

Manual de Horticultura no Modo de Produção Biológico

Editor
Isabel de Maria Mourão



Ficha técnica

Título: Manual de Horticultura no Modo de Produção Biológico

Edição e Distribuição: Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC
Refóios, 4990-706 Ponte de Lima

Editor: Isabel de Maria Mourão

Impressão: Gráficas Anduriña

Tiragem: 750 exemplares

ISBN: 978-972-97872-2-5

Depósito legal: 266827/07

Ano: 2007

Manual de Horticultura no Modo de Produção Biológico

Editor

Isabel de Maria Mourão

Financiamento

Programa PO AGRO DE&D



Projecto nº 747

Fertilização de culturas em agricultura biológica
e avaliação do processo pós-colheita dos produtos

Entidades participantes



Escola Superior Agrária
de Ponte de Lima
IPVC



DRAP-Norte
Ministério da Agricultura
Desenvolvimento Rural e Pescas
Direcção Regional de
Agricultura e Pescas
do Norte



Cooperativa Agrícola das
Serras da Boalhosa, Arga,
Castro L., Peneda e Soajo



Faculdade de Eng. e dos
Recursos Naturais
Univ. do Algarve



Faculdade de Ciências
Univ. do Porto



Universidade de
Trás-os-Montes e
Alto Douro

Índice

Prefácio

1. O modo de produção biológico

Isabel Mourão

Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo

1.1	A agricultura biológica e a segurança alimentar	1
1.2	Produção e consumo de produtos biológicos	4
1.3	Regras e princípios da produção biológica agrícola vegetal	6
1.4	O solo como recurso essencial	8
1.5	Sistemas integrados de produção biológica vegetal e animal	9
1.6	Conversão e certificação	9
1.7	Economia social e ambiental	13
1.8	Impacto do modo de produção biológico nas alterações climáticas	14
	Bibliografia	18

2. Material vegetal e viveiros

Mário Reis

Faculdade de Engenharia e dos Recursos Naturais, Universidade do Algarve

2.1	Material vegetal	
2.1.1	Importância do material vegetal	19
2.1.2	Que material vegetal utilizar ?	20
2.1.3	Onde obter o material vegetal ?	21
2.2	Viveiros	
2.2.1	Viveiros, para quê ?	22
2.2.2	Local, tipo e condições no viveiro	24
2.2.3	Os substratos de viveiro: características e preparação	27
2.2.4	Tecnologia de produção no viveiro	36
2.2.5	Avaliação da qualidade das plantas	49
2.2.6	Condições para o sucesso de um viveiro	49
2.2.7	Resolução de problemas de crescimento no viveiro	50
	Bibliografia	51

3. Fertilidade do solo, compostagem e fertilização

Miguel Brito

Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo

3.1	Gestão da fertilidade do solo	53
3.2	Compostagem e utilização do composto	
3.2.1	O processo de compostagem	56
3.2.2	Características do composto	65
3.2.3	Utilização do composto	67
3.3	Fertilizantes e fertilização	
3.3.1	Nutrientes minerais	70
3.3.2	Fertilizantes	71
3.3.3	Correcção mineral	73
3.3.4	Correcção orgânica	74
3.3.5	Recomendação da fertilização	77
3.3.6	Fertilização com macronutrientes principais	82
3.3.7	Fertilização com macronutrientes secundários e micronutrientes	84
	Bibliografia	86

4. Tecnologias de produção

Isabel Mourão

Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo

4.1	Escolha das cultivares	87
4.2	Rotação plurianual de culturas	88
4.3	Adubação verde e culturas de cobertura	93
4.4	Solarização e biofumigação	96
4.5	Culturas protegidas	98
4.6	Instalação das culturas e práticas culturais	
4.6.1	Mobilização do solo	103
4.6.2	Aspectos de segurança alimentar na aplicação de compostos	105
4.6.3	Inoculação com micorrizas	106
4.6.4	Densidade de sementeira ou de plantação	107
4.6.5	Práticas culturais	108
4.7	Controlo de infestantes	
4.7.1	Medidas culturais	109
4.7.2	Meios físicos	109
4.7.3	Medidas de eliminação	111
4.8	Rega	
4.8.1	Gestão da água de rega	114
4.8.2	Fases críticas do ciclo cultural	116
4.8.3	Qualidade da água de rega	118
4.8.4	Sistemas de rega	118
	Bibliografia	120

5. Protecção das culturas

Raul Rodrigues¹ & André Afonso²

¹Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo

²Direcção Regional de Agricultura do Norte

5.1	Introdução	123
5.2	Pragas	
5.2.1	Ácaros	128
5.2.2	Moscas brancas	131
5.2.3	Afídeos	133
5.2.4	Tripes	136
5.2.5	Escaravelho da batateira	137
5.2.6	Larvas mineiras	139
5.2.7	Lagartas (noctuídeos)	140
5.2.8	Lagartas da couve	143
5.2.9	Mosca-da-couve	144
5.3	Doenças	
5.3.1	Míldios	148
5.3.2	Oídios	150
5.3.3	Fusarioses	152
5.3.4	Bactérias	153
5.3.5	Nemátodos	155
5.3.6	Vírus	158
	Bibliografia	161

6. Pós-colheita e comercialização

Domingos P. F. Almeida^{1,2} & Maria Helena Gomes²

¹Faculdade de Ciências, Universidade do Porto

²Centro de Biotecnologia e Química Fina, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa

6.1	Formas de comercialização e importância da Pós-colheita	165
6.2	Princípios da Pós-colheita Hortofrutícola	166
6.3	A qualidade dos produtos no Modo de Produção Biológico	169
6.4	A operação da colheita	
6.4.1	Determinação do momento da colheita	170
6.4.2	Cuidados na colheita	171
6.5	Gestão da temperatura	
6.5.1	Arrefecimento	172
6.5.2	Armazenamento frigorífico	175
6.5.3	Armazenamento doméstico	177
6.5.4	O problema dos danos pelo frio	177
6.6	Atmosfera controlada e atmosfera modificada	179
6.6.1	Efeito fungistático do dióxido de carbono	180

6.7	O etileno na Pós-colheita Hortofrutícola	
6.7.1	Efeitos do etileno	181
6.7.2	Aplicação de etileno	182
6.7.3	Remoção do etileno e minimização dos seus efeitos indesejáveis	182
6.8	Sanidade da água e desinfecção	
6.8.1	Utilização da água em pós-colheita	184
6.8.2	Sanitização da água	185
6.8.3	Sanitização e desinfecção de superfícies	185
6.9	Estratégias para a protecção contra doenças pós-colheita	186
6.10	Outras tecnologias pós-colheita	
6.10.1	Tratamentos anti-abrolhantes	188
6.10.2	Irradiação	188
6.10.3	Revestimentos comestíveis	188
6.11	A garantia da integridade dos produtos biológicos	
6.11.1	Operação de arrefecimento	189
6.11.2	Armazenamento	189
6.11.3	Gestão da embalagem	190
6.11.4	Transporte e distribuição	190
6.11.5	Manuseamento no retalhista	190
	Bibliografia	191
	Glossário	193
	Bibliografia recomendada	197

Prefácio

A produção e a comercialização de produtos hortícolas no Modo de Produção Biológico exigem conhecimentos técnicos especializados e acesso a informação que, nem sempre, está disponível de forma sistematizada. Este *Manual de Horticultura no Modo de Produção Biológico* procura tornar acessível a agricultores e a técnicos informação, em particular nas áreas da produção de plantas em viveiro, da fertilidade do solo, compostagem e fertilização, das tecnologias de produção, da protecção fitossanitária e da tecnologia pós-colheita de produtos hortícolas.

O presente *Manual* foi realizado no âmbito do Projecto nº 747 - ‘Fertilização de culturas em agricultura biológica e avaliação do processo pós-colheita dos produtos’, financiado pela medida 8.1 do programa AGRO. Este projecto contou com a participação de técnicos e investigadores da Escola Superior Agrária de Ponte de Lima do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (ESAPL), da Cooperativa Agrícola das Serras da Boalhosa, Arga, Castro Laboreiro, Peneda e Soajo CRL (CoopBoua), da Direcção Regional de Agricultura do Norte (DRAN), da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FC/UP), da Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais da Universidade do Algarve (FERN/UA) e da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). No período em que decorreu o projecto, de 2004 a 2007, as experiências de campo decorreram nas instalações da ESAPL, na CoopBoua, na Quinta Casal de Matos, Marco de Canavezes, empresa certificada no Modo de Produção Biológico e nos Viveiros Vidaverde, Faro.

1. O MODO DE PRODUÇÃO BIOLÓGICO

Isabel Mourão (ESAPL / IPVC)

Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do castelo

1.1 A agricultura biológica e a segurança alimentar

Definição

De acordo com o regulamento CE nº 834/2007 (CE, 2007): “A produção biológica é um sistema global de gestão das explorações agrícolas e de produção de géneros alimentícios que combina as melhores práticas ambientais, um elevado nível de biodiversidade, a preservação dos recursos naturais, a aplicação de normas exigentes em matéria de bem-estar dos animais e método de produção, em sintonia com a preferência de certos consumidores por produtos obtidos utilizando substâncias e processos naturais. O método de produção biológica desempenha, assim, um duplo papel, visto que, por um lado, abastece um mercado específico que responde à procura de produtos biológicos por parte dos consumidores e, por outro, fornece bens públicos que contribuem para a protecção do ambiente e o bem-estar dos animais, bem como para o desenvolvimento rural.”

“Os elementos essenciais do sistema de gestão da produção vegetal biológica são a gestão da fertilidade dos solos, a escolha das espécies e variedades, a rotação plurianual das culturas, a reciclagem das matérias orgânicas e as técnicas de cultivo” (CE, 2007). A agricultura biológica promove a melhoria dos ecossistemas agrícolas e privilegia o uso de boas práticas de gestão da exploração agrícola, em lugar do recurso a factores de produção externos, tendo em conta que os sistemas de produção devem ser adaptados às condições regionais. Isto é conseguido, sempre que possível, através do uso de métodos culturais, biológicos e mecânicos em detrimento da utilização de materiais sintéticos. No entanto, muitos dos benefícios da agricultura biológica dependem do estabelecimento do equilíbrio ecológico entre o solo, as plantas e os

animais, e não apenas da substituição de fertilizantes e pesticidas de síntese por produtos orgânicos (FAO, 2007).

Origem

A agricultura biológica, enquanto modo de produção de alimentos vegetais e animais, sem utilização de adubos e pesticidas químicos de síntese, de organismos geneticamente modificados, de antibióticos e hormonas, e com recurso a técnicas que procuram respeitar o equilíbrio dos ecossistemas agrários e a biodiversidade, surgiu como reacção à industrialização da agricultura e aos seus efeitos nocivos na saúde humana e no ambiente. O termo agricultura biológica (*organic farming*) surgiu a primeira vez no livro “*Look to the land*” (Olhando a terra), de Lord Northbourne, publicado em 1940, e está relacionado com o conceito de que a empresa agrícola deve ser considerada como um “organismo”.

A Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Biológica (IFOAM), actualmente com sede na Alemanha, foi fundada em 1972, em França. Nos anos 80, ocorreu globalmente um grande desenvolvimento da agricultura biológica, motivado pela maior consciência da necessidade de protecção ambiental e pela procura de alimentos mais saudáveis, por parte dos consumidores, tendo surgido em Portugal a Associação Portuguesa de Agricultura Biológica (Agrobio), em 1985.

Em 1991, a Comunidade Europeia publicou o primeiro regulamento definindo as normas do modo de produção biológico dos produtos vegetais (CE nº 2092/91) e, em 1999, dos produtos animais (Reg. CE nº 1804/99). Estes regulamentos foram recentemente revogados pelo regulamento CE nº 834/2007, de 28 de Junho (CE, 2007).

Princípios

A agricultura biológica tem por base os seguintes princípios (IFOAM, 2007):

- Princípio da saúde. A agricultura biológica deve manter e melhorar a qualidade dos solos, assim como a saúde das plantas, dos animais, dos seres humanos e do planeta como um todo.
- Princípio da ecologia. A agricultura biológica deve respeitar os ciclos naturais dos ecossistemas.
- Princípio da justiça. A agricultura biológica deve basear-se em relações justas no que respeita ao ambiente e às oportunidades de vida.

- Princípio da precaução. A agricultura biológica deve ser gerida de uma forma cautelosa e responsável de modo a proteger o ambiente, a saúde e o bem-estar das gerações actuais e futuras.

Segurança alimentar

As conclusões da Conferência Internacional da Agricultura Biológica e Segurança Alimentar, realizada em 2007, pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), foram as seguintes (FAO, 2007):

- A agricultura biológica pode contribuir para a segurança alimentar embora o seu potencial dependa fortemente das motivações políticas.
- Novos desafios como as alterações climáticas podem ser mitigados pela agricultura biológica através de medidas como o aumento da sequestração de dióxido de carbono (CO₂), para além de que a agricultura biológica oferece opções práticas de adaptação climática.
- A segurança da água aumenta com a agricultura biológica, desde a qualidade da água para consumo até à diminuição da quantidade de água necessária em solos de agricultura biológica.
- A agro-biodiversidade é protegida e sustentavelmente utilizada pela agricultura biológica.
- A agricultura biológica aumenta o equilíbrio nutricional da alimentação humana, nomeadamente através da maior diversificação de produtos.
- O desenvolvimento rural é alcançado através da agricultura biológica que gera rendimento e emprego, em regiões onde não existem outras alternativas que não seja a utilização do trabalho, dos recursos e do conhecimento locais.
- Para que o desenvolvimento da agricultura biológica prossiga, é crucial a implementação de uma rede internacional de investigação e uma eficiente extensão de transferência de conhecimento, devendo ser atribuído à ciência agro-biológica uma maior quantidade de fundos públicos.
- A segurança alimentar está fortemente associada às políticas agrícolas que determinam as opções às exportações e importações.
- A segurança alimentar não é apenas um problema dos países em desenvolvimento, na medida em que a crise dos combustíveis fósseis, as alterações climáticas e outras vulnerabilidades na cadeia alimentar, podem também ameaçar as regiões que actualmente apresentam segurança alimentar.

1.2 Produção e consumo de produtos biológicos

Produção

Em 2006, a agricultura biológica no mundo era praticada em mais de 110 países, num total de cerca de 600.000 empresas e ocupava uma área de 31 milhões ha, o que representava 0,7% do total da área agrícola (SAU) dos países considerados (Willer & Yussefi, 2007). As maiores áreas de agricultura biológica certificada situavam-se na Austrália/Oceânia (11,9 milhões ha), seguindo-se a Europa com perto de 7 milhões ha (principalmente em Itália, Espanha e Alemanha), a América Latina com 5,8 milhões ha (53% na Argentina), a Ásia com aproximadamente 2,9 milhões ha (80% na China), a América do Norte com 2,2 milhões ha (73% nos EUA) e a África com perto de 0,9 milhões ha (Willer & Yussefi, 2007).

Na União Europeia, em 2006, a percentagem de área no modo de produção biológico (MPB) relativamente à SAU total era cerca de 4%, havendo países que apresentavam valores mais elevados, acima de 10%, como a Áustria e Suíça, seguindo-se a Itália com cerca de 8% (Willer & Yussefi, 2007). Em Portugal, em 2005 (IDRHa, 2007), a área total no MPB era de 233.458 ha (6,1% da SAU total), dos quais 85,4% estavam ocupados com plantas herbáceas e 14,6% com culturas arbóreas (quadro 1).

Quadro 1.1 - Área destinada à produção de produtos vegetais (culturas herbáceas, arbóreas e arbustivas) no modo de produção biológico, em Portugal, em 2005.

		Área (x 10 ³ ha)	Percentagem (%)
Culturas herbáceas	- pastagens	154,8	77,6
	- culturas arvenses	43,2	21,7
	- culturas hortícolas e plantas aromáticas e medicinais	1,4	0,7
	Total	199,4	100
Culturas arbóreas e arbustivas	- olival	28,2	82,6
	- frutos secos	3,5	10,3
	- frutos frescos	1,1	3,8
	- vinha	1,3	3,3
Total	34,1	100	

Fonte: IDRHa (2007).

Considerando o total de 4,1 milhões de ha de culturas herbáceas no MPB no mundo, em 2006, cerca de 35% estava ocupada com produção de cereais e apenas 3,7%

estava destinada à produção de culturas hortícolas no MPB e 1,7% à produção de plantas aromáticas e medicinais (Willer & Yussefi, 2007). Em Portugal esta percentagem é bastante inferior (quadro 1.1), tornando-se evidente a escassez nacional em produtos hortícolas biológicos, para os quais existe um mercado potencial em crescimento. A produção biológica de produtos hortícolas, em áreas apropriadas, é potencialmente a produção mais rentável no âmbito das produções vegetais, com inputs físicos relativamente baixos, embora com elevados custos de mão de obra e de gestão.

Consumo

O consumo de produtos biológicos tem aumentado em todo o mundo. Em 2006, o mercado de produtos biológicos representava aproximadamente 30000 milhões de euros (2% do mercado mundial de produtos alimentares) e espera-se que atinja os 53000 milhões de euros em 2012 (Sahota, 2007). Os países que lideram o mercado mundial dos produtos agrícolas biológicos são os EUA, a Alemanha, Reino Unido, França e Itália.

Este potencial de mercado e de valorização por parte dos consumidores de produtos agrícolas provenientes do MPB, baseia-se essencialmente na maior qualidade dos produtos, por garantirem uma maior segurança alimentar e serem mais aromáticos e saborosos. No entanto, a compreensão da qualidade por parte dos consumidores tem-se expandido para além das características químicas e organolépticas dos produtos, abrangendo um conceito mais vasto - valor integrado do produto - que engloba valores éticos e o impacto ambiental do modo de produção, nomeadamente na eficiência de energia, diminuição da poluição e bem estar animal (FAO, 2000). Deste modo a rastreabilidade dos produtos é fundamental para produtores e consumidores, especialmente quando os produtos biológicos acompanham os produtos da agricultura convencional, porque cada vez mais os consumidores de produtos biológicos não são uma elite económica, mas antes uma elite consciente e informada, que está preparada para pagar mais pelos produtos em função da credibilidade da sua proveniência, que consta nos seus rótulos (FAO, 2007).

Tendências e perspectivas globais do mercado de produtos biológicos

A agricultura biológica deve dar prioridade aos mercados locais, importando apenas produtos que não são produzidos na região e exportando produtos de alto valor comercial (FAO, 2007).

As tendências e perspectivas globais do mercado de produtos biológicos (Sahota, 2007) indicam que:

- A produção aumentará globalmente mas a procura concentrar-se-á em regiões onde os consumidores têm poder de compra. Assim, tendem a manter-se as diferenças entre países produtores e consumidores.
- A procura continuará a ser superior à oferta.
- O investimento (público, privado, grupos internacionais) aumentará.
- A quantidade de normas públicas e privadas tende a aumentar dificultando o comércio global de produtos biológicos.

1.3 Regras e princípios da produção biológica agrícola vegetal

As regras aplicáveis à produção vegetal, definidas nos artigos 5º, 9º e 12º do Reg. CE nº 834/2007 (CE, 2007), incluem:

- A produção vegetal biológica recorre a práticas de mobilização e de cultivo que mantenham ou aumentem as matérias orgânicas dos solos, reforcem a estabilidade e a biodiversidade dos mesmos e impeçam a sua compactação e erosão.
- A fertilidade e a actividade biológica dos solos são mantidas e aumentadas pela rotação plurianual das culturas, incluindo leguminosas e outras culturas para adubação verde, e pela aplicação de estrume ou de matérias orgânicas, de preferência ambos compostados, provenientes da produção biológica.
- Só podem ser utilizados fertilizantes e correctivos dos solos autorizados para utilização na produção biológica (*), para além da utilização de preparados biodinâmicos.
- Não podem ser utilizados fertilizantes minerais azotados.
- Todas as técnicas de produção vegetal utilizadas devem impedir ou reduzir ao mínimo eventuais contribuições para a contaminação do ambiente. A tomada de decisões em matéria de produção deve ter em consideração o equilíbrio ecológico local ou regional.
- A prevenção dos danos causados por parasitas, doenças e infestantes deve assentar em medidas preventivas, tais como a escolha de espécies e variedades adequadas resistentes aos parasitas e às doenças (nomeadamente cultivares

regionais), a rotação adequada das culturas, as técnicas de cultivo, métodos mecânicos e físicos, processos térmicos e a protecção dos predadores naturais dos parasitas.

- Não podem ser utilizadas plantas geneticamente modificadas, nem outros organismos geneticamente modificados (OGM). Não podem ser utilizados produtos obtidos a partir ou com intervenção de OGM, como géneros alimentícios, alimentos para animais, auxiliares tecnológicos, produtos fitofarmacêuticos, fertilizantes, correctivos dos solos, sementes, materiais de propagação vegetativa, microrganismos e animais.
- Em caso de ameaça comprovada para uma cultura, só podem ser utilizados produtos fitofarmacêuticos autorizados para utilização na produção biológica (*).
- Para a obtenção de produtos que não sejam sementes nem material de propagação vegetativa, só podem ser utilizados sementes e materiais de propagação vegetativa produzidos segundo métodos de produção biológica. Para tal, quer no caso das sementes, quer no caso do material de propagação vegetativa, as respectivas plantas-mãe devem ter sido produzidas segundo as regras estabelecidas no presente regulamento durante pelo menos uma geração ou, no caso de culturas perenes, dois ciclos vegetativos.
- Só podem ser utilizados na produção vegetal produtos de limpeza e desinfeção autorizados para utilização na produção biológica (*).
- Deve ser minimizada a utilização de recursos não renováveis e de factores de produção externos à exploração. Deste modo, a reciclagem dos desperdícios e subprodutos de origem vegetal e animal deve ser utilizada na produção vegetal e animal.

(*) - “Todos os produtos e substâncias devem ser de origem vegetal, animal, microbiana ou mineral, a menos que não estejam disponíveis produtos e substâncias dessas origens em quantidades suficientes ou com qualidade suficiente ou não existam alternativas”. “Para os produtos fitofarmacêuticos, se estas condições não forem observadas, só podem ser autorizados se as condições da sua utilização excluïrem qualquer contacto directo com as partes comestíveis da planta” (Art.º 16º; CE, 2007).

Considerando que a agricultura biológica requer conhecimentos técnico-científicos específicos as organizações de produtores têm um papel decisivo na transferência de conhecimento, formação profissional e assistência técnica, assim como na orientação da investigação. Apresentam também um importante papel no desenvolvimento de sistemas internos de controlo, contribuindo para a diminuição dos custos de certificação e de comercialização dos produtos (FAO, 2007).

1.4 O solo como recurso essencial

A sustentabilidade da agricultura inclui a protecção do ambiente e da paisagem e o MPB é uma das formas de actuar de forma construtiva e equilibrada nos sistemas agrícolas, melhorando a fertilidade dos solos, promovendo o correcto uso da água e preservando a biodiversidade. O solo é de facto um recurso essencial e, por exemplo, a aplicação de compostos ao solo no MPB, resultantes da compostagem de desperdícios e subprodutos de origem vegetal e animal, é uma prática essencial e tem sido amplamente reconhecida pelo aumento da matéria orgânica total, aumento de macro e micronutrientes e pela melhoria das propriedades físicas do solo, com o aumento da porosidade e condutividade hidráulica, entre outros. A estrutura dos solos onde se pratica agricultura biológica resulta numa melhor drenagem e movimento da água no solo, enquanto que o aumento da matéria orgânica é responsável por um aumento de retenção da água de 20% a 40% (FAO, 2007), diminuindo deste modo as necessidades de água de rega e promovendo melhores colheitas em situações de seca. Hoitink *et al.* (1997) acrescentaram ainda que muitos dos benefícios induzidos pelos compostos, estão relacionados com um controlo biológico sobre as doenças das raízes e folhas das plantas, através da actividade de microrganismos na rizosfera.

Em agricultura biológica a produtividade das culturas que não têm capacidade de estabelecer simbiose com microrganismos fixadores de azoto atmosférico está limitada, principalmente, pelas taxas de mineralização do azoto orgânico, já que o fósforo e outros macro e micro nutrientes podem ser incorporados na forma de fertilizantes inorgânicos naturais. Por outro lado, se o ciclo das culturas for curto, como é o caso da maioria das culturas hortícolas, a dependência da disponibilidade de azoto mineral na fase de rápido crescimento vegetativo é muito elevada. A concentração de azoto mineral no solo depende da mineralização da matéria orgânica estável existente no solo e da

mineralização da matéria orgânica que é incorporada na forma de correctivos ou fertilizantes orgânicos (Mourão et al., 2007). A gestão do azoto no solo, de modo a sincronizar a sua disponibilidade com as exigências de crescimento e desenvolvimento fisiológico das culturas, é difícil de avaliar mas é crucial para o sucesso da horticultura biológica (Capítulo 3).

1.5 Sistemas integrados de produção biológica vegetal e animal

O MPB deve ser praticado em sistemas integrados de produção vegetal e animal, que permitem a reciclagem dos nutrientes minerais necessários às culturas, através do uso correcto dos estrumes produzidos na exploração agrícola. Por outro lado, a integração de forragens para alimentação animal na rotação plurianual das culturas, permite ainda substituir a adubação verde, pois são incorporados no solo as raízes e restos destas culturas (Capítulo 4). Este conceito é actualmente posto em causa nas empresas de produção biológica, praticada em grandes áreas e especializadas num conjunto muito restrito de culturas, sem produção animal e que apenas têm substituído os factores de produção sintéticos por agentes de controlo biológicos, com grande utilização de mecanização (FAO, 2007).

1.6 Conversão e certificação

Conversão

O equilíbrio biológico é de tal modo importante que os principais problemas de produção surgem no início do período de conversão. A decisão pela conversão deverá ser acompanhada pela procura de informação técnica e pela análise das potencialidades do mercado, sendo importante a experiência adquirida de outras unidades de produção. A implementação do plano de conversão de explorações agrícolas convencionais, para a produção biológica de culturas hortícolas, é das mais exigentes (Ferreira, 2007), devido à complexidade do planeamento, gestão e comercialização de uma grande diversidade de culturas, com diferentes necessidades nutritivas, fitossanitárias e de mecanização, uma vida útil pós-colheita muito curta para a maioria dos produtos e um elevado consumo de mão-de-obra. O plano de produção deve contemplar a selecção das culturas (espécies e cultivares); o planeamento das rotações; a obtenção das sementes, plantas ou

material de propagação vegetativa; as práticas culturais, incluindo a fertilização e a protecção fitossanitária; a criação de espaços para promover a diversidade de auxiliares e o mercado potencial, incluindo o acondicionamento e a rotulagem dos produtos, bem como os canais de distribuição.

A conversão para o MPB, regulamentada no artigo 17º do Reg. CE nº 834/2007 (CE, 2007), subordina-se às seguintes regras:

- O período de conversão tem início no momento em que o operador notifica as autoridades competentes da sua actividade (Ministério da Agricultura e as Secretarias Regionais das Regiões Autónomas) e submete a sua exploração ao sistema de controlo (organismo de certificação de produtos);
- Durante o período de conversão, aplicam-se todas as regras estabelecidas no regulamento;
- São definidos períodos de conversão específicos do tipo de cultura ou de produção animal;
- Numa exploração ou unidade de exploração agrícola que esteja parcialmente em produção biológica e parcialmente em conversão à produção biológica, o operador separa os produtos obtidos biologicamente dos produtos em conversão, mantém os animais separados ou de modo a poderem ser rapidamente separados e mantém registos adequados que demonstrem essa separação;
- A fim de determinar o período de conversão acima referido, pode ser tido em conta um período imediatamente anterior à data de início do período de conversão, desde que estejam reunidas certas condições.

O período de conversão para o MPB é, em geral, de 2 e de 3 anos, respectivamente para as culturas anuais e perenes, e durante esse período os produtos não podem ser comercializados como provenientes do MPB. Se o solo estiver em pousio durante 3 ou mais anos, a primeira cultura pode ser certificada.

Certificação

A certificação de um produto é a forma de garantir a sua conformidade com as normas definidas para a sua produção. A certificação também se aplica a processos ou serviços e é da responsabilidade dos Organismos de Controlo e Certificação, cuja lista se encontra no quadro 1.2.

A certificação de produtos é facultativa e constitui um instrumento para a comercialização, com vantagens para os produtores pois permite demonstrar que o produto cumpre os requisitos necessários, colocando-o em vantagem competitiva, pois os compradores são facilmente informados através da exibição de um logótipo. Para o retalhista ou comerciante a certificação permite seleccionar produtos e produtores, de modo a satisfazer os seus clientes, transmitindo-lhes segurança. O consumidor também beneficia da certificação, pois pode optar pela diferença existente entre os produtos disponíveis, tendo a certeza de que a informação a que não tem directamente acesso foi devidamente controlada.

Quadro 1.2 - Organismos privados de controlo e certificação de produtos no modo de produção biológico, em Portugal, homologados pelo Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas.

TRADIÇÃO E QUALIDADE Associação Interprofissional para os Produtos Agro-Alimentares de Trás-os-Montes	Av. 25 de Abril 273 S/L 5370-202 Mirandela Tel/Fax: 278 261 410 Email: tradicao-qualidade@clix.pt
AGRICERT Certificação de Produtos Alimentares, Lda	Urbanização Villas Aqueduto Rua Alfredo Mirante, nº 1 R/c Esq. 7350-153 Elvas Tel: 268 625026; Fax: 268 626546 Email: agricert@agricert.pt
CERTIALENTEJO Certificação de Produtos Agrícolas, Lda	Rua Diana de Liz – Horta do Bispo, Apt. 320 7006-804 Évora Tel: 266 769564/5; Fax: 266 769566 Email: geral@certialentejo.pt
CERTIPLANET Certificação da Agricultura, Florestas e Pescas, Unipessoal, Lda	Av. Porto de Pesca, Lote C – 15, 1º C 2520-208 Peniche Tel: 262 789 005; Fax: 262 789 514 Email: certiplanet@sapo.pt
SATIVA Desenvolvimento Rural, Lda	Rua Robalo Gouveia, nº 1 - 1 1900-392 Lisboa Tel: 21 799 11 00; Fax: 21 799 11 19 Email: sativa@sativa.pt
ECOCERT PORTUGAL Unipessoal Lda	Rua Alexandre Herculano, 68 - 1º Esq. 2520-273 Peniche Tel: 262 78 51 17; Fax: 262 78 71 71 Email: ecocert@mail.telepac.pt

Fonte: IDRHa (2007).

O controlo e a certificação de produtos é da responsabilidade de organismos que têm de cumprir a norma de qualidade NP/EN 45011. Estes organismos têm de ser independentes, utilizar processos não discriminatórios ou imparciais, têm de ser eficazes e transparentes, distinguindo, sem equívocos, o processo de avaliação do de certificação e não podem prestar consultoria, nem participar em actividades de comercialização ou promoção dos produtos. O Conselho de Certificação com representantes dos diversos operadores, desde a produção até ao consumidor, contribui para o cumprimento desta norma, que é oficialmente verificado através da Entidade Competente do Estado Membro, que em Portugal é o Ministério da Agricultura e as Secretarias Regionais das Regiões Autónomas. O cumprimento da NP/EN 45011 deve também ser verificado pela exposição pública de documentação sobre operadores com licenças e/ou produtos certificados e ainda das sanções atribuídas (advertência, suspensão ou anulação); pelo sistema interno de auditoria e pela Autoridade Nacional de Acreditação (IPAC).

O controlo é executado ao longo da cadeia de produção de modo a manter um nível de rastreabilidade eficaz. O controlo inclui (i) visitas anuais de inspecção para o controlo físico da unidade de produção e visitas aleatórias, com ou sem aviso prévio, para esclarecimento de dúvidas; (ii) verificação de registos e documentos, como por exemplo o caderno de campo ou de criação de animais e (iii) colheita de amostras. Esta colheita de amostras pelo organismo de certificação de produtos, destina-se à detecção da utilização ou da contaminação de produtos ou de técnicas de produção não autorizados no MPB.

O operador no início do processo de controlo faz uma descrição completa da unidade de produção, das actividades e das instalações e também de todas as medidas a tomar para garantir o cumprimento do regulamento do MPB, acima descrito. Declara o seu compromisso em realizar estas medidas e, em caso de infracções ou de irregularidades, compromete-se a aceitar a aplicações das medidas previstas e a informar os seus compradores, de modo garantir que sejam retiradas as indicações referentes ao MPB. O organismo de certificação de produtos deve assegurar este procedimento, a todo o lote ou a toda a produção, onde foi detectado o incumprimento ao regulamento do MPB.

Sempre que ocorrerem alterações à descrição ou às medidas gerais ou específicas, o operador deve notificar o organismo de certificação de produtos. É da responsabilidade do operador manter registos de existências e registos financeiros que

permitam (i) identificar os fornecedores; (ii) a natureza e a quantidade dos produtos agrícolas obtidos no MPB e fornecidos à unidade de produção, ou os materiais adquiridos e respectiva utilização; (iii) a natureza, quantidade e destinatários dos produtos obtidos no MPB, que tenham saído da unidade de produção. A contabilidade, fundamentada com os necessários documentos comprovativos, deve demonstrar um equilíbrio entre os factores de produção utilizados e os produtos obtidos.

1.7 Economia social e ambiental

A agricultura biológica pode contribuir para a vitalidade das economias rurais através de um desenvolvimento sustentável. O crescimento da agricultura biológica abriu já novas perspectivas de emprego ao nível da produção, transformação e serviços, que se traduziram em benefícios significativos para a economia e para a coesão social das zonas rurais (Aleixo et al., 2004). Estima-se que na agricultura biológica as exigências médias em mão-de-obra por unidade de área, sejam cerca de 30% superiores às da agricultura convencional (FAO, 2007). O MPB tem ainda contribuído, em diversos países europeus, para a conservação de regiões ambientalmente sensíveis e para a rentabilização de zonas de protecção da água, onde não é permitida a produção agrícola convencional (FAO, 2000). A segurança da água também aumenta com a agricultura biológica, a nível da qualidade da água para consumo, da diminuição da quantidade de água de rega necessária em solos de agricultura biológica, devido à melhor retenção de água, e das melhores produtividades obtidas em climas com falta de água e elevada variabilidade climática (FAO, 2007).

O MPB contribui para a conservação dos recursos naturais. Mäder et al. (2002) compararam durante 21 anos diversas culturas (batata, cevada, trigo, beterraba e trevo) segundo os métodos biológicos e convencionais e, referiram que, no MPB, apesar de uma menor incorporação de azoto, fósforo e outros nutrientes ao solo, estimada entre 34% a 51%, a produtividade é, em média, cerca de 20% inferior, indicando que os sistemas biológicos utilizam os recursos de uma forma mais eficaz. Tem sido também demonstrado que o MPB utiliza menos energia por unidade de produto comparativamente com a agricultura convencional (Mazzoncini et al., 2007), podendo atingir uma diminuição de cerca de 33% a 56% (FAO, 2007). Na Europa, a quantidade de energia necessária para produzir 1 litro de leite no MPB é cerca de 25% da energia

necessária na produção convencional, principalmente devido à alimentação dos animais no MPB ser baseada no pastoreio em vez de rações (Aubert, 2007).

O aumento da biodiversidade, nomeadamente de plantas, insectos, aves e microrganismos, tem sido também uma das consequências do MPB. No estudo efectuado por Mäder et al. (2002), os solos biológicos abrigavam um maior número e uma maior diversidade de organismos, como os vermes e os insectos, sendo estes últimos aproximadamente duas vezes mais numerosos e mais diversificados, incluindo aranhas e coleópteros que se alimentam de diversas pragas. Os microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e as micorrizas, fungos que colonizam as raízes das plantas colaborando na absorção de nutrientes, também foram referidos como existindo em maior quantidade nos solos onde se pratica o MPB. Deste modo, a disponibilidade de nutrientes minerais provenientes da matéria orgânica do solo e a absorção dos nutrientes pelas plantas, é facilitada no MPB. Os custos “externos” da agricultura biológica, relacionados com o aumento da erosão dos solos, poluição da água e morte da vida selvagem, são estimados em cerca de um terço dos custos causados pela agricultura convencional (Halweil, 2007).

O MPB contribui ainda para uma redução do transporte e do custo das transacções comerciais, através de uma distribuição dos produtos prioritariamente à escala regional (FAO, 2007). Estima-se que o MPB conduza a uma diminuição do consumo directo e indirecto de combustíveis fósseis de 10% a 70% na Europa e de 29% a 37% nos EUA, com excepção de algumas culturas como por exemplo a batata (FAO, 2007). Por exemplo, o equivalente ao azoto disponibilizado anualmente pela mineralização da matéria orgânica do solo no MPB, em fertilizantes azotados minerais utilizados na agricultura convencional, representa uma enorme poupança de combustíveis fósseis não renováveis necessários à produção destes últimos (Fliessbach, 2007).

1.8 Impacto do modo de produção biológico nas alterações climáticas

O sector agrícola é responsável por mais de 30% das causas do aquecimento global (Aubert, 2007), devido à emissão de CO₂, metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), que são gases responsáveis pelo aumento do efeito de estufa da atmosfera.

Considerando a totalidade das emissões globais, estes gases contribuem para o efeito de estufa, respectivamente em 81%, 9% e 9%, para além dos clorofluorcarbonetos emitidos pela indústria, que contribuem com 1% (EEA, 2000).

Emissões de gases de efeito de estufa pela agricultura

As emissões e origem dos gases de efeito de estufa, da responsabilidade do sector agrícola, são as seguintes:

- As emissões de CO₂ provêm principalmente da indústria de fertilizantes, da mecanização na produção agrícola e do carbono existente no solo, que varia de acordo com o sistema de produção. Estima-se que o solo contem cerca de duas vezes mais carbono do que a atmosfera e cerca de três vezes mais carbono do que a vegetação (Fließbach, 2007). A desflorestação é uma das principais fontes de libertação de CO₂ do solo, principalmente nas regiões tropicais. Nos países desenvolvidos, a indústria de fertilizantes principalmente azotados, com recurso a energias não renováveis, contribui para o consumo de cerca de metade da energia utilizada na agricultura. Por outro lado, a intensificação cultural, com recurso a uma intensa mobilização dos solos, provoca a diminuição da matéria orgânica, com a consequente libertação de CO₂. (Aubert, 2007). Em França, mais de 7 milhões de ha de solo agrícola apresentam valores de matéria orgânica inferiores a 1,6%, enquanto que há algumas décadas atrás este valor era superior a 2% (Aubert, 2007).
- Do total do N₂O libertado para a atmosfera, 61% tem origem na agricultura (EEA, 2000), nomeadamente devido aos processos de desnitrificação do azoto no solo e pelos estrumes animais em condições de anaerobiose. Na agricultura convencional estima-se que as emissões de N₂O do solo representem, em média, 1,25% da quantidade de azoto aplicado como fertilizante mineral (Aubert, 2007), havendo, no entanto, muitos factores que afectam esta emissão, como a temperatura e o tipo de cultura. A sincronização do azoto mineral disponível com as necessidades das plantas é crucial no MPB, porque o azoto mineral existente no solo, que não é absorvido pelas plantas, ou é emitido para a atmosfera na forma de amoníaco (NH₃), N₂O ou azoto atmosférico (N₂) ou é lixiviado para as águas subterrâneas na forma de nitrato (NO₃⁻).
- Cerca de metade do total das emissões de CH₄ são provenientes da agricultura (EEA, 2000) e são devidas principalmente aos processos de fermentação que

ocorrem no aparelho digestivo dos animais ruminantes, mas também provêm da fermentação nos campos de arroz e em campos alagados e da fermentação de dejectos animais.

Contributo da agricultura biológica para a diminuição das alterações climáticas

O efeito da agricultura biológica nas alterações climáticas tem sido estudado em comparação com a agricultura convencional, estimando-se que o seu contributo minimize estas alterações.

- A retenção de CO₂ no solo foi avaliada em mais 12% a 15% no MPB, comparativamente com a agricultura convencional, o que representa um retorno de mais 575 kg a 700 kg de CO₂ por ha e por ano (Fliessbach, 2007). No MPB o aumento e a manutenção da matéria orgânica do solo (i) contribuem para o sequestro de carbono, diminuindo a sua libertação para a atmosfera. Este processo é mais evidente nos sistemas mistos com produção pecuária e utilização de pastagens (ii) e ainda, através da adubação verde (iii), que assumem um papel importante na gestão da fertilização das culturas. Por outro lado, uma rotação plurianual de culturas diversificadas, com uma correcta ocupação do solo (iv), permite aumentar o fluxo de carbono da atmosfera para o solo, através de uma maior quantidade de CO₂ absorvido pela fotossíntese. No entanto, esta retenção de carbono é melhor alcançada pelas plantas perenes, relativamente às plantas herbáceas, e também pela agricultura convencional em comparação com a agricultura biológica, devido às maiores produtividades alcançadas.
- Em relação à emissão de gases de efeito de estufa, estima-se que o MPB diminua a emissão de CO₂ de 48% a 60% (FAO, 2007), principalmente devido à não utilização de fertilizantes químicos de síntese (v).
- As perdas de azoto para a atmosfera são também menores, devido à menor aplicação de azoto no MPB (vi). Considerando que as emissões de N₂O (e de NH₃) aumentam acentuadamente quando a fertilização azotada excede as necessidades das culturas, a probabilidade desta ocorrência é menor no MPB (Aubert, 2007).
- As emissões de metano são aparentemente semelhantes nos dois modos de produção biológico e convencional (FAO, 2007). Apesar das emissões CH₄ por kg de leite serem menores nos sistemas de produção intensivos,

comparativamente com os sistemas extensivos, o MPB poderá compensar esta desvantagem, pela menor libertação de CH₄, resultante da usual compostagem dos estrumes (processo aeróbio) (vii), comparativamente com os processos de armazenamento dos estrumes na pecuária convencional, muitas vezes em condições de anaerobiose (Aubert, 2007).

Em conclusão, o efeito do menor impacto do MPB nas alterações climáticas, nomeadamente através dos processos e técnicas assinaladas de (i) a (vii), associado ao contributo do MPB para o aumento da fertilidade dos solos, aumento da retenção de água e melhor eficiência na utilização dos recursos, justificam a maior sustentabilidade deste modo de produção, que assim apresenta uma melhor garantia de produção de alimentos a longo prazo.

