve ser acondicionado em caixas ou sacos de cartão ou papel, e nunca em sacos de plástico porque criam humidade e fungos e deterioram o material. O número de plantas colhidas deve ser de cinco ou seis.

No caso das sementes e frutos, devem ser acondicionados em frascos e rolhados.

Como já se referiu, todo o material deve ser enviado para os serviços competentes para se identificarem as causas e os agentes dos danos causados. O material deve ir perfeitamente acondicionado e identificado com o nome do viveiro, localidade, nome da espécie florestal, data da colheita, nome do colector, indicação do órgão ou órgãos afectados e indicação da intensidade do ataque.

8 TRANSPORTE DE PLANTAS

Todas as recomendações são feitas no sentido de reduzir o mais possível a perda de água por parte das plantas entre a saída do viveiro e a plantação em local definitivo. Há também que considerar o acondicionamento das plantas e o possível aparecimento de fermentações e bolores. Para evitar os problemas referidos, é necessário um certo arejamento e protecção das plantas durante o seu transporte.

O transporte das plantas do viveiro até ao local da plantação deve ser feito de forma cuidadosa e tomando algumas precauções no acondicionamento das plantas, de forma a evitar:

- ▶ perdas de água que induzirão à dessecação das plantas e muitas vezes à sua morte;
- ▶ aquecimento das plantas com conseqüente aparecimento de fermentações devido ao desenvolvimento de agentes patogénicos.

Portanto, o acondicionamento das plantas para transporte deve ser feito em embalagens que não permitam a sua danificação e devidamente protegidas do vento e do calor (Fotos 15 a) e b)). No caso de viagens curtas, as plantas devem estar protegidas com alguma rede ou outro material que atenua a acção dos agentes climatéricos. No caso de viagens mais longas deve mesmo recorrer-se a contentores refrigerados de forma a poder-se controlar a temperatura e a humidade. Note-se que, se não houver tais cuidados, as plantas ficam sujeitas durante o transporte a uma evaporação muito intensa (forte e rápida) da água dos seus tecidos, devido à acção do vento provocado pela deslocação do veículo e do calor. Em muitos casos as plantas jamais se recompõem, comprometendo decididamente o sucesso das plantações.

Depois de acondicionadas para serem transportadas, as plantas devem ser enviadas rapidamente. Não é conveniente permanecerem muito tempo acondicionadas, tanto antes como depois da saída do viveiro, sob pena de sofrerem danos irreversíveis ao nível do sistema radicular.



Foto 15 a)



Foto 15 b)

▶ Exemplo de duas formas de acondicionamento das plantas para posterior transporte:
a) película transparente.
b) recipiente rígido.

9 ÉPOCA DE PLANTAÇÃO

A época de plantação não é uma questão regulamentar, legal ou administrativa, mas sim, e só, um problema silvícola: não se pode estipular, tem de se escolher.

Esta escolha está relacionada essencialmente com os seguintes aspectos:

- espécie(s) em causa;
- tecnologia: plantação e tipo de material de reprodução;
- localização do trabalho: clima e disponibilidade de mão-de-obra.

A escolha da época de plantação para uma determinada espécie, num dado lugar, é feita com o objectivo de aumentar a probabilidade de sucesso da plantação. É pois uma questão de saber e de capacidade de **conjugiar da melhor maneira possível** os factores em jogo.

Ao sublinhar este último aspecto pretende-se evidenciar que não existe uma só e única boa escolha, mas sim várias soluções mais ou menos boas.

Excluem-se naturalmente deste raciocínio as situações em que não há possibilidade de fazer escolha, como tantas vezes acontece, por razões de inexistência de plantas, sementes ou mão-de-obra, senão numa determinada altura. Neste caso a escolha é outra: é entre fazer ou não fazer nessa campanha a plantação, devendo optar-se pela recusa se os riscos da operação forem superiores ao aceitável.

9.1. IMPORTÂNCIA DA ESPÉCIE

As espécies têm diferentes comportamentos fisiológicos, que também se verificam entre proveniências, regiões de proveniência e origens. Esses comportamentos traduzem-se em ritmos de crescimento e em susceptibilidade aos agentes externos diferentes.

Há espécies que mantêm um apreciável nível de actividade fisiológica mesmo com temperaturas relativamente baixas (algumas quase não chegam a parar a sua actividade vegetativa); outras, pelo contrário, cedo interrompem essa actividade.

O mesmo se diga quanto ao arranque da actividade quando a temperatura se eleva no final do Inverno. Este início da actividade é geralmente desfasado, ocorrendo geralmente mais cedo a nível radicular do que a nível da parte aérea.

9.2. TIPO DE MATERIAL DE REPRODUÇÃO

O material de reprodução com que se trabalha não é indiferente neste domínio. Desde logo, não é indiferente usar plantas de torrão ou de raiz nua. Estas últimas tornam-se mais exigentes porque carecem de boas condições de humidade no solo, disponíveis imediatamente aquando da plantação, uma vez que as raízes ficam logo e só em contacto com ele.

Ao contrário, as plantas de torrão dispõem de uma espécie de «almofada» que é o próprio substrato do torrão, o qual lhes permite entrarem progressivamente em contacto com novos volumes de solo, ou seja, podem aguentar mais do que as de raiz nua até que ocorram condições de ambiente favoráveis. Portanto, a utilização de plantas de torrão amplia a época boa de plantação, oferecendo maior defesa ao silvicultor.

Ainda assim, interessa neste caso considerar outro aspecto: a qualidade morfológica, especialmente do sistema radicular. São de recusar em absoluto sistemas radiculares viciados, designadamente com enrolamento, sendo aquela ampliação do período de plantação condicionada por este aspecto.

9.3. LOCALIZAÇÃO

A situação geográfica vale pelas características climáticas (não as médias mas as mais frequentes, note-se).

Os factores mais determinantes são o período de chuvas, as geadas (especialmente para certas espécies, as tardias) e a ocorrência de temperaturas relativamente altas.