Referências

- Aleixo, A.L., Mantas, A., Ferreira, J., Ferreira, J.C. & Ribeiro, J.R. 2004. Plano nacional para o desenvolvimento da agricultura biológica (2004-2007). Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Lisboa.
- Aubert, C. 2007. Can organic farming mitigate the impact of agriculture on global warming? International Conference on Organic Agriculture and Food Security, FAO, OFS/2007/INF, 1-2. Acedido em Julho de 2007, <<http://www.fao.org/paia/organicag/ofs/OFS-2007-3-rev.pdf>>.
- CE 2007. Regulamento (CE) N.º 834/2007 do Conselho, de 28 de Junho de 2007, relativo à produção biológica e à rotulagem dos produtos biológicos e que revoga o Regulamento (CEE) N.º 2092/91. Jornal Oficial da União Europeia, 20.7.2007, L 189, 1-23.
- EEA 2000. Environmental signals 2001. Environmental assessment report No 8, European Environment Agency, Copenhagen, 115 p.
- FAO 2000. Food safety and quality as affected by organic farming. 22nd FAO Regional Conference for Europe, Porto, Portugal. Acedido em 2003, <<http://www.fao.org>>.
- FAO 2007. Report - International Conference on Organic Agriculture and Food Security, FAO, OFS/2007/REP, 11 p. Acedido em Julho de 2007, <<http://www.fao.org>>.
- Ferreira, J. 2007. Conversão à agricultura biológica. Actas Portug. de Horticultura, 10, 13-21.
- Fliessbach A. 2007. Organic agriculture and climate change - the scientific evidence. Workshop Climate Change and Organic Farming, BioFach, Nuremberg.
- Halweil, B. 2007. Can Organic Farming Feed The World? International Conference on Organic Agriculture and Food Security, FAO, OFS/2007/INF, 3-4. Acedido em Julho de 2007, <<http://www.fao.org/paia/organicag/ofs/OFS-2007-3-rev.pdf>>.
- IDRHa 2007. Dados estatísticos. Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica, Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Acedido em Abril de 2007, <http://www.idrha.min-agricultura.pt/agricultura_biologica/index.htm>.
- Hoitink H A, Grebus M E & Stone A.G. 1997. Impacts of compost quality on plant disease severity. In Modern Agriculture and Environment. Kluwer Academic Pub., 363-371.
- IFOAM 2007. International Federation of Organic Agriculture Movements. Acedido em Março de 2007, <<http://www.ifoam.org>>.
- Mäder P., Fliessbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P. & Niggli U. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Science, 296, 1694-1697.
- Mayor 2003. Resumo dos principais resultados do projecto CONVERSION em Portugal continental. Projecto CONVERSION: Overcoming Barriers to Conversion to Organic Farming in the European Union, 5º Programa Quadro da UE.
- Mazzoncini, M., Belloni, P., Bàrberi P. & Antichi, D. 2007. Energy Analysis of Organic and Conventional Farming Systems. International Conference on Organic Agriculture and Food Security, FAO, OFS/2007/INF, 86-87. Acedido em Julho de 2007, <<http://www.fao.org/paia/organicag/ofs/OFS-2007-3-rev.pdf>>.
- Mourão, I., Brito, L.M. & Coutinho J. 2007. Influence of organic and inorganic fertilizers on the growth and yield of cabbage (*B. oleracea* var. *capitata*). In: De Neve, S. et al. (eds), 16th Int. Symp. of the International Scientific Centre for Fertilizers, Belgium, 371-376.
- Sahota, A., 2007. Overview of the global market for organic food and drink. In: Willer H. & Yussefi M. (eds.), The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2007. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) and Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), 9ª ed., <<http://www.orgprints.org/10506>>, 52-55.
- Willer H., Yussefi M. & Sthamer, D., 2007. The global survey on organic farming 2007: Main results. In: Willer H. & Yussefi M. (eds.), The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2007. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) and Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), 9ª ed., <<http://www.orgprints.org/10506>>, 23-44.

2. MATERIAL VEGETAL E VIVEIROS

Mário Reis

Faculdade de Engenharia e dos Recursos Naturais, Universidade do Algarve

2.1 Material vegetal

2.1.1 Importância do material vegetal

A escolha do material vegetal é uma condição fundamental para o sucesso das culturas, por razões de natureza técnica e económica. Cada espécie, variedade ou cultivar apresenta exigências ambientais próprias, que permitem o seu cultivo com sucesso em condições determinadas de solo e clima, mas que noutras condições edafo-climáticas podem conduzir a resultados pouco satisfatórios.

Até ao início do séc. XX, o melhoramento das plantas cultivadas fazia-se sobretudo numa escala local, em muitos casos de forma empírica pelos agricultores. Com o desenvolvimento da mecanização na agricultura e a disponibilidade de adubos químicos e fitofármacos, promoveu-se a selecção cada vez mais intensa das plantas, orientada principalmente para o aumento da produtividade. A enorme diversidade de variedades regionais, cultivadas até então, foi-se reduzindo, substituídas por novas variedades mais produtivas, embora exigindo mais investimento em factores de produção. Apenas onde a agricultura não foi sujeita a esta modernização se mantiveram em cultivo as antigas variedades, de grande riqueza genética. A redução do cultivo das variedades regionais constitui um grave problema, pela perda de biodiversidade que acarreta. Estima-se que se tenha perdido, a nível mundial desde o final do séc. XIX, cerca de 75% da diversidade genética na agricultura. Como casos drásticos, citam-se as variedades de trigo na China que, entre 1949 e os anos 70, passaram de cerca de 10000 para apenas 1000, ou as variedades de arroz nas Filipinas onde, de milhares de variedades, se passou ao cultivo apenas de 2 em 98 % da área desta cultura (Nierenberg & Halweil, 2005).

De entre outros aspectos, o interesse das variedades regionais de hortícolas resulta de serem cultivadas localmente, ao longo de dezenas ou centenas de anos, apresentando características que as tornam mais adaptadas e/ou resistentes às condições dessas regiões. Esta adaptação traduz-se por uma maior capacidade de sobrevivência e de crescimento nas suas zonas de selecção e também, por vezes, na capacidade de produzirem com menor exigência de factores de produção, nomeadamente para a melhoria da fertilidade do solo e a protecção contra pragas e doenças.

À maior adaptação local das variedades regionais pode-se ainda acrescentar, por vezes, o seu maior valor para a alimentação humana, por apresentarem uma composição química mais rica e variada em compostos importantes para a nutrição e a saúde. Estes compostos tendem a estar presentes em menor quantidade em cultivares seleccionadas com outros objectivos, como a produtividade ou características relacionadas com o seu processamento industrial e/ou processo de comercialização.

As variedades regionais constituem um manancial de biodiversidade, ameaçada pela drástica redução do material vegetal cultivado imposta pela produção em massa, em condições normalizadas. A agricultura em MPB pode beneficiar do cultivo das variedades regionais e contribuir para a conservação do património genético das plantas cultivadas, diversificando simultaneamente a oferta aos consumidores.

2.1.2 Que material vegetal utilizar ?

Para produzir segundo o MPB, o material de propagação (sementes, estacas e plantas de viveiro) deve provir de cultivo em MPB e não são autorizadas sementes ou plantas geneticamente modificadas. Contudo, devido à falta de material nestas condições no mercado, a legislação prevê uma derrogação que autoriza o uso de material de propagação obtido de forma convencional, se não for possível obter material proveniente do MPB no mercado comunitário. No entanto, para as plantas hortícolas não existe esta derrogação, pelo que as plantas têm de provir de viveiro controlado em MPB, seja um viveiro comercial, seja um viveiro existente na própria exploração.

Para a produção de hortícolas em MPB, podem usar-se as variedades ou cultivares fornecidas por empresas especializadas ou as variedades tradicionais. As sementes comercializadas no país para o MPB são praticamente todas importadas. As sementes de variedades regionais são ainda mais difíceis de obter porque, salvo raras excepções, não são comercializadas no país.

Os agricultores não podem comercializar as sementes das variedades regionais que cultivam (em MPB ou não) porque, na maior parte dos casos, as sementes destas variedades, pela natureza do seu modo de selecção, não conseguem cumprir os requisitos legais exigidos para a sua inclusão no catálogo oficial de variedades. Este publicação, inclui apenas uma dúzia de variedades de hortícolas, metade das quais de melão (Catálogo Nacional de Variedades, 2007).

A associação “Colher para Semear” tem, preparados para publicação, dois levantamentos de variedades regionais de hortícolas nas zonas da Península de Setúbal e do concelho de Odemira, nas quais se referenciam respectivamente 18 e 164 variedades regionais de hortícolas cultivadas nessas zonas. Algumas destas variedades poderão ser comuns a outras regiões, mas aqueles números dão ideia do potencial de diversidade genética que é ainda possível encontrar no país.

No Banco Português de Germoplasma Vegetal (BPGV) existem já registadas alguns milhares de variedades de hortícolas regionais, mas é vital a criação de entidades de interface com os agricultores, que procedam á multiplicação e distribuição dessas sementes. As associações de produtores hortícolas podem desempenhar este papel com vantagem, pois são estes os principais interessados nesse material vegetal e por disporem do conhecimento necessário para a correcta multiplicação dessas sementes.

Em Portugal foi atribuída ao IDRHa/DPPQ (<http://www.idrha.min-agricultura.pt/>) a missão de criar e disponibilizar aos interessados uma base de dados do material de propagação de produção biológica disponível no mercado.

2.1.3 Onde obter o material vegetal ?

Nesta altura, foi possível confirmar a existência de apenas dois viveiros comerciais, que produzem plantas hortícolas em MPB no País (quadro 2.1).

Quadro 2.1 - Viveiros de plantas hortícolas e aromáticas em modo de produção biológico.

Empresa	Telefone	Morada
CARVAGRICOLA	232700040 939045642	3660-061 Carvalhais, Sº Pedro do Sul
TRIPLANTA	243 570 670	R. Vale Peixe, Frade de Baixo, 2090-216 Alpiarça

Face à inexistência de produção comercial de semente de MPB no País, uma alternativa para obter sementes de variedades tradicionais é a troca entre agricultores. A associação “Colher para Semear” dinamiza esta actividade (quadro 2.2).

Quadro 2.2 - Entidades relacionadas com a obtenção e conservação de sementes de variedades tradicionais de plantas hortícolas.

Nome	Telefone	Morada / e-mail
Colher para Semear - Rede Portuguesa de Variedades Tradicionais	236 622 218 213 908 784 284 732 247	Qtª do Olival, Aguda, 3260 Figueiró-dos-Vinhos e-mail: fcteixeira@esb.ucp.pt; gcaldeiraribeiro@gmail.com
Banco Português de Germoplasma Vegetal	253 300 963	Qtª Sº José, Sº Pedro de Merelim, 4700-859 Braga e-mail: bpqv@draedm.min-agricultura.pt

2.2 Viveiros

2.2.1 Viveiros, para quê ?

Até há poucas décadas, a realização de viveiros de plantas hortícolas visava sobretudo adiantar as culturas relativamente ao permitido pelas condições atmosféricas ao ar livre, encurtando os seus ciclos culturais. Este último objectivo tornou-se particularmente importante na cultura protegida, desenvolvida a partir dos anos 60 com a divulgação dos filmes plásticos, porque o elevado custo do espaço nas estufas justifica que este seja ocupado, o maior tempo possível, com plantas em estágio avançado de desenvolvimento.

A vulgarização da instalação de culturas de ar livre por transplantação, aumentou a importância de as plantas serem capazes de suportar o transporte e a plantação, de se adaptarem rapidamente, retomando o crescimento e produzirem sem atraso ou redução relativamente às culturas semeadas no local definitivo.

Tradicionalmente, transplantavam-se apenas as plantas que apresentavam reduzida crise de transplantação e que por isso podiam ser plantadas de raiz nua (quadro 2.3), mas essa limitação foi ultrapassada com o desenvolvimento da tecnologia dos viveiros, através da cultura individualizada das plantas em substratos.

Em comparação com a sementeira directa, a plantação dispensa a preparação tão cuidada do solo, como a que é exigida para preparar a cama da semente. No viveiro podem seleccionar-se as plantas, eliminando-se as que apresentem defeitos, melhorando a uniformidade e produtividade da cultura. Além disso, o viveiro permite economizar semente, o que é importante quando se usa semente de elevado preço. Contudo, as plantas no viveiro estão sujeitas a condições de crescimento que frequentemente diferem bastante das do local definitivo, conduzindo a insucessos na plantação se não se tomarem cuidados na escolha do momento mais propício para a plantação e se não se efectuar um adequado acompanhamento após a plantação, para reduzir e ultrapassar a crise de transplantação. Noutros casos, a tecnologia no viveiro pode não ter sido a mais adequada à obtenção de plantas de qualidade, isto é, que se instalem rapidamente e que consigam alcançar a produtividade de que são geneticamente capazes. A deficiente tecnologia em viveiros está normalmente relacionada com: o tipo e volume de substrato usado; a condução da rega e da fertilização; e o controlo das condições ambientais, em particular, a temperatura e humidade do ar e a radiação.

Quadro 2.3 - Facilidade de transplantação de plantas de raiz nua de algumas espécies hortícolas.

Fácil	Moderada	Difícil
Couve-bróculo	Aipo	Milho-doce
Couve-de-Bruxelas	Beringela	Pepino
Couve-repolho	Cebola	Melão cantaloupe
Couve-flor	Pimento	Abóbora
Alface		Melancia
Tomate		

Fonte: adaptado de Lorenz & Maynard (1988).

A realização dos viveiros pelos próprios produtores hortícolas tem vindo a decair, optando estes por adquirir as plantas a empresas especializadas, com maior garantia de qualidade e de disponibilidade das plantas na data desejada. Estas empresas especializadas são detentoras de um elevado nível de conhecimento sobre o desenvolvimento das plantas e a sua influência na produtividade. Trabalhando com elevado número de plantas, estas empresas podem dispor de estruturas sofisticadas para o viveiro, em especial a nível do controlo climático, da rega e da fertilização, cuja aplicação em pequena escala pode fazer aumentar excessivamente o custo de produção.

No entanto, a realização dos viveiros pelos próprios agricultores, em particular no MPB, apresenta mesmo assim algumas vantagens, nomeadamente:

- Mais fácil ajuste da duração do viveiro à altura ideal para a plantação (por exemplo, se na data prevista o solo ainda não estiver em condições para a plantação, ou se as condições ambientais forem desfavoráveis a esta operação);
- Maior facilidade de escolha de cultivares ou variedades, de acordo com as exigências dos consumidores;
- Menor risco de introdução de doenças ou pragas na exploração;
- Escolha do tipo de substrato e do tamanho do alvéolo (normalmente preferência por alvéolos maiores, obtendo-se plantas que apresentam menor crise de transplantação, e que normalmente produzem mais e mais cedo);
- Evita-se o *stresse* do transporte das plantas (particularmente importante em plantas como a couve-flor ou a couve-bróculo).

Aos produtores no MPB nem sempre é fácil obter as plantas que desejam nos viveiros comerciais, por estes serem em número muito reduzido e poderem não dispor das variedades desejadas, o que torna a realização de viveiros próprios a única solução.

No viveiro, os factores que vão condicionar a qualidade final da "planta" produzida são principalmente: as características do substrato e o seu controlo, o manuseamento do substrato, o espaçamento das plantas, o controlo das condições climáticas no viveiro e alguns tratamentos específicos que se podem aplicar às plantas.

2.2.2 Local, tipo e condições no viveiro

2.2.2.1 Local do viveiro

Para os viveiros tradicionais, sem estruturas capazes de permitir um bom controlo ambiental, a escolha do local em relação à exposição ao sol era importante. O local era escolhido de entre os sítios mais favoráveis da exploração, de acordo com a época do ano, isto é, sítios mais soalheiros no Inverno e mais resguardados do calor no Verão. A escolha da exposição solar permite desde logo regular a luz e a temperatura a que as plantas irão estar sujeitas durante o viveiro. A escolha do local em função das características do solo era também importante (quadro 2.4), embora, dado que o viveiro ocupa uma reduzida área, a melhoria das características de uma pequena parcela de solo não era muito cara. Esta melhoria era obtida normalmente com repetidas aplicações de matéria orgânica.

Quadro 2.4 - Qualidades do solo para viveiro.

- Denso e uniforme
- Boa drenagem e arejamento
- Elevada capacidade de retenção de água
- Sem formar crostas ou fendas
- Livre de infestantes e fitopatogêneos

2.2.2.2 Tipos de viveiros

Para proteger as plantas e/ou melhorar as condições ambientais do viveiro podem utilizar-se abrigos como: quebra-ventos, redes de sombreamento, estufins, túneis ou estufas, de acordo com as circunstâncias.

Os viveiros comerciais realizam-se normalmente em estufas sofisticadas, que permitem produzir praticamente qualquer planta, em qualquer época do ano. Os pequenos produtores podem recorrer a estruturas simples como os túneis pequenos, por vezes com recurso ao calor obtido nas chamadas “camas quentes”, para conseguirem uma protecção suficiente para as pequenas plantas no final do Inverno.

A técnica das “camas quentes” é muito interessante pois, sem consumo de energia a não ser eventualmente na sua preparação, pode-se manter uma temperatura mais elevada a nível da raiz e da parte aérea das plantas, aproveitando o calor produzido pela decomposição da matéria orgânica empregue na sua construção. As camas quentes são formadas por uma camada de materiais orgânicos pouco decompostos, por exemplo estrume, de modo a que a sua decomposição seja activa e prolongada e desta forma se liberte calor suficiente durante o período de viveiro (figura 2.1).

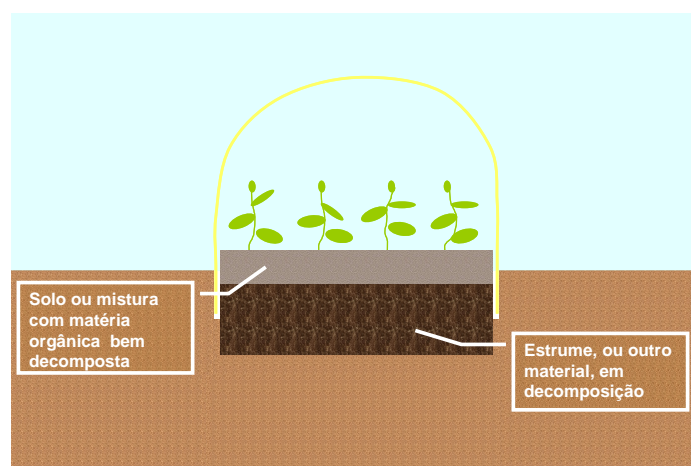


Figura 2.1 - Túnel com cama quente.

Sobre a matéria orgânica pouco decomposta coloca-se uma camada de solo, de matéria orgânica bem curtida ou de uma mistura dos dois, que irá constituir a cama da semente. Caso contrário, as sementes podem ser afectadas pelo calor excessivo, por substâncias fitotóxicas libertadas pela matéria orgânica em decomposição, ou ainda pela elevada salinidade do material mais fresco, que podem reduzir ou impedir a germinação.

Posteriormente aos viveiros em solo ou em “camas quentes”, desenvolveram-se os viveiros em pequenos cubos de substrato, constituído sobretudo por turfa, obtidos por prensagem em moldes, os *mottes* (figura 2.2). Este método exige misturas especiais, para obter uma elevada coesão do substrato, e requer um maior cuidado no manuseamento, tanto no viveiro como na plantação, devido à possibilidade de rotura do cubo de substrato. As misturas para *mottes* são constituídas por 70 a 90% de turfa negra, para garantir a coesão do material e podem incluir a maioria ou a totalidade dos nutrientes necessários durante o viveiro. Com este sistema, as plantas já não são transplantadas de raiz nua e em alguns casos obtêm-se excelentes resultados, como a maior facilidade de instalação das raízes no solo e menores perdas de plantas à plantação.

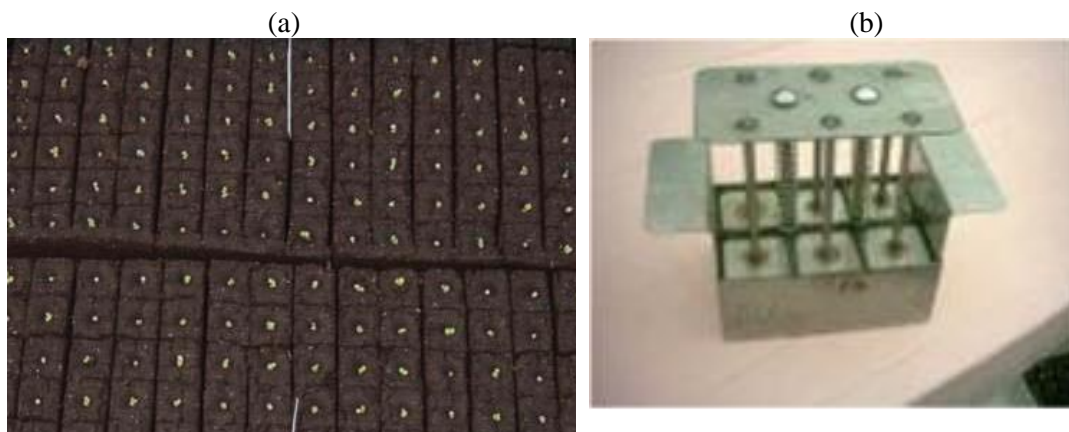


Figura 2.2 - (a) *Mottes* semeados e (b) pequeno equipamento manual para o seu fabrico.

O desenvolvimento de contentores em material plástico, em forma de tabuleiros alveolados que se enchem com substrato (figura 2.3), veio facilitar a mecanização das operações no viveiro, nomeadamente a sementeira, o acondicionamento e o transporte das plantas.

Desenvolveram-se outros sistemas, por exemplo vasos em papel ou contentores desmontáveis, mas a produção em placas com alvéolos foi a que mais se popularizou.

Para encher as placas alveoladas usam-se substratos com propriedades físicas adequadas a estes pequenos volumes, que chegam a ser de poucos mL por planta.



Figura 0.1 - Viveiros em placas alveoladas de polipropileno e de poliestireno, para produção de (a) plantas florestais e (b) culturas hortícolas.

2.2.2.3 Características e preparação dos substratos de viveiro

Para obter plantas de qualidade deve-se poder controlar as condições ambientais, tanto a nível da raiz como da parte aérea das plantas. Ao nível da raiz, as variáveis mais importantes são a temperatura, a disponibilidade de nutrientes e o teor de água e de ar no substrato. Ao nível da parte aérea destacam-se a temperatura, a humidade e a radiação. Em estufa, é possível aumentar o número e o grau de controlo destas variáveis, de forma a regular o crescimento das plantas de acordo com os objectivos.

2.2.3 Os substratos de viveiro: características e preparação

Os substratos são materiais, naturais ou artificiais, que substituem o solo no cultivo das plantas em contentores. As características físicas dos substratos, nomeadamente o seu elevado espaço poroso, permitem obter melhor crescimento em contentor do que com o próprio solo (quadro 2.5).

Outras propriedades físico-químicas, como o pH ou a condutividade eléctrica (CE) também são importantes. Sucede que estas, se no início do cultivo não se encontrarem no nível adequado, podem ser mais facilmente corrigidas durante o cultivo do que as propriedades físicas do substrato. Isto é, deve-se iniciar o cultivo com um material com adequadas características físicas, porque não vamos poder alterar estas

características durante a cultura. Pelo contrário, durante a cultura podemos fazer evoluir ou aproximar a CE, o pH ou os nutrientes disponíveis ao nível desejado, se tal for necessário.

Quadro 2.5 - Propriedades de um substrato de viveiro.

Um substrato deve:

- armazenar água,
- disponibilizar água e nutrientes em quantidade adequada,
- ter boa drenagem,
- reter ar em quantidade adequada,
- ser suficientemente firme para suportar as raízes e manter a planta direita,
- de preferência, manifestar supressividade para doenças do solo.

Um substrato não deve:

- decompor-se fisicamente (pelo menos durante o período de cultivo),
 - compactar-se, tornando-se duro e pouco arejado,
 - conter fitopatogenos,
 - conter sementes.
-

O substrato deve permitir um bom crescimento e fixação da raiz e para isso tem de fornecer água, oxigénio e nutrientes, no reduzido volume dos alvéolos das placas ou do *motte*. Para aumentar a disponibilidade de água e de ar, o substrato deve ter um elevado espaço poroso total. O espaço poroso, o qual pode ser ocupado por ar e/ou, água, é normalmente muito elevado nos substratos do que nos solos, alcançando com frequência, por exemplo em turfas, 80 a 90% ou até mais (Rivière, 1980).

O conhecimento do espaço poroso total num substrato apresenta, contudo, apenas um interesse relativo. Na realidade, a um mesmo espaço poroso total podem corresponder volumes de ar e de água muito diferentes, em função do diâmetro dos poros. Daí ser importante uma composição granulométrica que proporcione uma adequada repartição de ar/água. A uma determinada tensão de água, quanto maiores as partículas do substrato, maior será o volume de ar e menor o de água, ou seja, o substrato será mais arejado e conservará menos água após a rega. O conhecimento da relação ar-água permite compreender e prever o comportamento hídrico dos substratos. Substratos com diferentes características podem, por isso, ser usados para a mesma cultura, desde que se adapte a tecnologia, particularmente de rega.

A capacidade de retenção de água avalia-se laboratorialmente, sujeitando-se amostras de substrato humedecido a uma força de sucção determinada, até um máximo

equivalente a uma coluna de água de 100 cm (≈ 10 kPa), limite a partir do qual se admite que as plantas cultivadas em substratos, podem começar a sofrer restrição de crescimento (De Boodt e de Waele, 1968; Raviv et al., 1986). A curva de libertação de água, que descreve a evolução dos teores de ar e de água com o aumento a tensão aplicada, permite obter os seguintes valores característicos nos substratos (De Boodt et al., 1974):

- Capacidade de ar: é a diferença entre o espaço poroso total e o teor de água à tensão de 10 cm de coluna de água (expressa em % de volume).
- Água facilmente utilizável: é a água libertada pelo substrato quando a tensão aplicada aumenta de 10 para 50 cm (expressa em % de volume).
- Água de reserva: é a água libertada pelo substrato quando a tensão aplicada aumenta de 50 para 100 cm (expressa em % de volume).

Pode-se determinar ainda a água dificilmente utilizável, ou seja, a % de volume de água retida a uma tensão superior a 100 cm de coluna de água, a qual está pouco disponível para utilização pela maioria das plantas. Na **Figura 0.2** comparam-se alguns materiais usados como substratos hortícolas.

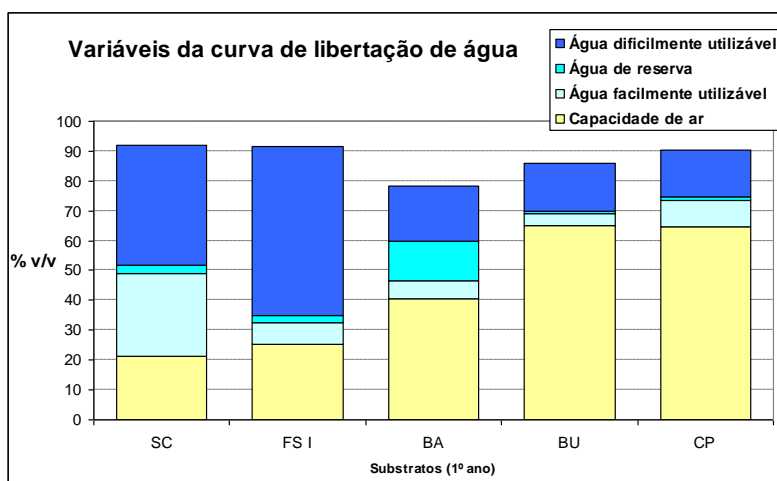


Figura 0.2 - Propriedades físicas de alguns substratos e valores de referência de De Boodt et al. (1974). SC, substrato comercial para o MPB (BRILL); FSI, composto da fracção sólida dos chorumes de exploração pecuária leiteira convencional; BA, composto de bagaço de azeitona e aparas de relva; BU, composto de bagaço de uva e aparas de relva e CP, composto de casca de pinheiro e aparas de relva.

Os compostos de bagaço de uva (BU) e de casca de pinheiro (CP) são bastante arejados. Pelo contrário, o composto da fracção sólida de chorume (FSI) dispõe de bastante água (cerca de 60 % (v/v) do seu espaço poroso total). No quadro 2.6 comparam-se alguns compostos de resíduos vegetais com um substrato comercial para o MPB.

Quadro 2.6 - Características físicas de um substrato comercial à base de turfa para o modo de produção biológico e de compostos obtidos em pilhas com reviramento. (a) densidade aparente do material seco; (b) espaço poroso total; (c) capacidade de arejamento; (d) água facilmente utilizável; (e) água de reserva; (f) água dificilmente utilizável. Estas variáveis estão expressas em % v/v.

Materiais	da ^a	EPT ^b	CA ^c	AFU ^d	AR ^e	ADU ^f
substrato comercial (Exclusive, Brill) ¹	0,120	91,9	21,2	28,0	2,8	40,0
bagaço de azeitona e resíduos agrícolas ²	0,360	82,1	22,4	12,8	2,3	44,6
refugo de laranja, bagaço de azeitona e aparas de relva						
com 150 dias ²	0,226	84,9	18,8	29,5	2,3	34,5
com 350 dias ²	0,255	83,9	15,3	32,1	2,8	32,7
bagaço de uva ³	0,236	84,3	59,0	1,2	1,0	23,7
casca de pinheiro ³	0,228	85,0	32,0	10,3	3,0	39,6

Fonte: ¹Coelho & Reis (2007); ²Reis et al. (2006); ³Reis (2000).

Do ponto de vista do tamanho das partículas de um substrato, o mais adequado para permitir o fornecimento de água e suficiente arejamento, é normalmente um material com textura grosseira a média, com partículas entre 0,25 e 2,5 mm ou com um tamanho mínimo entre 0,5 e 1,0 mm (Puustjarvi, 1982, cit. in Raviv et al., 1986). As partículas finas são menos resistentes à decomposição mas apresentam maior superfície específica e capacidade de troca catiónica (Raviv et al., 1986). Substratos com grande percentagem de partículas finas podem apresentar problemas de arejamento e reter grandes quantidades de água a tensões elevadas, embora esta esteja pouco disponível.

Outro aspecto importante relativo ao tamanho das partículas do substrato, tal como num solo, é o contacto entre as partículas de substrato e as sementes, o qual pode ser dificultado se não houver uma distribuição granulométrica das partículas adequada ao tamanho da semente. Esta situação pode ocorrer com alguns materiais como os compostos grosseiros de casca de árvores. As discrepâncias sobre valores óptimos encontradas na bibliografia (quadro 2.7) podem-se atribuir aos diferentes métodos empregues na determinação da porosidade e a propriedades dos diferentes materiais que afectam a resposta das culturas testadas.

A água retida pelo substrato e a sua disponibilidade são habitualmente os factores limitantes mais importantes. No entanto, é necessário distinguir entre a capacidade de retenção de água do substrato e a capacidade de a disponibilizar. Assim, materiais como a turfa têm uma grande capacidade de retenção de água, a qual se pode encontrar maioritariamente ‘facilmente disponível’, conduzindo a que a planta a esgote

mais rapidamente pois, nestas condições de elevada disponibilidade, as plantas mantêm uma elevada transpiração. Pelo contrário, outros materiais podem reter menos água, mas uma parte maior ser ‘água de reserva’ (retida a maior tensão), o que faz com que a planta se vá adaptando gradualmente às condições de restrição de água e acabe por entrar em emurchecimento mais tarde do que as plantas cultivadas em turfa (Beardsell et al., 1979).

Quadro 2.7 - Exemplo de valores recomendados para as propriedades físicas dos substratos.

Variável	Valor óptimo (% v/v)
Espaço poroso total	> 85
Capacidade de ar	20 a 30/ 10 a 45
Água facilmente utilizável	20 a 30
Água de reserve	4 a 10
Água total	24 a 40
Densidade	< 0,4
Contração do volume após secagem	< 30
Granulometria	0,25 a 2,5 mm
Valor mínimo	0,5 a 1 mm

Fonte: De Boodt & Verdock (1972); Raviv et al. (1986); Berjón et al. (2004).

Os substratos mais utilizados em viveiros de placas alveoladas podem agrupar-se quanto aos materiais constituintes, em dois grupos: substratos orgânicos e substratos minerais. Os substratos minerais, com algumas exceções, apresentam baixo nível de actividade química, de poder tampão e de capacidade de retenção de água e de nutrientes, pelo que a rega e a fertilização têm ser bastante precisos. Podem ser isentos de doenças, mas permitem por isso mesmo uma fácil colonização quando infectados. Os substratos orgânicos apresentam elevado poder tampão, boas relações ar-água, contêm substâncias húmicas que elevam a CTC e disponibilizam nutrientes. Dos materiais mais usados como substratos referem-se em seguida algumas características gerais.

Solo

Foi a base de algumas misturas clássicas, mas tem sido abandonado por falta de homogeneidade e por problemas sanitários. Verifica-se, além disso, que a grande heterogeneidade do solo pode fazer variar de forma acentuada as misturas em que se empregue. A inclusão de solo na mistura pode obrigar à sua desinfecção prévia. No entanto, a mistura de solo pode trazer alguns benefícios, como o aumento da capacidade de troca catiónica (CTC), e a incorporação de microrganismos benéficos, embora não deva ultrapassar 30% em volume na mistura para não reduzir o arejamento.

Turfa

Os substratos designados por “turfa” são normalmente mistura de turfas de diferente qualidade, que é função da sua origem, a qual pode ser bastante distinta. As turfas, ou suas misturas mais correntes usadas em horticultura, têm pH ácido, densidade baixa, retêm bastante água facilmente assimilável e têm uma capacidade de ar variável. Podem apresentar-se isentas de patogéneos, em função da zona de extracção e do posterior manuseamento. Podem constituir bons substratos e ser muito úteis para misturar com outros materiais, melhorando a mistura final (Figura 2.5). Podem contrair-se excessivamente ao secar. Devem utilizar-se já humedecidas e manter sempre esta condição devido à dificuldade de se re-hidratarem caso se deixem secar durante o cultivo.

Cascas de árvores

As cascas de árvores, sobretudo de pinheiro, têm interesse localmente pelo seu baixo custo. Podem reter pouca água embora esta situação possa ser resolvida com uma escolha adequada da granulometria. Podem necessitar de uma compostagem prévia para eliminar eventuais problemas de fitotoxicidade e para melhorar algumas características físicas.

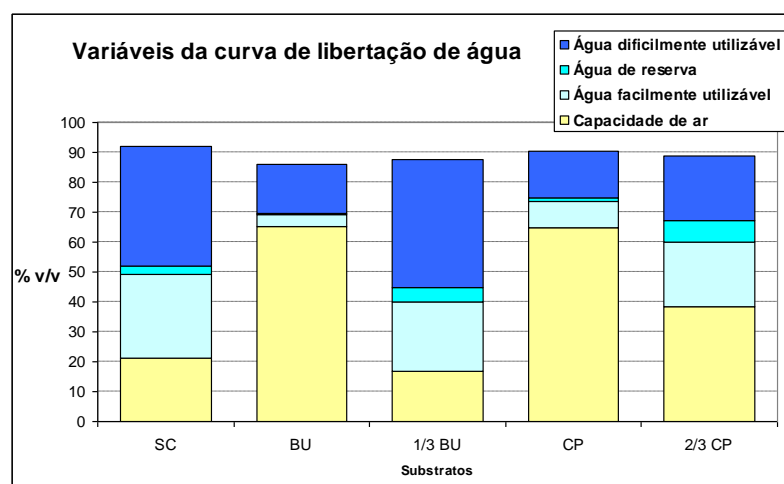


Figura 2.3 - Melhoria de propriedades físicas de composto de bagaço de uva e de casca de pinheiro: aumento da água facilmente utilizável e redução do arejamento. SC, substrato comercial (à base de turfa); BU, composto de bagaço de uva e aparas de relva; CP, composto de casca de pinheiro e aparas de relva; e mistura com 1/3 e 2/3 destes compostos e SC.

Serradura

Necessita de uma compostagem prévia, sobretudo a serradura de madeira de Folhosas. Pode apresentar boas propriedades físicas, de acordo com a granulometria. Pode degradar-se rapidamente, mas é um bom material para incluir em misturas.

Casca de arroz

É moderadamente resistente à decomposição, melhora o arejamento da mistura e retêm pouca água. É aconselhado não exceder 25 % (v/v) por causa do seu alto teor em manganês (Mn) e para não reduzir a capacidade de retenção de água da mistura. Podem levantar problemas as sementes de plantas espontâneas que vêm misturadas na casca.

Areia

Para usar como material único deve preferir-se a areia siliciosa, com partículas médias a grosseiras (0,5 a 2 mm), sem mistura de limo nem argila, e de preferência não de rio, porque as partículas redondas separam-se mais facilmente nas misturas. Em misturas com materiais orgânicos, a areia em diâmetros finos (0,1 a 0,5 mm), aumenta a estabilidade da mistura porque estas finas partículas são importantes para a retenção de água, enquanto que as partículas finas de materiais orgânicos se decompõem rapidamente, reduzindo o arejamento no meio.

As misturas usadas como substratos hortícolas podem incluir uma pequena percentagem de areia, ou de solo, na sua preparação. Esta mistura, embora não melhore o arejamento e reduza o espaço poroso total da mistura, pode ter interesse, por exemplo, por facilitar de humedecimento dos materiais orgânicos da mistura. No entanto, nos viveiros comerciais que empregam equipamentos sensíveis e caros para o enchimento e sementeira, as partículas minerais são abrasivas das peças destes equipamentos, o que leva a evitar a inclusão de areia ou solo na composição dos substratos aí empregues.

Além das implicações do tamanho das partículas nas propriedades dos substratos já referidas, estes não devem apresentar partículas, ou aglomerados de partículas, muito grandes que possam obstruir os alvéolos durante o seu enchimento.

Perlite

É um material obtido industrialmente a partir de areias siliciosas de origem vulcânica, leve, frágil, cujas propriedades variam de acordo com a sua granulometria: as

finas podem reter quase tanta água como a turfa e as grosseiras melhoram o arejamento em misturas com materiais finos.

Vermiculite

É um material leve, obtido industrialmente, com menos capacidade de arejamento mas que retém mais água do que a perlite. A vermiculite, ao misturar-se, tende a deteriorar-se fisicamente devendo, por isso, ser misturada em seco. Em granulometria fina é muito usada para cobrir as sementes nas placas alveoladas.

Compostos

Exigem algum esforço de preparação mas fornecem nutrientes, em particular micronutrientes, aumentam a CTC e podem ser supressivos para doenças de solo. É frequente a recomendação de não ultrapassar 30 % (v/v) nas misturas, mas este valor depende muito da qualidade do composto. Como foi referido, por exemplo, o de bagaço de uva é muito arejado, retém pouca água, enquanto que um composto de fracção sólida de chorume pode reter bastante água. Alguns compostos, com elevada CE, não deverão ser incorporados em mais de 10% (v/v), outros, com baixa CE, poderão constituir o substrato só por si. A sua heterogeneidade é um problema para a generalização do seu emprego, obrigando à definição de materiais e tecnologia a usar com o objectivo de obter compostos de qualidade uniforme.

Ao preparar uma mistura é necessário ter em conta que, sobretudo com materiais com partículas muito diferentes, o resultado final não está directamente relacionado com a proporção de cada um na mistura. Ocorrem interacções entre as partículas, nomeadamente o preenchimento dos espaços entre as partículas mais grossas pelas partículas finas, o que torna importante o teste de cada nova mistura, ou melhor ainda, o teste de cada mistura no mesmo tipo de contentor em que irá ser usada.

Uma ideia a reter na preparação de substratos de cultivo é a de que uma mistura de materiais, em determinadas proporções, não determina que o substrato obtido venha a apresentar sempre as mesmas propriedades em cultivo. Na realidade, as características físicas da mistura obtida podem variar bastante, devido: ao lote de materiais usados; à forma e ao volume dos alvéolos; ao manuseamento dos materiais ao preparar a mistura e à forma de regar. Por exemplo, os contentores altos determinam maior arejamento no meio do que os baixos, para o mesmo substrato (figura 2.6).

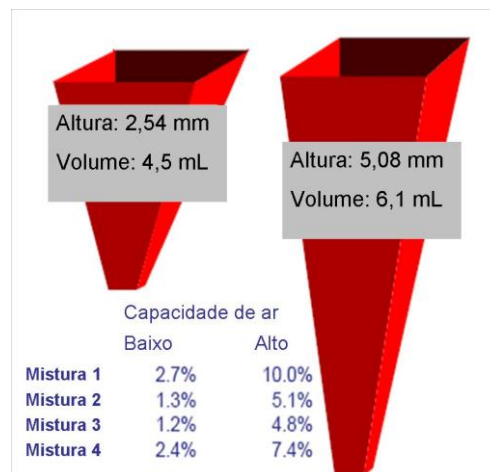


Figura 2.4 - Influência da forma do alvéolo na capacidade de ar. Fonte: adaptado de Bailey et al. (2007a).

O manuseamento dos materiais antes de os colocar nas placas é muito importante. O substrato não deve ser compactado ao encher as placas para não se reduzir a sua capacidade de ar (quadro 2.8).

Quadro 2.8 - Efeito da compactação do substrato no momento do envasamento de **placas de 48 alvéolos, com uma mistura de turfa e vermiculite (1:1 v/v)**, sobre algumas propriedades físicas.

Compactação (ao encher o alvéolo)	Capacidade arejamento (% v/v)	de Água não disponível (% v/v)	Água utilizável (% v/v)
Leve	9	21	58
Média	4	26	56
Elevada	2	30	52

Fonte: Bailey et al. (2007a).

Antes de usar, os substratos orgânicos devem ser humedecidos, de preferência de véspera, para dar tempo a absorverem água e desta forma reduzirem a compactação que ocorre se forem colocados secos nos respectivos alvéolos, causando a redução da capacidade de ar e o aumento do teor de água não utilizável pelas plantas (quadro 2.9).

Quadro 2.9 - Efeito da humidade do substrato no momento do envasamento de placas de 273 alvéolos com uma mistura de turfa e vermiculite (1:1 v/v), sobre algumas propriedades físicas.

Humidade (% v/v)	Variáveis expressas em % do volume do alvéolo		
	Espaço poroso total	Água não disponível	Capacidade de ar
60	87	21	2
70	88	26	7

Fonte: Bailey et al. (2007a).

A necessidade de obter plantas homogêneas exige utilizar materiais com características uniformes e reprodutíveis na preparação dos substratos. Na preparação de substratos procura-se combinar a enorme variedade de materiais orgânicos e inorgânicos disponível, de modo a obter um produto final com as características finais adequadas.

De preferência, os substratos devem também manifestar supressividade para doenças do solo, como: *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* e nemátodos. Este efeito é conseguido com muitos compostos obtidos sobretudo a partir de resíduos agrícolas e florestais. A manifestação de supressividade começou por ser assinalada no solo há cerca de 100 anos (Ferraz, 1992). No entanto, apenas em 1926, se associou o controlo de doenças com origem no solo à presença de outros microrganismos do solo e se assumiu ser possível actuar sobre o grau de controlo biológico por modificação das práticas culturais (Sanford, 1926, cit. por Garrett, 1970).

Pode considerar-se que, desde que respeitadas algumas exigências mínimas, qualquer material pode ser utilizado para preparar substratos, devendo-se por isso dar atenção aos materiais disponíveis em cada região.

É impossível definir um substrato óptimo. A eleição do melhor substrato varia com cada situação, pois depende de factores diversos, sobretudo técnicos e económicos. Diferentes substratos com propriedades distintas podem ser vantajosamente utilizados para uma mesma cultura, desde que se adapte a tecnologia empregue, em particular a dotação e a frequência da rega, mas também noutros aspectos como o tamanho dos alvéolos e o programa de fertilização.

2.2.4 Tecnologia de produção no viveiro

Embora os viveiros no solo e em *mottes* apresentem algumas vantagens, neste trabalho, a abordagem à tecnologia empregue nos viveiros é direccionada para os viveiros em placas alveoladas, devido à sua maior simplicidade e facilidade de utilização.

2.2.4.1 Placas alveoladas

As placas alveoladas são muito utilizadas na produção de plantas de viveiro pois permitem obter plantas com boas características para a transplantação, de rápida adaptação após a plantação, com boas qualidades produtivas e permitem a mecanização do processo de produção, desde a sementeira até à plantação. A individualização das

plantas nos alvéolos permite um melhor controlo do desenvolvimento aéreo e radical das plantas, facilita as operações culturais, como a rega, os tratamentos fitossanitários e o transplante, e aumenta as produções, em comparação com o viveiro tradicional no solo. Embora, em alguns casos, a individualização e transplante com torrão não aumente a produção final, relativamente ao uso de plantas de raiz nua, pode originar maior homogeneidade da produção, como na couve-bróculo (Giovanni & Vincenzo, 1988).

As placas são fabricados em polipropileno, polietileno ou poliestireno expandido, com diferente duração e facilidade de limpeza. O poliestireno expandido é relativamente poroso e frágil, o que pode permitir a penetração das raízes, diminuir a resistência ao manuseamento e dificultar a sua desinfecção, mas tem um baixo custo de aquisição. O polipropileno e o polietileno são mais resistentes e não se deixam atravessar pelas raízes. Podem ser usados em placas de maior espessura, reutilizáveis, ou menor espessura, descartáveis. Existem também placas alveoladas biodegradáveis, constituídas por fibras aglomeradas, por exemplo de turfa, mas o seu custo limita a sua utilização a casos especiais de propagação.