Não é viável plantar antes de o solo ter suficiente humidade para as plantas poderem ser abandonadas à sua sorte. Esse período, em certas regiões, é condicionado pelas condições de trabalho do solo: os barros rapidamente se tornam impraticáveis pela sua plasticidade quando com elevado teor de água, enquanto os solos esqueléticos de xisto também assim ficam pela razão oposta, ou seja, a sua diminuta capacidade de retenção de água, quer nas situações planas em que ficam como que submersos, quer nas encostas em que se tornam mais instáveis.

No outro extremo da época de plantação está o perigo de não ocorrerem as indispensáveis chuvas de Primavera – situação que é muito comum.

Quanto às geadas, é certo que a escolha das espécies as deve ter em conta. Porém, há umas que lhe são muito sensíveis, como o eucalipto, enquanto outras o são especialmente em relação às geadas tardias, que ocorrem após o desabrochamento, causando danos nas formações do ano. Num e noutro caso, é conveniente (ou necessário) fazer a plantação só depois de passado esse período (razão por que muitas vezes nos projectos se deve considerar a data normal da última geada).

A questão da temperatura é importante pelo papel que geralmente desempenha na reactivação do ciclo biológico: a probabilidade de ocorrência de temperaturas elevadas

no final do Inverno ou início da Primavera determina em muitas espécies o arranque para o novo ano, encurtando portanto o respectivo período de plantação.

Finalmente, a disponibilidade de mão-de-obra é um factor determinante da exequibilidade das plantações, sendo variável de região para região e por vezes de local para local.

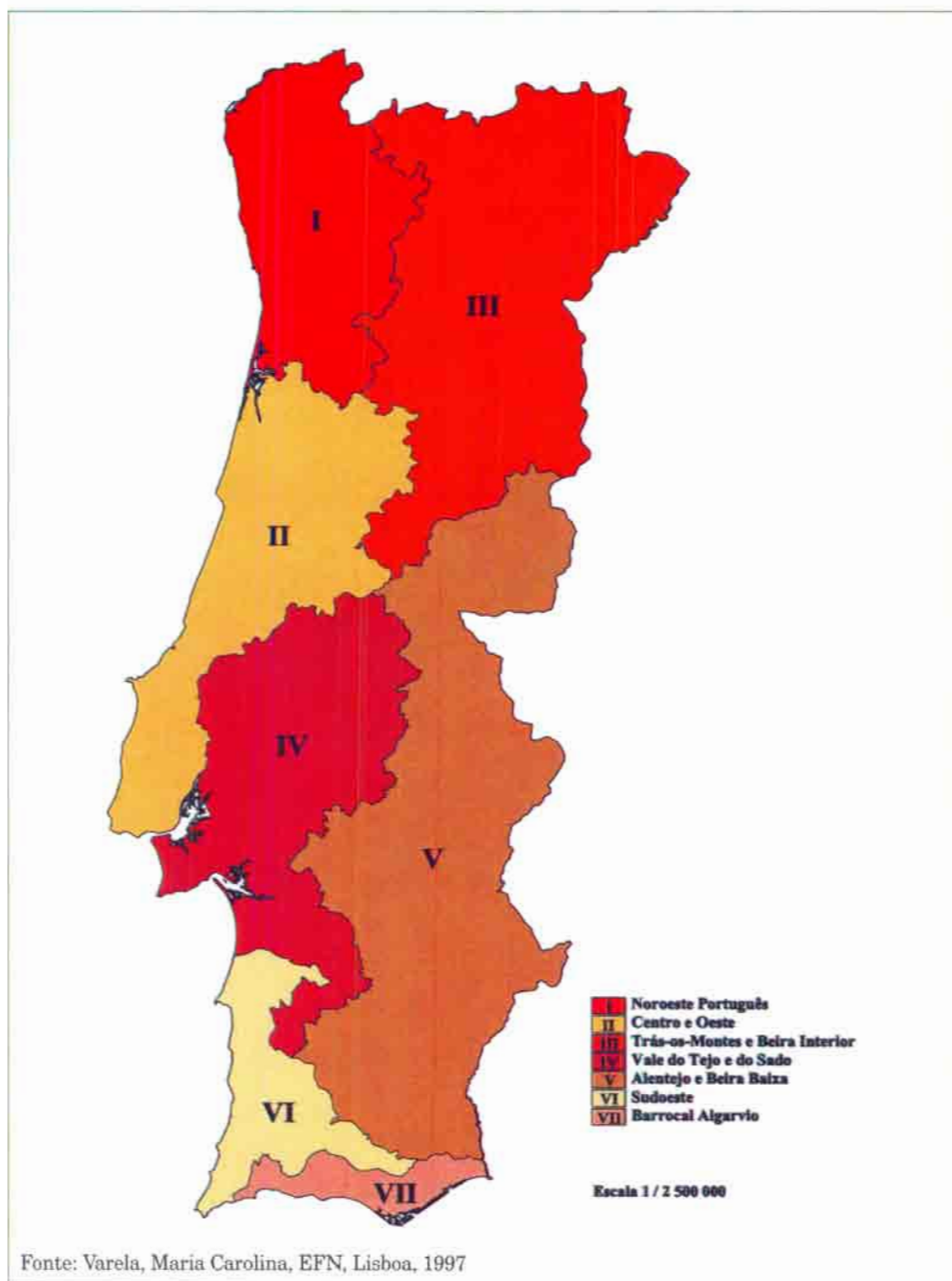
Como se vê, são numerosos os factores que influenciam a escolha da época, ou melhor, do período de plantação, conferindo a este problema uma notável complexidade, nem sempre possível de resolver a contento do decisor. O pior é que há muitos a quem o problema nem sequer se põe, ou seja, dele não têm consciência.

A experiência de cada um é decisiva.