As dimensões exteriores das placas estão adaptadas para facilitar a mecanização do seu manuseamento, tanto no viveiro como na plantação. A maioria tem dimensões exteriores que variam entre 64 a 78 cm de comprimento, 34 a 54 cm de largura e 4 a 8 cm de altura (Abrantes, 1989). Existem placas alveoladas com alvéolos de diferentes: forma, dimensões e número. Os alvéolos podem ter forma cilíndrica, tronco cónica, tronco-piramidal ou formas intermédias. As formas que estreitam de cima para baixo permitem retirar as plantas com mais facilidade. O volume dos alvéolos varia normalmente entre 12 e 35 mL, podendo os das placas para espécies como a cebola (figura 2.7), serem menores, e noutros casos serem maiores, sobretudo para plantas ornamentais ou florestais. Como exemplo pode apontar-se o volume de 40 mL para melão, melancia, pepino, tomate e pimento; 19 mL para couves e alfaces e 16 mL para alho-francês e cebola (Azevedo & Marques, 2003).

O volume do alvéolo é muito importante pois condiciona o crescimento da raiz com reflexos na produção final e na duração do ciclo cultural. Em muitas hortícolas, maiores plantas de viveiro originam depois maior produção precoce e total. A restrição imposta à expansão da raiz, resulta numa alteração da relação do peso da parte aérea e da parte radicular, dado que, a parte aérea se vê menos restringida na sua expansão do que a raiz. A escolha do tamanho do alvéolo para uma dada espécie é condicionada

também pelo tamanho e expansão foliar (figura 2.7), que irá adquirir até ao final do viveiro, e à sua exigência em luz para um crescimento adequado.

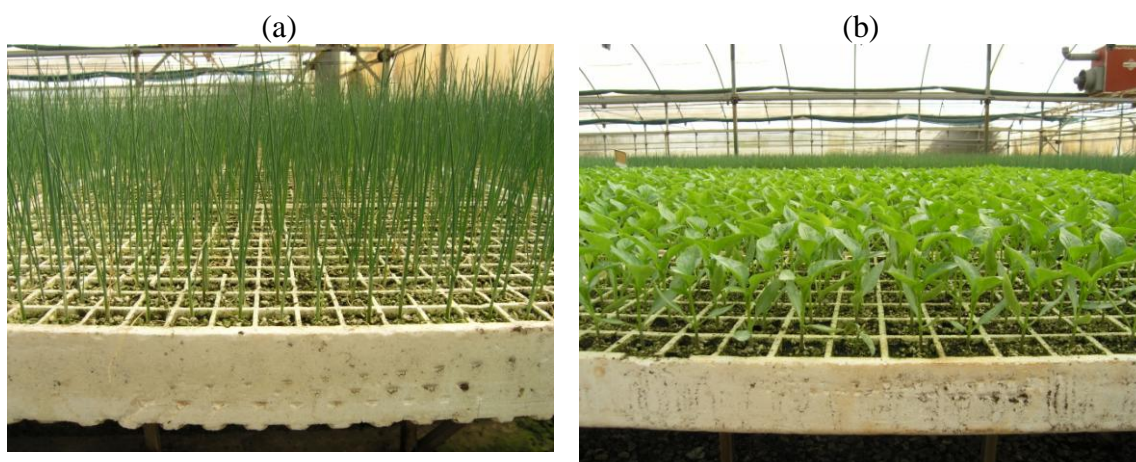


Figura 0.3 - Tamanho dos alvéolos e área foliar de (a) cebola e (b) pimento.

O tamanho dos alvéolos da placa de sementeira determina a densidade das plantas no viveiro, o que influi no desenvolvimento e na produção das plantas no campo: uma maior densidade durante o viveiro origina atraso da floração e o início da colheita, embora reduzindo pouco a colheita total, na cultura em estufa (Tesi & Tosi, 1989). Por motivos económicos, procura-se conjugar o menor uso de substrato e de espaço, com as exigências particulares para o crescimento de cada espécie. Regra geral, uma maior densidade reduz a necessidade de espaço no viveiro mas alonga o ciclo cultural.

2.2.4.2 Rega

No viveiro, a elevada uniformidade na distribuição da água de rega é uma condição indispensável para o crescimento homogéneo das plantas, para além como é óbvio, da utilização de dotação e frequência de rega adequada à espécie e fase de crescimento, ao substrato e às condições ambientais.

Vários métodos de rega podem ser usados, nomeadamente a miniaspersão, fixa ou móvel (figura 2.8), e a inundação parcial temporária ou permanente. Além destes métodos automatizáveis, recorre-se com frequência à rega manual, com mangueira e ralo, como método único em viveiros pequenos ou como forma de compensar a rega automática em determinadas zonas de viveiro (figura 2.8).



Figura 2.8 - Rega com aspersores montados em (a) rampa amovível e (b) mangueira e ralo.

Ao regar por aspersão, as gotas de água devem ser finas, para molhar o substrato sem causar lixiviação e/ou compactação. Nos estádios iniciais de desenvolvimento pode ser preferível nebulização e só posteriormente um sistema que proporcione gotas finas.

A forma de fornecer a água ao substrato pode afectar a morfologia da raiz, a repartição dos assimilados, a sua fisiologia e, em consequência, a capacidade de instalação da planta no local definitivo. Esta, depende da capacidade da raiz suportar os distúrbios associados à transplantação, da capacidade de absorção de água e nutrientes e da capacidade de as raízes existentes emitirem rapidamente novas raízes. A crise de transplantação ocorre quando, no período crítico de mudança de local, a transpiração excede a absorção de água. De uma forma geral, o excesso de água origina raízes com menos pelos radiculares, e uma deficiência de água origina raízes atrofiadas ou encaracoladas.

2.2.4.3 Fertilização

A fertilização é importante porque afecta o desenvolvimento das plantas em viveiro e, o estado nutritivo da planta na altura da transplantação, afecta também o desenvolvimento posterior e a produtividade da cultura (quadro 2.10).

Quadro 2.10 - Efeito do nível de fertilização (N-P-K) na qualidade das plantas de viveiro.

Parâmetro	Quantidade de fertilizante		
	Baixa	Intermédia	Alta
Duração do viveiro	grande	Bom	Bom
Tamanho dos lançamentos	compactos	Moderadamente grandes	muito grandes
Cor dos lançamentos	verde-claro	Boa	Estiolada
Crescimento da raiz	extensa	Normal	possivelmente pequena

Fonte: Bailey et al. (2007a).

O substrato pode ser fertilizado previamente ou aplicarem-se os nutrientes em fertirrega. No entanto, como a fertirrega no MPB é difícil por existirem no mercado poucos fertilizantes adequados, deve optar-se por incorporar o máximo possível de fertilizantes no substrato, tendo em consideração a sensibilidade de cada espécie.

Durante o viveiro podem aplicar-se fertilizantes como os extractos de composto (*compost tea*) ou de plantas, como a urtiga (Coelho et al., 2007) em pulverização ou rega. Também se pode aplicar fertilizante sólido, como a farinha de peixe, após a 2ª folha verdadeira. A farinha de peixe deve ser aplicada com precaução devido ao seu elevado teor em azoto, de 6% (Azevedo & Marques, 2003). Mais informação sobre os fertilizantes e correctivos disponíveis apresentam-se no Capítulo 3.

Apesar do curto período de viveiro da maioria das espécies, a fertilização do substrato é essencial, caso contrário o crescimento é limitado, mas o excesso de nutrientes pode causar o mesmo efeito. A uniformidade na fertilização nos viveiros adquire uma importância especial devido à limitada expansão radicular e à necessidade de obter um crescimento homogéneo das plantas (quadro 2.11).

Quadro 2.11 - Exemplo de valores recomendados para as propriedades químicas dos substratos.

Variável	Valor óptimo
Condutividade eléctrica (dS.m ⁻¹)	0,75 a 2
pH	5,2 a 6,3
Relação C/N	20 a 40
Matéria orgânica total (p/p)	> 80 %
Nutrientes assimiláveis (mg.kg ⁻¹)	
Azoto nítrico	100 a 200
Azoto amoniacal	0 a 20
Potássio (K)	150 a 250
Fósforo (P)	6 a 10
Magnésio (Mg)	> 70
Cálcio (Ca)	> 200
Ferro (Fe)	0,3 a 3
Manganês (Mn)	0,02 a 3
Molibdénio (Mo)	0,01 a 0,1
Zinco (Zn)	0,3 a 3
Cobre (Cu)	0,001 a 0,5
Boro (B)	0,05 a 0,5

Fonte: Abad et al. (2004).

Dos nutrientes que devem estar presentes no substrato destacam-se o azoto, verificando-se que níveis elevados favorecem a parte aérea relativamente à parte radicular (Tremblay & Gosselin, 1989a, 1989b) e permitem o aumento dos teores de

outros elementos nas plantas, como P, K, Ca, Mg, Mn ou Zn, em brócolos, aipo e alface (Tremblay & Senecal, 1990). A sensibilidade das plantas à composição da solução do solo é maior nas fases iniciais do seu desenvolvimento.

Entre os outros nutrientes destacam-se o fósforo, o cálcio e os microelementos (Hartmann et al., 1990). O fósforo pode apresentar pouca influência na relação parte aérea/parte radicular (Weston e Zandstra, 1989), mas o nível em que se encontra, além de condicionar a sua concentração na planta, afecta também a absorção de outros elementos (Tremblay et al., 1988). O potássio, em algumas hortícolas, tem uma acção que depende do nível de azoto, apresentando as espécies diferente sensibilidade àquela relação. De um modo geral, sob níveis elevados de azoto, o aumento do potássio conduz a um aumento do peso seco (Tremblay & Senecal, 1988).

O pH condiciona, entre outros aspectos, a disponibilidade dos nutrientes (quadro 2.12), pelo que deve-se ter em conta as exigências da espécie que se vai cultivar. O valor mais favorável em substratos orgânicos situa-se aproximadamente entre 5,5 e 6,0 (figura 2.9). Se houver libertação excessiva de Mn, deve-se elevar o pH até valores na zona o neutra e/ou fornecer maior quantidade de ferro.

Quadro 2.12 - Problemas associados a pH excessivo.

Problema	pH baixo	pH elevado
Toxicidade	Fe, Mn, Zn, Cu	
Deficiência	Ca, Mg	Fe, Mn, Zn, Cu, B
Sensibilidade	NH ₄	
Lexiviação	PO ₄	

Fonte: Bailey et al. (2007b).

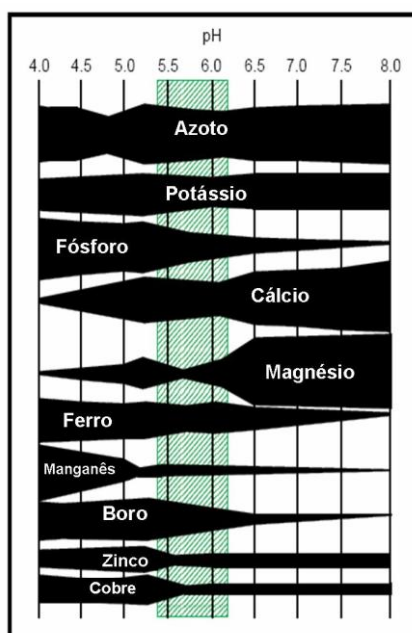


Figura 2.9 - Influência do pH na disponibilidade dos nutrientes num substrato resultante da mistura de turfa, composto de casca de pinheiro, vermiculite e areia. A zona tracejada a verde indica o intervalo de pH mais indicado para a maioria das culturas. Fonte: adaptado de Bailey et al. (2007b).

2.2.4.4 Controlo das condições climáticas no viveiro

Durante o viveiro podem-se identificar 4 estádios de crescimento (quadro 2.13), com exigências particulares das plantas (quadro 2.14).

Quadro 2.13 - Estádios de desenvolvimento das plantas no viveiro.

- Estádio 1 - Emergência da radícula
- Estádio 2 - Expansão dos cotilédones
- Estádio 3 - Expansão de 3 a 4 folhas
- Estádio 4 - Expansão de mais de 4 folhas

Fonte: Ohio State Univ. (1987), *in* Hartmann et al. (1990).

Quadro 2.14 - Condições ambientais relevantes durante os estádios de desenvolvimento das plantas no viveiro.

Estádio	Humidade do substrato	Temperatura	Iluminação	Fertilização
1	elevada (essencial à germinação, sem ser em excesso para não reduzir o oxigénio para a semente)	elevada (humidade e temperatura serão progressivamente reduzidos nas fases seguintes)	pode ser importante	importante
2			importante	importante
3				particularmente importante
4	a planta está apta para transplantar			

Os factores climáticos que mais afectam o crescimento das plantas no viveiro são: a temperatura, a humidade do substrato, a humidade do ar e por consequência o *deficit* da pressão de vapor do ar, e a radiação recebida pelas plantas.

Temperatura

A temperatura do substrato condiciona a germinação devendo, nesta fase, ser próxima do valor óptimo de germinação para a espécie. Posteriormente, a temperatura ideal do substrato vai diminuindo (quadro 2.15).

Quadro 2.15 - Intervalos de temperatura do ar recomendada para viveiros de hortícolas (os valores devem ser ajustados para alterar as taxas de crescimento, usando-se os valores mais baixos nos dias com menos luz).

	Temperatura do ar (°C), diurna (•••••) e nocturna (—)																				
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Milho-doce																					
Pepino																					
Melão cantaloupe																					
Abobora																					
Melancia																					
Couve-bróculo																					
Couve-de-Bruxelas																					
Couves-repolho																					
Couve-flor																					
Alface																					
Tomate																					
Espargo																					
Beringela																					
Pimento																					
Aipo																					
Cebola																					

Fonte: adaptado de Lorenz & Maynard (1988).

A eficiência do uso da energia é mais elevada quando se aquece o substrato, relativamente ao aquecimento apenas do ar, podendo uma baixa temperatura do ar ser compensada com o aumento da temperatura do substrato. A baixa temperatura do substrato reduz a absorção dos nutrientes e, por isso, o seu aquecimento, tanto de dia como de noite, melhora o peso fresco e seco de várias hortícolas.

A temperatura do ar relativamente elevada conduz a maior peso fresco e seco, mesmo quando não se aquece o substrato, mas em espécies como o aipo, temperatura elevada do ar, 21-32 °C *versus* 14-24 °C, reduz o crescimento, (Espinosa e Pill, 1987). No entanto, normalmente, com temperatura do ar mais baixa o viveiro levará mais tempo.

Nos viveiros em estufa, a ventilação é a forma mais económica de reduzir a temperatura e a humidade relativa do ar. Ao ventilar, aumenta-se a perda de água pela planta e pelo substrato, o que pode ser usado como técnica de regular a absorção hídrica da planta. Por motivos económicos, dá-se preferência à ventilação natural, por acção das diferença de pressão do ar devida à diferença de temperatura do ar e ao efeito do vento. Para melhorar a ventilação natural deve-se, por isso, otimizar a localização das estufas dos viveiros em relação aos ventos dominantes e instalar janelas laterais e no tecto com dimensões adequadas. Desta forma assegura-se um elevado caudal e pode-se conseguir manter a temperatura interior mais próxima da do ar livre.

Se possível, podem usar-se sistemas de arrefecimento evaporativo, por painel molhado e extractor, ou por nebulização (Figura 2.10), que conseguem reduzir a temperatura abaixo do valor da temperatura do ar no exterior, sem redução da radiação recebida pelas plantas. Em alternativa, pode-se recorrer no Verão à caiação do exterior do abrigo ou usar redes de sombreamento. No entanto, esta solução de redução da temperatura interior por redução da radiação que entra na estufa e /ou incide nas plantas, embora mais económica que os sistemas de arrefecimento evaporativo, é feita à custa da redução da radiação o que pode reduzir a qualidade das plantas ao favorecer o seu estiolamento.



Figura 2.10 - Sistema de arrefecimento evaporativo por nebulização (Atocha, Madrid).

Humidade

A humidade do substrato deve ser mantida num nível elevado mas mantendo simultaneamente elevado arejamento do meio, criando-se assim condições para o rápido crescimento das plantas. Estas condições justificam a importância da escolha ou preparação dos substratos, anteriormente referida. Ao encher as placas, é importante controlar a humidade do substrato, a qual deverá ser no mínimo 50% (p/p). Para alvéolos muito pequenos a humidade deve estar compreendida entre 50 e 70%. Acima de 70% o manuseamento do substrato é difícil.

A irregular humidade no substrato produz crescimento irregular particularmente no Estádio 2 e início do Estádio 3 (quadro 2.13), quando o arejamento do meio é um factor importante (Fonteno et al. 1996). No Estádio 1 (quadro 2.13), durante as primeiras 24 a 48 h, a maioria das sementes requer condições próximas da saturação em água, enquanto a semente se embebe de água, mas necessitam de um meio mais seco logo a seguir, para facilitar o fornecimento de oxigénio à semente. Se se mantiverem condições de temperatura e humidade muito elevadas durante os Estádios 2 e 3, as plantas ficarão muito tenras, atingindo o Estádio 4 em más condições para a transplantação (Koranski et al. 1996).

A humidade do ar deve ser relativamente elevada para permitir o rápido crescimento das plantas, mas sem aumentar os riscos de doenças da parte aérea. A humidade do ar é normalmente usada como variável indicadora das condições de crescimento das plantas, devendo apresentar valor relativamente elevado para obter um maior crescimento das plantas. Este valor máximo é limitado pelo risco de a partir de nível muito alto se favorecerem as doenças provocadas por fungos. No entanto, mais importante do que o valor da humidade relativa é o valor do deficit da pressão de vapor do ar (DPV), que regula a capacidade de perda de água pela planta, logo da sua capacidade para absorver água e nutrientes. Por isso, o DPV deve-se situar num intervalo adequado, nem muito alto (>1 kPa: perda excessiva de água pelas plantas) nem muito baixo ($<0,2$ kPa: maior risco de doenças, ausência de perda de água, redução da absorção de nutrientes e do crescimento) (Calpas, 2006). Para evitar valores muito elevado do DPV (baixa humidade relativa) pode baixar-se a temperatura do ar ou aumentar a sua humidade absoluta. Para aumentar a humidade absoluta pode aplicar-se água por nebulização (figura 2.10), ou favorecer a evaporação para a atmosfera (sistema de painel molhado e extractor, molhar o pavimento da estufa).

Luz

Em alguns países, a iluminação artificial nos viveiros de algumas espécies é uma técnica corrente. A iluminação pode complementar a luz natural ou ser até substitutiva, isto é, toda a radiação recebida pelas plantas ser de origem artificial.

A luz pode influir na germinação das sementes, tanto na percentagem como na taxa de germinação de algumas espécies e variedades, sendo necessária a um reduzido número de variedades para germinarem. Esta influência dá-se através da sua intensidade, duração e qualidade. Aplicada durante o viveiro, a iluminação suplementar melhora a qualidade das plantas, nomeadamente quanto ao seu peso seco, e tem reflexos positivos na colheita. O elevado encargo económico que esta técnica requer faz com que não se aplique habitualmente.

2.2.4.5 Aquecimento

O aquecimento pode ser empregue para evitar que a temperatura no viveiro baixe tanto que cause a morte ou a paragem do crescimento das plantas, ou idealmente, para manter a temperatura acima do seu limite inferior da temperatura óptima.

Os métodos mais vulgares de aquecimento são por convecção e radiação através de tubos com circulação de água quente e de mangas de polietileno para distribuição de ar quente. Os tubos de água e as mangas de ar colocam-se normalmente sobre ou por baixo das bancadas. Pode-se também aquecer as plantas com energia radiante emitida por superfícies aquecidas, a partir de electricidade ou gás, por exemplo tubos, localizados por cima das bancadas. Este método é interessante pela sua simplicidade de instalação, pelo baixo nível de perdas de energia que apresenta e pelo facto de a maior parte das folhas poder receber a energia radiante emitida, devido ao baixo índice de área foliar das plantas no período de viveiro.

2.2.4.6 Controlo de pragas e doenças

O mais importante é actuar preventivamente, evitando as condições favoráveis à ocorrência e disseminação das pragas e doenças. Para reduzir as condições favoráveis à ocorrência de pragas e doenças é decisivo o controlo das condições no viveiro, nomeadamente: temperatura, humidade do ar, humidade no substrato e a fertilização. Para reduzir a disseminação de pragas e doenças devem ser adoptadas práticas culturais conhecidas, como a redução de fontes de inóculo, entre outras.

Quando necessário, efectuam-se tratamentos fitossanitários, preventivos ou curativos, com os produtos autorizados para o MPB (Ferreira, 2005). Estes podem ser aplicados por pulverização das plantas, rega ou por incorporação prévia no substrato. Quando se faz a sua incorporação no substrato pode haver redução do crescimento das plantas, se forem aplicadas doses excessivas. Além dos produtos autorizados, pode-se recorrer a insectos auxiliares e microrganismos para controlo biológico (Capítulo 5).

2.2.4.7 Preparação das plantas para a plantação no local definitivo

Na fase final do viveiro é conveniente efectuar o endurecimento das plantas, para que estas ultrapassem mais facilmente a crise de transplantação. O endurecimento pode ser obtido de várias formas:

- reduzindo a temperatura,
- reduzindo o fornecimento de água,
- por acção mecânica sobre as plantas,
- pela combinação de algumas das acções anteriores.

Um dos principais benefícios do endurecimento, além do controlo do crescimento no viveiro, é a maior resistência das plantas a baixa temperatura no local definitivo. De uma forma geral, é aconselhado manter as plantas em condições de boa iluminação até à transplantação, enquanto se reduz a temperatura e a rega. A redução da rega visa também manter a superfície do substrato ligeiramente seca e o interior com a humidade suficiente para o crescimento das raízes, o que, além de favorecer o endurecimento, reduz o perigo de *damping-off*.

A acção mecânica sobre as plantas, *brushing* (escovamento), consiste no estímulo mecânico, directo ou indirecto, das folhas das plantas. Esta acção causa o endurecimento das plantas, por efeito depressivo no crescimento, com melhoria da qualidade e uniformidade das plantas e reduz as diferenças de crescimento nas placas. No entanto, em espécies como a alface e couve-flor, há uma diminuição da resistência ao frio, pois as plantas obtidas no final do viveiro são mais pequenas e, por isso, menos resistentes (Biddington & Dearman, 1988). A eficácia dos diferentes modos de *brushing* varia com a espécie. Por exemplo, em alface, a acção mecânica com papel ou tecido é mais eficaz do que a aplicação de corrente de ar (com ventilador) ou a agitação dos

contentores das plantas (Pontinem & Voipio, 1992). Os efeitos podem variar entre variedades da mesma espécie e também com a duração do tratamento (quadro 2.16).

Quadro 2.16 - Exemplos de tratamentos para endurecimento vulgarmente aplicados a algumas espécies hortícolas.

	Duração do viveiro (semanas)	Temperatura		Tratamento de endurecimento
		Germinação	Crescimento	
Época fria				
Couve-brócolo ¹	5 a 7	21,1	15,6 a 18,3	10 a 12,8°C durante 10 dias
Couve-repolho	5 a 7	21,1	15,6 a 18,3	10 a 12,8°C durante 10 dias
Couve-flor ¹	5 a 7	21,1	15,6 a 18,3	10 a 12,8°C durante 10 dias
Alface-batávia	5 a 7	21,1	15,6 a 18,3	Redução da temperatura e humidade
Alface de folhas	3 a 4	21,1	15,6 a 18,3	Redução da temperatura e humidade
Época quente				
Pepino ²	2 a 3	23,9	18,3 a 23,9	Redução da humidade
Melão cantaloupe ²	2 a 3	23,9	18,3 a 23,9	Redução da humidade
Beringela	6 a 8	23,9	21,1 a 23,9	Redução da temperatura e humidade
Pimento	7 a 9	23,9	15,6 a 21,1	Redução da temperatura e humidade
Abóbora ²	2 a 3	23,9	18,3 a 23,9	Redução da humidade
Tomate	5 a 7	23,9	15,6 a 21,1	Redução da temperatura e humidade
Melancia ²	2 a 3	26,7	18,3 a 23,9	Redução da humidade

¹ não sujeitar a falta de azoto, de água ou a baixa temperatura enquanto muito pequenas.

² pequenas perturbações na raiz acentuam bastante a crise de transplantação.

Fonte: adaptado de Rutledge (s.d.).

Em tomate, além do condicionamento do crescimento, obtém-se uma redução do ataque de *Myzus persicae* e *Frankliniella occidentalis*, no viveiro, sugerindo-se a inclusão da técnica de *brushing* em programas de protecção integrada (Latimer & Oetting, 1994).

2.2.4.8 Duração do viveiro

A duração do viveiro deve ser apenas o tempo necessário para obter plantas que se instalem e produzam bem no local definitivo (quadro 2.17). O tempo de permanência em viveiro e o tamanho do alvéolo condicionam e determinam o desenvolvimento alcançado pelas plantas, o que pode influenciar significativamente o resultado da cultura. A maior duração do viveiro e/ou o maior volume de alvéolo originam plantas maiores, que frequentemente produzem mais, sobretudo nas colheitas iniciais. No entanto, o viveiro tem uma duração máxima que, se ultrapassada, conduz a uma redução da produtividade. Esta redução está associada à crescente suberização das raízes, que dificulta a emissão de novas raízes após a transplantação.

Quadro 2.17 - Duração média do viveiro para diversas culturas hortícolas.

Espécie	Duração (semanas)									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Milho-doce										
Pepino										
Melão cantaloupe										
Abóbora										
Melancia										
Couve-bróculo										
Couve-de-Bruxelas										
Couves-repolho										
Couve-flor										
Alface										
Tomate										
Espargo										
Beringela										
Pimento										
Aipo										
Cebola										

Fonte: adaptado de Lorenz & Maynard (1988).

2.2.5 Avaliação da qualidade das plantas

As características ideais de uma planta de viveiro, de um modo geral, são as seguintes:

- relativamente duras, suportam melhor as manipulações e a adversidade do novo ambiente;
- vigorosas, além de suportarem melhor a mudança, retomam mais facilmente o crescimento;
- com boa relação raiz / parte aérea, ocupando a raiz todo o substrato, pronta a colonizar o novo meio, com a raiz nem insuficientemente nem demasiado desenvolvida e envelhecida (com menor número de pontos de crescimento);
- compactas, com um caule forte, cor verde-escuro;
- grandes, pois assim resistem melhor a condições adversas do novo meio e a sua entrada em produção faz-se mais cedo.

2.2.6 Condições para o sucesso de um viveiro

Em resumo, referem-se as principais condições a respeitar para que o viveiro decorra em boas condições e se obtenham plantas de qualidade:

- usar sementes e substratos de boa qualidade;

- manter boas condições de limpeza e desinfecção no viveiro;
- manter o controlo climático adequado à espécie e à época do ano;
- usar dotação e frequência de rega adequada: à espécie, ao estágio de desenvolvimento, ao substrato, ao volume e forma de alvéolo, à época do ano e aos meios de controlo climático existentes;
- garantir a disponibilidade de nutrientes para o bom desenvolvimento das plantas;
- manter um esquema de protecção fitossanitária adequado;
- endurecer as plantas no final do viveiro.

2.2.7 Resolução de problemas de crescimento no viveiro

Durante o viveiro podem surgir problemas, destacando-se os que se indicam no quadro 2.18.

Quadro 2.18 - Problemas mais frequentes nos viveiros.

Sintoma	Causa possível	Correcção
Crescimento estiolado	- Sombreamento - Excesso de água e/ou de N - Elevada temperatura e/ou densidade	- Aumentar a iluminação - Reduzir rega e fertilização - Reduzir temperatura, aumentar espaçamento (se possível)
Plantas muito pequenas	- Fertilização insuficiente	- Fornecer fertilização equilibrada, com elevada frequência e baixa concentração
Folhas púrpura	- Carência de P ou temperatura muito baixa	- Aplicar solução com adubo do elevado teor em fósforo solúvel
Folhas amarelas	- Carência de N	- Aplicar solução com adubo do elevado teor em azoto
Raízes descoradas e necrose marginal nas folhas	- Excesso de sais	- Lavagem do substrato, evitar fertilização excessiva
Amarelecimento entre as nervuras das folhas	- Carência de Mg ou excesso de Mn	- Verificar pH do solo e corrigi-lo ou aplicar solução com Mg
Plantas demasiado compactas	- Excesso de endurecimento	- Aplicar solução nutritiva de arranque, 3 a 4 dias antes da plantação e evitar condições excessivas de endurecimento
Encharcamento, tombados caules	- Doenças de solo (<i>damping-off</i> , vários agentes patogéneos)	- Usar fungicidas adequados e ajustar a rega e ventilação - Usar substratos esterilizados ou com capacidade supressiva
Fraco crescimento das raízes	- Baixo arejamento/ drenagem/ fertilização ou temperatura - Elevada densidade do substrato - Excesso de rega - Doenças de solo - Resíduos tóxicos no substrato (ex. cloro das desinfecções)	- Agir de acordo com a causa possível
Crescimento de musgos ou algas à superfície do substrato	- Substrato demasiado húmido	- Ajustar a rega - Aumentar o arejamento - Usar substrato com maior drenagem
Deformações de crescimento das folhas e caules	- Resíduos químicos de herbicidas ou contaminações	- Identificar a causa possível e corrigir

Bibliografia

- Abrantes, 1989. Viveiros em placas com alvéolos para culturas hortícolas. MAPA-INIA, Dept. de Horticultura e Floricultura. Folhas de divulgação nº4.
- Azevedo, L. & Marques, J. 2003. Produção de plântulas hortícolas em viveiro sob modo de produção biológico. O Segredo da Terra (Verão): ficha destacável.
- Bailey D.A., Fonteno W.C., and Nelson P.V. 2007a. Greenhouse Substrates and Fertilization Department of Horticultural Science, NCSU. Acedido em 12/07/07 <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ghsubfert.pdf>
- Bailey, D.A., Nelson, P.V., Fonteno, W.C., Lee, Ji-Weon & Huang, Jin-Sheng. 2007b. Plug pH pandect. Greenhouse Substrates and Fertilization Department of Horticultural Science, NCSU. Acedido em 12/07/07 <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/phpandect.pdf>
- Berjón, M.A., Noguera, P. & Carrión, C. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. In Gavilán, M.U., 2004. Tratado de Cultivo Sin Suelo. Ed. Mundi-Prensa, 3ª Ed.:113-158
- Biddington, N.L. & A.S. Dearman. 1988. The effects of mechanically-induced stress and water stress on freezing resistance in lettuce and cauliflower seedlings. J. of Hort. Sci. 63(4):609-614.
- Beardsell, D.V., Nichols D.G. & Jones D.L. 1979. Water relations of nursery potting-media. Scientia Hort. 11:9-17.
- Calpas, J. 2006. Management of the Greenhouse Environment. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/opp2902](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/opp2902). Acedido em 20/04/06.
- Catálogo Nacional de Variedades, 2007. MADRP – DGADR.
- Coelho, L., Osório, J., Carrasco de Brito, J. & Reis M. 2007. Aplicação de extracto de urtiga em viveiros de plantas hortícolas. II Colóquio Nacional de Horticultura Biológica ISA, 19 e 20 de Abril de 2007. Actas Portuguesas de Horticultura 10:242-248.
- Coelho, L. e Reis M. 2007. Utilização de compostos resíduos agro-industriais como sustratos hortícolas. II Colóquio Nacional de Horticultura Biológica ISA, 19 e 20 de Abril de 2007. Actas Portuguesas de Horticultura 10:122-127.
- De Boodt, M. & O. Verdonck. 1972. The physical properties of the substrates in horticulture. Acta Horticulturae 26:37-44.
- De Boodt, M., Verdonck, O. & Cappaert, I. 1974. Method for measuring the water retention curve of organic substrates. Acta Horticulturae 37:2054-2062.
- De Boodt, M. & De Waele, N. 1968. Study on the physical properties of artificial soils and the growth of ornamental plants. Pedologie XVIII(3):275-300.
- Espinosa, W.A. & Pill, W.G.. 1987. Response of tomato seeds fluid-drilled in low-phosphorus growth media to phosphorus incorporation in the carrier gel. Scientia Horticulturae 33(1/2):37-47.
- Ferraz, J.F.P. 1992. Os microrganismos antagonistas no controlo das doenças radiculares. ASGARVE, Boletim Informativo 12:5-7.
- Ferreira, J. 2005. Guia de factores de produção para a agricultura biológica. 2ª ed. Agro-Sanus.
- Fonteno, W.C., Bailey, D.A., & Nelson, P.V. 1996. Media testing. In: D. Hamrick (ed.). Grower talks on plugs II. Ball Publishing.
- Garrett, S.D. 1970. Pathogenic Root-Infecting Fungi. Cambridge University Press.
- Giovanni, D. & Vincenzo, B.V.. 1988. The effect of transplanting with bare roots and root balls on the quantitative and qualitative characteristics of some broccoli cultivars for processing. Giornata di studio su: Le principali brassicacee da orto, 29 Junho 1988, Crotona, Itália.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E. & Davies, F.T. 1990. Plant Propagation. Principles and practices. 5th ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, EUA.
- Koranski, D., Kessler R., & Khademi M.. 1991. Roots 101. Media, moisture and fertility. Grower Talks 55(8):47-57.
- Latimer, J.G. & Oetting, R.D.. 1994. Brushing reduces thrips and aphid populations on some greenhouse-grown vegetable transplants. HortScience 29 (11): 1279-1281.

- Leskovar, D.I. & Cantliffe, D.J. 1992. Pepper seedling growth response to exogenous abscisic acid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:389-393.
- Leskovar, D.I. & Cantliffe, D.J. 1993. Comparison of plant establishment method, transplant or direct seeding, on growth and yield of bell pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:17-22.
- Lorenz, O.A. & Maynard D.N., 1988. *Knott's Handbook for Vegetable Growers*. 3^a ed. Wiley, Nova York.
- Nierenberg, D. & Halweil, B. 2005. *Cultivando a Segurança Alimentar*. In *Estado do Mundo*. Uma Ed. pp 70-91.
- Ohio State Univ., 1987, in Hartmann et al., 1990
- Puustjarvi. 1982. cit. in Raviv et al., 1986.
- Reis, M., Fernandes, M., Rosa, A., Oliveira, P., Rodrigues, A. Brito, J.C., Dionísio, L., Guerrero, C., Faleiro, M.L., Coelho, L. e Portela, C. 2006. Preparação de compostos para agricultura biológica. Actividade experimental desenvolvida no Algarve no âmbito do Projecto AGRO Medida 8 – Desenvolvimento Tecnológico e Demonstração, Acção 8.1 – Desenvolvimento Experimental e Demonstração (DE&D) nº 282 “Hortofruticultura em Agricultura Biológica”. Universidade do Algarve (Ed.). ISBN: 978-972-9341-53-3.
- Reis, M., 2000. Relatório final do projecto PAMAF-IED 6156 “Reutilização dos efluentes e substratos alternativos em culturas sem solo de tomate em estufa”. INIA.
- Rivière, L.M. 1980. Importance des caractéristiques physiques dans le choix des substrats pour les cultures hors sol. *PHM-Revue Horticole* 209:23-27.
- Raviv, M., Chen, Y. & Inbar, Y. 1986. Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants, p. 257-287. In: *The role of organic matter in modern agriculture*. Y. Chen e Y. Avnimelech (eds.). Martinus Nijhoff Publishers, The Hague.
- Rutledge, A.D. s.d. *Growing Vegetable Transplants in Tennessee*. Agricultural Extension Service, The University of Tennessee PB819-5M-8/99. <http://www.utextension.utk.edu/publications/pbfiles/PB819.pdf>. Acedido em 12/07/07.
- Sanford, G.B. 1926. Some factors affecting the pathogenicity of *Actinomyces scabies*. *Phytopathology* 16:525-547. Cit. por Garrett, 1970.
- Tremblay, N., Yelle, S. & Gosselin, A. 1988. Effects of CO₂ enrichment nitrogen and phosphorus fertilization during the nursery period on mineral composition of celery. *Journal of Plant Nutrition* 11(1):37-49.
- Tremblay, N. & Senecal, M.. 1988. Nitrogen and potassium in nutrient solution influence seedling growth of four vegetable species. *HortScience* 23(6):1018-1020.
- Tremblay, N. & M. Senecal. 1990. The effects of irrigation method and the urea content of the nutrient solution on the characteristics of young broccoli, celery and lettuce seedlings. *Agronomie* 10(1):15-21.
- Tremblay, N. & A. Gosselin. 1989a. Growth and nutrient status of celery in response to nitrogen fertilization and NO₃/NH₄ ratio. *HortScience* 24(2):284-288.
- Tremblay, N. & Gosselin, A. 1989b. Growth nutrient status and yield of celery seedlings in response to fertilization. *HortScience* 24(2):288-291.
- Tesi, R. & Tosi D. 1989. The effect of certain cultural factors on the production of tomato seedlings in nursery. *Culture Protette* 18(5):73-78.
- Weston, L.A. & Zandstra, B.H. 1989. Transplant age and N and P nutrition effects on growth and yield of tomatoes. *HortScience* 24(1):88-90.

3. FERTILIDADE DO SOLO, COMPOSTAGEM E FERTILIZAÇÃO

L. Miguel Brito

Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do castelo

3.1 Gestão da fertilidade do solo

Noções de fertilidade do solo

A fertilidade do solo é uma medida da capacidade do solo para fornecer os nutrientes essenciais, em quantidade e proporção adequadas, para o crescimento das plantas. A fertilidade do solo depende da sua composição e das interacções entre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. O esforço em melhorar estas propriedades é fundamental no modo de produção biológico (MPB) para estabelecer um solo saudável. Isto é possível através de rotações e consociações adequadas, com inclusão de leguminosas e/ou culturas para sideração, e através da incorporação nos solos de compostos, ou outros fertilizantes aceites pelo MPB. Neste modo de produção é, também, indispensável proceder à mobilização do solo de forma a manter ou melhorar a sua estrutura, e a permitir a cobertura do solo o máximo de tempo dentro da rotação de culturas.

As propriedades físicas do solo: estrutura, densidade aparente e porosidade, capacidade de armazenamento, infiltração e drenagem da água, textura e resistência à compactação; afectam o crescimento e a proliferação das raízes e influenciam a disponibilidade de nutrientes. Mobilizações pouco profundas poderão conservar a matéria orgânica do solo, mas as lavouras poderão também ser necessárias, particularmente quando se pretende que o solo fique mais solto e arejado. Contudo, deve-se evitar mobilizações profundas quando o solo está encharcado para evitar a compactação do terreno, ou quando haja o risco de transportar pedras e material grosseiro para a superfície do solo.

No MPB, a fertilidade dos solos para as culturas (que não têm capacidade de estabelecer simbiose com microrganismos fixadores de azoto atmosférico) está limitada, principalmente, pela quantidade de N orgânico existente no solo e pelas taxas a que este se mineraliza. Isto porque o fósforo (P) e outros nutrientes podem ser incorporados na forma de fertilizantes inorgânicos naturais.

A disponibilidade de azoto (N) está associada às taxas de mineralização da matéria orgânica (MO) do solo e dos resíduos da cultura anterior, e da MO introduzida no solo através dos fertilizantes orgânicos ou da adubação verde (sideração). Por isso, conhecidas as exigências das culturas em nutrientes, o conhecimento das taxas de mineralização dos diferentes tipos de matéria orgânica é essencial para avaliar a recomendação de fertilização no MPB. No processo de fertilização orgânica dos solos utilizam-se grandes quantidades de estrumes sólidos resultantes da compostagem de dejectos animais com matos florestais e outros resíduos vegetais. O aumento da fertilidade do solo, muitas vezes necessário para a transição da agricultura convencional para o MPB pode requerer vários anos, ao longo dos quais se deve aumentar, gradualmente, a concentração de matéria orgânica (MO) do solo.

Os resíduos da produção pecuária e outros de origem agro-florestal continuam a ser em massa, e em volume, a maior categoria de resíduos em Portugal. Apesar de poderem ser incorporados no solo agrícola, com vantagens para a sua fertilidade e para a produtividade das culturas, alguns resíduos podem, também, colocar problemas ambientais e prejudicar a segurança da cadeia alimentar, designadamente se possuírem níveis elevados de metais pesados ou de substâncias fitotóxicas. Daqui resulta a necessidade de se proceder a uma gestão que maximize os benefícios agronómicos destes materiais e minimize impactes ambientais.

Rotações

As rotações podem contribuir para a conservação, ou a melhoria, da fertilidade do solo. Há culturas na rotação que podem melhorar a fertilidade, e outras que, pelo contrário, exploram essa fertilidade. Por isso, é necessário que exista um balanço, tanto quanto possível positivo, para a fertilidade do solo no final da rotação.

As rotações podem contribuir para o aumento de azoto no solo quando incluem prados com leguminosas. Pelo contrário, as rotações hortícolas podem exigir elevada

quantidade de nutrientes e contribuir para o empobrecimento do solo. No capítulo 4 referem-se os princípios e descreve-se a tecnologia associada às rotações.

Adubação verde

A fixação de N atmosférico pelo rizóbio, em simbiose com plantas leguminosas, é muito variável com o tipo de solo, clima ou cultivar que se utiliza, e com a quantidade de N mineral já existente no solo, sendo referidos para as consociações de trevos com gramíneas valores de 150 a 200 N ha⁻¹ ano⁻¹ por Lampkin (1992) e de 250 a 450 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ por Blake (1987). No entanto, a fixação de N neste tipo de prados pode ser ainda mais variável encontrando-se na bibliografia valores entre 5 a 450 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

A fixação de N com leguminosas para grão, como a ervilha, varia entre menos de 100 e 250 kg N ha⁻¹ e satisfaz, aproximadamente, metade das suas necessidades. O N que se acumula no solo durante o prado fica disponível para as culturas seguintes. Estima-se que esta acumulação varia entre 70 e 180 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ nos primeiros anos em que o prado está instalado.

A quantidade de N fixado pelo rizóbio é muito variável, mas pode ser suficiente para prover as necessidades da cultura seguinte. Guet et al. (1993) refere valores indicativos da quantidade de N fixado em diversas culturas (quadro 3.1). No capítulo 4 referem-se os princípios e descreve-se a tecnologia associada à adubação verde.

Quadro 3.1 - Quantidades de azoto (N) fixado em algumas culturas.

Cultura	N (kg ha ⁻¹)	Cultura	N (kg ha ⁻¹)
Ervilhaca	99	Soja	20-276
Ervilha forrageira	155-174	Trevo ladino	146-167
Fava	158-223	Trevo encarnado	57
Feijão	2-192	Trevo subterrâneo	52-163
Grão-de-bico	21-75	Trevo branco	114
Lentilha	149-168	Trevo violeta	61-101
Luzerna	70-198		

Fonte: GUET (1993).

Resíduos das culturas

Os resíduos das gramíneas e de outras culturas com elevada razão C/N podem contribuir para a matéria orgânica estável do solo. No entanto, as leguminosas, em comparação com as gramíneas, possuem baixa razão C/N. Por isso, são mais facilmente

mineralizáveis e contribuem para o fornecimento de N em quantidades superiores, no curto prazo.

Os resíduos das culturas, tal como a adubação verde, podem ser uma fonte de nutrientes económica relativamente à aquisição de fertilizantes no MPB. O problema é que a disponibilidade de nutrientes da matéria orgânica incorporada ao solo pode não coincidir com as necessidades das culturas, particularmente das culturas hortícolas de curto período vegetativo, e neste caso a produtividade pode ser afectada, sendo necessário recorrer a fertilizantes orgânicos de rápida mineralização aceites pelo MPB.

Os resíduos frescos decompõem-se rapidamente e a quantidade de N que se mineraliza depende da sua razão C/N. Os resíduos dos cereais restituem apenas 25 a 50 kg N ha⁻¹ ao solo. No entanto, valores muito superiores foram mencionados por Rahn et al. (1992) para os resíduos da cultura convencional de Brassicas, designadamente, 94 a 183 kg N ha⁻¹. No quadro 3.2 apresentam-se os valores da concentração de nutrientes nos resíduos incorporados no solo através de algumas culturas.

Quadro 3.2 - Quantidade de azoto, fósforo e potássio contidos nos resíduos de algumas culturas com teor médio de humidade à colheita (g⁻¹ kg⁻¹).

Cultura	Produto	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Aveia	Palha	5,0	2,6	21,0
Centeio	Palha	7,5	2,5	14,0
Cevada	Palha	4,0	2,3	17,0
Milho grão	Palha	8,3	1,4	13,5
Trigo	palha	5,1	2,0	11,1
Triticale	palha	7,5	2,5	12,5
Batata	rama	2,7	0,6	9,0
Beterraba forrageira	folhas	3,5	0,8	7,0
Ervilha	palha	20,0	7,6	16,0
Fava ratinha	palha	30,0	3,6	20,0
Soja	palha	40,0	14,0	40,0

Fonte: citado em MADRP (1997).

3.2 Compostagem e utilização do composto

3.2.1 O processo de compostagem

Definição de compostagem

A compostagem é o processo biológico de tratamento dos resíduos orgânicos, através do qual estes são transformados, pela acção de microrganismos, em material

estabilizado e utilizável na preparação de correctivos orgânicos do solo e de substratos para as culturas. O objectivo da compostagem é converter o material orgânico que não está em condições de ser incorporado no solo num fertilizante orgânico, sem sementes viáveis de infestantes ou microrganismos patogénicos, nem quantidades de metais pesados ou moléculas orgânicas que prejudiquem a qualidade do solo.

Existem muitos sistemas para a preparação do composto mas, normalmente, podem agrupar-se em quatro categorias, designadamente: i) pilhas estáticas sem arejamento (figura 3.1 a); ii) pilhas longas (*windrow*) com rovolvimento (figura 3.1 b); iii) pilhas estáticas com arejamento forçado, e iv) recipientes ou reactores abertos ou fechados. A compostagem ocorre quando existe água, oxigénio, carbono orgânico e nutrientes para estimular o crescimento microbiano. No processo de compostagem os microrganismos decompõem a matéria orgânica e produzem, principalmente, dióxido de carbono, água, calor e húmus. O processo de compostagem mais comum no MPB é conduzido em pilhas estáticas (sem rovolvimento ou com um reduzido número de rovolvimentos), por um período de 2 a 4 meses, seguido por um período de maturação superior a 3 meses.



Figura 3. 1 - Pilhas de compostagem: (a) pilha estática com tojo e dejectos de cavalo, (b) pilha longa com mistura de dejectos animais e palha no início da compostagem. Fonte: (a) ESA Ponte de Lima; (b) Proj. Agro 747, Quinta Casal de Matos, Marco de Canavezes.

Características dos materiais para compostagem

Os materiais utilizados para a compostagem podem ser divididos em duas classes, a dos materiais ricos em carbono e a dos materiais ricos em azoto. Os materiais ricos em carbono fornecem a matéria orgânica e a energia para a compostagem e os

materiais azotados aceleram o processo de compostagem, porque o azoto é necessário para o crescimento dos microrganismos. Para razões C/N inferiores a 30 o azoto ficará em excesso e poderá ser perdido por volatilização na forma de amoníaco, causando odores desagradáveis. Para razões C/N mais elevadas a falta de azoto irá limitar o crescimento microbiano resultando numa compostagem mais lenta.

Entre os materiais ricos em carbono podemos considerar os materiais lenhosos como a casca de árvores, as aparas de madeira e o serrim, as podas dos jardins, folhas e agulhas das árvores, palhas e fenos, carnoz (de curtumes sem crómio), engaço de uva e papel. Entre os materiais azotados incluem-se as folhas verdes, estrumes animais, urinas, restos de plantas hortícolas e erva.

Os materiais para compostagem não devem conter vidros, plásticos, tintas, óleos, metais, pedras ou outros materiais inorgânicos de grande dimensão. Não devem conter um excesso de gorduras, ossos inteiros, ou outras substâncias que prejudiquem o processo de compostagem. O papel pode ser utilizado mas não deve exceder 10% da pilha. O papel encerado deve ser evitado por ser de difícil decomposição e o papel de cor não pode ser utilizado porque contem metais pesados.

Deve-se evitar a utilização de substâncias com carácter alcalinizante, como o calcário ou a cinza, porque aumentam o pH, o que contribui para as potenciais perdas de azoto por volatilização do amoníaco. Contudo, pode haver casos em que o material a compostar apresente um pH excessivamente baixo e nestas condições seja vantajoso aumentar o seu valor para um nível mais adequado aos microrganismos.

Outra característica que é fundamental para o processo de compostagem é a dimensão das partículas dos materiais. As partículas devem ter entre 2 cm e 8 cm. Abaixo desta dimensão seria necessário utilizar sistemas de ar forçado, enquanto que os valores superiores podem ser bons para pilhas estáticas e sem arejamento forçado. Quanto menor for o tamanho das partículas mais fácil é o ataque microbiano porque a superfície específica aumenta mas, em contrapartida, aumentam os riscos de compactação e de falta de oxigénio.

Mistura de materiais

A razão C/N da mistura de materiais deve ter um valor próximo de $C/N = 30$, ou superior quando o teor de lenhina é muito elevado, porque a lenhina praticamente não é atacada. É necessário determinar as percentagens de humidade e as concentrações de

azoto e de matéria orgânica na matéria seca dos materiais. A razão C/N da mistura de materiais (material 1, material 2, etc.) pode ser calculada através da seguinte fórmula:

$$C/N_{\text{final}} = P_1 [C_1 (100-H_1)] + P_2 [C_2 (100-H_2)] + \dots / P_1 [N_1 (100-H_1)] + P_2 [N_2 (100-H_2)] + \dots$$

Sendo, P o peso, H a humidade (%), C a concentração de carbono (% C = % MO / 1,8) e N a concentração de azoto na matéria seca do respectivo material

Exemplo: 20 t do material 1, com 5 t do material 2

Material 1 – Dejectos animais: 70% H; 90% MO (=> 50% C) e 2% de N

Material 2 – Palha: 30% H; 96% MO => (53% C) e 0,5% N

$$C/N_{\text{final}} = \{20 [50 (100-70)] + 5 [53 (100-30)]\} / \{20 [2 (100-70)] + 5 [0,5 (100-30)]\} = 35$$

Local e volume da pilha de compostagem

A pilha de compostagem não deve ficar exposta directamente ao sol ou ao vento, para que não seque, nem à chuva, para não ficar sujeita à lixiviação de nutrientes. Um local levemente ensombrado e com cortinas contra o vento é vantajoso. Poderá ser necessário ter água para regar a pilha convenientemente, caso a percentagem de humidade da pilha seja inferior a 40%.

A forma e o tamanho da pilha também influenciam a velocidade da compostagem, designadamente pelo efeito que têm sobre o arejamento e a dissipação do calor da pilha. O tamanho ideal da pilha pode ser variável. O volume de 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m poderá ser considerado bom para a generalidade dos materiais em pilhas estáticas sem arejamento forçado. No caso de se proceder à compostagem em pilhas longas (*windrow*), então a altura poderá ser menor e a largura e o comprimento maiores, como por exemplo, de 2-3 m de largura, 1,2-1,5 m de altura e o comprimento pode ser aquele que mais se apropriar à quantidade de material a compostar e ao local. No entanto, em locais muito frios a altura deve ser superior a 1 metro para que o aquecimento seja possível.

As pilhas podem ser construídas com a pá frontal do tractor ou outro equipamento adaptado para o efeito (figura 3. 2 a) e devem ser cobertas preferencialmente com um tecido de fibras de polipropileno (figura 3. 2 b) que permite a entrada de ar e a saída de vapor de água, mas não permite a entrada de água da chuva.

Os filmes de polietileno, que não permitem as trocas gasosas e podem resultar em excesso de humidade nas pilhas, só são aconselháveis com materiais grosseiros e no caso de não haver risco de um teor elevado de humidade dos materiais em compostagem.



Figura 3. 2 – Construção de uma pilha de compostagem com dejectos animais e palha: (a) com um espalhador de estrume ao qual foram introduzidas duas abas laterais e (b) coberta com tecido de polipropileno. Fonte: Proj. Agro 747, Quinta Casal de Matos, Marco de Canavezes.

Humidade e rega

O processo de compostagem tende a ser um processo de secagem, quando a evaporação de água é superior à água libertada na decomposição do material e à redução de matéria seca da pilha, resultante da volatilização de dióxido de carbono e de outros gases. A cobertura da pilha diminui a evaporação. A humidade de cada material pode ser estimada com base na perda de peso do material fresco, por exemplo, 10 a 100 g, quando sujeito a temperaturas da ordem dos 105-110°C durante 24 horas, ou temperaturas inferiores mas por períodos de tempo mais prolongados.

Um teor de humidade dos materiais de 50 a 60% é considerado indicado para a compostagem. Abaixo de 35-40% de humidade a decomposição da matéria orgânica é fortemente reduzida e abaixo de 30% de humidade é praticamente interrompida. Uma humidade superior a 65% pode retardar a decomposição, para além de provocar maus odores em zonas de anaerobiose localizadas no interior da pilha. É conveniente iniciar o processo de compostagem com valores de humidade superiores a 55%. A rega torna-se

necessária quando o teor de humidade é inferior a 40%. A rega deve ser realizada durante o rovolvimento para elevar o teor de humidade da pilha para 60%.

O teste da esponja é um teste expedito para verificar se a humidade do material é apropriada. Consiste em pegar numa mão cheia de composto e apertar; não devendo escorrer água mas ficando humidade na superfície da luva da mão.

Temperatura

A produção de calor depende da velocidade a que a decomposição se processa ou seja da velocidade a que os microrganismos crescem e actuam, e da taxa de libertação de calor para o exterior da pilha. A decomposição depende: (i) do teor de humidade, arejamento e razão C/N da mistura dos materiais; (ii) das dimensões e tipo de cobertura da pilha de compostagem e (iii) da temperatura exterior à pilha.

Diferentes comunidades de microrganismos (incluindo bactérias, actinomicetas, leveduras e fungos) predominam em diferentes fases da compostagem. Com temperaturas superiores a 40°C começam a predominar os microrganismos termófilos. Com temperaturas superiores de 55°C muitos dos microrganismos patogénicos para os humanos ou para as plantas são destruídos. No entanto, não é conveniente deixar ultrapassar os 65 °C porque a maioria dos microrganismos são destruídos, incluindo aqueles que são responsáveis pela compostagem. Neste caso procede-se ao rovolvimento da pilha. As sementes de infestantes podem perder a viabilidade a temperaturas a partir de 40-60°C no interior da pilha.

A temperatura deve alcançar os 40 a 50 °C em dois ou três dias e quanto mais depressa o material for decomposto mais cedo a temperatura começará a descer. A compostagem pode ser dividida em duas partes. A primeira é mais activa e caracteriza-se por uma forte actividade microbiana e pelo aumento de temperatura dos materiais em decomposição. A segunda parte caracteriza-se por taxas metabólicas muito mais reduzidas e é conhecida por fase de arrefecimento e maturação, durante a qual o material se torna estável, escuro, amorfo, com aspecto de húmus e um cheiro a terra. A fase mais activa da compostagem está terminada quando, após o rovolvimento da pilha, os valores de temperatura não aumentam significativamente.

Arejamento

O arejamento da pilha favorece a oxigenação, a secagem e o arrefecimento no seu interior. Isto é, fornece o oxigénio para a actividade biológica, remove humidade e o

calor diminuindo a temperatura da massa em compostagem. A falta de oxigénio causa um ambiente redutor, resultando moléculas orgânicas indesejáveis como ácidos voláteis e metano (CH₄). O número de vezes que o material deve ser revolvido depende de diversos factores podendo ser necessário revolver uma ou mais vezes no primeiro mês e, eventualmente, mais uma vez no final do segundo e do terceiro mês. O revolvimento pode ser feito com a pá frontal do tractor, com equipamento específico para revolver as pilhas, ou com equipamento adaptado para o efeito (figura 3. 3). Algum azoto poderá ser perdido quando se revolve a pilha de compostagem.



Figura 3. 3 - Revolvimento mecânico da pilha, ao fim de 1 mês de compostagem. O material foi introduzido no distribuidor de estrume para reconstituição da pilha. Fonte: Proj. Agro 747, Quinta Casal de Matos, Marco de Canavezes.

Odores

O excesso de humidade, a falta de porosidade, a rápida degradação do substrato e o tamanho excessivo da pilha, podem criar condições de anaerobiose no interior da

pilha de compostagem. Estas condições resultam na formação de substâncias que provocam odores desagradáveis quando se volatilizam. Estes odores provêm de várias substâncias incompletamente oxidadas, designadamente, ácidos gordos voláteis de baixo peso molecular, compostos de enxofre, como o ácido sulfídrico, compostos aromáticos e aminas. No entanto, o amoníaco é o gás que mais frequentemente contribui, quer em aerobiose, quer em anaerobiose, para os odores desagradáveis. O odor intenso e desagradável dos resíduos orgânicos normalmente vai diminuindo durante a fase inicial da compostagem (bio-oxidativa) e praticamente desaparece no final do processo de compostagem.

pH

O pH do composto pode ser indicativo do estado de compostagem dos resíduos orgânicos. Com muitos materiais, durante as primeiras horas de compostagem, o pH decresce até valores de aproximadamente 5 e posteriormente, aumenta gradualmente com a evolução do processo de compostagem, alcançando, finalmente, valores entre 7 e 8. À medida que os fungos e as bactérias digerem a matéria orgânica, libertam-se ácidos que se acumulam e acidificam o meio. Este abaixamento do pH favorece o crescimento de fungos e a decomposição da celulose e da lenhina. Posteriormente estes ácidos são decompostos até serem completamente oxidados. Contudo, no caso dos dejectos da pecuária em cuja alimentação se utilizou muito bicarbonato, que possui um elevado poder tampão, o pH pode permanecer alcalino durante toda a compostagem (Brito, 2004).

A adição de calcário, ou de outras substâncias alcalinizantes, como as cinzas, pode ser prejudicial, porque o aumento de pH causa a formação de amoníaco (NH_3) que pode ser volatilizado, contribuindo assim para os odores desagradáveis e para a diminuição de azoto disponível para a nutrição das plantas.

Carbono e azoto

Nos materiais orgânicos o azoto encontra-se principalmente na forma orgânica. O azoto mineral existente encontra-se principalmente como azoto amoniacal durante a fase termófila da compostagem e na forma nítrica no composto maduro. Se o azoto existir em excesso, e os microrganismos não o utilizarem, por falta de carbono disponível, o azoto pode acumular-se e perder-se por volatilização na forma de amoníaco ou por lixiviação de nitratos. Durante a compostagem metade ou mais de

metade do volume da pilha será perdido com a decomposição dos materiais. O carbono é perdido mais rapidamente que o azoto quando a razão C/N inicial é elevada e, por isso, a razão C/N diminui durante a compostagem. A razão C/N pode diminuir de valores superiores a 30 para valores inferiores a 15. O quadro 3.3 apresenta uma estimativa da razão C/N de alguns materiais.

Quadro 3.3 - Razão C/N de alguns estrumes, compostos e outros produtos.

Produtos orgânicos	C/N
Estrumes	20 - 30
Estrume de bovino fresco	14 - 20
Estrume de bovino curtido	18 - 25
Estrume de cavalo	22 - 25
Estrume de ovino	20 - 25
Estrume de aves	10 - 15
Estrume de frangos de engorda	11- 13
Estrume de galinhas poedeiras	5
Dejectos frescos de galinha: criação em bateria	7
Dejectos frescos de galinha: criação no solo	13
Estrume de perus	11
Chorume de porco: fracção sólida	10 - 16
Composto de resíduos de jardim	10
Palha de aveia, cevada, colza, trigo	60 - 70
Palha de centeio	77
Palha de milho	50 - 55
Palha de fava ratinha	13
Tremocilha para sideração, à floração	13
Resíduos da beterraba sacarina (folhas e coroas)	31
Resíduos da cultura do tabaco (caules)	23
Bagaço de uva	20 - 25
Bagaço de azeitona	16 - 32
Caruma	50
Fetos	15 - 20
Giesta	15 - 20
Tojo	30 - 40
Serradura	200 - 220
Composto de resíduos de jardim	10
Composto de resíduos sólidos urbanos	12 - 18
Lamas celulósicas compostadas	18

Fonte: citado em MADRP (1997).

Azoto mineral

No processo de compostagem, as proteínas são decompostas em aminoácidos e em moléculas orgânicas mais simples até o N ser mineralizado através da amonificação com produção de amoníaco (NH₃). Com a protólise do NH₃ e a consequente produção

do ião amoniacal (N-NH_4^+), este pode ainda ser nitrificado (oxidado) resultando N nítrico (N-NO_3^-).

As perdas de azoto podem ser muito elevadas durante o processo de compostagem, por exemplo de 50%) (Raviv et al., 2004), particularmente quando faltam os materiais com elevada razão C/N. Por esta razão, Lampkin (1992) refere a necessidade de uma razão C/N de 25 a 35 para uma boa compostagem. As maiores perdas de azoto resultam da volatilização do amoníaco, principalmente quando se areja a pilha de compostagem.

No processo de compostagem de resíduos da pecuária, as emissões (perdas) de NH_3 , N_2O , e N_2 diminuem o valor agronómico do composto final. Por esta razão, Kirchmann & Bernal (1997) consideraram que a compostagem destes resíduos orgânicos de baixa razão C/N seria preferível com menor arejamento, porque as perdas de azoto seriam menores. A mistura destes resíduos com outros resíduos agrícolas, com elevada razão C/N e/ou com carácter acidificante, pode diminuir as emissões destes gases e resultar num composto mais rico em N (Raviv et al., 2004). Para além da elevada concentração em N orgânico total é necessário aumentar a quantidade de N mineral e de N orgânico facilmente mineralizável, para aumentar o interesse dos horticultores pelos compostos como fertilizantes do solo, no MPB.

3.2.2 Características do composto

Qualidade do composto

A qualidade dos compostos de resíduos orgânicos para aplicação ao solo baseia-se na análise das suas características físicas, químicas e biológicas dos compostos. Entre as características físicas podem incluir-se as propriedades de manuseamento, humidade, temperatura, odor e cor, e propriedades como substrato para crescimento vegetal, por exemplo, porosidade, capacidade para armazenamento de água, densidade aparente e textura.

As características químicas dos compostos incluem: a percentagem de matéria orgânica, razão C/N na fase sólida e em extractos aquosos, pH, capacidade de troca catiónica, índices de humificação, poder tampão, condutividade eléctrica, sais solúveis, nitratos, nitritos, amoníaco, etileno, ácido etanóico, nutrientes minerais, metais tóxicos e poluentes orgânicos.

As características biológicas mais importantes podem ser avaliadas pelos efeitos dos compostos na germinação das sementes, no crescimento e na composição vegetal, e através da sua capacidade para melhorar a fertilidade biológica do solo.

Em acréscimo, os compostos orgânicos comerciais, utilizados como correctivos do solo, não devem conter resíduos aguçados perigosos para o homem ou para os animais, sementes viáveis de infestantes, organismos patogénicos (como vírus, *Salmonella*, *E. Coli*, *Ascaries* ou Ténia) ou outros organismos em quantidade que possam causar efeitos nefastos à saúde humana por ingestão, inalação ou contacto com a pele. O quadro 3.4 permite comparar alguns parâmetros de qualidade exigidos para a classificação dos compostos em corrente, ecológico e biológico.

Quadro 3.4 - Valores máximos admissíveis para os teores totais de metais pesados e materiais inertes antropogénicos (incluem vidro, metais, plásticos, etc, cujas partículas apresentem uma granulometria superior a 2 mm) no composto (valores reportados à matéria seca) bem como os relativos à concentração em microrganismos patogénicos (valores reportados ao produto tal como é comercializado).

Composto:	Corrente ⁽¹⁾		Ecológico ⁽²⁾	Biológico ⁽³⁾
	Até 2009	Após 2009		
Cádmio (mg/kg)	5	1,5	1	0,7
Chumbo (mg/kg)	400	150	100	25
Cobre (mg/kg)	500	200	100	45
Crómio (mg/kg)	400	150	100	70
Mercúrio (mg/kg)	5	1,5	1	0,4
Níquel (mg/kg)	200	100	50	25
Zinco (mg/kg)	1500	500	300	200
Materiais inertes antropogénicos (%)	2	1	0,5	
Salmonella spp. Ausente em (g)	25	25	50	
Escherichia coli (NMP/g)	1000	1000	1000	

(1) Proposta de regulamentação sobre qualidade do composto para utilização na agricultura, de M. S. Gonçalves e M. Baptista, do MADRP / INIA / LQARS, de Abri de 2001.

(2) Decisão da Comissão n.º 2001/688/CE de 28 de Agosto, que estabelece os critérios ecológicos para atribuição do rótulo ecológico comunitário aos correctivos de solos e aos suportes de cultura.

(3) Regulamento (CEE) n.º 2092/91 do Conselho de 24 de Junho, que estabelece os princípios do modo de produção biológico de produtos agrícolas.

Estado de maturação do composto

Os métodos desenvolvidos para avaliar a maturação dos compostos orgânicos baseiam-se em ensaios físicos, químicos e/ou biológicos. Um composto estará maduro quando a sua temperatura se mantém constante durante a movimentação do material. O pH próximo do neutro, a capacidade de troca catiónica superior a 60 meq por 100 g de

composto e quantidades apreciáveis de nitratos são, também, indicadores de que o composto está aceitavelmente amadurecido.

A razão C/N tem sido tradicionalmente utilizada como um bom indicador do grau de decomposição dos materiais orgânicos, sendo razões C/N inferiores a 20 indicadoras de uma maturação aceitável. No entanto, por vezes, este valor pode ser superior a 20 em compostos relativamente maduros, por exemplo, quando parte do carbono orgânico se encontra em moléculas resistentes à degradação, como é o caso da lenhina.

3.2.3 Utilização do composto

Aplicação ao solo agrícola

Após a aplicação ao solo (figura 3. 4), a concentração de nutrientes na forma mineral, particularmente do N, depende da mineralização da MO estável existente no solo, e da mineralização da MO que é incorporada ao solo na forma de resíduos, compostos ou de outros fertilizantes permitidos no MPB.



Figura 3. 4 - Aplicação de composto ao solo. Fonte: Quinta Casal de Matos, Marco de Canavezes.

A gestão do N no solo é difícil de avaliar mas é crucial para o sucesso da agricultura biológica. A taxa de mineralização da matéria orgânica incorporada ao solo varia com o tipo de material orgânico e com as condições edafo-climáticas. Tyson & Cabrera (1993) compararam o efeito no solo de resíduos de aviário compostados e não compostados, e verificaram que estes últimos contribuíram para elevar a concentração

de azoto nítrico no solo de 20 para 120 mg kg⁻¹ numa semana, enquanto que o material bem compostado aumentou apenas de 20 para 30 mg kg⁻¹ em 8 semanas. Ekbladh (1995) registou, numa cultura de alho francês, valores três a cinco vezes superiores na mineralização de azoto orgânico no solo com chorumes, em comparação com estrumes sólidos bem compostados. Power & Doran (1984) consideraram disponível 10 a 25% do azoto em estrumes bem compostados e 1 a 50% do azoto em estrumes frescos.

A disponibilidade de azoto mineral proveniente dos resíduos orgânicos que se mineralizam no solo depende ainda da quantidade de azoto mineral que se perde por volatilização e por lixiviação. Estas perdas variam com a época em que se aplicam os correctivos orgânicos e com as condições edafo-climáticas. Por exemplo, os riscos de lixiviação são potencialmente maiores em solos arenosos e em solos encharcados, e os riscos de volatilização dependem fortemente da temperatura do ar.

A aplicação de compostos orgânicos com elevada razão C/N pode contribuir para a imobilização temporária dos nutrientes, particularmente do N, até que a razão C/N baixe. Nestas circunstâncias a imobilização do N pode afectar o estabelecimento da cultura, mas também pode prevenir a lixiviação do N quando a cultura ainda não está instalada.

As diferentes formas como os estrumes sólidos e líquidos se comportam no solo podem ser aproveitadas para exercer uma gestão do N adequada às rotações culturais. Por exemplo, compostos mais maturados podem ser utilizados no início das culturas que não sejam muito exigentes em N, enquanto os compostos mais frescos e os chorumes podem ser utilizados para disponibilizar N no curto prazo às culturas. Sobretudo, é indispensável sincronizar o azoto mineral disponível no solo com as exigências das plantas, como forma de aproveitamento do N que se mineraliza e, simultaneamente, impedir que os nitratos sejam lixiviados para as águas subterrâneas.

As principais características a considerar para os compostos a aplicar ao solo são as seguintes: (i) características físicas – facilidade de manuseamento, baixa humidade, temperatura idêntica à do ambiente, odor a terra e cor escura, entre outras; (ii) características químicas – elevada percentagem de matéria orgânica, baixa razão C/N, pH neutro ou ligeiramente alcalino, elevada capacidade de troca catiónica, baixa condutividade eléctrica, maior concentração de azoto nítrico do que amoniacal, elevada concentração de nutrientes, baixa concentração de metais pesados, e ausência de poluentes orgânicos; (iii) características biológicas – efeitos positivos na germinação

das sementes, no crescimento e composição vegetal, e na capacidade de melhorar a fertilidade biológica do solo.

Imobilização do azoto

A disponibilidade de azoto e de outros nutrientes está intimamente relacionada com a maturação dos materiais orgânicos. Se os compostos estão imaturos, com relações C/N superiores a 30, terão falta de azoto para maximizar as suas taxas de decomposição quando aplicados ao solo. Neste caso, o azoto mineral do solo pode tornar-se indisponível para as plantas, por ser intensamente utilizado para o crescimento da microflora do solo (imobilizado pelos decompositores). Com o prosseguimento da decomposição da MO dos compostos introduzidos no solo, muito do carbono mineralizado liberta-se na forma de CO₂. Por este facto, a razão C/N da matéria orgânica (incluindo microrganismos) diminui porque pouco azoto é perdido enquanto muito carbono se escapa para a atmosfera. Após algum tempo, a actividade biológica e a razão C/N do solo tendem para um equilíbrio, o que permite o progresso normal do processo de mineralização, que regula a disponibilidade de azoto assimilável no solo.

Mineralização do azoto

Na generalidade dos países União Europeia a dose máxima admissível de azoto orgânico que se pode aplicar ao solo varia entre 170 kg ha⁻¹ e 250 kg ha⁻¹ por ano. Em Portugal, nas Zonas Vulneráveis à lixiviação de nitratos de origem agrícola, não se deve exceder o primeiro valor. Na Áustria, por exemplo, não se pode ultrapassar a dose de 170 kg ha⁻¹ de N com origem em fertilizantes orgânicos em agricultura biológica, e assume-se que 25% do N dos compostos frescos fica disponível, após a aplicação ao solo, durante o primeiro ano. Na Dinamarca sugere-se que a disponibilidade do N dos compostos de resíduos de suínos ou de bovinos, no segundo ano, é de 10%. Contudo, em Portugal, devido às elevadas temperaturas, em comparação com os países do norte da Europa, é provável que estes valores sejam superiores. Por outro lado, as taxas de mineralização são muito variáveis porque dependem da natureza dos compostos e das condições em que são utilizados.

A disponibilidade de N resultante da aplicação de compostos ao solo inclui o N mineral já existente nos compostos (N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻) e o N orgânico que se mineraliza após a sua incorporação no solo. O N orgânico é constituído por uma fracção facilmente mineralizável, e por outra resistente à decomposição que pode demorar

meses ou anos a ser mineralizada. A primeira contribuirá para a nutrição das culturas no curto prazo, pelo contrário, a segunda contribuirá para o aumento da fertilidade do solo no longo prazo. Detritos vegetais de leguminosas e os chorumes, podem contribuir para uma mais rápida libertação do N no solo. Entre os dejectos animais, os das aves por exemplo, contribuem para uma maior disponibilidade de N no curto prazo, quando comparados com os dos bovinos. Pelo contrário, materiais como palha e feno podem contribuir para o processo de humificação porque carecem de N orgânico facilmente mineralizável.

3.3 Fertilizantes e fertilização

3.3.1 Nutrientes minerais

Os nutrientes minerais são absorvidos, principalmente, pelas raízes das plantas a partir do solo, excepto o C, O e H que são absorvidos a partir do ar e da água. Consideram-se essenciais para o crescimento das plantas todos os nutrientes minerais que: i) na sua ausência a planta seja incapaz de completar o seu ciclo de vida; ii) possuam uma função na planta que não pode ser substituída por outro elemento mineral; iii) estejam envolvidos directamente no metabolismo da planta (Santos, 1996).

Os nutrientes minerais considerados essenciais são:

Azoto (N); Fósforo (P); Potássio (K); Cálcio (Ca); Magnésio (Mg); Enxofre (S); Cloro (Cl); Boro (B); Molibdénio (Mo); Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn); Cobre (Cu); e Níquel (Ni). Os elementos minerais absorvidos pelas plantas que podem beneficiar o crescimento, tais como o sódio (Na), o silício (Si), o cobalto (Co) e o alumínio (Al) não são essenciais sendo considerados como elementos benéficos.

Os macronutrientes são todos os elementos que as plantas necessitam em maiores quantidades (ainda que variável entre diferentes culturas), e mesmo quando presentes em excesso, não lhes causam intoxicação. Os macronutrientes principais incluem o N, P e K. Recebem esta designação porque são absorvidos em quantidades elevadas e, por isso, os seus teores disponíveis nos solos são na maior parte dos casos insuficientes, havendo necessidade de recorrer à sua aplicação sobre a forma de fertilizantes. Os macronutrientes secundários incluem o Ca, Mg e S. São nutrientes que embora absorvidos em quantidades relativamente elevadas normalmente existem nos

solos em teores susceptíveis de dispensar a sua aplicação sob a forma de adubos inorgânicos.

Os micronutrientes, são nutrientes que as plantas absorvem em quantidades reduzidas, podendo causar-lhes intoxicação quando absorvidos em excesso. São considerados as vitaminas das plantas e incluem os seguintes elementos: Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Mo e B. As plantas para crescer requerem uma concentração mínima de cada nutriente que varia com a espécie e o ambiente.

3.3.2 Fertilizantes

O Regulamento (CEE) n.º 2092/91 do Conselho, de 24 de Junho, recentemente alterado pelo Regulamento (CE) N.º 834/2007 do Conselho, de 28 de Junho, estabelecia um conjunto de materiais como fertilizantes e correctivos dos solos. Entre estas substâncias, podem ser utilizadas na produção do composto biológico: estrume de animais e de aves de capoeira; chorume ou urina; palha; resíduos domésticos orgânicos; detritos vegetais; produtos animais transformados; subprodutos orgânicos de alimentos e de indústrias têxteis; algas e produtos à base de algas; serradura, cascas e desperdícios de madeira; rocha fosfatada natural e argila.

Entre as restrições à utilização das substâncias referidas no Regulamento (CEE) n.º 2092/91, destacavam-se: os estrumes não podem ser provenientes da pecuária intensiva sem terra; os estrumes secos e os excrementos de aves de capoeira não podem ser provenientes da pecuária sem terra; os excrementos líquidos dos animais (chorume e urina) não podem ser provenientes da pecuária sem terra; os resíduos domésticos orgânicos têm de ser separados na origem e com um sistema de recolha fechado e controlado pelo Estado-membro, e só podem ser utilizados por um período de tempo limitado.

Entre os produtos de origem animal, desde que autorizados pela entidade de controlo, podem utilizar-se as seguintes farinhas: sangue, cascos, chifres, ossos, peixe, carne, e penas. Pode utilizar-se também farinha de bagaço de oleaginosas, casca de cacau e radículas de malte, bem como, algas e produtos de algas desde que sejam obtidos directamente por processos físicos, por extracção com água ou soluções aquosas, ou por fermentação. A serradura, as aparas de madeira e os compostos de casca de árvore não podem ter tido tratamento químico após o abate. O fosfato natural moído

não pode ultrapassar um teor de cádmio de 90 mg kg⁻¹. Vinhaça e extractos de vinhaça podem ser utilizados com excepção das vinhaças amoniacais.

De seguida indicam-se alguns fertilizantes que podem ser utilizados no modo de produção biológico. Para maior detalhe recomenda-se a consulta do Guia de Factores de Produção para a Agricultura Biológica (Ferreira, 2005).

Produtos de origem mineral

- Fosfato natural macio.
- Sais brutos de potássio (silvinite, silvite e cainite)
- Sulfato de potássio, eventualmente com sais de magnésio.
- Carbonato de cálcio de origem natural
- Carbonatos de cálcio e de magnésio de origem natural (calcário dolomítico).
- Cal industrial resultante da produção de açúcar.
- Sulfato de magnésio de origem natural.
- Sulfato de cálcio (gesso) de origem natural.
- Enxofre elementar.
- Micronutrientes (boro, cobalto, ferro, manganês, molibdénio e zinco)
- Cloreto de sódio.
- Pó de rocha (basalto, granito, bentonite, etc.)
- Argila (perlite, vermiculite, etc.)

Produtos de origem vegetal

- Turfa para preparação de substratos.
- Farinha de bagaço de oleaginosas, casca de cacau, casca de café, radículas de malte do fabrico de cerveja.
- Algas e produtos de algas obtidos por desidratação, congelação, trituração, extração ou fermentação.
- Cinzas, serradura e aparas de madeira sem tratamento químico após o abate.
- Vinhaça e extractos de vinhaça com excepção das vinhaças amoniacais. A vinhaça é um subproduto da destilação do álcool a partir do melaço de beterraba ou de cana-de-açúcar.

Produtos de origem animal

- Urina após digestão ou diluída.
- Excrementos de aves marinhas (guanós).
- Lã, carnoz (peles), productos lácteos, farinha de peixe.

Produtos de origem vegetal e animal

- Estrumes de dejectos animais e detritos vegetais resultantes das camas dos animais.
- Compostos resultantes da mistura de dejectos ou efluentes animais com resíduos de origem vegetal.
- Vermicomposto.
- Resíduos domésticos separados criteriosamente na origem e compostados.

3.3.3 Correção mineral

A reacção do solo (pH) afecta a disponibilidade dos nutrientes e a actividade biológica do solo. Para corrigir o pH do solo é necessário proceder à sua análise. A correcção do pH deve ser realizada em função do pH recomendado para as culturas da rotação (quadro 3.5). Para a maioria das culturas o pH óptimo encontra-se ente 6,0 e 7,0. Contudo, as leguminosas e em particular a luzerna, preferem um pH mais próximo do neutro, enquanto que a batateira suporta bem a acidez do solo, tendo até, em solos ácidos, maior defesa contra a sarna vulgar. Daí que não se aconselhe a calagem imediatamente antes da cultura.

A aplicação de 6 t ha⁻¹ a 8 t ha⁻¹ de calcário (CaCO₃) permite, na generalidade dos solos, elevar um valor de pH. Contudo, este valor depende do poder tampão do solo e, portanto, do seu teor em matéria orgânica. Para solos mais ricos em MO pode ser mais elevado e para solos mais pobres em MO pode ser mais reduzido (quadro 3.6)

O poder alcalinizante aumenta com a redução do tamanho das partículas e com o tipo de composto, sendo utilizado o carbonato de cálcio como referência (quadro 3.7).

Quadro 3.5 - Tolerância relativa de diferentes culturas olerícolas à acidez do solo.

Reduzida (pH 6,8 – 6,0)	Moderada (pH 6,8 – 5,5)	Elevada (pH 6,8 – 5,0)
Espargo	Feijão	Chicórias
Beterraba	Couve de Bruxelas	Dente de leão
Brócolo	Cenoura	Esacarola
Couves de repolho	Couves de folhas	Funcho
Couve-flor	Milho-doce	Batata
Aipo	Pepino	Ruibarbo
Acelga	Beringela	Chalota
Couve-chinesa	Alho	Batata-doce
Agrião	Rábano	Melancia
Alho-francês	Couve-rábano	
Alface	Mostarda	
Melão	Salsa	
Espinafre da Nova Zelândia	Ervilha	
Quiabo	Pimento	
Pastinaca	Abóbora	
Salsifi branco	Rabanete	
Espinafre	Rutabaga	
	Aboborinha	
	Morango	
	Tomate	
	Nabo	

Fonte: Maynard & Hochmuth (1997).

Quadro 3.6 - Quantidade de calcário (t/ha) necessária para corrigir a acidez até pH (H₂O) de 6,5.

pH	Matéria orgânica (%)					
	>5	4 a 5	3 a 4	2 a 3	1 a 2	0,5 a 1
> 4,5	17	14,5	12	9,5	7	4,5
4,6-5,0	13	11,5	9,5	7,5	5,5	3,5
5,1-5,5	9,5	8,5	7	5,5	4	2,5
5,6-6,0	6,5	6,5	4,5	3,5	2,5	1,5
6,1-6,5	3,5	3,5	2,3	1,8	1,3	0,8

Fonte: Santos (1996).

Quadro 3.7 - Valor neutralizante (%) de alguns compostos químicos puros.

Composto	Fórmula	Valor neutralizante (%)
Carbonato de cálcio	CaCO ₃	100
Carbonato de magnésio	MgCO ₃	119
Carbonato de cálcio e magnésio	CaMg(CO ₃) ₂	109
Hidróxido de cálcio	Ca(OH) ₂	135
Óxido de cálcio	CaO	179
Hidróxido de magnésio	Mg(OH) ₂	172
Óxido de magnésio	MgO	259

Fonte: Varennes (2003).

Existem vários fertilizantes comercializados para o MPB que contribuem para corrigir a acidez do solo. A FHN Portugal, por exemplo, comercializa diversos correctivos alcalinizantes, tais como: EUROBIO 6-12 S (29% CaO); LITHOTHAMNE T 400 (45% CaO); OLIGOMAG (54% CaO); PHYSALG EURO 15 (45% CaO); PHYSIOLITH (71% CaO). Os correctivos acidificantes como o enxofre, o ácido sulfúrico, o ácido clorídrico ou o sulfato de alumínio não são normalmente utilizados por razões de ordem económica.

3.3.4 Correção orgânica

Os detritos vegetais de leguminosas, e de outras plantas que possuam baixa razão C/N, e os dejectos dos animais, podem contribuir para uma mais rápida disponibilidade de N. Entre os dejectos animais, os das aves, por exemplo, contribuem para uma mais elevada disponibilidade de N no curto prazo quando comparados com os dos bovinos ou dos cavalos.

Nos quadros 3.8 a 3.13 apontam-se alguns valores indicativos da quantidade de nutrientes de dejectos animais produzidas anualmente, por espécie pecuária, e da composição do estrume, chorume, bagaços e algas. Estes valores são muito variáveis entre explorações. O quadro 3.9 encontra-se publicado com maior detalhe e

acompanhados de notas explicativas, no código das boas práticas agrícolas para a protecção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola (MADRP, 1997).

Quando se comparam os quadros 3.8 e 3.9 verifica-se uma grande variação entre os valores apontados pelos diferentes autores. Por exemplo, a produção de N por vaca leiteira de 105 kg por animal e ano (quadro 3.9) é muito superior ao valor estimado no Quadro 3.8 ($12 \times 3,4 = 41$ kg).

Muitos correctivos orgânicos baseiam-se em estrumes com dejectos de animais suplementados com pó de pedra, penas ou ossos moídos, subprodutos do sangue, etc. A incorporação destes correctivos ao solo deve ser realizada logo após a sua aplicação para evitar perdas de N.

Quadro 3.8 - Estrume produzido por espécie pecuária e macronutrientes principais nos estrumes.

Animal e regime	Peso de estrume (t ano ⁻¹)	Estrumes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
			(g kg ⁻¹ da matéria original)		
Vaca leiteira estabulada	12	Aves	16,3	15,4	8,0
Boi de engorda estabulado	16	Bovinos	3,4	1,6	4,0
Cavalo	10	Equídeos	5,8	2,8	5,3
Porco	1,5	Ovinos	8,3	2,3	6,7
Carneiro	0,6	Suíños	4,5	1,9	6,0

Fonte: Santos (2002).

Quadro 3.9 - Quantidade de nutrientes excretados por unidade animal de espécies pecuárias.

Espécie animal e tipo de produção	Nutrientes principais produzidos (kg animal ⁻¹ ano ⁻¹)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
BOVINOS			
Vaca leiteira	105	35	180
Vaca mãe sem vitelo	84	28	144
Bezerro ou vitela 1 ano	26	9	50
2 anos	42	14	75
3 anos	63	21	110
SUÍNOS			
Porco de engorda	15	7	6
AVES			
Poedeiras (100 aves)	71	46	25
Engorda (100 aves)	105	15	13
OVINOS			
Carneiro	16	6	29
Ovelha leiteira	21	9	39
EQUÍDEOS			
Cavalo	20	12	24

Fonte: MADRP (1997).

Quadro 3.10 - Caracterização do chorume bruto e das suas fracções líquida e sólida, obtidas por separação mecânica.

Parâmetros	Chorume bruto	Fracção sólida	Fracção líquida
Azoto Kjeldahl (mg kg ⁻¹)	3993	4859	3755
Azoto orgânico (mg kg ⁻¹)	2775	3853	2487
Azoto amoniacal (mg kg ⁻¹)	1218	1006	1268
Fósforo (P) total (mg kg ⁻¹)	399	578	339
Fósforo (P) solúvel na água (mg kg ⁻¹)	63	78	51
Potássio (K) total (mg kg ⁻¹)	2387	2329	2503
Carbono orgânico solúvel na água (mg kg ⁻¹)	5943	5131	6723
Matéria seca (%)	8,6	24,8	4,3
pH	8,1	8,1	7,8

Fonte: Pereira et al. (2006).

Quadro 3.11 - Caracterização de um estrume de aviário e de um chorume de suinicultura.

Parâmetros	Aviário (concentração na MS)		Suinicultura	
	Frangos de engorda	Galinhas poedeiras	Fracção sólida (MS)	Fracção líquida
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	873	602	853	37,3
Azoto (N; g kg ⁻¹)	39	66	50	18,4
Fósforo (P ₂ O ₅ ; g kg ⁻¹)	23	52	47	0,4
Potássio (K ₂ O; g kg ⁻¹)	26	19	16	4,5
Cálcio (Ca; g kg ⁻¹)	21	119	53	0,3
Magnésio (Mg; g kg ⁻¹)	6	7	8	0,4
Razão C/N	13	5	10	-

Fonte: Santos (2002).

Quadro 3.12 - Caracterização de um bagaço de uva e um bagaço de azeitona (concentração na MS).

Parâmetros	Bagaço de uva	Bagaço de azeitona
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	938	860
Azoto (N; g kg ⁻¹)	27,1	8,8
Fósforo (P ₂ O ₅ ; g kg ⁻¹)	6,7	1,7
Potássio (K ₂ O; g kg ⁻¹)	24,6	7,4
Cálcio (Ca; g kg ⁻¹)	4,4	3,6
Magnésio (Mg; g kg ⁻¹)	0,8	0,3
Razão C/N	20,15	56,7

Fonte: Santos (2002).

Quadro 3.13 - Composição média de algas (concentração na MS).

Parâmetros	Teores médios	Limites de variação
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	451	358-716
Azoto (N; g kg ⁻¹)	16,5	12-29
Fósforo (P ₂ O ₅ ; g kg ⁻¹)	6,5	3,5-10,7
Potássio (K ₂ O; g kg ⁻¹)	79,4	53,9-114,5
Cálcio (CaO; g kg ⁻¹)	19,5	10,5-44,6

Fonte: Santos (2002).

A utilização de correctivos orgânicos deve atender à sua salinidade. A salinidade aumenta a pressão ósmótica da solução do solo que se reflecte num abaixamento do potencial osmótico do solo. Quando este potencial osmótico se torna inferior ao potencial osmótico da planta, esta poderá deixar de absorver água e a maior parte dos nutrientes. No quadro 3.14 indica-se a tolerância relativa de algumas culturas à salinidade do solo.