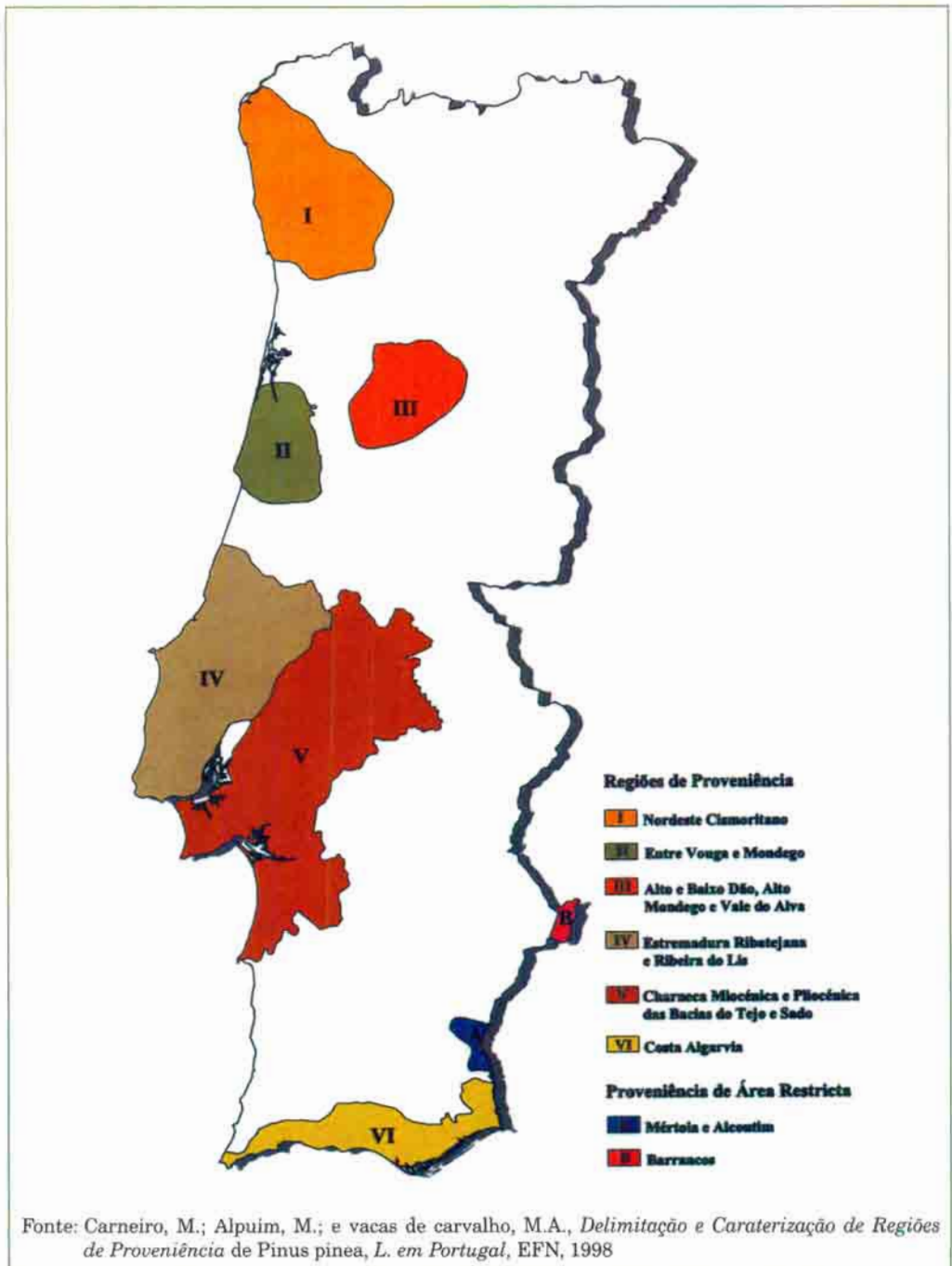
A experiência da região, sendo importante, é muitas vezes má conselheira porque nem sempre deriva de consideração consciente dos factores em jogo.

Enfim, poder-se-á afirmar que a plantação no cedo é aquela que em geral oferece mais probabilidade de êxito. Há certas espécies, como o sobreiro e a azinheira, que já por si próprias, e pelas regiões em que mais se utilizam, não devem ser plantadas depois do meio do Inverno, sob pena de se atingirem níveis perigosos de risco.