3.3.5 Recomendação da fertilização

A recomendação da fertilização deve ser realizada com apoio de análises de terras, análise foliar, e por sintomas visuais de deficiências de nutrientes na cultura.

Os sintomas visuais de deficiências de nutrientes podem variar de cultura para cultura e, por vezes, confundem-se com sintomas de doenças, pragas ou geadas, particularmente quando a deficiência se refere a um micronutriente. No entanto, alguns sintomas são bastante frequentes para a maioria das culturas, designadamente:

- Azoto – Falta de vigor, crescimento reduzido, caules estiolados, folhas pequenas e esparsas. Clorose das folhas mais velhas e senescência prematura. Maturação antecipada.
- Fósforo – Crescimento limitado, caules delgados, folhas pequenas. Coloração violácea das folhas mais velhas. Floração reduzida. Maturação serôdia.
- Potássio – Manchas acastanhadas nas folhas que evoluem para necroses. Enrolamento das margens das folhas.
- Cálcio – Deformações e necroses das folhas jovens e das extremidades dos rebentos (ápices caulinares). Crescimento radicular reduzido. Manchas esbranquiçadas nas folhas.
- Magnésio – Clorose entre as nervuras das folhas mais velhas acompanhada de coloração avermelhada, evoluindo para necroses.
- Enxofre – Clorose nas folhas, semelhante à deficiência de azoto, mas também nas folhas jovens.
- Micronutrientes – Sintomas pouco esclarecidos e variáveis entre culturas diferentes. Sintomas por vezes semelhantes aos que resultam de geadas, pragas e doenças. Crescimento e desenvolvimento das plantas são afectados.

A fertilização deve ser baseada num equilíbrio entre as necessidades de nutrientes das culturas e os nutrientes que lhes são fornecidos a partir do próprio solo e da fertilização orgânica e química, acrescida da fixação biológica de azoto e da deposição atmosférica.

As necessidades de nutrientes podem ser estimadas com base na concentração de nutrientes nas plantas (quadro 3.15) e nos nutrientes previsivelmente exportados pelas culturas (quadros 3.16), devendo o plano de fertilização ajustar as necessidades das culturas com a disponibilidade de nutrientes pelo solo. No quadro 3.17 apresentam-se alguns dos valores referidos nas tabelas de Fertilização do Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (MADRP, 2000), que indicam a recomendação de fertilização para determinadas produções de algumas culturas hortícolas.

Quadro 3.14 - Tolerância relativa de diferentes culturas hortícolas à salinidade.

Cultura	Salinidade máxima sem que haja redução da produtividade (dS m ⁻¹)	Redução na produtividade acima do nível crítico (% por dS m ⁻¹)
Culturas sensíveis		
Feijão	1,0	19
Cenoura	1,0	14
Morango	1,0	33
Cebola	1,2	16
Culturas moderadamente sensíveis		
Nabo	0,9	9
Rabanete	1,2	13
Alface	1,3	13
Pimento	1,5	14
Batata-doce	1,5	11
Fava	1,6	10
Milho-doce	1,7	12
Batata	1,7	12
Couves repolho	1,8	10
Aipo	1,8	6
Espinafre	2,0	8
Pepino	2,5	13
Tomate	2,5	10
Brócolo	2,8	9
Aboborinha	3,2	16
Culturas tolerantes		
Beterraba	4,0	9
Zucchini ou courgette	4,7	9

Fonte: Maynard & Hochmuth (1997).

Quadro 3.15 - Concentração de azoto (g kg⁻¹) em culturas hortícolas.

Cultura	Nome científico	Parte da planta	N(g kg ⁻¹)
Alface	(<i>Latuca sativa</i>)	Folhas	43,0
Alho	(<i>Allium sativum</i>)	Folhas	36,0
Batateira	(<i>Solanum tuberosum</i>)	Folhas	44,0
Beterraba de mesa	(<i>Beta vulgaris</i>)	Folhas	47,5
Cebola	(<i>Allium cepa</i>)	Folhas	52,5
Cenoura	(<i>Daucus carota</i>)	Folhas	28,0
Chicória	(<i>Chicorium endivia</i>)	Folhas mais velhas	46,5
Couve brócolo	(<i>Brassica oleracea var. itálica</i>)	Folhas	43,5
Couve-de-bruxelas	(<i>Brassica olerac. var. gemnifera</i>)	Folhas	43,0
Couve chinesa	(<i>Brassica chinensis</i>)	Folhas	50,0
Couve-flor	(<i>Brassica oleracea var. botrytis</i>)	Folhas	39,0
Couve-galega	(<i>Brassica oleracea var. acephala</i>)	Folhas	45,0
Couve repolho	(<i>Brassica oleracea var. capitata</i>)	Folhas	41,5
Ervilha	(<i>Pisum sativum</i>)	Folhas jovens	50,0
Espargos	(<i>Asparagus officinalis</i>)	Turiões	41,0
Espinafre	(<i>Spinacea oleracea</i>)	Folhas	47,5
Feijão seco	(<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Folhas	50,5
Pepino	(<i>Cucumis sativus</i>)	5ª Folha	52,5
Pimento	(<i>Capsicum annum</i>)	Folhas	46,0
Rabanete	(<i>Raphanus sativu</i>)	Folhas	45,0
Tomate	(<i>Lycopersicum esculentum</i>)	Folhas	50,0

Fonte: New Mexico Climate Center.

Quadro 3.16 - Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O removidos do solo por algumas culturas.

Cultura	Nome científico	Produto	Produção (t ha ⁻¹)	Exportação (kg ha ⁻¹)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Abóbora	<i>(Cucurbita máxima)</i>	Fruto	20	110	28	125
Aipo	<i>(Apium graveolens)</i>	Raízes	18	130	50	200
Alcachofra	<i>(Cynara scolymus)</i>	Inflorescência	26	220	53	743
Alface	<i>(Lactuca sativa)</i>	Folhas	25-35	63-88	25-35	150-210
Alho	<i>(Allium sativum)</i>	Bolbos	10-14	111-182	43-174	80-415
Alho francês	<i>(Allium porrum)</i>	Bolbos	15-50	50-167	30-100	60-200
Arroz	<i>(Oryza sativa)</i>	Grão	4-10	49-122	24-60	44-111
Batata primor	<i>(Solanum tuberosum)</i>	Tubérculos	15-60	75-300	35-141	158-630
Batata temporã	<i>(Solanum tuberosum)</i>	Tubérculos	15-60	75-300	33-133	133-533
Beterraba de mesa	<i>(Beta vulgaris)</i>	Raízes	40-65	132-275	48-116	258-572
Beterraba forrageira	<i>(Beta vulgaris)</i>	Raízes	50	150	50	250
Beterraba sacarina	<i>(Beta vulgaris)</i>	Raízes	61	125	30	160
Cebola	<i>(Allium cepa)</i>	Bolbos	15-50	45-150	24-80	66-220
Cenoura	<i>(Daucus carota)</i>	Raízes	15-50	72-240	28-93	111-370
Chicória	<i>(Chicorium endivia)</i>	Folhas	50	89	40	227
Couve brócolo	<i>(Brassica oleracea var. italica)</i>	Inflorescências	20	90	34	84
Couve-de-bruxelas	<i>(Brassica oleracea var. gemnifera)</i>	Gomos foliares	5	180	60	170
Couve chinesa	<i>(Brassica chinensis)</i>	Folhas e talos	60	120-150	40-60	200
Couve comum	<i>(Brassica oleracea)</i>	Folhas e talos	35	190	90	180
Couve flor	<i>(Brassica oleracea var. botrytis)</i>	Inflorescências	25	170	70	220
Couve-galega	<i>(Brassica oleracea var. acephala)</i>	Folhas e talos	11	45	16	39
Couve lombarda	<i>(Brassica oleracea)</i>	Folhas e talos	40	320	80	300
Couve repolho	<i>(Brassica oleracea var. capitata)</i>	Folhas e talos	35-50	250	85	250
Ervilha	<i>(Pisum sativum)</i>	Vagem	7-10	438-625	105-150	228-325
Espargos (4ºano)	<i>(Asparagus officinalis)</i>	Turiões	3	75	20	80
Espinafre	<i>(Spinacea oleracea)</i>	Folhas	15	90	30	100
Fava	<i>(Vicia faba)</i>	Vagens	10-14	120	30	80
Feijão verde	<i>(Phaseolus vulgaris)</i>	Vagens	4,5	135-219	8-13	58-62
Feijão seco	<i>(Phaseolus vulgaris)</i>		1,5-4,5	45-135	11-34	38-113
Melão	<i>(Cucumis melo)</i>	Fruto	20-24	49-122	17-23	112-229
Morango	<i>(Fragaria x ananassa)</i>	Fruto	25-50	108	70	190
Nabo	<i>(Brassica napus)</i>	Raiz	20-30	100	60	100
Pepino	<i>(Cucumis sativus)</i>	Fruto	15-30	47-50	13-40	65-80
Pimento	<i>(Capsicum annum)</i>	Fruto	41-54	183-201	47-56	269-277
Salsa	<i>(Petroselinum sativum)</i>	Planta inteira	20	55	20	120
Tomate	<i>(Lycopersicum esculentum)</i>	Fruto	20-70	63-220	17-60	91-320

Fonte: MADRP 1997.

Nota: para outras culturas hortícolas consultar Almeida (2006).

Quadro 3.17 - Recomendação de fertilização de macronutrientes principais (N, P₂O₅ e K₂O em kg ha⁻¹) de culturas hortícolas.

Cultura e produção esperada (t ha ⁻¹)	N	Fósforo (P ₂ O ₅) - níveis no solo						Potássio (K ₂ O) - níveis no solo					
		< 25	26-50	51-80	81-120	121-150	> 151	< 25	26-50	51-80	81-120	121-150	> 151
Alface													
25	80	160	120	80	60	40	-	160	120	80	60	40	-
40	130	160	120	80	60	40	-	160	120	80	60	40	-
Alho													
12	50	80	70	60	40	30	-	80	70	60	40	30	-
Batata													
20	80	110	85	70	35	30	-	150	130	100	60	-	-
60	210	220	200	160	100	80	70						
Beringela													
25	100	125	100	75	50	40	40	140	120	100	80	60	30
45	160	180	150	120	100	60	60	220	180	140	120	100	50
Cebola e alho francês													
25	90	120	90	75	50	35	-	120	90	75	50	35	-
40	140	180	150	120	90	60	-	140	180	150	120	90	-
Cenoura e nabo													
30	90	140	120	100	80	60	30	175	140	110	85	60	40
50	150	180	160	140	120	100	50	220	200	160	120	100	50
Couves de cabeça: couve repolho, lombardo, roxa e savoy													
30	100												
80	180	200	160	120	90	60	-	200	160	120	90	60	-
Couves de folhas: couve galega, portuguesa e couve-nabo													
20	80												
40	120	200	160	120	90	60	-	200	160	120	90	60	-
Couves de inflorescência: couve-flor, couve-brócolo e couve-de-bruxelas													
10	100												
40	250	200	160	120	90	60	-	200	160	120	90	60	-
Ervilha													
7	0	120	100	80	60	40	-	100	80	60	40	40	-
10	40	150	140	120	100	80	60	140	120	100	80	80	-
Feijão verde													
5	50	110	90	65	35	-	-	110	90	65	35	-	-
20	80	140	120	90	45	-	-	150	130	100	50	-	-
Feijão (seco), tremçoço, tremocilha, grão-de-bico, fava,													
1,5	0	80	60	40	25	-	-	80	60	40	25	-	-
4,5	40	140	100	70	40	-	-	140	100	70	40	-	-
Melão													
20	70	120	80	60	40	-	-	140	100	80	60	40	-
40	150	210	180	130	100	80	-	220	200	160	140	100	-
Morangueiro													
25	80	110	90	70	40	-	-	140	100	80	60	40	-
35	120	150	120	90	70	50	-	220	160	140	120	80	-
Pimento													
20	100	125	100	75	60	40	-	150	125	100	75	40	-
40	150	180	150	125	100	65	-	200	180	150	120	75	-
Tomate													
50	135	170	130	100	90	55	-	180	150	120	90	60	-
80	200	220	180	150	120	90	80	260	220	180	130	100	80

Fonte: MADRP (2000).

3.3.6 Fertilização com macronutrientes principais

Fertilização azotada

No MPB as fontes mais comuns de N são o estrume e o chorume da pecuária, frescos ou compostados, a sideração com estrumes verdes particularmente de leguminosas e os resíduos das culturas. Entre os fertilizantes ricos em azoto permitidos na produção biológica (quadro 3.18) incluem-se, as farinhas de peixe, sangue e outros produtos animais transformados, subprodutos alimentares, algas e produtos à base de algas, casulos de bichos-da-seda, cascas de avelã, peixe seco e moído, penas, e restos de café.

Fertilização com fósforo e potássio

No MPB é aceite a utilização de alguns fertilizantes minerais como fosfatos e sais potássicos naturais, calcário (carbonato de cálcio e carbonato de cálcio e magnésio) e gesso (sulfato de cálcio) ou rochas e minerais ricos em determinados nutrientes, como pó de pedra, argilas e vermiculite.

A disponibilidade de fósforo (P) poderá ser aumentada com a incorporação de matéria orgânica ao solo, ossos moídos, farinhas de peixe e de aves, lã, ou com rochas ricas em fosfatos naturais. A disponibilidade deste nutriente em solos ácidos pode ser aumentada através da prática da calagem com carbonato de cálcio ou carbonato de cálcio e magnésio. A absorção de P aumenta, também, com o aumento da população de micorrizas no solo (capítulo 4). Entre as fontes de potássio (K) incluem-se para além dos estrumes e farinhas ricas em potássio, sais potássicos naturais, as cinzas e o pó de rochas como o granito.

Exemplos de fertilizantes comerciais autorizados em Portugal com fósforo e/ou potássio incluem: DUETO (CRIMOLARA); EUROBIO 6-12 S (FHN Portugal); GUANITO (CRIMOLARA); PHENIX (CRIMOLARA); e PHYSALG EURO 15 (FHN Portugal). Para maior detalhe recomenda-se a consulta do Guia de Factores de Produção para a Agricultura Biológica (Ferreira, 2005).

Quadro 3.18 - Lista de fertilizantes orgânicos considerados adubos [Norma Portuguesa 1048-2/1990 (teores mínimos em % peso comercial) - MO: 50%; N-P-K (N-P₂O₅-K₂O): 3-0-0, 2-2-2 (total=10%), 2-3-0 (total=6%), 3-0-6 (total=10%)].

Adubos orgânicos	Azoto (%)	Características químicas	Materiais constituintes	Formulação	Empresa
Aplicação ao solo					
Biorgano	5,0	N-P-K: 5-5-3,5; MgO: 0,8%; CaO: 12,0%; MO: 60%; C/N: 6,7 H max. 10%	Estrume de galinha	Granulado	INTERADUBO
Dix	10,0	N-P-K: 10-3-3; MO: 82%; C/N: 4,6	Hidrolizado de penas, estrume de galinha e melaço de beterraba	Granulado	CRIMOLARA
Duetto	5,0	N-P-K: 5-5-8; MgO: 2%; CaO: 4,3%; MO: 55%; C/N: 6,1; Ác. Húm.: 3%; Ác. Fúlv.: 7%; pH: 7,3; H max.: 11%	Estrume de galinha e de aves marinhas (guano) e melaço de beterraba	Granulado	CRIMOLARA
Farinha de peixe	6,0	N-P-K: 6-4-0; CaO: 7,0% H máx.: 11%	Farinha de peixe	Farinha	Diversas
Guanito	6,4	N-P-K: 6-15-3; MgO: 2%; CaO: 8%; MO: 57%; C/N: 5,2; C org.: 32%; Ác. Húm.: 3,5%; Ác. Fúlv.: 7,5%; pH: 6,6; H max.: 8,8%	Estrume de galinha e de aves marinhas e vinhaça	Granulado	CRIMOLARA
Italpollina	4,0	N-P-K: 4-4-3; MgO: 1,5% MO: 75%; C org.: 44%; C/N: 10,4; Ác. Húm.: 5%; Ác.Fúlv.: 5%; pH: 7; H max.: 12%	Estrume de galinha	Granulado	CRIMOLARA
Monterra	13,0	N-P-K: 13-0-0; MgO: 0,2%; CaO: 1,2%; MO: 87%; C/N: 3,7; pH: 7; H max.: 10%	Vinhaça, melaços, farinha de ossos e farinha de penas	Granulado	ECOVEG
Phenix	6,0	N-P-K: 6-8-15; MgO: 2%; CaO: 4%; MO: 56%; C/N: 5,2; C org.: 32%; Ác. Húm.: 6%; Ác. Fúlv.: 7%; pH: 7,5; H max.: 8%	Vinhaça concentrada, guano e estrume de galinha	Granulado	CRIMOLARA
QuimiOrgan	5,0	N-P-K: 5-7-15; MO: 35%; C/N: 3,8	Estrume de vaca e de galinha	Granulado	NEOQUÍMICA
Aplicação foliar ou fertirrigação					
Goemar BM 86	4,2	B: 2%; MgO: 4,8% SO ₃ : 9,7%; Mo: 0,02%	Algas (aminoác., vitam. fitohormonas)	Pulverização foliar	PERMUTADORA
Mol	2,5	N-P-K: 2,5-0-5; MO: 43%	Vinhaça de beterraba	Fertirrigação gota-a-gota	RASP
Myr N	5,0	MO: 33%; C/N: 4; C Org.: 18,1%; Amin. Liv.: 22%; Ác. Hum.: 6%; pH: 4,6; Dens.: 1,15 kg/L	Grãos de leguminosas	Pulverização foliar	Agro-Nutrientes Especiales, S.L.

Fonte: Mourão & Pinto (2006).

3.3.7 Fertilização com macronutrientes secundários e micronutrientes

Fertilização com macronutrientes secundários

As necessidades de enxofre (S) ficam geralmente satisfeitas quando o produtor recorre à incorporação de fertilizantes orgânicos com vista a aumentar o N disponível no solo, para além de ser um nutriente geralmente disponível em solos ácidos. O cálcio (Ca) e o magnésio (Mg) podem ser fornecidos através da calagem nos solos ácidos com calcário dolomítico. A incorporação de matéria orgânica no solo, as farinhas de ossos e as cinzas podem contribuir para aumentar o teor destes nutrientes no solo. Entre os materiais orgânicos ricos em cálcio incluem-se, também, as conchas e as cascas de ovo. Exemplos de fertilizantes comerciais autorizados em Portugal com cálcio e/ou magnésio incluem: DIX (CRIMOLARA); DUETTO (CRIMOLARA); GUANITO (CRIMOLARA); EUROBIO 6-12 S (FHN Portugal); LITHOTHAMNE T 400 (FHN Portugal); OLIGOMAG (FHN Portugal); PHENIX (CRIMOLARA); PHYSALG EURO 15 (FHN Portugal); PHYSIOLITH (FHN Portugal).

Fertilização com micronutrientes

Os micronutrientes podem ser veiculados ao solo através da aplicação de correctivos orgânicos e correctivos minerais.

Exemplos de fertilizantes autorizados em Portugal com micronutrientes, comercializados pela FHM Portugal - Grupo Roullier:

- ECOFEM SUPER
Dejectos de ovino e de bovino e resíduos de origem vegetal, compostados.
MO 65% Hmáx. 35% + N 1,4%, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Cu, B, Mo, Zn.
- EUROBIO 6-12 S
Resultante da fermentação de um substrato de Beterraba Sacarina
0-6-12 + 1,4% MgO, 12% SO₃, 29% CaO
- FOSFATO NATURAL MACIO FINO EURÓBIO,
Obtido por moenda do fosfato natural macio fino e contém 29% de P₂O₅
e 48% de CaO e micronutrientes.
- LITHOTHAMNE T 400
Alga da família das Coralináceas (*Lithothamnium calcareum*) que vive a 10-20 m de profundidade, na Costa da Bretanha (França).

45% CaO, 3% MgO e micronutrientes.

- LITHO PHYSALG

Mistura de Lithothamne e fosfato natural macio, com 9 micronutrientes:

	Fe	Zn	I	Bo	Mo	Mn	Co	Cu	Se
Lithothamne	2500	15	1200	340	3	480	1,5		
Fosfato natural		500	50		50	450	40	10	20

- PHYSIOLITH

Aumenta a absorção de cálcio.

77% CaO, 6% MgO, micronutrientes e aminopurinas

- OLIGOMAG

Fosfato, aminopurinas

54% CaO, 19% MgO, 12% SO₃, 0,1% Cu, 0,25% Zn

- PHYSALG EURO 15

0-15-0 + 2% MgO, 45% CaO.

Para maior detalhe recomenda-se a consulta do Guia de Factores de Produção para a Agricultura Biológica (Ferreira, 2005).

Conclusão

O MPB requer por parte dos produtores conhecimentos sobre: i) as culturas mais exigentes em nutrientes para gerir a mobilização do solo e planear as rotações das culturas; ii) a selecção dos materiais e das técnicas a utilizar no processo de compostagem, para maximizar a conservação do N no composto; iii) as quantidades necessárias e as técnicas de aplicação de compostos, e outros fertilizantes orgânicos, para sincronizar a disponibilidade dos nutrientes com as exigências das plantas; e iv) a importância dos componentes do ecossistema do solo para o movimento e disponibilidade dos nutrientes para as plantas e para os microrganismos, nomeadamente, os decompositores e outros como o rizóbio ou as micorrizas, que desempenham um papel fundamental na nutrição das culturas, e ainda os que podem suprimir microrganismos fitopatogénicos do solo e ter utilização na protecção das culturas.

Bibliografia

- Almeida, D. 2006. Manual de culturas hortícolas. Editorial Presença. Lisboa (2 volumes).
- Blake, F. 1987. The Handbook of Organic Husbandry. Farming Press, UK.
- Brito, L.M. 2004. Compostagem de resíduos sólidos da pecuária leiteira intensiva, com objetivos ambientais. Revista Industria e Ambiente, 35: 14-19.
- Ferreira, J. 2005. Guia de factores de produção para a agricultura biológica. 2ª edição. Agro-Sanus.
- Ekbladh, G. 1995. Nitrogen effects of organic manures on leeks. Influence of raised beds and mulching on nitrogen availability. Biological Agriculture and Horticulture 16, 269-290.
- Gonçalves, M.S. & Baptista, M., 2001. Proposta de Regulamentação sobre Qualidade do Composto para Utilização na Agricultura. Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, INIA, MADRP, Portugal.
- Guet, G. 1993. Agriculture biologique méditerranéenne: guide pratique à usage professionnel. Saint-Paul-Trois-Châteaux: Ed. autor.
- Kirchmann, H. & Bernal, M.P. 1997. Organic waste treatment and C stabilization efficiency. Soil Biology and Biochemistry 29: 1747-1753.
- Lampkin, N. 1992. Organic Farming. Farming Press, UK.
- MADRP – Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. 1997. Código das boas práticas agrícolas para a protecção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola.
- MADRP – Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. 2000. Manual de fertilização das culturas. INIA- Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva.
- Maynard, D. N. & G.J. Hochmuth. 1997. Knott's handbook for vegetable growers. Fourth edition. John Wiley & Sons, New York.
- New Mexico Climate Center. Acedido em 17 de Julho de 2007, <http://weather.nmsu.edu/hydrology/wastewater/plant-nitrogen-content.htm>.
- Mourão, I. & Pinto, R., 2006. Produção vegetal. In: Manual de Agricultura Biológica – Terras de Bouro. I. Mourão, J.P. Araújo e L.M. Brito (eds). Câmara Municipal de Terras de Bouro, pp.11-62.
- Pereira, J., Trindade, H., Figueiro, D., Coutinho, J. & Moreira, N. 2006. Separação de sólidos e nutrientes com PAM e bentonite em chorumes bovinos. In: Livro de Comunicações do XV Congresso de Zootecnia - ZOOTEC I&D. Associação Portuguesa de Engenheiros Zootécnicos. UTAD, Vila Real. pp. 497-501
- Power, J.F. & Doran, J.W. 1984. Nitrogen in use in organic farming. In: R.D. Hauck (ed.), Nitrogen in Crop Production. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. pp.585-598.
- Regulamento (CE) N.º 834/2007 do Conselho, de 28 de Junho de 2007 relativo à produção biológica e à rotulagem dos produtos biológicos e que revoga o Regulamento (CEE) n.º 2092/91
- Rahn, C.R., Vaidyanthan, L.V. & Paterson, C.D. 1992. Nitrogen residues from brassica crops. Aspects of Applied Biology Nitrate in Farming Systems 30, 263-270.
- Raviv, M., Medina, S., Krasnovsky, A. & Ziadna, H. 2004. Organic matter and nitrogen conservation in manure compost for organic agriculture. Compost Sci. & Utilization 12 (1): 6-10.
- Santos, J. Q. 1996. Fertilização. Fundamentos de utilização dos adubos e correctivos. 3ª edição. Coleção EuroAgro. Publicações Europa-América.
- Tyson, K.E. & Cabrera, M.L. 1993. Nitrogen mineralization in soils amended with composted and uncomposted poultry litter. Communications in Soil Science and Plant Analysis 24: 2361-2374.
- Varenes, A. 2003. Produtividade dos solos e Ambiente. Escolar Editora. Lisboa.
- Verdonck, O. (1998). Compost specifications. Acta Hort., 469:169-178.

4. TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO

Isabel Mourão

Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo

4.1 Escolha das cultivares

De acordo com as regras e princípios da produção agrícola vegetal (ver 1.3) no modo de produção biológico (MPB), não podem ser utilizadas plantas geneticamente modificadas e só podem utilizar-se sementes e materiais de propagação vegetativa produzidos segundo métodos de produção biológica. Esta última regra coloca diversas questões, nomeadamente a dificuldade na disponibilidade de sementes certificadas de culturas hortícolas (quadro 4.1) para o MPB, com boa adaptação às condições do sistema de produção e com boa aceitação pelos consumidores, quer sejam cultivares tradicionais/regionais, quer resultem dos sistemas convencionais de melhoramento de plantas, como as cultivares híbridas (Capítulo 2).

Quadro 4.1 - Famílias e espécies de culturas hortícolas mais utilizadas.

Famílias	Espécies de culturas hortícolas
Solanáceas	- batata, tomate, pimento, beringela
Cucurbitáceas	- melão, meloa, melancia, pepino, abóboras
Crucíferas	- couve repolho, c. de bruxelas, c. flor, c. brócolo, c. chinesa, c. tronchuda, nabo, agrião
Compostas	- alface, chicória, endívia, alcachofra
Leguminosas	- fava, ervilha, feijão verde, feijão seco
Aliáceas	- cebola, alho comum, alho francês, espargo
Umbelíferas	- cenoura, aipo, pastinaca
Quenopodiáceas	- espinafre, acelga, beterraba

As cultivares regionais que já deram provas de qualidade e de boa conservação pós-colheita na agricultura convencional, devem ser utilizadas com vantagens no MPB. São exemplos destas cultivares a cebola vermelha da Póvoa, o Nabo Branco (Gandra) e o Nabo Roxo na Região litoral Norte, o melão Tendral no sul do País (Coelho &

Ferreira, 2004), o melão Lagarto de Trás-os-Montes e o feijão verde Farroba no Algarve. Têm sido apresentados trabalhos experimentais de adaptação de diversas cultivares regionais ao MPB, em comparação com cultivares comerciais convencionais, e os resultados têm sido variáveis. Por exemplo, no Algarve, as referidas cultivares de melão, apresentaram produtividades inferiores e menor precocidade do que as cultivares comerciais utilizadas (Marreiros et al., 2005) e para o tomate em estufa, com sementes de ecótipos provenientes do Banco Português de Germoplasma Vegetal, as produtividades também foram inferiores às produtividades das cultivares comerciais (Neto et al., 2005). Os resultados de produtividade obtidos com o feijão verde Farroba e uma cultivar híbrida foram bastante semelhantes entre si (Marreiros, 2007).

4.2 Rotação plurianual de culturas

A fertilidade do solo depende das interacções entre as suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Capítulo 3). Para além da incorporação de compostos ou outros correctivos e fertilizantes orgânicos no solo, a rotação plurianual de culturas, com inclusão de espécies Leguminosas e de consociações de espécies adequadas para adubação verde, ou para forragens para alimentação animal, em muito contribuem para o aumento e manutenção dessa fertilidade. Estas estratégias de fertilização orgânica destinam-se a enriquecer o solo em húmus e a fornecer nutrientes minerais necessários às culturas hortícolas.

A rotação é uma sucessão de culturas que seguem uma ordem determinada, ao longo de um dado número de anos, sobre uma mesma parcela. Sendo adequada às condições de solo e clima, a rotação de culturas possibilita uma melhor utilização da água e dos nutrientes minerais do solo, um menor risco de incidência de pragas e doenças, um controlo preventivo de infestantes e uma maior diversidade de produtos hortícolas disponíveis, para os quais existem oportunidades de mercado, que devem ser previamente avaliadas.

A decisão das espécies e cultivares a incluir nas rotações tem de considerar as oportunidades de comercialização, e o ciclo cultural de cada cultura (figura 4.1) e outros aspectos como os ciclos das principais pragas e doenças a que são susceptíveis. Por exemplo, a data de plantação da batateira é muito importante, devendo estar bem adaptada a cada região, pois uma plantação no início da Primavera pode sujeitar a

cultura a maiores riscos de infecções de míldio, enquanto uma instalação tardia pode permitir a ocorrência de duas gerações de escaravelho da batateira, muito prejudiciais à cultura. Por outro lado, existem culturas na rotação que restituem nutrientes ao solo, e outras que utilizam esses nutrientes, sendo importante que no final da rotação exista um balanço positivo para a fertilidade do solo.

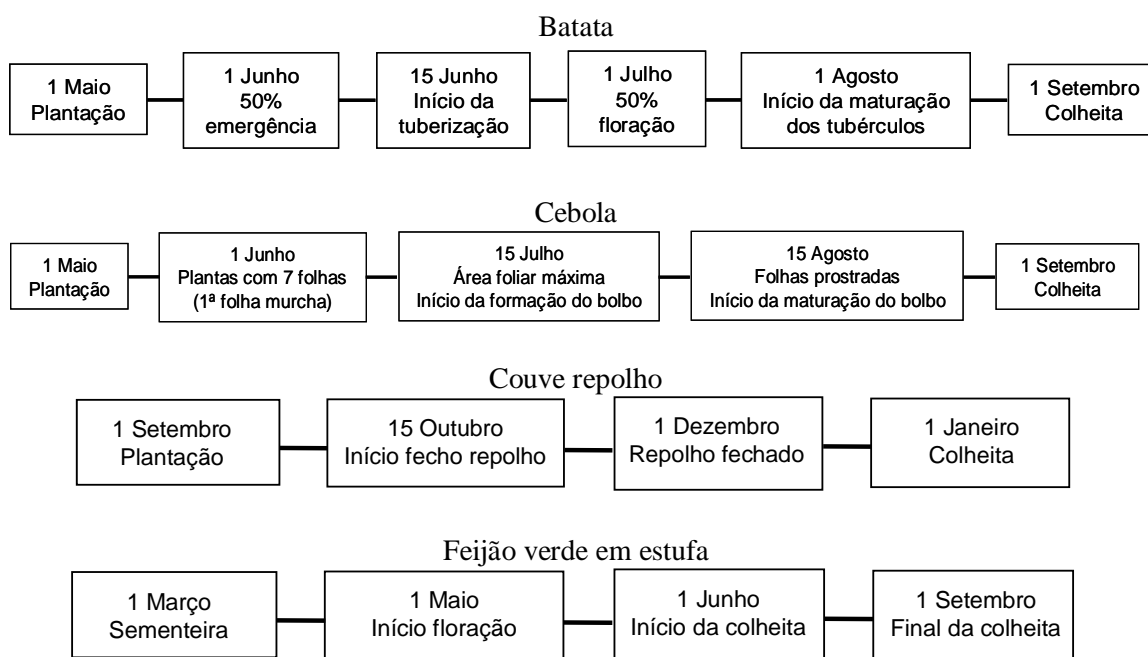


Figura 4.1 - Exemplos das fases de desenvolvimento do ciclo cultural de algumas culturas hortícolas, para a região Norte de Portugal, para determinação da sua inserção nas rotações plurianuais de culturas.

Para as culturas que integram a rotação é importante antecipar a forma como se podem minimizar os possíveis ataques das pragas e doenças das culturas, através de medidas culturais, incluindo barreiras naturais, a utilização de filmes de polipropileno na cobertura directa das culturas (ver 4.5) ou redes nas janelas das estufas, bem como os métodos de controlo biológico (Capítulo 5).

Normalmente a rotação de culturas pratica-se num conjunto de parcelas de terreno designado por afolhamento, em número igual ao número de anos da rotação e, se a dimensão das parcelas justificar, pode utilizar-se a rotação em faixas (figura 4.2). Na rotação em faixas pratica-se a consociação de culturas que tem múltiplas vantagens do ponto de vista sanitário, e pode incluir o sistema de faixas de compensação ecológica que, tal como as bordaduras e as sebes, se utilizam para aumentar a diversidade e atrair

insectos auxiliares. No entanto, este sistema pode tornar-se mais dispendioso a nível de práticas culturais específicas de cada cultura (figura 4.3).

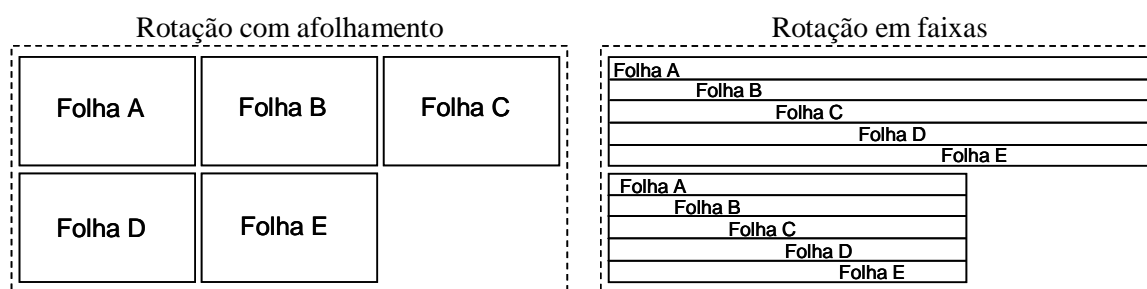


Figura 4.2 - Exemplos da disposição das parcelas de terreno (folhas A a E) para as culturas de uma rotação de 5 anos, ao ar livre ou em estufa.



Figura 4.3 - Rotação de culturas hortícolas: (a) em faixas em estufa (meloa e tomate) e (b) afolhamento ao ar livre (acelga e couve penca). Fonte: Quinta Casal de Matos, Marco de Canavezes.

Numa rotação de produtos hortícolas deve ter-se em consideração as seguintes recomendações genéricas:

- Não suceder plantas da mesma família (quadro 4.2).
- Manter um intervalo mínimo de 5 anos para plantas sensíveis à mesma doença se presente no solo, como por exemplo a *Ryzoctonia*, que ataca as culturas de cenoura, beterraba, endívia, morangueiro, tomateiro e luzerna.
- A introdução de uma cultura leguminosa como fonte de azoto.
- A introdução de um adubo verde, que contribui para a melhoria da estrutura do solo, para a limitação de plantas infestantes e para o fornecimento de nutrientes.

Um afolhamento deve integrar pelo menos 20% da superfície total com adubo verde ou prados, que incluam plantas Leguminosas.

- Suceder plantas com sistemas radiculares diferentes.
- Suceder plantas que desenvolvem órgãos diferentes, pois apresentam diferentes exigências em nutrientes, como as culturas de folhas que são muito exigentes em azoto (N), as culturas de Leguminosas em fósforo (P), as cultura de raízes em potássio (K) e as bolbosas em K e enxofre (S). De um modo geral, as culturas hortícolas de ciclo curto, são bastante exigentes principalmente em N, quando se encontram na fase de rápido crescimento.

Quadro 4.2 - Culturas precedentes mais favoráveis numa rotação, para diversas espécies hortícolas (quadro 4.1).

Culturas	Culturas precedentes mais favoráveis
Alface	- Aliáceas, Cucurbitáceas, batata
Batata	- Cucurbitáceas, Leguminosas, couve-flor ou brócolo
Cebola	- Brassicas, Cucurbitáceas, Solanáceas
Cenoura	- Aliáceas, Cucurbitáceas, batata, couve-flor ou brócolo, milho
Couve	- Aliáceas, batata, Cucurbitáceas
Feijão verde	- Aliáceas, cenoura, couve, pimento
Melão	- Aliáceas, Brassicas, batata, cenoura
Nabo	- Aliáceas, Solanáceas, espinafre
Tomate	- Aliáceas, Brassicas, cenoura

Fonte: Ferreira et al. (1998).

Na figura 4.4 encontra-se um exemplo genérico de uma rotação hortícola plurianual e, na figura 4.5, apresentam-se exemplos de rotações plurianuais de culturas hortícolas para a região Noroeste de Portugal, em diversas situações ambientais.

1º ano		2º ano		3º ano		4º ano	
Prim/Verão	Out/Inverno	Prim/Verão	Out/Inverno	Prim/Verão	Out/Inverno	Prim/Verão	Out/Inverno
Batata Tomate	Brassicac nabo, couves	Cenoura Espinafre Alface Beterraba	Adubaçã verde	Brassicac (couves)	Alho Alho francês	Cebola Ervilha Feijão	Forragem
		Aplicação de composto	Calagem se necessário			Aplicação de composto	

Figura 4.4 - Exemplo genérico de uma rotação hortícola plurianual.

a) Culturas ao ar livre, em regiões do litoral

1º ano		2º ano		3º ano		4º ano		5º ano		
Mai - Ago	Set - Fev	Mar - Jun	Jul-Ago	Set - Fev	Mar - Jul	Ago - Mar	Mai - Ago	Set - Mar	Abr - Jul	Ago - Mar
Batata	Ervilha (a) / fava	Alho francês	Solari- zação	Nabo/ nabiça	Feijão verde	Forragem (b)	Cebola	Couve (b)	Alface	Adubaçã verde

(a) - Ervilha de quebrar, ervilha para grão

(b) - ex. trevo e azevém

(c) - Couve repolho, c. penca, c. galega, c. brócolo, c. flor, c. Bruxelas

b) Culturas ao ar livre, em regiões do interior e de média altitude

1º ano		2º ano		3º ano		4º ano	
Mai - Ago	Set - Abr	Mai - Ago	Set - Jul	Ago - Abr	Mai - Set	Set - Mar	
Batata	Couve galega	Feijão	Centeio	Trevo + azevém	Milho	Adubaçã verde	

c) Culturas produzidas em estufa

1º ano		2º ano		3º ano		4º ano		
Mar - Set	Out - Fev	Abr - Set	Out - Fev	Abr - Jun	Jul-Ago	Set - Mar	Abr - Set	Out - Jan
Tomate	Alface	Feijão verde	Couve brócolo	Alho francês	Solari- zação	Ervilha grão/queb	Meloa	Adubaçã verde

Figura 4.5 - Exemplos de rotações plurianuais de culturas hortícolas, para a região Noroeste de Portugal, em diversas situações ambientais.

4.3 Adubação verde e culturas de cobertura

Adubação verde

A adubação verde consiste na produção de uma cultura destinada a ser incorporada no solo com o objectivo de o fertilizar, sendo normalmente constituída por espécies da família das Leguminosas ou por uma consociação destas com Gramíneas, ou com plantas de outras famílias. As Leguminosas fornecem principalmente azoto, devido à relação de simbiose com as bactérias *Rhizobium* e as Gramíneas fornecem a matéria orgânica que pode contribuir para o húmus do solo.

As plantas que usualmente se utilizam para a adubação verde são as seguintes:

- Leguminosas - ervilha forrageira, ervilhaca, luzerna, serradela, tremocilha, tremoço branco, fava e trevo (subterrâneo, branco, encarnado e violeta).
- Gramíneas - aveia, azevém anual, bromus, centeio, cevada, dactylis, sorgo e trigo sarraceno.
- Crucíferas - colza forrageira, couve forrageira, mostarda e rábano forrageiro.

O procedimento para realizar a adubação verde inclui:

- A inoculação das sementes com o *Rhizobium* específico, caso seja a primeira vez que a leguminosa entra no terreno, misturando-se as sementes com o inóculo adquirido comercialmente.
- Fertilizar o solo com fósforo, potássio ou outros nutrientes se necessário.
- Semear e manter a humidade no solo necessária à germinação das sementes.
- Destroçar as plantas no início da floração, evitando a formação de sementes.
- Aguardar um breve período de secagem à superfície e incorporar superficialmente, de modo a evitar a falta de oxigénio necessário à decomposição.
- Semear ou plantar 3-4 semanas após a incorporação. Por exemplo, na cultura da batateira, devido ao desenvolvimento da sarna vulgar (*Streptomyces scabies*), a adubação verde deve ser realizada com a antecedência de pelo menos 1 mês antes da plantação.

As plantas após o corte podem permanecer à superfície do solo como cobertura vegetal. Para as culturas em estufa, uma das alternativas à adubação verde é a incorporação de culturas ou forragens produzidas ao ar livre.

As vantagens da adubação verde manifestam-se através dos seguintes aspectos:

- Aumento de nutrientes minerais disponíveis, nomeadamente o N das plantas Leguminosas (quadro 3.1).
- Aumento das taxas de mineralização da matéria orgânica (MO) do solo, pois os adubos verdes constituídos por Leguminosas apresentam uma razão carbono/azoto (C/N) baixa e por isso promovem a actividade microbiana, acelerando a libertação de nutrientes minerais no solo. Quanto mais jovem é enterrado o adubo verde, mais fácil é a sua decomposição e menor será o seu contributo para a manutenção do húmus do solo. Nas consociações de Leguminosas com Gramíneas, a relação C/N aumenta e a decomposição da MO será mais lenta, libertando azoto mineral mais tarde, embora contribua para uma maior estabilidade da MO do solo.
- Aumento de nutrientes minerais na camada superficial do solo, pois as raízes de muitas plantas utilizadas como adubo verde extraem nutrientes num maior volume de solo, em comparação com as culturas hortícolas (quadro 4.3), restituindo, após decomposição, elementos minerais que a maior parte das plantas hortícolas não teria capacidade para extrair.
- Aumento da disponibilidade de fósforo, que se encontrava em formas não solúveis no solo, nomeadamente através da acidificação que ocorre devido aos exsudados radiculares e à decomposição do adubo verde (Sullivan, 2004).
- Melhoria das propriedades físicas do solo como a estrutura. A acção física das raízes melhora a porosidade do solo e o efeito de agregação das partículas aumenta com as substâncias orgânicas formadas durante o processo de humificação. Em consequência, a capacidade de retenção da água do solo aumenta. Este processo é mais importante em solos de textura arenosa, mais sujeitos a erosão e com baixa capacidade de retenção de água e nutrientes.
- Redução da lixiviação de azoto, quando a sementeira do adubo verde ocorre em estações com elevada precipitação, porque poderá imobilizar temporariamente o azoto disponível no solo, para além de impedir que alguma água atravesse o

perfil do solo porque é consumida. Para este efeito, devem-se escolher espécies de crescimento rápido, como por exemplo da família das Crucíferas.

- Aumento da actividade biológica do solo devido ao aumento dos microrganismos decompositores, responsáveis pela mineralização da MO do solo, e também dos microrganismos antagonistas de doenças do solo e de outros seres vivos, como as minhocas, responsáveis pela formação de agregados e pelo aumento da porosidade do solo. As plantas utilizadas como adubos verdes servem, em muitos casos, de alimento e abrigo para auxiliares como por exemplo, a ervilhaca, o trevo branco e o centeio.
- Utilização de plantas com efeito nematocida, como a mostarda branca e o rábano forrageiro, que podem reduzir o número de nemátodos (*Heterodera schachtii*), apresentando a colza forrageira um efeito contrário (Courtade & Lizot, 1995). Para este efeito podem ainda utilizar-se os cravos da Índia (*Tagetes patula*, *T. minuta*) que podem reduzir nemátodos dos géneros *Meloydogine* e *Pratylenchus*. Para obtenção dos resultados pretendidos, a cultura triturada e incorporada no solo, deve permanecer cerca de três meses (Courtade & Lizot, 1995).
- Controlo de infestantes pelo efeito de ensombramento e de competição que limita a germinação e o crescimento de muitas infestantes. As Leguminosas apresentam, de um modo geral, um menor poder competitivo com as infestantes do que as restantes famílias. Alguns autores referem efeitos positivos no controle de infestantes, através de consociações que incluem, por exemplo, centeio quando existe grama e escalracho; azevém para o rabo-de-raposa e a colza para a mostarda brava (Courtade & Lizot, 1995). O trigo sarraceno e o centeio são muitas vezes referidos como espécies que exibem um poder alelopático sobre a germinação de sementes de infestantes (Courtade & Lizot, 1995).
- Efeito de protecção do solo contra a erosão provocada pela água, vento e radiação solar. A cobertura do solo diminui o escoamento superficial, pois aumenta a penetração da água, diminui o impacto das gotas de chuva e fixa o solo através das raízes.

Culturas de cobertura

Uma cultura de cobertura é normalmente semeada durante os períodos em que o solo não está ocupado com outras culturas, no mínimo durante 2-3 meses, e destina-se a ser ou não colhida. As vantagens das culturas de cobertura são idênticas às descritas para a adubação verde, reforçando-se a diminuição da lixiviação de azoto, uma vez que, nas condições climáticas em Portugal, o período de Inverno mais desfavorável para a produção de culturas hortícolas coincide com os maiores valores de precipitação.

Para além das culturas Leguminosas, as culturas mais utilizadas incluem o trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*), aveia, azevém anual, colza e rábano forrageiro.

4.4 Solarização e biofumigação

Solarização

A solarização praticada ao ar livre ou em estufas, é o processo de aquecimento da camada superior do solo (10-15 cm) pela radiação solar, através de um filme de polietileno transparente, de espessura de 50-200 μm (figura 4.6). Esta técnica beneficia com condições de intensa radiação solar e elevada insolação, como as que se verificam em Portugal, nos meses de Junho a Agosto. A temperatura do solo pode atingir valores de mais 2-15°C acima da temperatura do solo sem cobertura, atingindo frequentemente os 50°C (Katan, & DeVay, 1991).

O solo é sujeito a uma pasteurização pelo calor, sendo destruídos diversos microrganismos patogénicos (fungos e bactérias), pragas de solo (nemátodos e insectos) e sementes de infestantes. A solarização também causa alterações nas características biológicas, físicas e químicas do solo, que contribuem para um aumento da produtividade e qualidade das culturas seguintes, com efeitos até 2 anos após a solarização (Katan, & DeVay, 1991). Este efeito é devido principalmente à maior disponibilidade de nutrientes minerais e à maior competitividade dos microrganismos benéficos, responsáveis pelo controlo biológico das doenças das plantas.

O sucesso da solarização baseia-se no facto de que a maioria dos patogéneos e das pragas não sobrevivem a longos períodos de temperatura acima de 37°C (mesofílicos) devido ao efeito negativo na fluidez das membranas celulares e à inactivação de enzimas principalmente enzimas respiratórias (Katan & DeVay, 1991).

Deste modo, os referidos organismos ou não sobrevivem ou são inactivados por temperaturas sub-letais, não afectando as plantas. Quanto maior for a temperatura, menor será o tempo necessário para se atingirem as temperaturas letais ou sub-letais dos patogéneos: a 37°C será necessário 2 a 4 semanas, enquanto que à temperatura de 47°C seriam suficientes 1 a 6 horas.



Figura 4.6 - Parcela (a) em solarização e (b) aspecto da infestante junça (*Cyperus rotundus*) ao fim de 20 dias após o início da solarização. Fonte: Proj. Agro 747, ESA Ponte de Lima.

Os principais aspectos a considerar para a realização da solarização são os seguintes:

- a superfície do solo deve estar plana e sem torrões;
- o solo deve ser regado até à capacidade de campo;
- o filme deve ser aplicado de forma a que fique aderente à superfície do solo;
- o tempo de permanência deve ser de 1 a 2 meses, nos meses mais quentes do Verão.
- após a solarização, o solo não deve ser mobilizado para a cultura seguinte, de forma a evitar o transporte de sementes dormentes de plantas infestantes para camadas superficiais, onde poderão germinar após quebra da sua dormência.

Biofumigação

A biofumigação é a incorporação de matéria orgânica no solo, à profundidade de aproximadamente 20-30 cm, com o objectivo de que a sua decomposição liberte substâncias voláteis responsáveis por um efeito de desinfecção. Pode utilizar-se a incorporação de compostos pouco amadurecidos ou de resíduos de culturas. O solo deve

ser mantido à capacidade de campo, porque permite uma maior retenção dos gases, aumenta as condições de anaerobiose e melhora a distribuição do calor.

A biofumigação combinada com a solarização, onde a matéria orgânica é incorporada no solo antes da rega, potencia as funções de desinfecção do solo e minimiza o efeito de stresse na actividade biológica do solo, provocada pelas temperaturas elevadas, pois permite uma mais rápida recolonização do solo após o processo. O controlo das populações de patogéneos ocorre devido ao aumento da temperatura do solo através da solarização, e devido à concentração de gases resultantes da decomposição da MO do solo. Estes gases incluem o amoníaco (NH_3) com efeito biostático, e ainda produtos resultantes do processo de fermentação que ocorre em situações de anaerobiose.

A biofumigação apresenta muitas das vantagens referidas para a adubação verde. A incorporação de Brassicas apresenta o efeito nematodocida já referido, que se pensa estar associado à libertação de compostos do grupo dos isotiocianatos (Kirkegaard et al., 1993) e os resíduos de culturas como pepino, tomate e pimento, demonstraram eficiência no controlo de nemátodos do género *Meloidogyne* sp. (Bello et al., 2004). A biofumigação tem sido também referida no controlo de doenças como: *Sclerotinia* sp. em alface, *Fusarium* sp. em melão e tomate, *Phytophthora capsici* em pimento e *Pythium ultimum* em ervilha (Bernal et al., 2004). A biofumigação combinada com a solarização tem sido também referida como método de controlo de diversas infestantes (Bello et al., 2004; Dainello, 2005) e tem sido utilizada na agricultura convencional, como alternativa à utilização de brometo de metilo na desinfecção do solo, substância proibida pelo seu efeito na diminuição do ozono da estratosfera (Bello et al., 2004).

4.5 Culturas protegidas

A produção de culturas hortícolas em estufa permite, no modo de produção convencional ou biológico, aumentar o rendimento económico das empresas, na medida em que permite alargar o período de produção, possibilitando uma maior continuidade da oferta e, normalmente, melhores preços de mercado. As culturas protegidas permitem, deste modo, fornecer o mercado regional, com menores necessidades de importação e, conseqüentemente, com menor consumo de energia no transporte de produtos. No entanto, os sistemas de produção em estufa normalmente consomem mais

energia do que a produção ao ar livre, sendo estas diferenças maiores nos sistemas de produção no Norte e Centro da Europa, comparativamente com o Sul, principalmente na necessidade de aquecimento das estufas. A produção de culturas protegidas não está contemplada no actual regulamento CE nº 834/2007 (CE, 2007), sendo as medidas específicas definidas em cada País, pelos Organismos de Controlo e Certificação, o que resulta em disparidades entre Estados Membros (González, 2004).

A localização ideal de uma estufa para produção de culturas no MPB, é a que apresenta durante o Inverno elevada intensidade de radiação solar e temperatura do ar moderada, baixos valores de humidade relativa do ar e boa acessibilidade ao mercado (Castilla, 2005). A maioria dos produtos hortícolas e dos pequenos frutos pode ser produzida em estufas, geralmente cobertas com filme de polietileno, em forma de túnel ou politúnel de paredes rectas (figura 4.7). A reciclagem destes filmes plásticos, bem como de outros filmes utilizados em horticultura, tem de ser considerada de acordo com as condições disponíveis em cada local, sendo de recomendar a utilização, sempre que possível, de filmes plásticos biodegradáveis. Outra alternativa à cobertura das estufas com filmes de polietileno é a utilização de materiais de maior durabilidade, como o polimetilmetacrilato e o policarbonato. No entanto, estes dois últimos materiais, em comparação com o filme de polietileno, não são tão eficientes no processo de difusão da radiação solar, que beneficia as plantas pela diminuição do excesso de radiação directa nas folhas superiores e aumento da radiação nas folhas dos estratos inferiores (Castilla, 2005).

Os sistemas de ventilação nas estufas são de grande importância para o controlo da temperatura e da humidade do ar, para o aumento do CO₂ e para a manutenção de um bom arejamento das culturas protegidas. Nas condições mediterrânicas as janelas das estufas poderão garantir uma boa ventilação, devendo estar cobertas com redes de malha de pelo menos 0,5 mm. No período de Verão, quando necessário, podem utilizar-se materiais de ensombramento nas estufas, através da aplicação na cobertura de produtos adequados ou de redes de ensombramento no interior.

A produção em sistemas de hidroponia não é permitida no MPB, e a produção em substratos só deverá ser recomendada para a produção de culturas específicas como: (i) as plantas epífitas que não podem ser produzidas no solo como as orquídeas; (ii) as culturas que não são comercializadas no substrato em que foram produzidas, como é o caso de material reprodutivo, sementes, plantas de interior e plantas aromáticas e

medicinais produzidas em vasos; (iii) as culturas produzidas no solo mas que necessitam de completar o seu ciclo fora do solo, como é o caso da produção de bolbos (Gonzálvez, 2004).

A produção de plantas hortícolas em viveiro é normalmente praticada em estufa e as características dos substratos para o MPB foram referidas no Capítulo 2, sendo de recomendar que mais de 75% dos constituintes dos substratos sejam produzidos no MPB. A inclusão de solo superficial das explorações agrícolas biológicas deverá ser interdita e a utilização de turfa deverá ser condicionada à sua extracção em condições de sustentabilidade (Gonzálvez, 2004).

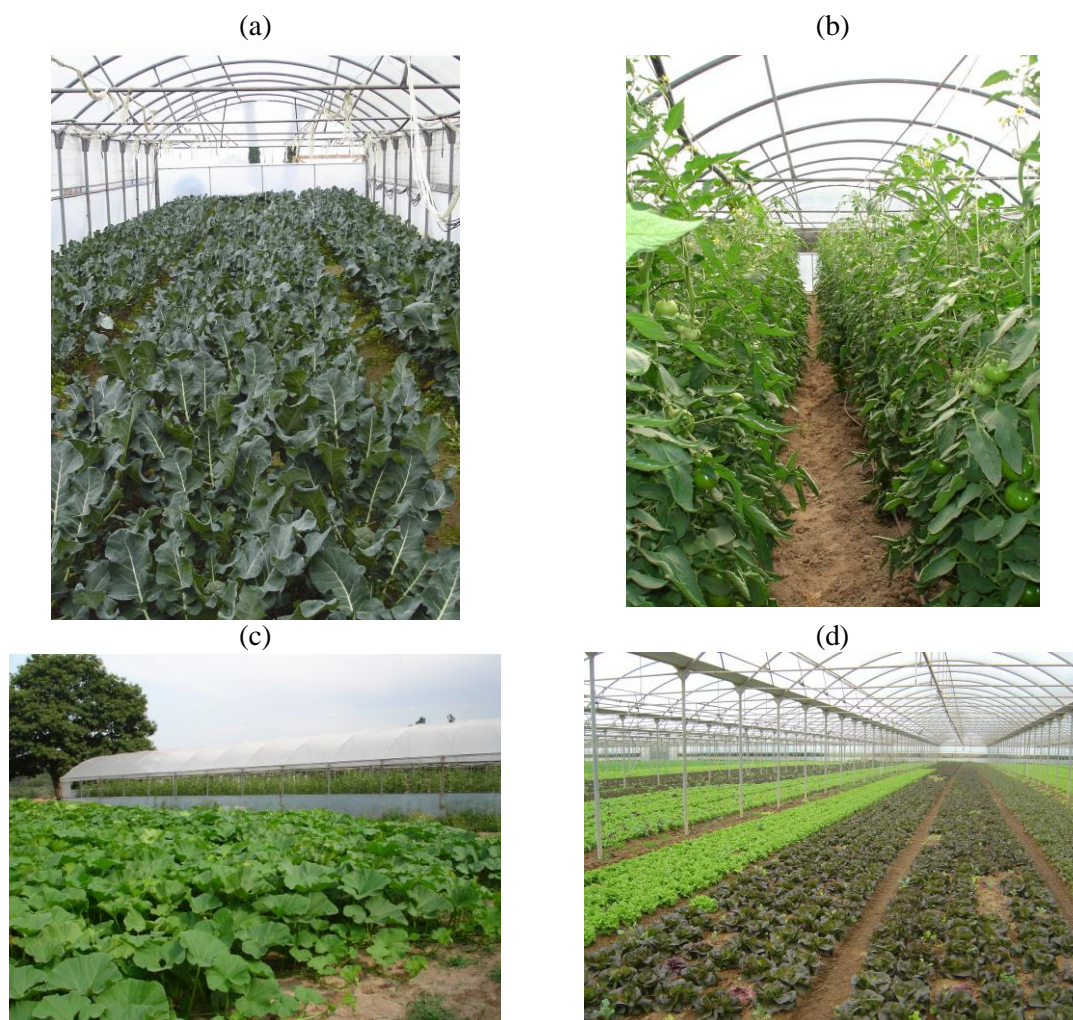


Figura 4.7 - Culturas hortícolas no MPB em estufas tipo túnel: (a) couve brócolo e (b) tomate, (c) aspecto geral, e em estufas tipo politúnel de paredes rectas: (d) alface. As estufas são cobertas com filme de polietileno. Fonte: (a,b,c) Proj. Agro 747, Quinta Casal de Matos, Marco de Canavezes; (d) Natália Costa, Agrilatina, Itália.

As rotações de culturas hortícolas em estufa no MPB devem, de um modo geral, seguir as indicações das rotações ao ar livre. No entanto, devido a razões económicas e de mercado, poderá admitir-se a utilização de rotações com um número de anos inferior a 5, devendo ser de, pelo menos, 3 anos (figura 4.5 c), e incluir culturas que pertençam pelo menos a 4 famílias diferentes (quadro 4.1) (González, 2004).

A desinfecção dos solos em estufa, com utilização de vapor de água ou aquecimento eléctrico, que pode elevar a temperatura do solo a mais de 100°C, deverá ser efectuada apenas como último recurso, quando todos os métodos permitidos no MPB se revelaram ineficazes, incluindo a utilização da solarização e biofumigação. Após a desinfecção devem ser aplicados compostos orgânicos que introduzem microrganismos, de modo a recuperar a actividade biológica do solo.

A dose máxima admissível de azoto orgânico que se pode aplicar ao solo no MPB não está regulamentada, embora o valor anual de 170 kg N ha⁻¹ seja recomendado. No entanto, a maior intensificação cultural das culturas em estufa poderá justificar a utilização de uma dose superior, que dependerá dos critérios dos organismos de certificação.

O aquecimento das estufas, muitas vezes a única forma de produção de culturas hortícolas no período de Inverno, deveria ser praticado de preferência com recurso a energias renováveis. No entanto, as soluções técnicas de aquecimento estão condicionadas ao desenvolvimento das energias alternativas e à acessibilidade financeira. A energia consumida no aquecimento de estufas pode não compensar a energia necessária ao transporte de produtos das regiões de produção sem aquecimento, sendo portanto necessário avaliar este balanço. As mesmas recomendações aplicam-se à utilização de iluminação artificial que, de acordo com as recomendações de González (2004), só deveria ser autorizado nas situações de dias curtos para a produção de plantas ornamentais (até um máximo de 16 h de luz por dia) e na produção de plantas em viveiro e de flores de corte. O aumento de dióxido de carbono (CO₂) no interior das estufas, que conduz ao aumento da taxa de fotossíntese das culturas, só deveria ser permitida se o CO₂ não fosse proveniente da combustão de combustíveis fósseis, o que praticamente inviabiliza esta técnica no MPB (González, 2004).

Filmes de cobertura directa de culturas

A utilização de filmes de polipropileno (17 g m^{-2}) na cobertura directa de culturas, causa uma modificação do microclima através do aumento da temperatura do ar e do solo, aumento do teor de humidade no solo e diminuição da radiação solar (Mourão, 1997) (figura 4.8). Estes filmes permitem uma melhor planificação da produção porque possibilitam a antecipação da data de sementeira ou plantação e reduzem a duração do ciclo vegetativo, proporcionando ainda uma maior precocidade das culturas e um aumento da produtividade e qualidade dos produtos. A reciclagem destes filmes plásticos deverá ser equacionada, como já foi referido.



Figura 4. 8 - Utilização de cobertura directa de culturas hortícolas com filme plástico de polipropileno não tecido (17 g m^{-2}), colocado logo após a plantação ou sementeira.

As vantagens dos filmes de cobertura directa de culturas incluem a protecção contra diversas pragas como por exemplo a mosca da cenoura (*Psila rosae*) (Mourão, 1989), a mosca da couve (*Delia radicum*) e a mosca da cebola (*Delia antiqua*), actuando como uma barreira física à postura dos adultos no colo das plantas.

Os principais problemas resultantes da utilização de filmes de cobertura directa de culturas incluem: (i) a possibilidade de ocorrer um maior desenvolvimento de doenças, como por exemplo o míldio da batateira (*Phytophthora infestans*) e *Botrytis cinerea* em alface, em condições de excesso de humidade do ar; (ii) o controle de infestantes pode ser um problema para algumas espécies hortícolas; (iii) a protecção contra as geadas só ocorre quando existem condições de formação de condensação sob o filme plástico, que aumenta o efeito de estufa debaixo do filme (Mourão, 1997).

4.6 Instalação das culturas e práticas culturais

A informação técnica sobre a instalação de diversas culturas hortícolas no MPB e as respectivas técnicas culturais podem ser consultados em diversas referências bibliográficas, como: Ferreira (2006), Kuepper (2005), Marques (2003), Maynard & Hochmuth (1997) e Mourão & Pinto (2006). Os aspectos comuns da instalação e práticas culturais das culturas hortícolas, no modo de produção convencional e biológico, poderão ser consultados em Almeida (2006). Aqui, pretende-se incidir em alguns aspectos relevantes da produção de culturas hortícolas no MPB, salientando-se desde já a necessidade de se efectuarem registos de todo o processo de produção, que é considerado uma ferramenta no MPB (Kuepper & Gegner, 2004), para além de ser necessário para a certificação dos produtos.

4.6.1 Mobilização do solo

A mobilização do solo destina-se a aumentar o arejamento, a infiltração da água e a actividade biológica do solo e, ainda, a melhorar a sua estrutura facilitando a penetração das raízes. É através da mobilização que se incorporaram os fertilizantes e os correctivos orgânicos, que se prepara a superfície do solo para a sementeira e é um dos métodos utilizados no controlo das plantas infestantes. No MPB, a mobilização do solo deve ser efectuada na camada superficial (15-20 cm), de modo a contribuir para a estabilidade da MO. Neste sentido, a substituição da charrua de aivecas por alfaias de bicos (figura 4.9) tem sido praticado, com vantagem, em muitas situações no MPB, pois é uma forma de mobilização que incorpora os resíduos orgânicos na camada superficial do solo e permite a permanência de uma parte desses resíduos à superfície do solo. Esta aplicação é utilizada no sistema de mobilização mínima ou de conservação, que deixa pelo menos 30% da superfície coberta com restos de culturas (Mitchell et al., 2000). Este sistema conduz a uma redução da erosão do solo e a uma maior retenção do carbono, na medida em que estabiliza a MO do solo. A utilização de coberturas orgânicas à superfície, para evitar o desenvolvimento de infestantes, é usual neste sistema de mobilização.

A lavoura praticada a maiores profundidades, só deverá ser praticada em situações de má drenagem e falta de arejamento. Contudo, se o solo a maiores

profundidades for constituído por material grosseiro (cascalho), a mobilização não deve ser realizada para evitar o seu transporte para a superfície.



Figura 4.9 - Mobilização do solo com um subsolador (a) que incorpora os resíduos orgânicos e permite a permanência de uma parte desses resíduos à superfície do solo (b).
Fonte: Biofrade, Lourinhã.

As condições de humidade do solo são fundamentais para a realização de uma correcta mobilização. Se o solo estiver com muita água a mobilização provoca a sua compactação, principalmente em solos de textura argilosa.

Quando uma cultura é colhida, os restos deixados no solo devem ser incorporados através de uma gradagem sem reviramento, para estimular a germinação das sementes de plantas infestantes, que deste modo evitam a lixiviação de azoto. Para o início de uma nova cultura, normalmente é suficiente a passagem com uma grade de discos, seguido de uma gradagem ou fresagem superficial para preparar a cama de sementeira. Se as infestantes forem um problema importante, pode mobilizar-se superficialmente o solo uma vez mais após a germinação das infestantes, que ocorre alguns dias depois da preparação do solo. Esta técnica designada por ‘falsa sementeira’ pode ser repetida se necessário (ver 4.7.1).

A sementeira ou plantação das culturas hortícolas pode ser realizada na superfície natural do solo ou recorrendo à armação do solo em camalhões ou em valas. Apesar de ser mais económico não armar o terreno, os camalhões sobrelevados utilizam-se em situações em que é necessário promover a drenagem da água. Pelo contrário, em situações em que é importante a retenção de água, ou quando a prática de amontoa é necessária, utiliza-se a plantação em valas, como é o caso da batateira, alho francês e aipo de talo.

A mobilização durante o período de crescimento das plantas, apesar de aumentar o arejamento do solo e a taxa de mineralização da MO, que disponibilizará mais nutriente minerais às plantas, destina-se principalmente ao controlo das infestantes (ver 4.7.3).

4.6.2 Aspectos de segurança alimentar na aplicação de compostos

Na aplicação de compostos ao solo é necessário evitar possíveis contaminações dos produtos hortícolas, por razões de segurança alimentar e de padrões de qualidade que são exigidos aos produtos biológicos. Um exemplo desta contaminação é a bactéria patogénica para o homem *Escherichia coli* O157:H7 que, presente nos compostos, pode ser transmitida ao solo, com possibilidade de ser transmitida ao homem através das culturas aí produzidas (Solomon et al. 2002).

Os compostos maduros diminuem os referidos problemas de contaminação, principalmente causados pelas fezes dos animais que se utilizam como material de compostagem. No entanto, por razões de segurança alimentar, é necessário seguir algumas práticas específicas no âmbito da produção, armazenamento e aplicação de compostos, tais como (Dainello, 2005):

- Avaliar a origem e o armazenamento do composto.
- O período de compostagem deverá ser de pelo menos 6 meses, e o processo de compostagem deverá ocorrer com temperatura e arejamento adequados (Capítulo 3).
- Armazenar o composto tão longe quanto possível das áreas onde os produtos hortícolas frescos são produzidos ou manuseados.
- Se possível, erguer uma barreira física entre os compostos e as referidas áreas de horticultura, para prevenir o arrastamento de partículas do composto pelo vento ou pela água.
- Armazenar o chorume pelo menos durante 2 meses no Verão e 3 meses no Inverno, antes da sua aplicação ao solo.
- Planear a aplicação dos compostos, de modo a evitar a contaminação de culturas hortícolas de raiz e de folhas, como a cenoura e a alface; sendo indispensável a sua aplicação, os compostos têm de estar bem amadurecidos.

- Em situações de risco de contaminação, os compostos devem ser aplicados no final do verão, com temperaturas do solo ainda elevadas e em condições de não saturação e utilizar culturas de cobertura para retenção do azoto.
- Os compostos devem ser incorporados no solo e não devem ficar expostos ao ar para evitar perdas de N por volatilização.
- Se possível efectuar colheitas de produtos hortícolas apenas 4 meses após a aplicação dos compostos.
- Manter registos das datas, doses e local de aplicação dos compostos.

4.6.3 Inoculação com micorrizas

As micorrizas resultam de uma interacção simbiótica estabelecida entre as raízes da maioria das plantas (Correia e Carvalho, 2007), e algumas espécies de fungos do solo, de uma forma natural e constante, nos mais diversos habitats naturais. O mutualismo pressupõe uma relação benéfica para ambos os organismos, o fungo coloniza a raiz da planta e proporciona-lhe nutrientes minerais e água, que extrai do solo através da sua rede de filamentos, constituídos pelas hifas que crescem desde o interior da raiz até à rizosfera, enquanto que a planta disponibiliza ao fungo alimento orgânico que sintetiza através da fotossíntese. Os solos utilizados no MPB, pela sua maior estabilidade, apresentam melhores condições para a sobrevivência e actividade das micorrizas (Mäder et al., 2002).

Existem dois tipos de micorrizas de acordo com a localização do fungo na raiz das plantas. As ectomicorrizas formam um micélio tipo manto, à volta da raiz, penetrando apenas na epiderme. Pertencem a este grupo as classes dos Basidiomicetas e Ascomicetas, que podem produzir cogumelos como órgão de frutificação, como é caso das trufas. Estes fungos associam-se principalmente a plantas lenhosas e podem também ter vida livre no solo, razão pela qual contribuem também para a decomposição da MO do solo e podem reproduzir-se em laboratório para produção do inóculo (Correia e Carvalho, 2007). As endomicorrizas ou micorrizas arbusculares penetram nos tecidos das raízes, desenvolvendo estruturas de micélio tipo arbúsculos, onde ocorrem as transferências de nutrientes orgânicos para o fungo e de nutrientes minerais para a planta. Pertencem a este tipo a classe dos Zigomicetas, que nunca frutificam, reproduzindo-se por esporos isolados. Estes fungos não têm vida livre e portanto só

sobrevivem em associação com as raízes das plantas, tornando mais difícil a produção do inóculo (Correia e Carvalho, 2007). As endomicorrizas são as mais utilizadas, devido à sua ampla distribuição geográfica e à diversidade de espécies vegetais susceptíveis, como a maioria das culturas hortícolas. O processo de formação das micorrizas começa com a germinação dos esporos que emitem tubos germinativos, o micélio cresce até encontrar uma raiz hospedeira, penetrando pela epiderme ou através dos pelos radiculares. O micélio das endomicorrizas coloniza a epiderme e o parênquima cortical das raízes e posteriormente as hifas crescem desde a raiz da planta até ao solo.

A inoculação de plantas hortícolas com micorrizas (Crimolara, 2006) permite que estas explorem um maior volume de solo que estaria inacessível, causando um aumento considerável da superfície de absorção de água e nutrientes. Deste modo, as micorrizas proporcionam um aumento da absorção de água e nutrientes minerais do solo, nomeadamente azoto e fósforo; uma diminuição da incidência de algumas doenças e do ataque de nemátodos, por aumentarem a diversidade de outros microrganismos benéficos na rizosfera; e um aumento da capacidade de resistência e/ou tolerância ao stresse hídrico e salino. As micorrizas favorecem ainda a estrutura física do solo, através da libertação de substâncias orgânicas que promovem a agregação do solo, com efeitos positivos no aumento da retenção de água (Mäder et al., 2002). Existem algumas plantas que apresentam uma forte dependência da associação com micorrizas, como é o caso do feijoeiro e da batateira, ou que muito beneficiam com ela, como o tomateiro e o morangueiro, e ainda plantas que não estabelecem esta associação como as couves (Correia e Carvalho, 2007).

Normalmente os propágulos são comercializados na forma de raízes colonizadas por fungos formadores de micorrizas arbusculares como o *Glomus Intraradices* e o *G. Mosseae*, misturados homogeneamente com substratos orgânicos inertes, que se podem utilizar em todas as espécies vegetais, à excepção da beterraba, couves, loureiro, rododendro, azáleas e orquídeas (Crimolara, 2006).

4.6.4 Densidade de sementeira ou de plantação

O compasso de sementeira ou plantação, distância entre linhas e entre plantas na linha, poderá ser idêntico ao compasso recomendado para as culturas no modo de produção convencional (Almeida, 2006). No entanto, no MPB é necessário ter em especial atenção o arejamento das culturas, indispensável para a prevenção de muitas

doenças. Para além da distância entre plantas o arejamento ao ar livre pode também ser conseguido através da colocação das linhas de plantas paralelas à direcção predominante do vento e evitar locais abrigados.

A sementeira de culturas como os cereais e as forragens no MPB, devido à utilização de sementes não protegidas, pode requerer a utilização de uma maior quantidade de semente, para assim compensar as maiores perdas. No entanto, para culturas como a ervilha e o feijão, as doses de semente a utilizar deverão corresponder às menores doses recomendadas no modo de produção convencional, para aumentar o arejamento e diminuir a competição entre as plantas.

4.6.5 Práticas culturais

Para além da sementeira e plantação das culturas hortícolas, as práticas culturais específicas como o pré-abrolhamento dos tubérculos de batata; a enxertia, a condução e as podas das culturas como o tomate e diversas espécies da família das Cucurbitáceas (quadro 4.1); a tutoragem das culturas de porte indeterminado como o feijão e a ervilha de trepar; o desbaste em nabo e cenoura; a amontoa em batata, alho francês e aipo de talo; a desponta na couve-de-bruxelas e o branqueamento em chicória, couve-flor e endívia, encontram-se referidas nas referências acima citadas.

Salienta-se o facto de que devem ser tomadas precauções na realização de determinadas práticas culturais, como por exemplo o desbaste para a obtenção de uma correcta distância entre plantas na produção biológica de cenouras. Esta prática, devido à libertação de substância voláteis muito comuns na família das Umbelíferas a que pertence a cenoura e muitas plantas aromáticas e medicinais, atrai a mosca da cenoura (*Psila rosae*), responsável por importantes prejuízos na raiz (Mourão, 1989).

4.7 Controlo de infestantes

O controlo das plantas infestantes na produção hortícola biológica é essencial, para obtenção de melhores produtividades e de melhor qualidade dos produtos, devendo obedecer a uma estratégia que abranja os diferentes métodos culturais, físicos e de eliminação de infestantes. O período de maior sensibilidade das culturas hortícolas à competição causada pelas infestantes, situa-se no início do ciclo cultural, durante o

estabelecimento das culturas, período que é superior nas culturas obtidas por sementeira em comparação com as culturas plantadas.

Não existem herbicidas químicos homologados para o MPB, embora possam vir a ser desenvolvidos herbicidas de contacto, com substâncias activas orgânicas como o ácido acético, ácido cítrico, soluções de nitrato de sódio ou sabões (Dainello, 2005).

4.7.1 Medidas culturais

As medidas culturais de carácter preventivo incluem as técnicas já descritas no âmbito das rotações, adubação verde e utilização de compostos maturados que não contenham sementes viáveis de infestantes. A inclusão nas rotações de forragens e de adubação verde, com uma boa ocupação da superfície do solo, é uma forma de controlar as infestantes, devido à competição pelos nutrientes e pela luz e por competição através de processos de alelopatia (ver 4.3). Outra forma de evitar a incidência de plantas infestantes é a eliminação das mesmas antes da formação das sementes, assim como uma limpeza regular das bordaduras das parcelas, embora estas tenham de ser frequentemente preservadas, para a manutenção da biodiversidade, designadamente dos organismos auxiliares.

A plantação em vez de sementeira das culturas hortícolas apresenta vantagens para o crescimento da cultura, em detrimento das infestantes. Para culturas hortícolas com pouca cobertura do solo, como a cenoura, cebola ou alho, a designada ‘falsa sementeira’, antes da sementeira ou plantação pode ser muito útil. Esta técnica consiste em preparar o solo e regar para promover a germinação das plantas infestantes, que são em seguida destruídas, podendo repetir-se a operação se necessário. O sistema de rega utilizado também pode contribuir para o controlo de infestantes, nomeadamente a rega gota-a-gota, pela forma como distribui a água no solo, é um sistema muito mais eficiente do que o sistema de aspersão.

4.7.2 Meios físicos

Cobertura do solo

A cobertura do solo para controlo das infestantes, pode ser praticada em toda a superfície do solo ou apenas em faixas ou camalhões de culturas como o melão, morango, tomate, pimento, pepino, alface entre outras. Podem utilizar-se diversos tipos de materiais para cobertura do solo, designadamente:

- Filmes de plástico. Os filmes de plástico preto apresentam um melhor efeito contra as plantas infestantes (figura 4.10), enquanto que os filmes transparentes são mais eficientes na semi-forçagem da cultura, como é usual na cultura do melão.
- Tela têxtil. A utilização de tela têxtil na cobertura dos camalhões de diversas culturas hortícolas é uma boa alternativa aos filmes plásticos não biodegradáveis e tem uma maior duração, em média de 7 anos.
- Papel. O papel quando disponível, é utilizado na cobertura do solo em faixas, e não apresenta problemas de poluição ambiental, sendo por isso uma boa alternativa, no período de Primavera-Verão de diversas regiões.
- Cobertura vegetal. A cobertura vegetal pode ser constituída por adubo verde, corte de plantas infestantes deixados à superfície do solo, palhas (tendo-se o cuidado de evitar a contaminação do solo com sementes), resíduos das culturas, matos, cascas ou folhas de árvores (figura 4.10). A cobertura vegetal é a melhor solução pelas suas múltiplas funções de impedir o crescimento das infestantes, contribuir para a fertilidade do solo pela incorporação de MO e evitar perdas de água por evaporação.



Figura 4.10 - Cobertura do solo para controlo de infestantes: (a) filmes de plástico, (b) cobertura vegetal. Fonte: (a) Natália Costa, Agrilatina, Itália; (b) Quinta Casal de Matos, Marco de Canavezes.

A aplicação correcta dos filmes plásticos é essencial, devendo a superfície do solo estar bem alisada, sem resíduos orgânicos, de forma a permitir um bom contacto entre o solo e o filme. Deste modo previne-se por exemplo a perfuração do filme por parte de algumas infestantes. Ao ar livre, em locais sujeitos a vento, é importante garantir uma boa ancoragem do filme, adoptando se necessário cortinas de abrigo. Um dos problemas associados à utilização de filmes de cobertura do solo ao ar livre, é o impedimento à entrada da precipitação, sendo necessário utilizar sistemas de rega gota-a-gota colocados por debaixo dos filmes. Em culturas protegidas Allen et al. (1998) referiram uma redução da evaporação de 50 a 80% e um aumento da transpiração de 10 a 30%, com utilização de cobertura de solo com plástico, em culturas como o tomate, meloa e pepino.

Solarização

A solarização combinada com a biofumigação tem sido referida como método de controlo de infestantes como a grama (*Cynodon dactylon*) e a junça (*Cyperus rotundus*) (Bello et al., 2004; Dainello, 2005) (ver 4.4, figura 4.6). Após a remoção do filme, não se deve mobilizar o solo antes da instalação da cultura seguinte no Outono, de forma a evitar o transporte de sementes de infestantes viáveis, que se encontram abaixo da camada superficial, como já foi referido.

4.7.3 Medidas de eliminação

Controlo mecânico e manual - Sacha

A eliminação das plantas infestantes deve ser realizada enquanto estas são muito jovens, preferencialmente com 1-2 cm de altura, devido à sua maior susceptibilidade e também para evitar que contribuam para o aumento da concentração de humidade junto das culturas, como por exemplo a cultura da cebola (Mourão & Pinto, 2006). A sacha deve ser realizada em condições de pouca humidade atmosférica e solo seco à superfície, para aumentar a sua eficácia e a profundidade deverá ser regulada, de modo a não perturbar as raízes das culturas.

A sacha mecânica é uma mobilização ligeira do solo através das operações de gradagem (grade de discos ou de dentes), escarificação (escarificador, vibrocultor), fresagem ou mobilização com cavadora simples montada num motocultivador, para culturas em estufa. Para as plantas infestantes vivazes devem utilizar-se alfaias de

dentos, que tragam os órgãos subterrâneos para a superfície sem serem fragmentados, para não provocar a sua propagação (figura 4.11).

A sacha manual, muitas vezes necessária no controlo de infestantes na linhas das culturas, é praticada com enxada, podendo também utilizar-se outras alfaias como as que se encontram representadas na figura 4.12, que, em boas condições de humidade do solo, podem facilmente desenterrar plantas infestantes jovens.



Figura 4.11 - Escarificador de bicos utilizado na sacha mecânica de culturas hortícolas em linha.
Fonte: Rui Pinto, Marco de Canavezes.



Figura 4.12 - Utensílios para o controlo manual de infestantes de culturas hortícolas.
Fonte: Quinta Casal de Matos, Marco de Canavezes.

Monda térmica

A monda térmica é um processo mais dispendioso que o controlo por meios mecânicos e, se aplicado mecanicamente, apresenta um maior custo ambiental pelo maior consumo de energias não renováveis. A monda térmica é realizada com queimadores de gás que provocam um choque térmico de 70-80°C, pela sua passagem rápida sobre as plantas, a uma distância de 20-30 cm. Utiliza-se gás propano na fase líquida (botijas invertidas) ou na fase gasosa, montadas no tractor, em carrinhos de mão ou transportadas pelo operador (Smith et al. 2000). A monda térmica actua por evaporação da água das células, que provoca a destruição da parede celular e a necrose progressiva das plantas e por desintegração das proteínas.

A utilização desta técnica deve ser restringida à eliminação das infestantes na linha das culturas, utilizando-se a monda mecânica na entrelinha. A realização da monda térmica obriga a manter uma distância entre linhas no mínimo de 20 cm; o solo não deve ter torrões e pedras que absorvem muita energia térmica; a aplicação deve ser feita na ausência de vento e quando a superfície das plantas estiver seca. O ângulo do queimador com a superfície do solo deve ser de 30-40° e a velocidade de avanço deve ser de 3-4 km h⁻¹ (Smith et al. 2000).

A monda térmica pode ser usado em pré-emergência de culturas como a cenoura, após uma falsa sementeira ou sobre as linhas de culturas como a cebola, alho e milho, que aguentam o choque térmico destinado às plantas infestantes.

Monda por injeções de vapor no solo

Para realizar a monda por injeções de vapor no solo, a cerca de 10 cm de profundidade, o solo tem de estar coberto com lonas ou filmes. Este processo é dispendioso e utiliza-se particularmente na desinfecção do solo em estufas, principalmente por razões fitossanitárias (ver 4.5).

Monda biológica

A utilização de galinhas da Índia para eliminação de infestantes em culturas protegidas, como o tomate e a meloa, foi referida por Greer & Diver (2000), salientando-se que estas galinhas, ao contrário das galinhas domésticas, alimentam-se também de insectos que se encontram nas plantas sem danificarem os frutos.

4.8 Rega

4.8.1 Gestão da água de rega

A água é um recurso natural escasso mas fundamental à produção agrícola. A agricultura é o sector que mais consome água, estimando-se que em Portugal seja de cerca de 77% do consumo total de água.

A disponibilidade de água no solo, principalmente nas fases críticas do ciclo cultural, determina a produtividade e a qualidade das culturas. Diversas práticas utilizadas no MPB, nomeadamente as que promovem o aumento e a estabilidade da MO no solo e a melhoria da sua estrutura, aumentam a retenção da água. No entanto, tal como na agricultura convencional, é essencial uma boa gestão da água de rega, que conduza a um correcto fornecimento de água às plantas e minimize as perdas por evaporação, por infiltração profunda e por escoamento superficial.

Neste sentido, é necessário um conhecimento das necessidades hídricas das culturas (quadro 4.3) e o planeamento da rega. A condução da rega tem de considerar o momento de regar e o volume de aplicação, que é determinado (i) em função da monitorização da temperatura e da humidade do solo, que permitem efectuar um balanço hídrico do solo em tempo real (Teixeira, 1991 e 1992), ou (ii) através da medição da humidade do solo recorrendo a tensiómetros (Oliveira & Boteta, 2003). A leitura dos tensiómetros permite determinar o volume a aplicar, com base na reserva facilmente utilizável de água no solo. A interpretação das leituras de tensiómetros de vácuo encontra-se referida no quadro 4.4.

A condução da rega através dos valores de dois tensiómetros de vácuo eléctricos, ligados ao sistema de rega, e colocados no início e no final da camada do solo onde se encontra a maior parte das raízes das plantas (quadro 4.3), é um método pouco dispendioso e eficaz de programação da rega para culturas hortícolas (figura 4.13). Neste sistema, o tensiómetro mais superficial (colocado a 10-15 cm para a maioria das culturas hortícolas), determina o início da rega e é regulado para um valor da tensão de água no solo entre 25 a 40% do valor da reserva útil do solo. O tensiómetro mais profundo determina o final da rega e é regulado para um valor próximo da capacidade de campo. Por exemplo, para um solo de textura franco-arenoso com uma cultura de couve repolho, os valores de regulação dos tensiómetros podem ser de 30

cbar e 10 cbar, respectivamente para os tensiómetros colocados à profundidade de 15 e 40 cm (figura 4.13).



Figura 4.13 - Tensiómetros de vácuo eléctricos ligados ao sistema de rega por micro-aspersão.
Fonte: Proj. Agro 747, ESA Ponte de Lima.

Quadro 4.3 - Profundidade máxima das raízes de diversas culturas hortícolas e de culturas utilizadas como forragens ou adubação verde.

Culturas	Profundidade máxima das raízes (m)
Brócolo, Couve-de-Bruxelas, Batata	0,4 - 0,6
Couve repolho	0,5-0,8
Cenoura, Pastinaca, Nabo, Pimento	0,5-1,0
Couve-flor	0,4-0,7
Aipo, Alho, Alface, Espinafre, Rabanete	0,3-0,5
Cebola	0,3-0,6
Beringela, Pepino	0,7-1,2
Tomate	0,7-1,5
Melão, Meloa, Melancia	0,8-1,5
Abóboras, Batata doce	1,0-1,5
Beterraba, Ervilha	0,6-1,0
Feijão verde, Fava	0,5-0,7
Feijão seco	0,6-0,9
Lentilha	0,6-0,8
Milho doce	0,8-1,2
Trigo, Cevada, Aveia, Erva do Sudão	1,0-1,5
Sorgo, Luzerna	1,0-2,0
Trevo	0,6-0,9
Centeio	0,6-1,0
Pastagens	0,5-1,5

Fonte: adaptado de Allen et al. (1998).

Quadro 4.4 - Interpretação das leituras dos tensiómetros de vácuo.

Leitura do Tensiómetro (cbar)	Interpretação
0	- Solo saturado devido: a precipitação ou rega abundante; a condições de má drenagem; ao nível freático estar muito elevado. - Se a leitura persistir o tensiómetro está mal instalado.
0-10	- O solo está à capacidade de campo aproximadamente a partir de 10 cbar. - Boa disponibilidade de água para as plantas. - Não se deve regar, pois apenas se contribuiria para o aumento de perdas de água por infiltração, com arrastamento de nutrientes para fora da rizosfera.
11-20	- Boa disponibilidade de água para as plantas. - Não é necessário regar, porque a quantidade de água existente no solo se encontra dentro de reserva de água facilmente utilizável.
21-40	- Solos arenosos: início da rega a 21 cbar. - Solos franco-arenosos: início da rega a 30 cbar. - Solos francos e argilosos: não regar.
41-60	- Solos francos: início da rega a 41 cbar. - Solos argilosos: não regar se a cultura não for muito sensível. - Solos arenosos: riscos de stresse hídrico com prejuízos para as culturas.
61-80	- Solos arenosos, franco-arenosos e francos: a reserva de água facilmente utilizável está esgotada, as plantas estão em situação de grande stresse hídrico. - Solos muito argilosos: início da rega a 61 cbar. - A maioria dos tensiómetros deixa de funcionar a partir de 80-85 cbar.

Fonte: adaptado de Oliveira & Boteta (2003).