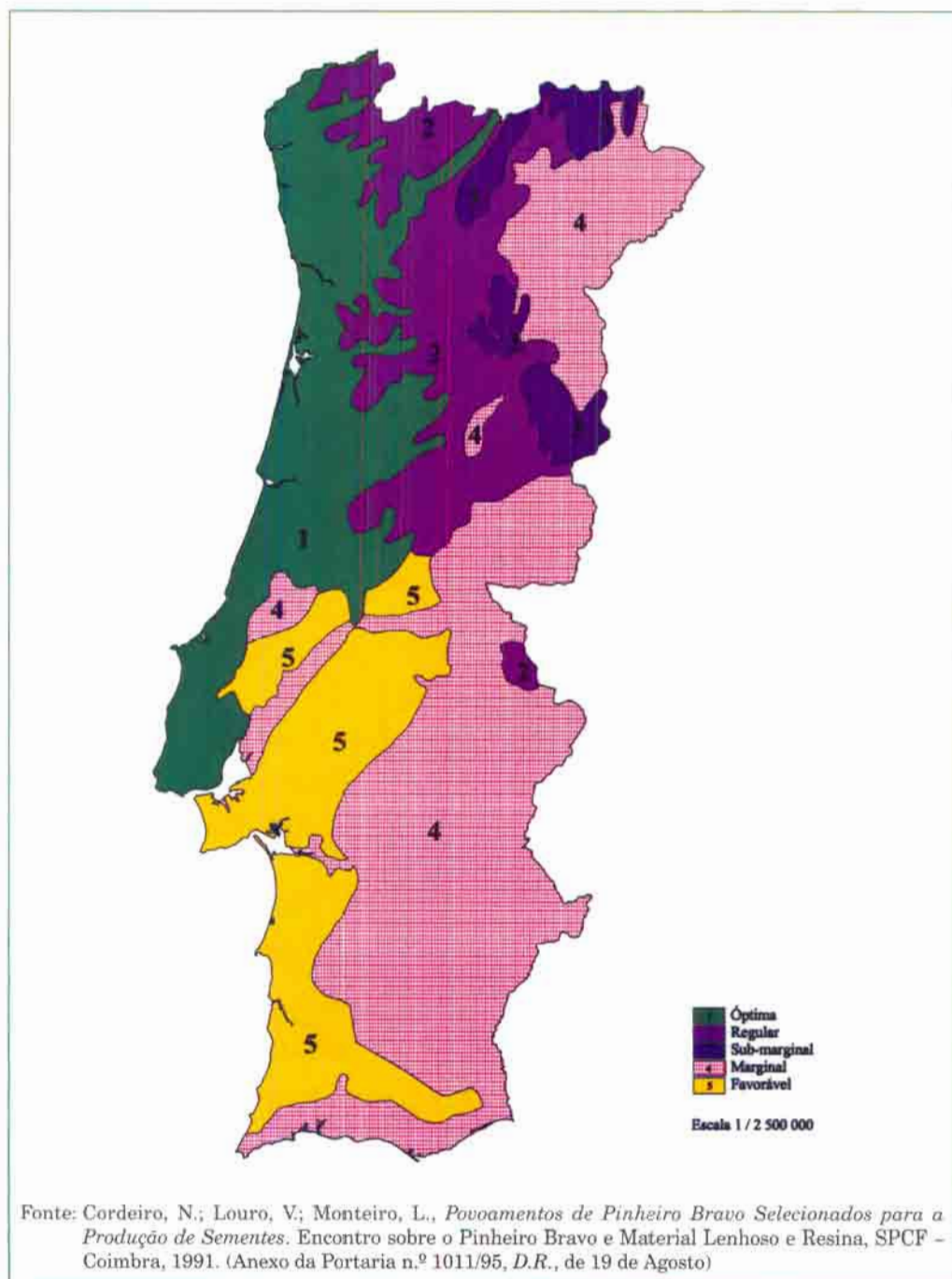
ANEXO II – REGIÃO DE PROVENIÊNCIA DO SOBREIRO



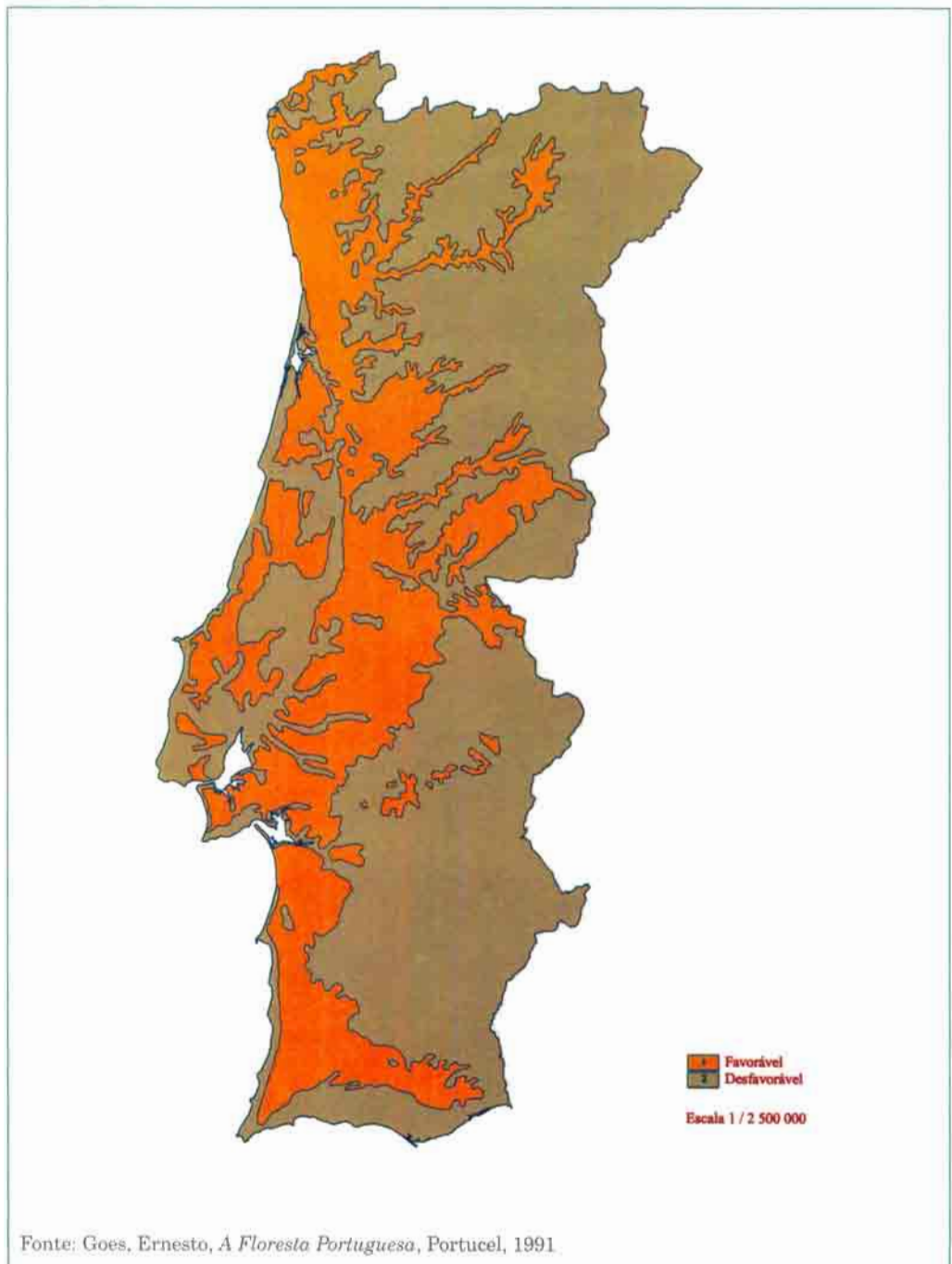
ANEXO III – REGIÃO DE PROVENIÊNCIA DO PINHEIRO MANSO



ANEXO IV – ZONA DE COLHEITA DE SEMENTE DO PINHEIRO BRAVO

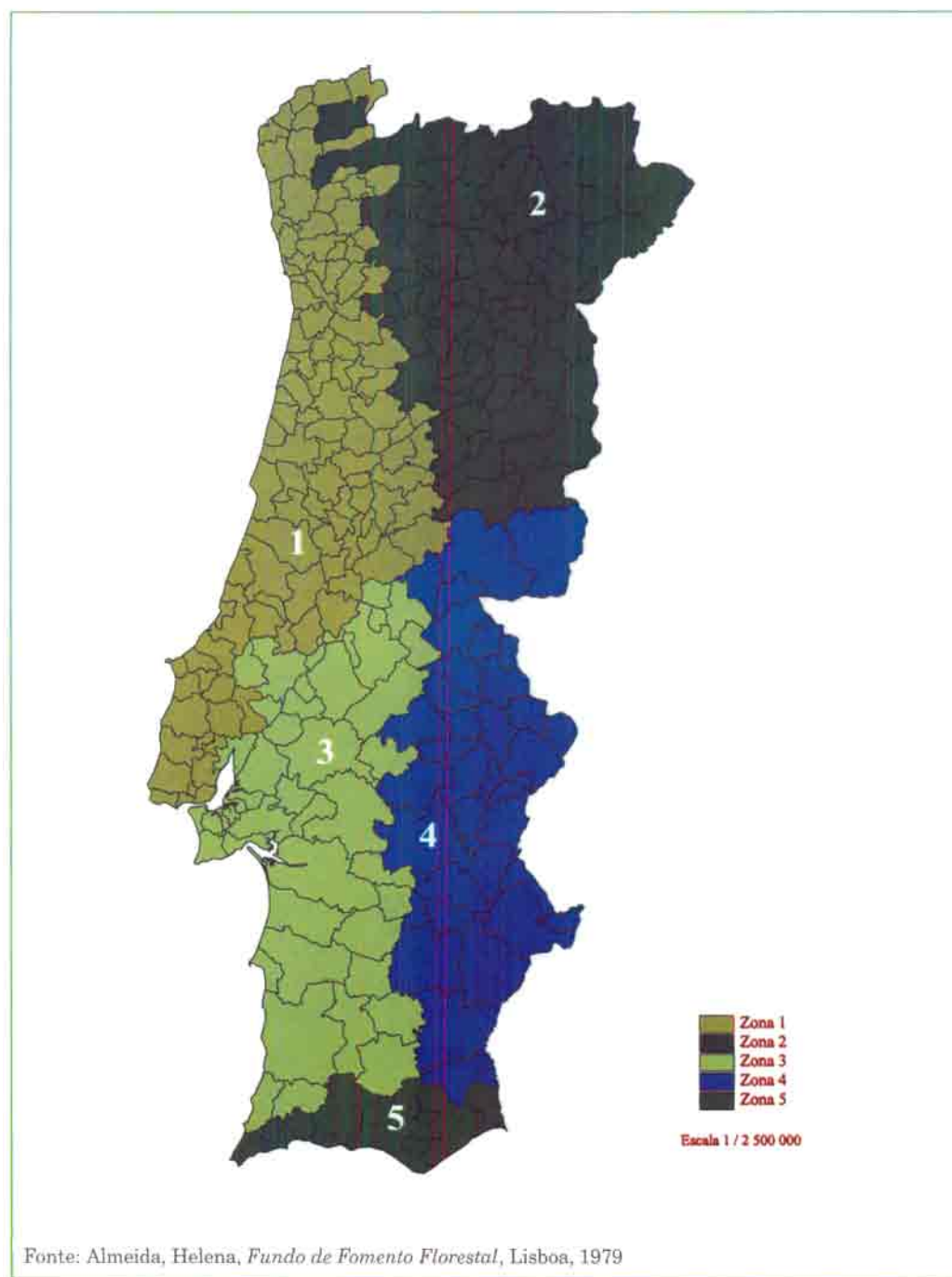


ANEXO V – ZONA DE COLHEITA DE SEMENTE DO EUCALIPTO



Fonte: Goes, Ernesto, *A Floresta Portuguesa*, Portucel, 1991.

ANEXO VI – ZONAS GENÉRICAS DE COLHEITA DAS SEMENTES



**ANEXO VII – LISTA DAS ESPÉCIES INDICADAS NA PORTARIA
N.º 134/94, DE 4 DE MARÇO**

Abies alba

Fagus sylvatica

Larix decidua

Picea abies

Picea sitchensis

Pinus nigra

Pinus sylvestris

Pinus strobus

Pseudotsuga menziesii

Quercus rubra

Quercus robur

Quercus sessiliflora (= *Quercus petraea*)

Populus spp.

ANEXO VIII

Exigências relativas à admissão de materiais de base destinados à produção de materiais de reprodução seleccionados (Anexo III da Portaria n.º 134/94, de 4 de Março)

POVOAMENTOS

• **Materiais de base**

São admitidos de preferência como materiais de base os povoamentos autóctones ou não autóctones que tenham dado prova do seu valor.

• **Localização**

Os povoamentos situados a uma distância suficiente de máis povoamentos da mesma espécie ou de povoamentos de uma espécie ou variedades susceptíveis de com eles hibridar. O critério de localização é particularmente importante desde que os povoamentos circundantes não sejam autóctones.

• **Homogeneidade**

Os povoamentos que apresentam uma variabilidade individual normal das características morfológicas.

• **Produção em volume**

A produção em volume é muitas vezes um dos critérios essenciais de admissão, devendo ser superior àquela que se considera como média para as mesmas condições ecológicas.

• **Qualidade tecnológica**

A qualidade é tomada em consideração podendo, em certos casos, ser um critério essencial.