4.8.2 Fases críticas do ciclo cultural

As necessidades hídricas das culturas hortícolas ocorrem durante todo o ciclo cultural. No entanto, existem fases críticas do crescimento ou do desenvolvimento das plantas onde a falta de água produz efeitos negativos muito acentuados na produtividade e qualidade final dos produtos. Por exemplo no feijão verde, a falta de água durante a floração e o vingamento das vagens, causa a queda de flores e de vagens e o seu enrolamento. Estas fases estão indicadas no quadro 4.7 para diversas culturas hortícolas. O fornecimento de água às plantas deverá ser condicionado não só pela garantia de disponibilidade de água nas fases críticas, mas também por outros aspectos muito relevantes no MPB, como as pragas e doenças das culturas e a vida útil dos produtos pós-colheita. Por exemplo, na cultura da batateira a disponibilidade de água sem restrições durante o crescimento dos tubérculos (1,5 a 3 meses após a plantação na região Noroeste do País), diminui a incidência da sarna vulgar. A rega também condiciona a qualidade dos produtos após a colheita, como por exemplo, no início da maturação dos tubérculos de batateira, a rega deve cessar pois o excesso de água atrasa

a maturação e provoca apodrecimento. Na cultura de cebola, as plantas devem dispor de água sem restrições durante o período de formação dos bolbos (2 a 3,5 meses após a plantação na região Norte do país), mas ao iniciar-se a maturação dos bolbos a rega deve cessar, porque o excesso de água provoca o seu apodrecimento durante o armazenamento (Mourão & Pinto, 2006).

Quadro 4.6 - Fases críticas do ciclo cultural das culturas hortícolas, quanto às necessidade em água.

Cultura	Fases críticas
Espargo	Estabelecimento da cultura e desenvolvimento dos turriões
Feijão verde e feijão seco	Floração e vingamento da vagem
Beterraba	Estabelecimento da cultura e início do crescimento
Brócolo	Estabelecimento da cultura e crescimento da inflorescência
Couve repolho, couve de folhas, Aipo, Nabo	Todo o ciclo
Meloa	Estabelecimento da cultura e crescimento vegetativo
Cenoura	Emergência até ao estabelecimento da cultura
Couve-flor	Estabelecimento da cultura e fase das 6-7 folhas
Milho doce	Estabelecimento da cultura, cerca de 15 dias antes e 15 dias após a floração masculina
Pepino	Estabelecimento da cultura, crescimento vegetativo, vingamento dos frutos
Beringela	Floração e vingamento dos frutos
Alho	Desde a fase de rápido crescimento até à maturação
Alface	Estabelecimento da cultura
Cebola	Estabelecimento da cultura, durante a formação do bolbo até ao início da maturação
Pimento	Estabelecimento da cultura, vingamento dos frutos
Batata	Crescimento vegetativo, floração e iniciação dos tubérculos
Abóboras	2-4 semanas após a emergência, floração, vingamento e crescimento dos frutos
Rabanete	Fase de rápido crescimento e desenvolvimento
Espinafre	Todo o ciclo e após cada colheita se necessário
Courgette	Todo o ciclo
Batata doce	Todo o ciclo até 2-3 semanas antes da colheita
Tomate	Floração até à colheita
Melancia	Todo o ciclo até 10-14 dias antes da colheita

Fonte: adaptado de Dainello (2005).

4.8.3 Qualidade da água de rega

A qualidade da água de rega para o MPB está apenas regulamentada pelo valor máximo admissível em nitratos (NO_3^-), que é de 30 mg L^{-1} , sendo de 50 mg L^{-1} para a agricultura convencional (DL 236/98, 1 de Agosto). No entanto, tem sido recomendado o estabelecimento de um teor mínimo de sais (sódio, cloro e sulfatos) de 400 mg L^{-1} . No quadro 4.5 encontra-se uma classificação da qualidade da água de rega, em função da condutividade eléctrica e do teor em sais, classificando-se a água de rega para o MPB como muito boa a boa.

Quadro 4.5 - Classificação da qualidade da água de rega, em função da condutividade eléctrica (CE, dS m^{-1}) e teor em sais (mg L^{-1}).

Classificação da água	CE (dS m^{-1})	Teor em sais (mg L^{-1})
Classe 1 - muito boa	0-0,25	0-175
Classe 2 - boa	0,25-0,75	175-525
Classe 3 - aceitável	0,75-0,2	525-1400
Classe 4 - perigosa	0,2-0,3	1400-2100

Fonte: adaptado de Dainello (2005).

4.8.4 Sistemas de rega

Os sistemas de rega mais utilizados em horticultura incluem a rega por sulcos, os sistemas fixos ou transportáveis de rega por aspersão e os sistemas de rega localizada: micro-aspersão e gota-a-gota (figura 4.14).

O sistema de alagamento não deve ser utilizado devido às elevadas perdas de água por evaporação, infiltração e escoamento superficial. Considerando a eficiência dos métodos de rega, relativamente às menores perdas de água, a rega localizada apresenta a maior eficiência que pode atingir os 90-95%, enquanto que a aspersão conduz a uma eficiência inferior a 80% e a infiltração por sulcos, inferior a 60%.

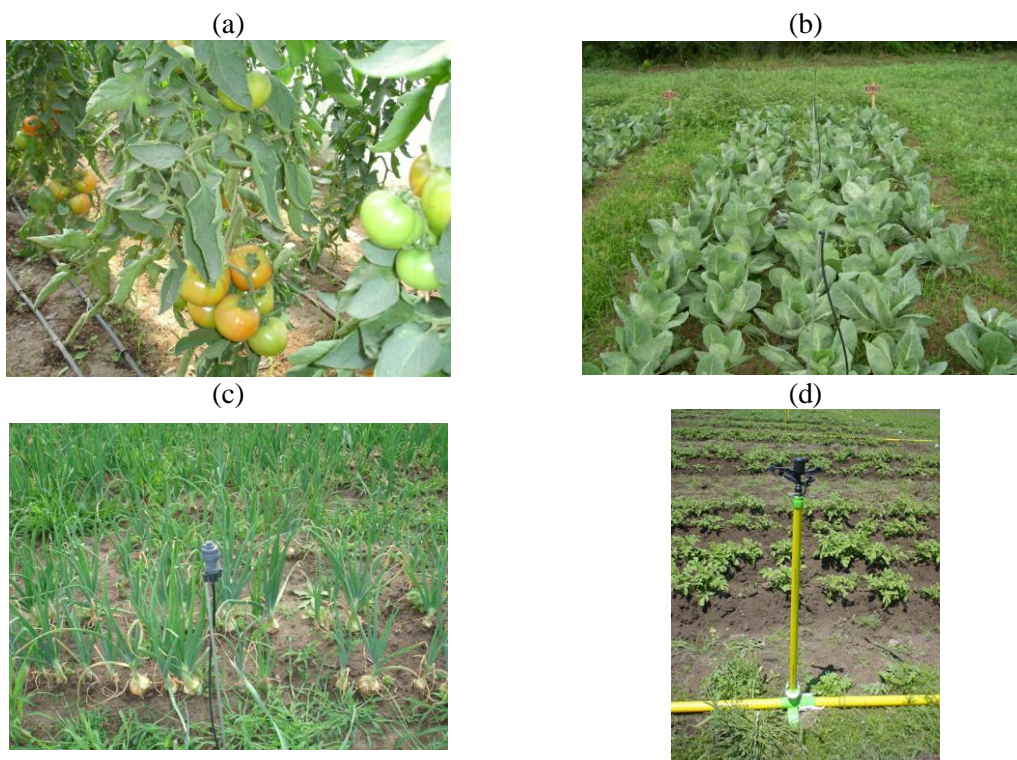


Figura 4.14 - Sistemas de rega de culturas hortícolas: (a) gota-a-gota, (b,c) micro-aspersão, d) aspersão. Fonte: Proj. Agro 747, (a,c) Quinta Casal de Matos, Marco de Canavezes; (b) ESA Ponte de Lima; (d) Boalhosa, Paredes de Coura.

Apesar da rega gota-a-gota não contribuir para uma boa distribuição das raízes no solo, contribui para a prevenção de doenças pois mantém a folhagem seca. Por este motivo, a rega por aspersão deverá ser aplicada ao amanhecer, de modo que as plantas estejam secas durante o dia. Por outro lado, o sistema gota-a-gota é o único que não dissemina nem arrasta os agentes patogénicos como por exemplo a antracnose em tomateiro (*Colletotrichum coccodes*), o míldio da batateira (*Phytophthora infestans*) e a potra da couve (*Plasmodiophora brassicae*) (Ferreira et al. 1998).

Bibliografia

- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. & Smith M. 1998, Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, 300 p.
- Almeida, D. 2006. Manual de Culturas Hortícolas. Editorial Presença, Lisboa (2 volumes).
- Bello, A., García-Álvarez, A., Díez-Rojo, M.A., Piedra-Buena, A., Sanz, R. & Monserrat, A. 2004. La biofumigación como modelo de investigación participativa en protección de cultivos. Comunicaciones del VI Congreso de Soc. Esp. Agric. Ecológica, Almería, Espanha, Livro electrónico, 1347-1360.
- Bernal, A., Ros, M., Fernández P., Lacasa, A. & Pascual, J.A. 2004. Los compost en la agricultura ecológica - Control biológico de enfermedades de los cultivos. Comunicaciones del VI Congreso de Soc. Esp. Agric. Ecológica, Almería, Espanha, Livro electrónico, 349-359.
- Castilla, N. 2005. Invernaderos de plástico. Ediciones Mundi-Prensa, 462 p.
- Coelho, P.S. & Ferreira, M.E. 2004. Melão Tendral - Manual Técnico. EAN/INIAP, Projecto PO AGRO DE&D n °191, 93 p.
- Correia & Carvalho 2007. Micorrizas: um componente essencial na Agricultura biológica. Vida Rural, 1729, 30-31.
- Courtade, N. & Lizot, J.F. 1995. Intérêts agronomiques des engrais verts. Alter. Agri., 14, 21-27.
- Crimolara 2006. AEGIS - Estimulante Biológico: inóculo de micorrizas arbusculares. Crimolara - Produtos Químicos S.A. Acedido em 2005, <<http://www.crimolara.pt>>.
- Dainello, F.J. 2005. Commercial organic vegetable production guide. Department of Horticultural Sciences, Texas A&M University. Acedido em 2005, <<http://aggie-horticulture.tamu.edu/foodsafety/commOrganicVegProd/cropproductionreq.html>>.
- Dainello, F.J. & Cotner, S. 2001. The Texas Vegetable Growers' Handbook. Department of Horticultural Sciences, Texas A&M University, Web Edition. Acedido em 2005, <<http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/veghandbook/index.html>>
- FAO 2004. Challenges and opportunities for the organic agriculture and the seed industry. First World Conference on Organic Seed - Report, Roma. Acedido em 2005, <<http://www.fao.org>>.
- Ferreira, J. 2006. A cultura da batata em agricultura biológica. Agro-sanus, Lda - Assistência técnica em agricultura biológica. Acedido em 2006, <<http://www.agrosanus.pt/>>.
- Ferreira, J.C., Strecht, A., Ribeiro, J.R., Soeiro, A. & Cotrim, G. 1998. Manual de Agricultura Biológica. Fertilização e protecção das plantas para uma agricultura sustentável. AGROBIO - Associação Portuguesa de Agricultura Biológica, Lisboa, 431 p.
- González, V. 2004. Normativas para el cultivo ecológico en invernaderos - Propuesta. Comunicaciones del VI Congreso de Soc. Esp. Agric. Ecológica, Almería, Espanha, Livro electrónico, 2135-2151.
- Greer, L. & Diver, S. 2000. Organic greenhouse vegetable production. National Center for Appropriate Technology. Versão electrónica em <<http://www.attra.org/attra-pub/ghveg.html>>.
- Katan, J. & DeVay, J.E. 1991. Soil Solarization. CRC Press Inc. Boca Raton, Ann Arbor, Boston, London.
- Kirkegaard, J.A., Gardner, J., Desmarchelier, J.M. & Angus, J.F. 1993. Biofumigation using Brassica species to control pest and diseases in agriculture and horticulture. In: N. Wrather & R.J. Mailes (eds.). Proc. 9th Australian Research Assembly on Brassicas, 77-82.

- Kuepper, G. 2005. Guide to ATTRA's Organic Publications. National Center for Appropriate Technology, National Sustainable Agriculture Information Service, Acedido em 2005, <<http://attra.ncat.org/organic.html#vegetable>>.
- Kuepper, G. & Gegner, L. 2004. Organic crop production overview. National Center for Appropriate Technology. Acedido em 2005, <<http://attra.ncat.org/organic.html#vegetable>>.
- Marques, J. 2003. Ficha Técnica nº1 - Feijão verde. In: O Segredo da Terra, Edibio, Edições Lda., 2, destacável.
- Marreiros, A. 2007. Horticultura herbácea em estufa em modo de produção biológico - Principais aspectos e alguns resultados. Actas Portuguesas de Horticultura, 10, 219-226.
- Marreiros, A., Neto, L., Fernandes, M.M., Lopes, N., Stigter, L.M. & Ferreira, J. 2005. A cultura do meloeiro ao ar livre no Algarve, segundo o Modo de Produção Biológico. Actas Portuguesas de Horticultura, 5, 225-231.
- Maynard, D.N. & Hochmuth, G.J. 1997. Knott's Handbook for Vegetable Growers. 4ª Ed. John Wiley, 582 p.
- Mitchell, J., Gashell, M., Smith, R., Fouche C. & Koike, S.T. 2000. Soil Management and Soil Quality for Organic Crops. UC Davis Pub 7248.
- Mourão, I. M. 1989. Comparação entre métodos químicos e não químicos para o controle da mosca da cenoura (*Psila rosae* F.) em *Daucus carota*. Actas de Horticultura - I Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas, APH/SECH, I, 4, 416-420.
- Mourão, I.M.C.G. 1997. Utilização de filmes plásticos na cobertura directa de culturas olerícolas: I - Efeitos no microclima. Revista de Ciências Agrárias, 20, 4, 37-61.
- Mourão, I. & Pinto, R. 2006. Produção vegetal. In: Manual de Agricultura Biológica – Terras de Bouro. I. Mourão, J. P. Araújo e L. M. Brito (eds). Câmara Municipal de Terras de Bouro, 11-62.
- NCAT 2003. Organic Crops Workbook - A guide to sustainable and allowed practices. National Center for Appropriate Technology. Acedido em 2005, <<http://search.live.com/results.aspx?q=organic&src=IE-SearchBox>>
- Neto, E., Marreiros, A., Fernandes, M.M., Stigter, L.M., Rodrigues, N., Ramos, N. & Ferreira, J. 2005. A cultura do tomateiro em estufa, segundo o modo de produção biológico, na época de Outono/Inverno/Primavera. Actas Portuguesas de Horticultura, 5, 271-277.
- Oliveira, I. & Boteta, L. 2003. Monitorização da água do solo - Tensiómetro. In: Guia de Rega, Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio, Beja, 49 p.
- Smith, R., Gashell, M., Lamine, W.T., Mitchell, J., Koike S.T. & Fouche, C. 2000. Weed Management for Organic Crops. UC Davis Pub. 7250.
- Solomon, E.B., Yaron, S. & Matthews, K.R. 2002. Transmission of *Escherichia coli* D157:H7 from contaminated manure and irrigation water to lettuce plant tissue and its subsequent internalization. Microbiology, 68, 1:394-400.
- Sullivan, P. 2004. Sustainable soil management. National Center for Appropriate Technology. Versão electrónica em <<http://www.attra.ncat.org/attra-pub/PDF/soilmgmt.pdf>>.
- Teixeira, J.L. 1991. Guia do utilizador do modelo ISAREG - Programa para simular a rega. DER - Instituto Superior de Agronomia/UTL, Lisboa.
- Teixeira, J.L. 1992. Guia do utilizador do modelo RELREG - Programa para a condução da rega em tempo real. DER - Inst. Sup. de Agronomia/UTL, Lisboa.

5. PROTECÇÃO DAS CULTURAS

Raul Rodrigues¹ & André Afonso²

¹Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo

²Direcção Regional de Agricultura do Norte

5.1 Introdução

O modo de produção biológico (MPB) é um sistema de produção que evita ou quase exclui o uso de pesticidas orgânicos de síntese, pelo que a protecção contra os inimigos das culturas baseia-se em métodos alternativos visando o equilíbrio do ecossistema agrário. Entre os métodos de protecção contra pragas e doenças, destacam-se a utilização de matéria vegetal são (Capítulo 2) a diversificação dos sistemas produtivos (Capítulo 4), incluindo a biodiversidade vegetal, medidas de protecção biológica, práticas culturais amigas do ambiente, utilização de armadilhas e diferentes extractos de origem natural, que contribuem para manter as populações dos inimigos das culturas abaixo de níveis economicamente toleráveis pelo agricultor. A aplicação de medidas curativas com recurso a insecticidas ou à largada de auxiliares, constitui uma prática a curto prazo e vocacionada para o controlo imediato do organismo nocivo.

Entre as práticas profiláticas mediante as quais se previnem ou combatem as pragas, doenças e infestantes, destacam-se as seguintes:

- **Seleção de variedades e espécies adequadas.** As variedades regionais normalmente evidenciam maior tolerância a pragas e doenças numa determinada região (Capítulo 2).
- **Planear um programa adequado de rotação das culturas.** Estas práticas são fundamentais no MPB, que, para além de ajudar a manter e a aumentar a fertilidade do solo ao longo do tempo, contribui também para prevenir o aparecimento de pragas e doenças. Muitas espécies de nemátodos e de fungos encontram-se associadas a determinadas famílias de plantas, cuja acção é favorecida com a repetição das mesmas culturas no mesmo local (Capítulo 4).

- **Utilizar meios mecânicos de cultivo.** As lavouras do solo podem ser eficazes contra determinadas pragas que vivem no solo. No entanto, as infestantes só podem ser combatidas mediante processos mecânicos ou térmicos (Capítulo 4).
- **Protecção dos inimigos naturais mediante medidas favorecedoras do seu desenvolvimento.** Os inimigos naturais ou fauna auxiliar, podem ser preservados e aumentados mediante a adopção de práticas culturais que favoreçam o seu desenvolvimento, seja através de consociações de culturas, seja através da criação de infra-estruturas ecológicas que funcionam como reservatório e refúgio para estes organismos. Outra forma de favorecer a sua acção, a única possível em meios demasiado artificiais como no caso da horticultura protegida, consiste na introdução de auxiliares criados exclusivamente para esse fim.

Na União Europeia, a protecção contra os inimigos das culturas em agricultura biológica está regulamentada pelo Reg. CEE/2092/91 (Anexo I A, parágrafo 3). O referido regulamento especifica: “a luta contra pragas, doenças e infestantes, é feita através de:

- Recurso a espécies a espécies e/ou variedades apropriadas;
- Rotação das culturas;
- Adopção de procedimentos mecânicos;
- Preservação dos inimigos naturais através da instalação de infra-estruturas ecológicas (como sebes vivas), colocação de ninhos artificiais para aves insectívoras, introdução de artrópodes auxiliares, etc.
- Destruição das infestantes através de processos físicos ou da monda térmica.

O Reg. CEE/2092/91 abrange para além de outros aspectos, a utilização de medidas biológicas e biotécnicas, preparados contra doenças fúngicas e contra pragas, protecção das feridas de poda em espécies fruteiras, em vinha e em plantas ornamentais e a utilização de adjuvantes para a melhoria da eficácia dos produtos utilizados. A utilização de certos produtos no tratamento contra pragas e doenças, está autorizada em caso de perigo imediato para a cultura. Estes produtos de uso fitossanitário são objecto de uma lista positiva publicada no anexo II B do supracitado regulamento europeu (quadros 5.1 a 5.5).

A eliminação das infestantes em particular apenas pode ser feita através da rotação das culturas, de procedimentos mecânicos, térmicos, *mulching*, cobertura do solo com filmes plásticos fotodegradáveis e solarização (Capítulo 4).

A aplicação de pesticidas homologados em agricultura biológica está sujeita a determinadas “condições gerais” aplicáveis a todos os produtos compostos pelas substâncias activas que se seguem ou produtos que as contenham:

- a utilizar em conformidade com as disposições do anexo I do Reg. CEE/2092/91.
- a utilizar apenas em conformidade com as disposições específicas da legislação sobre produtos fitofarmacêuticos aplicável no Estado-membro em que o produto é utilizado (quando pertinente).

Quadro 5.1 - Microrganismos utilizados na protecção contra pragas.

Designação	Descrição, requisitos de composição e condições de utilização
Microrganismos: - bactérias - vírus - fungos por exemplo, <i>Bacillus thuringiensis</i> , vírus da granulose, etc.	Apenas produtos que não tenham sido geneticamente modificados, na acepção da Directiva 90/220/CEE do Conselho ⁽¹⁾ .

(1) - Jornal Oficial nº L117 de 08-05-1990, p. 15
 Fonte: Reg. CEE/2092/91

Quadro 5.2 - Substâncias de origem vegetal ou animal.

Designação	Descrição, requisitos de composição e condições de utilização
Azadiractina (extraída da planta do Neem – <i>Azadirachta indica</i>)	Insecticida. Necessidade reconhecida pelo organismo oficial de controlo ou pela entidade certificadora.
(*) Cera de abelha	Protecção de feridas resultantes de podas e enxertias.
Gelatina	Insecticida.
(*) proteínas hidrolisadas	Atractivo. Apenas em aplicações autorizadas em combinação com outros produtos adequados da presente parte B do Anexo II.
Lecitina	Fungicida.
Extracto (solução aquosa) de <i>Nicotiana tabacum</i>	Insecticida. Apenas contra afídeos em árvores de fruto subtropicais (ex: citrinos) e culturas tropicais (ex: bananeiras); a utilizar apenas no início do ciclo vegetativo. Necessidade reconhecida pela autoridade oficial de controlo ou pela entidade certificadora.
Óleos vegetais (óleo de hortelã-pimenta, óleo pinho, óleo de alcaravia)	Insecticida, acaricida, fungicida e inibidor do abrolhamento.
Piretrinas extraídas de <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	Insecticida. Necessidade reconhecida pelo organismo oficial de controlo ou pela entidade certificadora.
Quássia extraída de <i>Quassia amara</i>	Insecticida, repulsivo.
Rotenona extraída de <i>Derris</i> spp., <i>Lonchocarpus</i> spp e <i>Terphrosia</i> spp.	Insecticida. Necessidade reconhecida pelo organismo oficial de controlo ou pela entidade certificadora.

Fonte: Reg. CEE/2092/91.

(*) - Em certos Estados-membros, os produtos marcados com (*) não são considerados produtos fitofarmacêuticos e não estão submetidos às disposições da legislação relativa aos produtos fitofarmacêuticos.

Quadro 5.3 - Substâncias que só podem ser utilizadas em armadilhas e/ou distribuidores.

Designação	Descrição, requisitos de composição e condições de utilização
(*) fosfato diamónico	Atractivo. Apenas em armadilhas.
Metaldeído	Moluscicida. Apenas em armadilhas que contenham um repulsivo para espécies animais superiores.
Feromonas	Atractivo. Desregulador do comportamento sexual. Apenas em armadilhas e distribuidores.
Piretróides (apenas a deltametrina e a lambda-cialotrina)	Insecticida. Apenas em armadilhas com atractivos específicos. Apenas contra a mosca da azeitona <i>Bractocera oleae</i> e a mosca da frutua <i>Ceratitis capitata</i> . Necessidade reconhecida pelo organismo oficial de controlo ou pela entidade certificadora.

(*) - Em certos Estados-membros, os produtos marcados com (*) não são considerados produtos fitofarmacêuticos e não estão submetidos às disposições da legislação relativa aos produtos fitofarmacêuticos.

Fonte: Reg. CEE/2092/91.

Condições gerais: As armadilhas e/ou distribuidores devem impedir a penetração das substâncias no ambiente e o contacto das substâncias com as plantas cultivadas. As armadilhas devem ser recolhidas depois de serem utilizadas e devem ser eliminadas em condições de segurança.

Quadro 5.4 - Preparações para dispersão à superfície entre as plantas cultivadas.

Designação	Descrição, requisitos de composição e condições de utilização
Ortofosfato de ferro (III)	Moluscicida.

Fonte: Reg. CEE/2092/91.

Quadro 5.5 - Outras substâncias tradicionalmente utilizadas no modo de produção biológico.

Designação	Descrição, requisitos de composição e condições de utilização
Cobre nas formas de: hidróxido de cobre, oxicloreto de cobre, sulfato de cobre tribásico e óxido cuproso	Fungicida. Até 31 de Dezembro de 2005: limite máximo de 8 kg de cobre/ha/ano; A partir de 1 de Janeiro de 2007, a quantidade máxima a utilizar anualmente por hectare será calculada subtraindo as quantidades efectivamente utilizadas nos quatro anos anteriores da quantidade total máxima de 36, 34, 32 e 30 kg de cobre por hectare, para os anos 2007, 2008, 2009 e 2010 e anos seguintes respectivamente.
(*) Etileno	Maturação de bananas, kiwis e dióspiros. Indução floral no ananás. Necessidade reconhecida pelo organismo oficial de controlo ou pela entidade certificadora.
Sais potássicos de ácidos gordos (sabão mole)	Insecticida.
(*) Alúmen de potássio (calinite)	Impedimento do amadurecimento das bananas.
Calda sulfo-cálcica (polissulfureto de cálcio)	Fungicida, insecticida, acaricida. Necessidade reconhecida pelo organismo oficial de controlo ou pela entidade certificadora.
Óleo de parafina	Insecticida, acaricida.
Óleos minerais	Insecticida, fungicida. Apenas em árvores de fruto, vinha, oliveiras e culturas tropicais (como por exemplo bananas) Necessidade reconhecida pelo organismo oficial de controlo ou pela entidade certificadora.
Permanganato de potássio	Fungicida, bactericida. Apenas em árvores de fruto, oliveiras e vinha.
(*) areia quartzítica	Repulsivo.
Enxofre	Fungicida, acaricida, repulsivo.
Hidróxido de cálcio	Fungicida. Apenas em árvores de fruto, incluindo viveiros, para protecção contra o cancro da pomóideas <i>Nectria galligena</i> .

(*) - Em certos Estados-membros, os produtos marcados com (*) não são considerados produtos fitofarmacêuticos e não estão submetidos às disposições da legislação relativa aos produtos fitofarmacêuticos.

Fonte: Reg. CEE/2092/91.

5.2 Pragas

5.2.1 Ácaros

Os ácaros do género *Tetranychus* constituem um grupo de espécies de grande importância económica em diversas culturas hortícolas. Entre este grupo, o aranhaço-amarelo *Tetranychus urticae* Koch (e em menor escala o aranhaço-vermelho *Panonychus ulmi* (Koch)) é considerado um dos ácaros de maior importância em todo o mundo dado que ataca várias culturas, nas quais desenvolve um elevado número de gerações, devido à elevada fertilidade e elevado potencial reprodutivo que possui. Dotado de uma armadura bucal picadora sugadora, o aranhaço-amarelo alimenta-se perfurando o mesófilo das folhas, das quais extrai os sucos celulares, causando a redução da superfície fotossinteticamente activa, levando ao enfraquecimento da planta. Como consequência dos ataques deste fitófago, as folhas adquirem um tom bronzeado característico (figura 5.1).

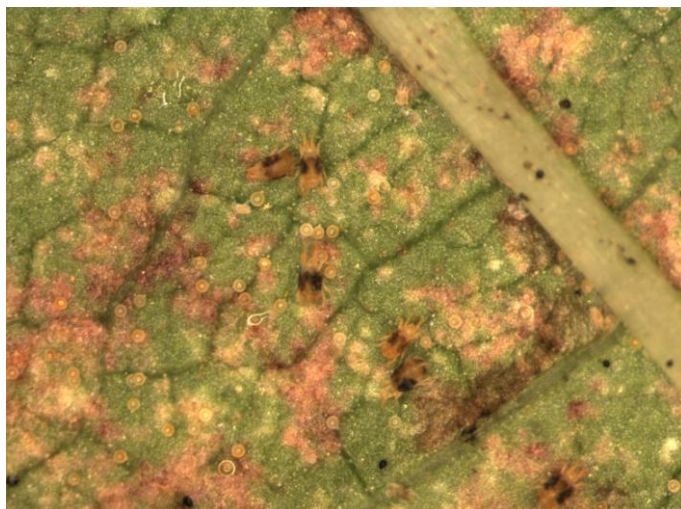


Figura 5.1 - Adultos e ovos de aranhaço-amarelo em feijoeiro. Fonte: Raul Rodrigues.

O aranhaço-amarelo hiberna sob a forma de fêmea adulta fecundada, em plantas herbáceas espontâneas nas quais desenvolve as primeiras gerações, pelo que de seguida pode migrar para espécies cultivadas, sejam elas herbáceas, arbustivas ou arbóreas. A sua presença nas espécies hortícolas herbáceas, pode ocorrer desde o início da Primavera até ao Outono.

Elevadas temperaturas e humidades relativas, associadas à monocultura intensiva, são factores favoráveis ao desenvolvimento desta praga.

A protecção das culturas contra o aranhaço-amarelo no MPB, consiste na utilização de predadores naturais (sejam eles endémicos ou introduzidos) dos quais se destacam os ácaros predadores da família Phytoseiidae *Phytoseiulus persimilis* e *Neoseiulus californicus* (quadro 5.6), não descurando o importante papel desempenhado por coccinelídeos, crisopídeos e antocorídeos, importantes predadores generalistas com eficácia comprovada na limitação natural de diversos insectos em diversas culturas.

Principais culturas atacadas: abóbora, cenoura, feijão verde, melão, morango, pepino, pimento e tomate.

Produtos de origem natural, podem desempenhar um papel complementar ao dos ácaros fitoseídeos na protecção contra este importante fitófago designadamente o organismo entomopatogénico *Beauveria bassiana* (Balls) Vuill. (Tamai et al., 1999) além de extractos vegetais (Potenza et al., 2006) (quadro 5.7).

Quadro 5.2 - Principais características bioecológicas das duas espécies de fitoseídeos mais usadas em protecção biológica das culturas.

Características	<i>P. persimilis</i>	<i>N. californicus</i>
Largadas a baixas densidades da praga		x
Largadas a elevadas densidades da praga	x	x
Recurso a pólen como alimento alternativo		x
Efectivo em várias situações de humidade relativa		x
Requer humidade relativa > 50%	x	x
Requer humidade relativa < 50%		
Efectivo a alta temperatura e baixa humidade relativa		x
Efectividade elevada em estufa	x	x
Efectividade elevada ao ar livre		x

Fonte: adaptado de McMurtry & Croft (1997); Nervo et al., (2004a,b); Rodrigues (Ed.) (2005).

Quadro 5.7 - Protecção das culturas contra o aranhaço-amarelo no modo de produção biológico.

Meios de Protecção		Nota
Ácaros fitoseídeos	<i>Phytoseiulus persimilis</i> <i>Neoseiulus californicus</i>	<i>P. persimilis</i> possui hábitos alimentares específicos, sendo efectiva a elevadas densidades do fitófago, pelo que na sua ausência, tende a abandonar o hospedeiro. Introdução de fitoseídeos após os primeiros sinais de ocorrência do fitófago. Na cultura do tomateiro, a eficácia da luta biológica pode ser dificultada devido à elevada vilosidade das folhas desta planta.
Outros artrópodes	<i>Chrysoperla carnea</i> , <i>Orius laevigatus</i> <i>O. majusculus</i> <i>Coccinella septempunctata</i> <i>Feltiella acarisuga</i>	Espécies com elevadas mobilidade e polifagia, cuja ocorrência nas imediações das culturas deve ser potenciada.
Insecticidas	<i>Beauveria bassiana</i> Óleos vegetais	Utilizar apenas em situações de fortes infestações.
Práticas culturais	Evitar o excesso de vigor das plantas	

Fonte: adaptado de McMurtry & Croft (1997), Nervo et al. (2004), Rodrigues (2005).

5.2.2 Moscas brancas

Das cerca de 1200 espécies identificadas até à presente data, as moscas brancas das estufas *Trialeurodes vaporariorum* (West.) e *Bemisia tabaci* (Genn.) e a mosca branca da couve *Aleyrodes proltella* são consideradas de interesse económico nos países do mediterrâneo sul, tanto em horticultura protegida como ao ar livre.

Nas últimas duas décadas, *T. vaporariorum* e *B. tabaci* converteram-se num dos grupos de pragas de maior importância económica, tanto pelo amplo leque de culturas que atacam como pela magnitude de prejuízos causados (Cabello et al., 1996). Trabalhos realizados em Portugal continental, referem a ocorrência de *T. vaporariorum* na zona norte e de *B. tabaci* no centro e sul do País.

Os prejuízos causados pelas moscas brancas são de dois tipos: directo e indirecto. Os prejuízos directos resultam das picadas de alimentação das ninfas e adultos, uma vez que se alimentam sugando a seiva do hospedeiro, reduzindo por conseguinte o vigor da planta, a qualidade do produto e a quantidade do mesmo. Os prejuízos indirectos resultam da excreção de uma substância açucarada que cobre as

folhas e serve de substrato para o desenvolvimento de fungos saprófitas, como fumagina, reduzindo desta forma a área fotossinteticamente activa da planta, com consequências ao nível da qualidade e quantidade da produção (Cardona et al., 2005) (figura 5.2).



Figura 5.2 - Ataque de mosca branca (*Trialeurodes vaporariorum*) em morangueiro. Fonte: Markuku Savela.

A longevidade *T. vaporariorum* pode variar entre 8 dias a 27°C e 43 dias a 18°C (Castresana et al., 1982) enquanto para *B. tabaci* estes valores podem variar entre 15 dias a 28°C e 30 dias a 16°C (Enkegaard, 1990).

No MPB a protecção contra estas moscas brancas baseia-se na utilização de predadores e parasitóides naturais, de organismos entomopatogénicos e de insecticidas de origem natural (Quadro 5.8), não descurando a importância de que se reveste a criação de infraestruturas ecológicas para a valorização das espécies endémicas, cuja acção não deve ser negligenciada.

Principais culturas atacadas: feijoeiro, pepino, meloa, melão, tomate, pimento, abóbora, beringela e batateira.

Quadro 5.8 - Protecção das culturas contra os moscas brancas no modo de produção biológico.

Meios de Protecção		Nota
Predadores (ácaros fitoseídeos)	<i>Amblyseius swirskii</i> <i>Neoseiulus cucumeris</i>	Estas espécies possuem hábitos alimentares generalistas, são efectivas a baixas densidades do fitófago e, na sua ausência, tendem a permanecer no hospedeiro, alimentando-se de pólen, meladas e exsudados da planta.
Predadores (insectos)	<i>Macrolophus caliginosus</i> <i>Dicyphus hesperus</i> <i>Orius insidiosus</i> <i>Chrysoperla carnea</i>	<i>M. caliginosus</i> consome imaturos e adultos de moscas branca. A sua introdução deve ocorrer cedo, uma vez que este auxiliar estabelece-se muito lentamente na cultura. Alimenta-se de imaturos e adultos de mosca branca.
Parasitóides	<i>Eretmocerus eremicus</i> <i>E. mundus</i> <i>Encarsia formosa</i> <i>E. nigricephalla</i>	Atacam ninfas do 2º e 3º instar. As ninfas de mosca branca parasitadas por <i>Eretmocerus</i> adquirem um tom amarelado e um aspecto inchado aquando da emergência. <i>E. mundus</i> mostra preferência por <i>B. tabaci</i> . <i>E. nigricephalla</i> ataca ninfas do 2º instar. Próximo da emergência, a ninfa de mosca branca parasitada, torna-se amarelada com um ponto negro no extremo da pupa.
Insecticidas	<i>Beauveria bassiana</i> , Azadiractina, piretrinas, sais de potássio.	Alternar de substância de forma a evitar resistências. Devido à elevada fotodegradabilidade das piretrinas, os tratamentos com base nesta substância activa devem ser realizados no final do dia.
Monitorização da praga	Armadilhas cromatópicas	De cor amarela à razão de 1:50-200 m ² . Verificar semanalmente a captura de adultos. Substituição das armadilhas em intervalos de três semanas.
Práticas culturais	Gestão equilibrada do azoto	

Fonte: adaptado de Cabello et al. (1996), Gillespie & McGregor (2000), Cardona (2005), Urbaneja et al. (2007).

5.2.3 Afídeos

Os afídeos são pequenos insectos, com 1 a 4 mm, pertencentes à superfamília *Aphidoidea*. Conhecem-se cerca de 4000 espécies de afídeos das quais 250 são consideradas de importância económica na agricultura. São insectos picadores sugadores que causam prejuízos directos e indirectos nas plantas atacadas. Os afídeos estão dotados de uma armadura bucal picadora-sugadora, através da qual sugam a seiva das plantas debilitando-as e, conseqüentemente, interferem no seu rendimento (figura 5.3). Como consequência de fortes ataques dos afídeos, formam-se meladas à superfície das folhas, que constituem uma importante fonte de desenvolvimento de fungos como a

fumagina, reduzindo consideravelmente a área fotossinteticamente activa. O facto de possuírem uma armadura bucal picadora sugadora torna-os vectores de viroses, na maioria das vezes prejudiciais às plantas (Ilharco, 1992).



Figura 5.3 - Afídeos alimentando-se da seiva na nervura principal da folha. Fonte: Raul Rodrigues.

As fêmeas vivíparas, que eclodem na Primavera dos ovos de Inverno, dão origem, assexuadamente, a milhares de fêmeas vivíparas. Podem originar até 16 gerações de fêmeas, antes de uma última geração que contém machos alados, que fecundam uma geração de fêmeas ovíparas para as posturas de Inverno. Somente o frio interrompe a multiplicação clonal contínua de fêmeas vivíparas. Os ovos são postos em locais abrigados, muitas vezes na parte inferior de folhas enroladas para os proteger durante o Inverno.

Entre as diversas espécies de afídeos consideradas de importância económica em horticultura, *Myzus persicae*, *Aphis gossypi*, *Macrosiphum euphorbiae* e *Aphis fabae* são consideradas por diversos autores como as que apresentam maior número de hospedeiros. Algumas espécies, para além de terem como hospedeiros diversas espécies hortícolas, são também importantes pragas em fruticultura, como o piolho-verde-do-pessegueiro *M. persicae*. No entanto, muitas outras espécies apresentam diferentes graus de especificidade como os seus hospedeiros.

Na natureza existem inúmeros predadores e parasitóides naturais de afídeos que, dada a sua elevada mobilidade, desempenham um papel crucial na limitação natural destes inimigos das culturas. Entre os principais auxiliares, referem-se algumas espécies

de predadores pertencentes às famílias Anthocoridae, Cecidomyiidae, Coccinellidae, Chrysopidae e syrphidae e de parasitóides das famílias Aphidiidae e Aphelinidae (quadro 5.9). Talebi et al. (2006) referem os parasitóides *Aphidius colemani* A. *Matricariae* como bons candidatos na limitação natural do afídeo *A. Gossipi*. Por sua vez, Valério et al. (1999) em trabalhos realizados em Portugal, consideraram *Lysiphlebus fabarum*, *L. testaceipes* e *Trioxys angelicae*, como os parasitóides primários de respectivamente *A. gossypii*, *M. persicae* e de *M. euphorbiae*.

Principais culturas atacadas: alface, abóbora, brássicas, batata, feijão verde, melão, pepino, morango, Fava, pimento e tomate.

Quadro 5.9 - Protecção das culturas contra os afídeos no modo de produção biológico.

Meios de Protecção	Nota	
Predadores (insectos)	<i>Orius</i> sp., <i>Aphidoletes aphidimyza</i> , <i>Coccinella septempunctata</i> , <i>Scymus</i> sp., <i>Chrysoperla carnea</i>	A presença de vegetação espontânea na proximidade das culturas aumenta consideravelmente as populações de predadores e parasitóides.
Parasitóides	<i>Aphidius colemani</i> , <i>Aphidius ervi</i> , <i>Aphidius matricariae</i> , <i>Lysiphlebus fabarum</i> , <i>Lysiphlebus testaceipes</i> e <i>Trioxys angelicae</i>	Largadas de <i>Aphidius colemani</i> , <i>Chrysoperla carnea</i> em pepino e de <i>Aphidoletes aphidimyza</i> tomate, permitem excelentes resultados na protecção biológica contra afídeos
Insecticidas	Azadiractina Piretrinas	Na presença de fortes infestações e ausência de auxiliares de origem selvagem ou introduzidos, tratar com produtos à base de azadiractina, ou piretrinas naturais. Os melhores resultados são obtidos quando se alternam as referidas substâncias activas.
Monitorização da praga		Vigiar periodicamente as culturas e prestar atenção à presença de sinais de parasitismo e de predação por espécies selvagens.
Práticas culturais	Evitar vigor excessivo das plantas	

Fonte: adaptado de Valério et al. (1999; 2005), Nervo et al. (2004a,b), Talebi et al. (2006).

5.2.4 Tripes

Os tripes são pequenos insectos pertencentes à família Thripidae (figura 5.4). Estão dotados de armadura bucal picadora-sugadora, com a qual perfuram o hospedeiro para dele retirarem o alimento.

Os tripes adquiriram notável importância económica nas últimas duas décadas, sendo mesmo considerados pragas-chave em diversas culturas hortícolas. Os prejuízos causados nas culturas resultam das picadas de alimentação e de postura (com consequências ao nível da qualidade e quantidade da produção) e do facto de algumas espécies serem vectoras de virus particularmente do “vírus do bornzeado do tomate” (TSWV). Em Portugal, as espécies mais importantes são *Frankliniella occidentalis* e *Thrips tabaci*, que para além de atacarem diversas espécies ornamentais, assumem particular importância em culturas hortícolas designadamente alface, tomate e pimento (Aires & Pereira, 1997).



Figura 5.4 - Tripe sobre pétala de flor de morangueiro. Fonte: Raul Rodrigues.

Na natureza existem diversas espécies de predadores naturais tais como algumas espécies de antocorídeos, fitoseídeos e laelapídeos (quadro 5.10), que se encontram disponíveis no mercado da especialidade.

Principais culturas atacadas: abóbora, alface, feijão, pepino, meloa, Melão, tomate, pimento, batateira e morangueiro.

Quadro 5.10 - Protecção das culturas contra os tripses no modo de produção biológico.

Meios de Protecção		Nota
Predadores naturais (ácaros fitoseídeos)	<i>Amblyseius swirskii</i> <i>Neoseiulus cucumeris</i>	Estas espécies possuem hábitos alimentares generalistas, são efectivas a baixas densidades do fitófago e, na sua ausência, tendem a permanecer no hospedeiro, alimentando-se de pólen, meladas e exsudados da planta. Introdução de fitoseídeos após os primeiros sinais de ocorrência do fitófago.
Predadores naturais (Ácaros Laelapídeos)	<i>Hypoaspis aculeifer</i> <i>Hypoaspis milles</i>	Ácaros predadores que vivem no solo e alimentam-se de formas imaturas de insectos designadamente de tripses. Contribuem de forma complementar para o sucesso da protecção biológica quando usados complementarmente com outros predadores naturais.
Predadores naturais (insectos)	<i>Anthocoris nemoralis</i> <i>Orius sp.</i>	<i>M. caliginosus</i> consome imaturos e adultos de moscas branca. A sua introdução deve ocorrer cedo, uma vez que este auxiliar estabelece-se muito lentamente na cultura.
Insecticidas	azadiractina	
Captura em massa	Armadilhas cromatópicas	Armadilhas amarelas ou azuis, na razão de 1:50-100 m ² .
Práticas culturais	Rotação das culturas	Promover rotações com culturas que não sejam hospedeiras da praga.

Fonte: adaptado de Louro (1995), Aires & Pereira (1997).