• **Forma**

Os povoamentos devem apresentar caracteres morfológicos particularmente favoráveis, nomeadamente no que respeita à rectidão do tronco, à disposição e finura dos ramos e à desramação natural, devendo apresentar reduzida frequência de bifurcações e de fio espiralado.

• **Estado sanitário e resistência**

Os povoamentos que, de uma maneira geral, se apresentem sãos e na sua estação demonstrem boa resistência aos organismos nocivos e a influências exteriores desfavoráveis.

• Efectivo da população

Os povoamentos que comportem um ou vários conjuntos de árvores que permitam manter uma interfecundação suficiente. Para evitar os efeitos desfavoráveis da consanguinidade, os povoamentos devem apresentar um número suficiente de indivíduos numa superfície mínima.

• Idade

Os povoamentos cujas árvores tenham atingido uma idade susceptível de permitir uma apreciação clara dos critérios acima enumerados.

POMARES DE SEMENTES

Os pomares de sementes devem ser estabelecidos de tal modo que exista uma garantia suficiente para que as sementes ali produzidas representem, pelo menos, as qualidades genéticas médias dos materiais de base donde provêm os pomares de sementes.

ANEXO IX

Exigências para ensaios comparativos efectuados com vista à admissão de materiais de base destinados à produção de materiais de reprodução controlados

(Anexo IV da Portaria n.º 134/94, de 4 de Março)

GENERALIDADES

- Os ensaios efectuados com vista a permitir a admissão de materiais de base são preparados, instalados, conduzidos e os seus resultados interpretados de modo a permitir comparar objectivamente os materiais de reprodução entre si e em relação a uma ou várias testemunhas previamente escolhidas.
- Serão tomadas todas as disposições para garantir que os materiais de reprodução, incluindo as testemunhas, sejam representativos dos materiais de base estudados.
- Se, no decorrer dos ensaios, resultar a prova de que os materiais de reprodução não correspondem, pelo menos, às características:
 - de identificação do seu material de base, são desde logo eliminados;
 - de resistência do material de base aos organismos de importância economicamente nociva, podem ser eliminados.

INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS EXPERIMENTAIS

- Os materiais de reprodução são instalados, quer em viveiro, quer no local definitivo, segundo dispositivos experimentais casualizados, incluindo repetições, por forma a permitir o controlo das diferentes causas de variabilidade genética e do meio, assim como as interações e os erros experimentais.
- As parcelas unitárias compreendem um número suficiente de árvores que permita a avaliação das características próprias de cada material a examinar.
- Os materiais de base representados e as repetições são em número suficiente para assegurar um grau satisfatório de rigor estatístico.

GESTÃO DOS DISPOSITIVOS

- Os materiais de reprodução, compreendendo as testemunhas, são tratados, quer sejam sementes ou estacas, quer estejam em viveiro ou em local definitivo e até ao fim dos ensaios, de forma idêntica quanto a adubação, limpeza, desramações e a qualquer outro método de cultura e manutenção.
- No que respeita aos desbastes, o método aplicado deve ter em conta o desenvolvimento de cada material de reprodução.

CONDIÇÕES DE ESCOLHA E COLHEITA DOS MATERIAIS DE REPRODUÇÃO SUBMETIDOS A ENSAIOS, COMPREENDENDO AS TESTEMUNHAS

- Os materiais de base devem ser bem definidos quanto à proveniência, constituição e composição e ter isolamento suficiente contra polinizações estranhas.
- Os materiais de base devem ter idade e desenvolvimento tais que permitam revelar estabilidade suficiente quanto às características do material de reprodução.
- Os materiais de reprodução sexuada são colhidos ao longo dos anos com boa floração e frutificação a menos que tenha sido efectuada uma polinização artificial e segundo métodos que permitam assegurar que as amostras obtidas são representativas.
- Os materiais de reprodução vegetativa provêm, por via vegetativa, de um único indivíduo.

CONDIÇÕES SUPLEMENTARES PARA TESTEMUNHAS

- As testemunhas devem, tanto quanto possível, ser conhecidas na região do ensaio durante um período suficientemente longo. São em princípio materiais que deram provas no aspecto da silvicultura da espécie, nomeadamente nas condições ecológicas propostas para admissão do material. Provêm, tanto quanto possível, de materiais de base admitidos.
- No caso de materiais de base sexuados, podem igualmente servir como testemunhas os clones ou os descendentes de polinizações controladas.
- Podem ser utilizadas várias testemunhas. Em caso de necessidade justificada, uma testemunha pode ser substituída por aquele dos materiais submetidos a ensaios que pareça mais adequado.
- As mesmas testemunhas são utilizadas no maior número de ensaios possível.

CARACTERES SUBMETIDOS A EXAME

- São submetidos a exame os caracteres de identificação, no que respeita a materiais de base, caracteres de comportamento e caracteres de produção.
- Os caracteres de identificação, no que respeita a materiais de base, são apresentados em forma de ficha descritiva suficientemente completa.
- Relativamente aos caracteres de comportamento e de produção, o exame incide normalmente no crescimento, adaptação e resistência a factores abióticos e a organismos nocivos de importância económica. Além disso, outras características consideradas importantes, tendo em vista o objectivo perseguido, serão abrangidas e avaliadas em função das condições ecológicas da região do ensaio.

ANÁLISE DOS RESULTADOS E AVALIAÇÃO

- Os resultados dos ensaios, no que respeita às características de comportamento e de produção, são apresentados sob a forma de dados numéricos e separada-

mente para cada carácter avaliado. Os caracteres são avaliados independentemente uns dos outros.

- ▶ A análise determina a classificação para cada característica de comportamento e de produção e para cada meio estudado, indicando os valores de cada material de reprodução, na base da média e, eventualmente, da variância intramaterial. É indicado o nível de significância das diferenças. A diferença, tanto em valor absoluto como relativo, é expressa em termos de ganho genético em relação à testemunha. É indicada a idade do material de reprodução no momento da avaliação da característica.
- ▶ Por comparação com as testemunhas, verificar-se-á superioridade significativa do ponto de vista económico e estatístico (ao nível de significância de 95%) em relação a, pelo menos, um dos caracteres avaliados. Desde que a superioridade seja verificada apenas por um carácter, os valores de, pelo menos, dois outros caracteres avaliados devem ser iguais ou superiores aos valores médios das testemunhas para estes dois caracteres. Devem ser indicados claramente os caracteres avaliados, que sejam significativamente (ao nível de 95%) inferiores aos das testemunhas. Todavia, se os seus efeitos forem susceptíveis de ser compensados por outros caracteres favoráveis, tal deve ser invocado.
- ▶ Desde que o ensaio tenha como finalidade a admissão de um material de base relativamente apenas a um carácter considerado como essencial para a sobrevivência em condições ecológicas extremas, a condição de igualização do valor dos outros caracteres ao valor médio das testemunhas não é exigida.
- ▶ A metodologia seguida para o ensaio bem como a relação dos resultados obtidos são acessíveis a todas as pessoas com comprovado interesse na matéria.

TESTES PRECOCES

- ▶ Os testes juvenis em viveiro, em local definitivo e em laboratório são admitidos como testes precoces válidos, se for demonstrado que existe uma correlação estreita entre os valores dos caracteres apreciados no estado juvenil e no decorrer dos estádios de desenvolvimento ulteriores.

ANEXO X

Sintomas visuais das deficiências de nutrientes minerais em plantas de viveiro

NUTRIENTES	SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS
MACRONUTRIENTES	
Azoto	Clorose geral seguida de atrofia; nos casos mais graves as folhas são pequenas e ficam com uma coloração amarelada, podendo aparecer necroses. Distingue-se da falta de ferro porque afecta primeiro as folhas mais velhas.
Fósforo	Os sintomas nas folhas variam com a espécie, sendo mais frequentes aqueles que se manifestam através de uma coloração arroxeada das folhas.
Potássio	Observam-se, ao nível das folhas, manchas cloróticas junto às margens que se podem tornar acastanhadas (necroses) devido à morte dos tecidos.
Cálcio	Atrofiamento do crescimento, tanto da parte aérea como do sistema radicular. Queimaduras e cloroses nas folhas mais novas.
Magnésio	Aparecimento de pontos cloróticos regularmente distribuídos, seguidos por necroses em alguns casos.
Enxofre	Clorose nas folhas que ficam com uma coloração amarela esverdeada, com as folhas mais jovens a serem as mais afectadas. Atrofia das folhas e eventuais necroses em alguns casos.
MICRONUTRIENTES	
Ferro	As primeiras cloroses aparecem nas folhas mais jovens. Em alguns casos aparecem colorações de amarelo brilhante a branco, ficando apenas com as nervuras verdes.
Manganês	Clorose nas folhas semelhante às deficiências em magnésio, mas com uma distribuição mais irregular das manchas cloróticas.
Zinco	Atrofia extrema em folhas formando rosetas, seguida da morte dos ápices nos casos mais extremos.
Cobre	Espiralização das folhas com coloração amarelada nas extremidades das folhas.
Boro	Clorose e necrose nos gomos terminais.
Molibdénio	Clorose nas folhas seguida de necrose, a começar nas extremidades.

11 BIBLIOGRAFIA

- Abad, M.; Noguera, V.; Martinez-Cortes, J.; Martinez-Herrero, M. D., «Physical and chemical properties of sedge peat-based media and their relation to plant growth», *Acta Horticulturae*, n.º 238, 1989, pp. 45-56.
- ADAS, *Fertiliser Recommendation*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, reference Book 209, HMSO, 1988.
- Alves, A. A. M. *Técnicas de Produção Florestal*, Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa, 1988.
- Argillier, C.; Raymond, V., «Fertilisation des pins laricio (*Pinus nigra* ssp. *laricio*) en culture en conteneur», *Revue Horticole*, n.º 350, 1994.
- Baião, M., *Sementes florestais. Curso para Guardas Florestais*, Direcção-Geral das Florestas, Amarante, 1997 (Não publicado).
- Benoit, F.; Ceustermans, N., «Horticultural aspects of ecological soilless growing methods», *Acta Horticulturae*, n.º 396, 1995, pp. 11-23.
- Bragg, N. C.; Chambers, B. J., «Interpretation and advisory applications of compost air-filled porosity measurements», *Acta Horticulturae*, n.º 221, 1988, pp. 35-44.
- Brun, R., «Pour choisir un substrat de culture hors-sol: connaître ses caractéristiques», *PHM Revue Horticole*, n.º 334, 1993, pp. 25-35.
- Bunt, A. C., *Media and Mixes for Container-Grown plants*, Unwin Hyman Ltd. Londres, 1988.
- Carlile, W. R.; Wilson, D. P., «Microbial activity in growing-media – a brief review», *Acta Horticulturae*, n.º 294, 1991, pp. 197-206.
- Costa, J. B., *Caracterização e Constituição do Solo*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1974.
- Coutinho, J. F., *Acidez do Solo e Toxicidade do Alumínio*, Dissertação de Doutoramento em Engenharia Agrícola, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 1989b.
- De Boodt, M.; Verdonck, O., «The physical properties of the substrates in horticulture», *Acta Horticulture*, n.º 26, 1972, pp. 37-44.
- De Boodt, M.; Verdonck, O.; Cappaert, I., «Method for measuring the water-release curve of organic substrates», *Acta Horticulturae*, n.º 37, 1974, pp. 2054-2062.
- Duryea, M. L.; Landis, T. D., *Forest Nursery Manual – Production of Bareroot Seedlings*, Martinus Nijhoff publ., The Hague, 1984.
- FAO, «La qualité de l'eau en Agriculture», *Bulletin FAO d'Irrigation et de Drainage*, n.º 29, FAO, Roma, 1976.
- Ferreira, M. C.; Ferreira, G. W. S.; Fonseca, N., *Manual de Sanidade dos Viveiros Florestais*, Ministério da Agricultura, Lisboa, 1994.
- Garibaldi, A., «Research on substrates suppressive to *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani*», *Acta Horticulturae*, n.º 221, 1988, pp. 271-277.