5.2.5 Escaravelho da batateira

O escaravelho-da-batateira *Leptinotarsa decemlineata*, constitui a principal praga associada a esta cultura, cuja acção pode levar à destruição total da folhagem. Tanto os adultos como as larvas alimentam-se da folhagem da batateira (figura 5.5). No entanto, são os estádios larvares que apresentam maior voracidade, chegando a causar destruições totais ou parciais das plantas atacada, com consequências directas ao nível da produção. O período crítico de desfoliação, corresponde à fase imediatamente antes e após a floração da cultura, onde os prejuízos poderão ser significativos (Strand et al., 1992). Na sua fase adulta têm o corpo ovalado, com 10-11 mm de comprimento, com dez riscas longitudinais nos élitros. Não é nesta fase do seu desenvolvimento que o escaravelho faz os maiores estragos na batateira, mas sim na fase larvar. As posturas são feitas na página inferior das folhas em grupos de 10 a 30 ovos. Estes possuem coloração amarelo-alaranjado, ovóides e com 1,5 mm de comprimento. As larvas ao eclodirem possuem 1,5 a 2 mm, e no fim do último instar, alcançam cerca de 11mm. Podem ocorrer 2 a três gerações, com um ciclo de 4 a 5 semanas. As larvas que devoram as

folhas, completam o seu desenvolvimento em 15 dias após sofrerem 3 mudas. A seguir penetram no solo a profundidades compreendidas entre 2-20 cm, para formarem pupas e aí passam o Inverno, eclodindo na Primavera, quando as temperaturas médias do solo atingirem 14°C (Fero & Boiteau, 1993).



Figura 5.5 - Adulto de escaravelho-da-batateira, alimentando-se das folhas da planta (Fonte: Markuku Savela).

O recurso a agentes de protecção biológica para o controlo do escaravelho-da-batateira, apresenta vantagens e desvantagens. Os produtos à base de microrganismos ou de extractos vegetais, apresentam como principais vantagens: a especificidade na sua actuação, o respeito pelo ambiente e a menor tendência para o desenvolvimento de resistências a estes produtos. Por sua vez, as principais barreiras que se encontram à utilização de produtos formulados à base de microrganismos e de extractos vegetais são: uma eficácia geralmente menor que a dos produtos sintéticos, acção retardada sobre o organismo visado, dificuldade de produção a nível comercial e necessidade de resolver problemas técnicos como a sensibilidade a factores ambientais que apresentam a maioria destes produtos (Fernandez & Juncosa, 2002).

No MPB o combate ao escaravelho da batateira torna-se bastante complexo, uma vez que não existem inimigos naturais (predadores, parasitóides e organismos entomopatogénicos) em quantidade suficiente para levarem a cabo a limitação natural deste fitófago (Stivers, 1999; Kueper, 2003). Por outro lado, a escassez de produtos de origem natural homologados para tal fim, dificulta ainda mais a protecção contra esta importante praga (Quadro 5.11).

Principais culturas atacadas: Batateira, beringela, tomate e pimento.

Quadro 5.11 - Protecção das culturas contra escaravelho-da-batateira no modo de produção biológico.

Meios de Protecção		Nota
Predadores naturais (insectos)	<i>Ligus pratensis</i>	
Insecticidas	Azadiractina Rotenona Piretrinas	As aplicações devem ser orientadas para as fases larvares L1 e L2 logo na primeira geração, de forma a evitar ataques tardios e a reduzir o número de adultos hibernantes do ano seguinte.
Práticas culturais	Sementeiras temporãs	Dificultam o normal desenvolvimento do ciclo biológico da praga
	Rotações	De quatro ou mais anos

Fonte: adaptado de Stivers (1999), Basedow (2002), Fernandez & Juncosa (2002), Kueper (2003), Boiteau (2005).

5.2.6 Larvas mineiras

As espécies do género *Liriomyza* são pequenas moscas cujas larvas minam as folhas das plantas, por isso são chamadas “larvas mineiras das folhas”. As larvas alimentam-se do mesofilo foliar provocando diminuições na colheita (figura 5.6).



Figura 5.6 - Ataque de larvas mineiras em tomateiro. Fonte: AVRDC-Tomato insect pests.

Os adultos também causam estragos nas plantas devido às suas perfurações para alimentação e/ou postura feitas pelas fêmeas sobre a superfície vegetal (Gonçalves & Anunciada, 1999). Em Portugal, as espécies com maior impacto nas culturas hortícolas são a *Liriomyza trifolii* e a *L. huidobrensis* (Leite, 1992; Gonçalves & Anunciada, 1999).

Na protecção contra as larvas mineiras, deve prestar-se especial atenção à eliminação de infestantes hospedeiras destas pragas e, ao mesmo tempo potenciar hospedeiros dos respectivos auxiliares. A limitação natural a partir de populações

selvagens de auxiliares ocorre com frequência. No entanto, quando os níveis populacionais da praga são elevados, o recurso à largada dos parasitóides *Dacnusa sibirica* e *Diglyphus isaea* constitui a alternativa mais viável (quadro 5.12).

As mineiras desenvolvem-se em vários hospedeiros, evidenciando desta forma uma elevada polifagia.

Principais culturas atacadas: alface, cenoura, feijão, pepino, melão, tomate e pimento.

Quadro 5.12 - Protecção das culturas contra moscas-mineiras no modo de produção biológico.

Meios de Protecção		Nota
Parasitóides (parasitóides)	<i>Dacnusa sibirica</i> <i>Diglyphus isaea</i>	Avaliar frequentemente o parasitismo provocado por populações selvagens de parasitóides. A protecção biológica contra as moscas mineiras através de largadas de parasitóides deve contemplar uma mistura de <i>D. sibirica</i> e <i>D. isaea</i> . Esta última espécie é bastante efectiva a elevadas densidades de mineiras, bem como durante o período de Verão
Insecticidas	Azadiractina, piretrinas, sais de potássio.	
Captura em massa	Armadilhas cromatópicas	De cor amarela
Práticas culturais	Rotação das culturas	Promover rotações com culturas não hospedeiras da praga

Fonte: adaptado de Gonçalves & Anunciada,(1999), Nervo *et al.* (2004), Gonçalves (2006).

5.2.7 Nóctuas

Os noctuídeos (Lepidoptera: Noctuidae) constituem pragas de importância económica em diversas culturas, entre as quais se destacam *Helicoverpa armigera*, *Chrysodeixis chalcites* e *Autographa gamma* em culturas como o tomate e o pepino. Esta importância é devida essencialmente a três características: elevada polifagia, tendência gregária e existem algumas espécies que têm um comportamento migratório. Nas regiões mediterrânicas, *H. armigera* pode apresentar duas a quatro gerações anuais, podendo hibernar no estado de pupa. O período de maior intensidade de ataque desta praga corresponde aos meses compreendidos entre Abril e Agosto (Cabello & Vargas, 1990).

Os adultos de *H. armigera* possuem hábitos noturnos, embora se alimentem de néctar das flores durante o dia. Os ovos são postos isoladamente durante o dia nas folhas, das quais se alimentam durante as primeiras fases de desenvolvimento, passando posteriormente para os frutos (figura 5.7).



Figura 5.6 - Ataque de *Helicoverpa armigera* em tomate. Fonte: AVRDC-Tomato insect pests.

As condições mínimas para o desenvolvimento de *H. armigera* são de 9,4°C para o estado de ovo, 12,3°C para a larva e 14,2°C para a fase de pupa (Cabello et al., 1996), requerendo-se como integral térmico para cada um dos referidos estados respectivamente 31,5, 200,8 e 127,6 dias grau (na base de 10°C) para o desenvolvimento desta espécie (Li et al., 1987; Bues et al., 1989).

Existem diversos inimigos naturais de *H. armigera*, dos quais se destacam dois parasitóides de ovos: *Trichogramma rhenana*, e *Telenomus* spp. e dois parasitóides de larvas: *Hyposoter didymator* e *Apanteles* Kazak (Meierrose e tal., 1985) e o predador de ovos e pequenas lagartas a *Chrysoperla carnea* (Miranda, 2001) (quadro 5.13).

Outros noctuídeos de interesse económico em horticultura são a *Autographa gamma* e *Chrysodeixis calcites*. As fêmeas adultas de ambas as espécies apresentam uma biologia similar. As fêmeas põem os ovos normalmente sobre as folhas. Para a primeira espécie e devido à sua elevada capacidade migratória, torna-se difícil estabelecer o seu ciclo evolutivo. Apesar de tudo, a presença de *A. gamma* é mais intensa durante os meses de Primavera e Verão.

A par dos diversos auxiliares parasitóides e predadores naturais, os produtos à base de piretrinas, azadiractina e *Bacillus thuringiensis*, parecem ser suficientes para controlar as populações de noctuídeos (quadro 5.13).

Para *C. chalcites* e à temperatura ambiente de 20°C, a duração do desenvolvimento embrionário é de 5 a 20 dias, da larva é de 44 a 54 dias e da pupa é de 15 a 25 dias. A fecundidade das fêmeas é de cerca de 500 ovos (Cayrol, 1972).

Quadro 5.13 - Protecção das culturas contra noctúdeos no modo de produção biológico.

Meios de Protecção		Nota
Insectos	<i>Hyposoter didymator</i>	Parasitóides de larvas.
Parasitóides	<i>Trichogramma sp.</i>	Parasitóide de ovos.
Insectos predadores	<i>Chrysoperla carnea</i>	Predador de ovos e pequenas lagartas.
Microrganismos	<i>B. thuringiensis</i>	Os insecticidas devem ser aplicados no início da infestação de forma a evitar uma segunda geração.
Insecticidas	Azadiractina Piretrinas	Procurar alternar de substâncias activas. Devido à elevada fotodegradabilidade, a aplicação de piretrinas deve ser feita em condições de fraca intensidade luminosa.
Utilização de feromonas		Para determinação as curvas de voo e dos inícios de infestação.
Práticas culturais	Rotação de culturas	

Fonte: adaptado de Cabello et al. (1996).

Os noctúdeos são espécies com elevada polifagia, daí o amplo leque de hospedeiros conhecidos. Para além das culturas hortícolas (quadro 5.14), estas espécies atacam também diversas culturas pratenseses, como a luzerna (*Medicago sativa*) e gramíneas como o sorgo, trigo e outros cereais praganosos.

Quadro 5.14 - Principais hospedeiros dos noctúdeos: *Helicoverpa armigera*, *Autographa gamma* e *Chrysodeixis calcites*.

Hospedeiro	<i>H. armigera</i>	<i>A. gamma</i>	<i>C. chalcites</i>
Cebola	x	x	
Couves		x	x
Fava		x	
Feijão verde	x	x	
Cenoura	x		
Ervilha	x		
Alface		x	x
Beringela	x		
Batata		x	x
Pimento	x		
Tomate		x	x
Rabanete	x		
Abóbora	x		
Nabo	x		x

Fonte: adaptado de Cabello et al. (1996), Miranda (2001), Bovay (1978), Blancard et al. (1991).

5.2.8 Lagartas da couve

As lagartas das couves *Pieris brassicae* y *Pieris rapae* são insectos oportunistas associados às brássicas em geral e às couves em particular. Ambas as espécies são bastante frequentes, no entanto, a primeira é a mais abundante e a que pode causar prejuízos mais elevados (Yela-Garcia, 1998) (figura 5.8).



Figura 5.7 - Lagartas de *Pieris brassicae* em couve. Fonte: Markuku Savela.

Ambas as espécies invernam sob a forma de crisálida de onde emergem os adultos no início da primavera, iniciando de imediato a postura. Os ovos de *P. brassicae* são postos individualmente pelo que as lagartas aparecem de forma isolada. O mesmo não se verifica relativamente a *P. rapae*, cujas posturas são agrupadas (até 50 ovos) o que faz com que as lagartas apresentem uma distribuição mais agregada, chegando a devorar folhas inteiras. As posturas são fáceis de detectar na página inferior das folhas. Os principais estragos causados por *P. brassicae* verificam-se nas folhas mais externas, enquanto *P. rapae* tende a ocupar as folhas mais centrais. Em situações de fortes ataques as folhas podem ficar reduzidas às nervuras principais. Ambas as espécies apresentam duas gerações anuais sendo a primeira no início da Primavera e a segunda em pleno Verão (Yela-Garcia, 1998). Na protecção contra os pierídeos, podem ser utilizados vários parasitóides dos quais se destacam *Hyposoter didymator*, *Telenomus laeviceps*, *Aplanetes glomeratus* e *Pteromalus puparum* (Yela-Garcia, 1998; Miranda, 2001) (quadro 5.15).

Principais culturas atacadas: crucíferas em geral e couves em particular.

Quadro 5.15 - Protecção das culturas contra lagartas-das-couves no modo de produção biológico.

Meios de Protecção		Nota
Insectos parasitóides	<i>Hyposoter didymator</i> , <i>Telenomus laeviceps</i> , <i>Aplanetes glomeratus</i> <i>Pteromalus puparum</i>	Parasitóides de larvas.
Insecticidas	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>B. thuringiensis</i> formulado com uma das estirpes SA11, SA12, HDI ou GC91. Os insecticidas devem ser aplicados logo no início da eclosão dos ovos da primeira geração.
	Azadiractina Piretrinas	Procurar alternar de substâncias activas. Devido à elevada fotodegradabilidade, a aplicação de piretrinas deve ser feita em condições de fraca intensidade luminosa.
Utilização de feromonas		Para determinação as curvas de voo e dos inícios de infestação
Práticas culturais	Consociação com trevo	

Fonte: adaptado de Yela-Garcia (1998), Miranda (2001), Pinna *et al.* (2004).

5.2.9 Mosca-da-couve

A mosca-da-couve *Delia radicum* é um díptero originário do continente europeu, encontrando-se actualmente disseminada por diversos continentes. Trata-se de uma praga oportunista das crucíferas com expressão económica no noroeste português.

A mosca-da-couve passa o inverno sob a forma de pupa enterrada na camada superficial do solo (até 15 cm). No início da primavera emergem os adultos que voam perto do chão e põem os ovos em pequenas fendas do solo junto às plantas, ou mesmo na zona do colo da planta. A eclosão ocorre três a sete dias após e as larvas (apodas) de coloração branco-amarelado, podendo atingir um comprimento máximo de cerca de seis milímetros.

Logo após a eclosão, as larvas dirigem-se por instinto para os locais de alimentação, onde dão início à sua actividade destruidora das raízes (figura 5.9). Alimentam-se durante um período de três a quatro semanas antes de passarem à fase de pupa no solo.

Na sua fase adulta, o agente é uma mosca com 6 a 8 mm de comprimento, cinzenta com pontuações pretas, que põe ao longo de 12 a 15 dias, cerca de 150 ovos, no solo, perto do colo da planta hospedeira. A eclosão dá-se em 4 a 6 dias a uma temperatura de 15 a 20°C. A larva enterra-se no solo e perfura as raízes do hospedeiro das quais se alimenta. Passa à fase de pupa cerca de 3 semanas depois, e assim

permanece durante cerca de 20 dias até ao aparecimento do novo adulto. Pode ter 3 a 4 gerações por ano. Temperaturas elevadas provocam grandes mortalidades nos ovos e jovens larvas. As pupas entram em estivação com temperaturas do solo superiores a 20°C e em diapausa durante os meses de Inverno, aguardando as boas condições primaveris para o retomar do seu desenvolvimento (Jimenez, 1998).



Figura 5.8 - Larvas da mosca-da-couve *Delia radicum*. Fonte: Bennett et al.(2004).

A mosca-da-couve apresenta normalmente três a quatro gerações anuais, dependendo do clima. A primeira geração, que ocorre logo no início da primavera é considerada a mais crítica. As fases mais sensíveis para a planta, são a fase de permanência no viveiro. As jovens plântulas e as couves recém-plantadas são as fases mais susceptíveis ao ataque das larvas deste insecto. Isto ocorre principalmente durante os períodos mais frios e húmidos, que correspondem ao início da primavera, onde os ataques são mais intensos (Bennett et al., 2004).

Os ataques da segunda geração (início do Verão), normalmente não são tão severos, uma vez que as larvas do insecto preferem condições ambientais frescas, húmidas e plantas mais jovens. Porém, uma terceira geração pode causar sérios prejuízos em plantações efectuadas tardiamente. Nestas situações, as larvas, para além de se alimentarem das raízes, podem criar extensas galerias no interior da planta hospedeira. Como consequência, as plantas acabam por apresentar um aspecto doentio e com crescimentos reduzidos. Dependendo do número de larvas que invadem as raízes, estes ataques podem resultar na morte das plantas (Bennett et al., 2004).

A protecção contra a mosca-da-couve no MPB torna-se bastante delicada, uma vez que detectadas as larvas nas plantas, dificilmente se conseguirá evitar que surjam estragos. Assim, deve vigiar-se constantemente a cultura logo após a plantação, e, ao surgimento dos primeiros ovos, devem ser aplicadas medidas curativas. Para além dos pesticidas homologados, devem ser criadas condições para o desenvolvimento e instalação de insectos auxiliares, de forma a reduzir as densidades populacionais da praga (quadro 5.16).

No entanto, medidas indirectas podem também ser adoptadas, no sentido de se conjugarem as plantações após um pico de voo dos adultos e das posturas. Para se utilizar este procedimento, durante o mês de Maio, colocam-se baldes amarelos cheios com água e sabão em intervalos de sensivelmente 30 metros, para monitorizar o voo da praga. O conteúdo dos baldes deve ser substituído semanalmente.

A mosca-da-couve provavelmente é atraída por raízes frescas em decomposição. A preparação do terreno deve ter lugar três a quatro semanas antes da plantação. Se a opção for a sementeira directa, o solo deve estar bem arejado e desprovido de focos de água entre a linha de sementeira e a área adjacente, uma vez que os focos de humidade junto de plantas recentemente instaladas pode atrair a praga para aí fazer as posturas (Bennett, *et al.*, 2004).

Quadro 5.16 - Protecção das culturas contra a mosca-da-couve no modo de produção biológico.

Meios de Protecção		Nota
Insectos parasitóides		As larvas e as pupas são atacadas pelos parasitoides <i>Trybliographa rapae</i> , <i>Aleochara bilineata</i> e <i>A. bipustulata</i> (Langlet & Brunel, 1996).
Insectos predadores		Os ovos e larvas são consumidos por coleópteros adultos.
Fungos entomopatogénicos		Os adultos podem ser atacados pelos fungos <i>Entomophthora muscae</i> , <i>E. virulenta</i> e <i>Strongwellsea castrans</i> (Lahmar 1982)
Insecticidas	Azadiractina, Piretrinas Rotenona	Procurar alternar de substâncias activas. Devido à elevada fotodegradabilidade, a aplicação de piretrinas deve ser feita em condições de fraca intensidade luminosa.
	Mobilizações do solo	Reduzem a população de <i>D. radicum</i> .
Práticas culturais	Rotação das culturas	Interrompem o ciclo de vida da mosca, diminuindo-lhe a população.
	Plantação ou sementeira em bandas	Reduz a postura na cultura principal

Fonte: adaptado de Bovay (1979), Miranda (2001), Bennett *et al.* (2004), Pinna *et al.* (2004).

Apesar da complexidade do ciclo de vida da mosca-da-couve, não se pode descurar o papel que alguns fungos entomopatogénicos do solo podem desempenhar na limitação natural desta praga. Entre os auxiliares, existem predadores naturais que se alimentam de ovos, larvas e pupas, para além de insectos parasitóides que ocorrem na natureza. Actualmente não há nenhuma opção de protecção biológica comercialmente disponível.

5.3 Doenças

5.3.1 Míldios

Os míldios são causados por diversos fungos pertencentes a diferentes os géneros, entre os quais se destacam *Phytophthora*, *Pseudoperonospora*, *Peronospora* e *Bremia*. São parasitas obrigatórios muito especializados, que podem causar perdas totais de produção num curto espaço de tempo, principalmente em situações de elevada humidade relativa, presença de água livre no hospedeiro e temperaturas amenas (quadro 5.17) condições estas consideradas as mais favoráveis para o desenvolvimento das principais espécies de míldio que atacam as culturas hortícolas.

Quadro 5.3 - Temperaturas óptimas para o desenvolvimento de vários tipos de míldio.

Cultura (agente patogénico)	Intervalo de temperaturas	Observações
Batata e tomate (<i>Phytophthora infestans</i>)	18 – 22°C	Fica inactivo a 30 °C.
Cucurbitáceas (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>)	18 - 23°C	Fica inactivo a 37 °C
Alface (<i>Bremia lactucae</i>)	12 - 20°C	Sintomas manifestam-se primeiro nas folhas basais.
Cebola (<i>Peronospora destrucor</i>)	10 - 12°C	Temperaturas diurnas superiores a 25 °C podem evitar a esporulação na noite seguinte.
Pimento (<i>Phytophthora capsici</i>)	26 - 32°C	Bastante tolerante a temperaturas elevadas.

Fonte: adaptado de: Bovey (1979); Agrios (1979), Blancard et al. (1991); Stevenson (1993).

Os míldios são fungos endoparasitas com micélio intercelular que atacam caules, folhas, frutos e tubérculos. Os ataques de míldio começam normalmente por focos isolados, que rapidamente podem alastrar a toda a área de cultivo. Estes manifestam-se pela presença de manchas amareladas na página inferior das folhas, que, com a evolução da doença (sobretudo em situações de elevada humidade) passam rapidamente a necroses, acabando por secar (figura 5.10).

A protecção contra os míldios realiza-se mediante a aplicação de fungicidas cúpricos, pela utilização de variedades ou cultivares menos sensíveis ou resistentes e pela adopção de práticas culturais que dificultem o desenvolvimento do agente patogénico (quadro 5.18).



Figura 5.10 - Tomateiro atacado por míldio (*Phytophthora infestans*). Fonte: Raul Rodrigues.

Principais culturas atacadas: batata, e tomate, pimento, cucurbitáceas, alface, cebola.

Quadro 5.18 - Protecção das culturas hortícolas contra míldios no modo de produção biológico.

Meios de Protecção	Nota	
Fungicidas	Hidróxido de cobre Óxido cuproso Oxicloreto de cobre Sulfato de cobre	De forma a evitar problemas de fitotoxicidade, os produtos formulados à base de sulfato de cobre, devem ser aplicados na fase final do ciclo vegetativo da batateira.
Qualidade das plantas	Utilizar material vegetal são. Optar por variedades resistentes	
	Evitar o excesso de azoto Rotação das culturas	
	Densidades de plantação	Compassos mais largos para permitir melhor arejamento.
	Regas	Evitar regas por aspersão, sobretudo ao final do dia.
Práticas culturais	Solos bem drenados Eliminar os restos da cultura Arejamento das culturas em estufa	
	Cortar a rama da batateira cerca de 2 semanas antes da colheita	Evita a contaminação dos tubérculos

Fonte: adaptado de Agrios (1979), Blancard et al. (1991), Stevenson (1993), Miranda (2001).

5.3.2 Oídios

Os oídios constituem um grupo muito homogêneo, são ectoparasitas obrigatórios e todos apresentam um aspecto muito parecido. O micélio pode aparecer primeiro na página inferior das folhas e adota um aspecto de manchas esbranquiçadas ou acinzentadas (figura 5.11).



Figura 5.9 - Folha de abóbora atacada por oídio (*Erysiphe cichoracearum*). Fonte: R.M. Beresford.

Na página superior, os sintomas caracterizam-se pelo aparecimento de manchas amareladas. Alimenta-se das células vegetais mediante haustórios que emite para o interior da folha. Algumas espécies de oídio penetram no interior da folha hospedeira através dos estomas, embora não seja o mais frequente.

Contrariamente a muitos outros fungos os oídios não necessitam de uma camada de água na superfície da folha para germinar, pelo que podem atacar as plantas em condições de humidade relativa mais baixa do que outros fungos e preferem temperaturas mais elevadas (quadro 5.19). Os oídios são parasitas muito especializados, pelo que não matam o hospedeiro mas reduzem consideravelmente a fotossíntese, aumentam a transpiração e a respiração. Em situações de fortes ataques de oídio, as folhas podem ficar deformadas, chegando mesmo a necrosar. Os oídios podem causar quebras de produção da ordem dos 40% (Blancard, 1991).

Os oídios associados às principais culturas hortícolas pertencem ao género *Erysiphe* (cucurbitáceas), *Oidium* (morango) e *Leveillula* (pimento e tomate). A maioria dos fungos do género *Erysiphe* vive à superfície do hospedeiro. No entanto, os micélios dos oídios do género *Leveillula* têm capacidade de se desenvolver ao nível do parênquima foliar (Miranda, 2001).

A protecção contra os oídios realiza-se mediante a aplicação de fungicidas à base de enxofre. Nas épocas mais críticas para o desenvolvimento do oídio, as aplicações devem ser realizadas a intervalos de 10 dias. Outra forma de minimizar o impacto desta doença, consiste na utilização de variedades ou cultivares menos sensíveis ou resistentes e pela adopção de práticas culturais que dificultem o desenvolvimento do agente patogénico (quadro 5.20).

Principais culturas atacadas: abóbora, melão, pepino - *E. cichoracearum*, feijão - *E. poligoni*, morango - *O. fragariae*, pimento e tomate - *L. taurica*.

Quadro 5.19 - Temperaturas óptimas para o desenvolvimento de vários tipos de oídio.

Cultura (agente patogénico)	Intervalo de temperaturas	Observações
Cucurbitáceas (<i>E. cichoracearum</i>)	23 – 26°C	Favorecido por humidades relativas elevadas
Feijão (<i>E. poligoni</i>)	>20°C	
Pimento e tomate (<i>L. taurica</i>)	>10°C	A doença ocorre sobretudo no Outono e Primavera.
Morango (<i>O. fragariae</i>)	>25°C	Desenvolvimento favorecido por dias quentes e secos e com noites frescas e manhãs orvalhadas.

Fonte: adaptado de Bovey (1979), Agrios (1979), Blancard et al. (1991), Stevenson (1993).

Quadro 2.20 - Protecção das culturas contra oídios.

Meios de Protecção	Nota	
Fungicidas	Enxofre	Formulações líquidas, pó molhável ou pó polvilhável
	Bicarbonado de sódio	Na cultura do pimento
	Permanganato de potássio	Misturado com enxofre
	Sais de potássio	
Qualidade das plantas	Optar por variedades resistentes	
	Evitar humidade excessiva	
Práticas culturais	Rotação das culturas	
	Arejamento das culturas em estufa	
	Evitar regas por aspersão	Sobretudo ao final do dia

Fonte: adaptado de Bovey (1979), Agrios (1979), Stevenson (1993), Pina et al. (2004), Nervo et al. (2004a,b)

5.3.3 Fusarioses

A fusariose também designada de doença vascular, é causada pelo fungo *Fusarium oxysporum*. Encontra-se amplamente distribuída a nível mundial, sendo responsável por grandes perdas de produção em diversas culturas das famílias das Solanáceas e das Cucurbitáceas, assumindo particular importância nas culturas do tomate e do melão respectivamente. Este fungo sobrevive de um ano para o outro nos restos das culturas, uma vez que possui estruturas de resistência que lhe permitem permanecer no solo por períodos de tempo que poderão ir aos seis anos.

Elevadas humidades relativas e temperaturas entre 12 e 28°C, com o óptimo próximo 20°C, são condições propícias ao desenvolvimento da doença. Outros factores que favorecem o desenvolvimento da doença são: dias curtos, baixa intensidade luminosa, solos ácidos e pobres em azoto e com elevadas incorporações de potássio (Agrios, 1978). As feridas provocadas por maquinaria e instrumentos agrícolas ou nemátodos, como é o caso de *Melodogyne ingognita*, favorecem o desenvolvimento do fungo.

Os primeiros sintomas da presença da doença que se observa no campo, consiste no amarelecimento das folhas, que acabam por murchar ficando presas à planta (figura 5.12).



Figura 5.10 - Cultura de pepino atacado por *Fusarium oxysporum* (Foto: Owen, 1995).

Numa fase inicial as plantas apresentam um aspecto de “stress hídrico” nas horas de maior calor, recuperando o seu aspecto normal no final do dia, mas com o evoluir do tempo acabam por morrer. As raízes principais bem como o caule da planta apresentam necroses vasculares (coloração acastanhada), que podem ser visíveis através da realização de um corte ao nível das zonas afectadas (Agrios, 1978).

O fungo penetra na planta a partir do solo, através do caule ou das raízes superficiais. Localmente propaga-se através da água de rega, pelo ar, bem como pelo

transplante de material infectado. Uma vez no interior da planta, não existem tratamentos curativos efectivos. A utilização de variedades ou cultivares resistentes é a medida mais adequada para o controlo desta doença. As plantas doentes devem ser eliminadas de forma a reduzir a quantidade de inoculo presente no solo. Por sua vez, as rotações com culturas não susceptíveis, como a alface e a acelga, são aspectos muito importantes na protecção das plantas contra a fusariose (Gonzalez, 2007) (quadro 5.21).

Quadro 5.21 - Protecção das culturas contra a fusariose no modo de produção biológico.

Meios de Protecção		Nota
Qualidade das plantas	Plantas sãs e Variedades resistentes	Para nemátodos do quisto da batateira
	Solarização	Reutilização de plástico usado na cobertura das estufas
Práticas culturais	As rotações culturais	interrompem o ciclo de vida dos nemátodos
	Plantação em camalhões	Proporciona melhor arejamento do solo
	Rega afastada do colo da planta	Evitar rega por alagamento
	Nutrição equilibrada	Evitar excesso de vigor e carência de cálcio
	Presença de nemátodos	Favorece as infecções

Fonte: adaptado de Gonzalez (2007).

5.3.4 Bactérias

Bactérias são organismos microscópicos, unicelulares e desprovidos de clorofila. Não possuem núcleo verdadeiro como os organismos superiores e o seu material genético, um DNA circular de hélice simples, encontra-se disperso pelo citoplasma da célula.

Em ambientes favoráveis as bactérias fitopatogénicas podem ser responsáveis por elevados prejuízos, chegando nalguns casos a tornarem-se limitativas à exploração e exportação de determinadas espécies vegetais (figura 5.13).

As bactérias encontram-se em grande quantidade na matéria orgânica em decomposição e no solo. A reprodução é feita por fissão binária, sendo que algumas possuem a faculdade de formar esporos bastante resistentes às condições exteriores. A temperatura óptima para o desenvolvimento destes microrganismos é geralmente muito elevada, entre 25 – 27°C. As bactérias hibernam no solo, sobre os restos de plantas doentes, sobre tubérculos e grãos infectados (Bovay, 1979).

São diversas as bactérias fitopatogénicas associadas às principais bactérias associadas às culturas hortícolas em Portugal, com predominância das pertencentes ao género *Pseudomonas* (quadro 5.22).

Quadro 5.4 - Principais bactérias que atacam diversas culturas hortícolas em Portugal.

Bactéria	Cultura hospedeira
<i>Pseudomonas cichorii</i>	Alface
<i>Xanthomonas campestris</i>	Alface, couves, tomates
<i>Erwinia carotovora</i>	Alface, batateira
<i>Clavibacter michiganensis</i>	Batata, tomate
<i>Ralstonia solanacearum</i>	Batata, pimento, tomate
<i>Pseudomonas corrugata</i>	Tomate
<i>Pseudomonas syringae</i>	Tomate

Adaptado de: Agrios (1978); Bovay (1979); Blancard et al (1991) Miranda (2001)



Figura 5.11 - Couve repolho infectada por *Xanthomonas campestris*. Fonte: R.M. Beresford.

Certas bactérias estão providas de flagelos que lhes permite alguma mobilidade na presença de água. As colónias, compostas por milhões de bactérias, são visíveis a olho nu como uma massa opaca, com tons de cinza a amarelo, quase sempre de aspecto viscoso.

O número de bactérias fitopatogénicas é bastante reduzido comparativamente ao número de fungos que atacam as plantas cultivadas. Provavelmente, esta diferença é devida ao facto das bactérias não terem capacidade de perfurar a epiderme do hospedeiro, tal como a maioria dos fungos. As bactérias penetram no vegetal através de feridas mecânicas ou naturais, dos estomas ou ainda através de poros aquíferos situados na bordadura das folhas.

Os tipos mais comuns de sintomas bacterianos são (Bovay (1979):

- Manchas oleosas que aparecem após a multiplicação das bactérias nas células do parênquima, formam focos semelhantes a manchas de óleo.
- Infecções vasculares que resultam da invasão dos feixes pelas bactérias. Estas espalham-se rapidamente pela planta, impedindo a circulação da seiva, provocando um enfraquecimento geral da planta. É o caso das doenças bacterianas do tomate e da couve e da bacteriose anelar da batata.
- Hiperplasia e hipertrofia: caracterizadas pela multiplicação celular desordenada ou aumento no tamanho das células. Inclui a *fasciação*, que é a proliferação anormal de raízes e rebentos, geralmente com achatamento e fusão das partes afectadas; *galhas*, que ocorrem na região do colo, em raízes e parte aérea e *raízes em cabeleira*.

Quadro 5.23 - Protecção das culturas contra bactérias no modo de produção biológico.

Meios de Protecção	Nota
Fungicidas	Hidróxido de cobre Óxido cuproso Oxicloreto de cobre Sulfato de cobre Os produtos à base de cobre, possuem acção bacteriostática.
Qualidade das plantas	Plantas e porta-enxertos são Variedades resistentes
Práticas culturais	As rotações culturais Desinfecção do material de corte

Fonte: adaptado de Agrios (1979), Bovay (1979).

5.3.5 Nemátodos

São pequenos vermes não segmentados, geralmente com menos de 1 mm de comprimento, com corpo fusiforme, e na sua maioria de vida livre. Podem atacar órgãos subterrâneos (raízes, rizomas tubérculos ou bolbos) e órgãos aéreos (caules, folhas, flores e sementes).

Os nemátodos fitopatogénicos são parasitas obrigatórios que atacam diversas culturas, ocasionando elevadas perdas de produção. Os prejuízos causados por nemátodos dependem dos níveis populacionais destes organismos no início da cultura, da susceptibilidade e densidade de plantação da mesma e da temperatura do solo. Em geral, os sintomas dos ataques de nemátodos são inespecíficos e similares aos causados por outras doenças do solo ou carências nutricionais. Tais sintomas caracterizam-se por

um atraso no desenvolvimento inicial da cultura, cloroses, fraco vigor das plantas, menor tamanho dos frutos e senescência precoce (Verdejo-Lucas, 2005).

Os nemátodos ao alimentarem-se do tecido vegetal, produzem danos mecânicos que nalguns casos podem ser nefastos ao hospedeiro. No entanto, a secreção de substâncias salivares que são injectadas nas plantas, são a principal causa de estragos devido às reacções que desencadeiam ao nível da célula. Esta secreção de enzimas produz nalguns casos uma lesão necrótica ao matar o tecido que o rodeia, lesão esta que, apesar de pequena, pode atrasar o crescimento ao evitar a multiplicação celular (Agrios, 1978).

A reacção dos tecidos na proximidade do local de alimentação do nemátodo, pode produzir nalguns casos um intumescimento excessivo das células (hipertrofia), noutros casos uma proliferação de células (hiperplasia), produzindo sintomas como tumores, nódulos (Figura 5.12), vesículas, deformações, excessiva ramificação de raízes e desenvolvimento anormal de verticilos florais (Agrios,1978; Bovay, 1979).



Figura 5.12 - Plantas de alface atacadas por nemátodos do género *Meloidogyne*, onde são bem visíveis os nódulos característicos (Foto: Vivienne Gepp).

Os nemátodos fitopatogénicos, podem ser ecto ou endo parasitas, consoante parasitem respectivamente o exterior ou o interior das plantas. Os endoparasitas ao penetrarem nas raízes das plantas, formam nódulos devido à transformação das células vegetais imediatamente próximas do ponto de entrada, das quais se alimentam. Estas galhas interferem negativamente com o normal desenvolvimento das plantas atacadas, ao dificultarem a eficaz circulação de água e nutrientes. Os nemátodos endoparasitas podem viver no interior das plantas durante anos. Os ectoparasitas, perfuram as raízes com o seu estilete, sugam o conteúdo celular, mas mantêm o seu corpo fora do

hospedeiro. Quando as condições ambientais são desfavoráveis ou não exista alimento, os nemátodos adoptam uma forma de protecção, o quisto, que lhes permite suspender as funções vitais e assim permanecerem até estarem reunidas as condições necessárias ao seu correcto desenvolvimento (Gepp, 2007).

As espécies mais importantes para a agricultura pertencem às ordens *Dorylaimoidea* e *Anguilluloidea*. Da primeira fazem parte os géneros *Dorylaimus* e *Xiphinema*, fazendo parte deste último, nemátodos vectores de viroses que afectas principalmente culturas perenes. Da ordem *Anguilluloidea*, destacam-se os *Ditylenchus dipsaci* que atacam uma grande variedade de plantas, centeio, aveia, trevo, luzerna, cebola, gladiolo, narcisos, jacintos; os *Heterodera schachtii* que atacam plantas das famílias quenopodiáceas e crucíferas; e os *Heterodera rostochiensis*, que atacam a batateira. Fazem ainda parte da ordem *Anguilluloidea* os chamados nemátodos das galhas (formam nódulos característicos) sendo que algumas espécies do género *Meloidogyne* se encontram associadas a uma ampla gama de hospedeiros hortícolas.

Os nemátodos de quistos da batateira, *Globodera rostochiensis* e *Globodera pallida*, para além desta cultura parasitam também, o tomate e a beringela. No caso da batateira, as folhas exibem cloroses e desenvolvimentos insatisfatórios e os tubérculos são de calibre pequeno, podendo originar perdas até 80% da produção. No entanto, são as espécies do género *Meloidogyne* as que apresentam maior gama de hospedeiros dentro das espécies hortícolas (quadro 5.24).

Quadro 5.5 - Principais nemátodos associados a espécies hortícolas.

Espécie	Cultura hospedeira
<i>Meloidogyne arenaria</i>	Alface, cenoura, feijão, morango, melão, pepino, pimento, pimento, tomate
<i>M. incógnita</i>	Alface, cenoura, feijão, morango, melão, pepino, pimento, pimento, tomate
<i>M. javanica</i>	Alface, cenoura, feijão, morango, melão, pepino, pimento, pimento, tomate
<i>M. hapla</i>	Alface, cenoura, feijão, morango, melão, pepino, pimento, pimento, tomate
<i>Globodera pallida</i>	Batata, tomate, beringela
<i>G. rostochiensis</i>	Batata
<i>Heterodera carotae</i>	Cenoura
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Cebola

Adaptado de; Agrios (1978); Blancar et al. 1991); Rowe (Ed)(1993); Miranda (2001);

No MPB a protecção contra os nemátodos começa com as medidas preventivas, que têm por finalidade evitar plantações em solos onde estes organismos existam em

quantidades suficientes para causarem prejuízos. Quando os nemátodos se encontram presentes num determinado local, as práticas a utilizar incluem a preparação do terreno, a solarização, a utilização de variedades ou cultivares resistentes e a rotação e culturas. Em pós-plantação as medidas a utilizar são do tipo paliativo uma vez que não existem produtos curativos. Tais medidas incluem o recurso a agentes de protecção biológica como bactérias e fungos nematófagos (Verdejo-Lucas, 2005) (quadro 5.25).

Quadro 5.25 - Protecção das culturas contra nemátodos no modo de produção biológico.

Meios de Protecção		Nota
Organismos entomopatogénicos	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	Para nemátodos do quisto da batateira
	Solarização	Recomenda-se a reutilização de plástico usado na cobertura das estufas
Práticas culturais	As rotações culturais	
	Plantação de brássicas	A plantação de brássicas em locais atacados por nemátodos, permite um bom controlo da praga.

Fonte: adaptado de Geep (2007), Verdejo-Lucas (2005).

5.3.6 Vírus

Os vírus são partículas microscópicas constituídas por ácido nucléico (DNA ou RNA). Ao não possuírem metabolismo independente, só consegue replicar-se no interior de outras células. Quando as células vegetais são infectadas, os vírus perturbam o normal funcionamento celular, provocando doenças que podem manifestar-se de muitas maneiras (Agrios, 1978).

Os vírus não têm capacidade de passar espontaneamente de uma planta para outra. Estes necessitam de uma ferida na célula para poderem infectar um organismo. Assim, e de acordo com Agrios (1978; Bovay, 1979), a dispersão dos vírus pode ser feita essencialmente mediante:

- **Transmissão por propagação vegetativa.** Os vírus podem ser disseminados através da enxertia, bolbos, rizomas, etc.
- **Transmissão mecânica.** Processo raro na natureza, a não ser em situações de elevadas densidades de plantação. Nestas situações, a acção dos ventos fortes pode provocar ferimentos entre as plantas, favorecendo a transmissão de viroses.
- **Transmissão por sementes.** A presença de vírus na semente deve-se à sua existência prévia no saco embrionário.

- **Transmissão por pólen.** Trata-se de uma situação rara, mas no entanto existem vírus que podem viajar dentro dos grãos de pólen. Deste modo, as sementes ficam infectadas, bem como as novas plântulas.
- **Transmissão por insectos.** São os vectores de vírus mais eficazes. Destes destacam-se os afídeos, a mosca branca (*B. tabaci*) e os tripses. Os mais importantes são os insectos com armadura bucal picadora sugadora.
- **Transmissão por fungos e nemátodos.** Alguns fungos fitopatogénicos do solo, transmitem vírus de uma planta a outra, graças aos zoosporos flagelados ou às suas formas de resistência. De igual modo, a transmissão de viroses pode ser feita a partir de nemátodos que atacam as culturas.

Entre os insectos vectores de vírus destacam-se: afídeo *Myzus persicae* que transmite entre outros, o vírus PVY da batateira; o tripe *Frankliniella occidentalis* que transmite o vírus TSWV do tomateiro (figura 5.15) e a *Bemisia tabaci*, o Vírus TYLCV do tomateiro (quadro 5.26).



Figura 5.13 - Tomateiro infectado pelo vírus do bronzeado do tomate (TSWV) (Fonte: Vivienne Gepp).

No caso da transmissão por vectores, a gravidade pode ser maior ou menor, conforme o vírus for ou não persistente. Caso seja persistente, uma vez infectado o vector, ele infectará todas as plantas visitadas, uma vez que transportará o vírus na armadura bucal durante toda a sua vida. No caso de não ser persistente, ao fim de algum tempo, a virulência desaparece, deixando de haver transmissão, mesmo que haja ataque às plantas por parte dos vectores.

Quadro 5.26 - Principais vírus associados a espécies hortícolas.

Designação	Sigla	Cultura hospedeira
Vírus do mosaico amarelo das cucurbitáceas	CMV	Abóbora, melão, pepino, tomate
Vírus X da batateira	PVX	Batata
Vírus Y da batateira	PVY	Batata, pimento, tomate
Vírus do enrolamento da batateira	PLRV	Batata
Vírus do bronzeado do tomateiro	TSWV	Batata, melão, pepino, pimento, tomate
Vírus do frisado amarelo do tomateiro	TYLCV	Morango, tomate,
Vírus do mosaico do tabaco	TMV	Pimento, tomate

Fonte: adaptado de Agrios (1978), Bovay (1979), Rowe (1993), Blancard et al (1991).

A protecção contra viroses está limitada às medidas profilácticas que podem ser tomadas e à utilização de matéria vegetal isento de vírus uma vez que não existem produtos com acção anti-vírus (quadro 5.27).

Quadro 5.27 - Protecção das culturas contra vírus.

Meios de Protecção	Nota
Qualidade das plantas	Plantas e porta-enxertos são e variedades resistentes
Práticas culturais	Controlo de vectores
	Rotações culturais
	Desinfecção do material de corte

Fonte: adaptado de Agrios (1979), Bovay (1979).

Bibliografia

- Agrios G.N. 1978, Plant pathology, 2nd Ed. Academic press, Inc., 922.
- Aires A. & Pereira A-M.N. 1997. Trips vectores de tospovirus, *Frankliniella occidentalis* Pergande e *Thrips tabaci* Lindeman, caracterização biológica em condições pré-determinadas em câmara de crescimento. Actas do IV Encontro Nacional de Protecção Integrada. Universidade dos Açores, 81-90.
- Alean I.; Morales A.; Holguín, C.M. Bellotti, A. 2004. Patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de *Aleurotrachelus socialis* (Hom Alean, I.; Morales, A.; Holguín, C. M. Bellotti, A. 2004. Patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de *Aleurotrachelus socialis* (