- Gras, R., «Quelques propriétés physiques des substrats horticoles: I - Porosité», *PHM Revue Horticole*, n.º 230, 1982a, pp. 51-53.
- Gras, R., «Quelques propriétés physiques des substrats horticoles: II - Teneur en eau et en air», *PHM Revue Horticole*, n.º 232, 1982b, pp. 47-50.
- Gras, R., «Propriétés physiques des substrats», In D. Blanc (ed.), *Les cultures hors-sol*, Inra, Paris, 1987, pp. 79-126.
- Grattan, S. R.; Grieve, C. M., «Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments», *Agriculture, ecosystems and environment*, n.º 38, 1992, pp. 275-300.
- Handreck, K. A.; Black, N.D., *Growing Media for Ornamental Plants and Turf*, University of New South Wales, Austrália, 1994.
- Heiskanen, J., «Favourable water and aeration conditions for growth media», *Scand. J. For. P.-s.*, n.º 8, 1993, pp. 337-358.
- Hoitink, H.; Kutter, G., «Role of composts in supression of soilborne plant pathogens of ornamental plants», *Biocycle*, n.º 25, 1984, pp. 40-42.
- Landis, T. D.; Tinus, R. W.; McDonald, D. E.; Barnett, J. P., *Seedling Nutrition and Irrigation*, Vol. 4, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbook, 674, USDA, Forest service, Washington D. C., 1989, 119 p.
- Lemaire, F., «Emploi des matières organiques comme substrat dans les cultures hors-sol», *PHM Revue Horticole*, n.º 336, 1993, pp. 10-17.
- Lemaire, F. A., «Physical, chemical and biological properties of growing medium», *Acta Horticulturae*, n.º 396, 1995, pp. 273-285.
- Lemaire, F.; Dartigues, A.; Riviere, L. M.; Charpentier, S., *Cultures en pots et conteneurs*, INRA, Paris e *PHM Revue Horticole*, Limoges, 1989, 184 p.
- Louro, V., *Viveiros Florestais em Portugal*, Instituto Florestal, Estudos e Informação, n.º 313, Lisboa, 1995.
- Maas, E. V., «Crop tolerance to saline sprinkling water», *Plant and Soil*, n.º 89, 1985, pp. 273-284.
- Marschener, H., *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, Londres, 1995.
- Miner, J. A., *Substratos: Propiedades e Caracterizacion*, Ediciones Mundiprensa, Madrid, 1994, pp. 172.
- Nina, A. P., *Viveiros Florestais*, Secretaria de Estado da Agricultura, Direcção-Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas, 1961.
- ONF, *Réussir la forêt - contrôle et réception des travaux*, Ministère de L'Agriculture et de la Forêt, França, 1990.
- Oviedo, F. P., *Nuevas Tecnicas em Horticultura*, Almeria, 1988.
- Peterson, J. C., «Modify your pH perspective», *Florist' Review*, n.º 169 (4386), 1981, pp. 34-35, 92 e 94.
- Pires, A. L. F., *Utilização de Fertilizantes em Silvicultura*, Série didáctica, Ciências aplicadas, n.º 35, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 1994.
- Raposo, J. R., *A Rega - dos Primitivos Regadios às Modernas Técnicas de Rega*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1996.
- Ribeiro, D. S., *Estudo do Trabalho em Viveiros Florestais*, Relatório do trabalho de fim de curso de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 1991.
- Ribeiro, H. M. F., *Possibilidade de Utilização de Resíduos Sólidos Urbanos na Formulação de Substratos para Plantas Envasadas*, Tese de Mestrado em

- Nutrição Vegetal, Fertilidade dos Solos e Fertilização, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 1996.
- Rubira, J. L. P.; Bueno, L. O., *Cultivo de Plantas Forestales en Contenedor*, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentacion, Madrid, 1996.
- Santos, J. Q., *Fertilização, Fundamentos da Utilização de Adubos e Correctivos*, Publicações Europa-América, Mem-Martins, 1991.
- Santos, J. Q., *Fertilização e Poluição: Reciclagem Agro-florestal de Resíduos Orgânicos*, J. Quelhas dos Santos (ed.), Lisboa, 1995.
- Santos, M. L., *Sementes e Plantas Florestais*, Escola Superior Agrária de Coimbra – Estação Florestal Nacional, Coimbra/Lisboa, 1994.
- Suszka, B.; Muller, C.; Masimbert, M. B., *Graines des feuillus forestiers – de la récolte au semis*, Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 1994.
- Vasconcelos, E. J. M. P., *Salinidade dos Solos e Fertilização*, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 1987, p. 66.
- Vasconcelos, E. J. M. P., *Algumas Considerações sobre a Qualidade de Uma Água para Rega*, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 1994.
- Verdonck, O.; Gabriëls, R., «Substrate requirements for plants», *Actae Horticulturae*, n.º 221, 1988, pp. 19-23.
- Verdonck, O.; Gabriëls, R., «Reference method for the determination of physical and chemical properties of plant substrates», *Acta Horticulturae*, n.º 302, 1992, pp. 169-179.
- Warkentin, B.P., «Physical properties of forest-nursery soils», in Duryea e Landis (ed.), *Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings*, Martinus/Dr. W. Junk Publishers, The Hague-Boston-Lancaster, 1984, pp. 53-61.
- Warncke, D. D.; Krauskopf, D. M., *Greenhouse Growth Media: testing and nutrition guidelines*, Michigan State University, Extension Bulletin E-1736, 1983.
- Warncke, D. D., «Testing artificial growth media and interpreting the results», in *Soil testing and plant analysis* (3.ª ed.), SSSA, Madison, 1990.
- Whitecomb, C. E., *Plant Production in Containers*, Lacepark Publications Inc., Stillwater (Oklahoma), 1988.

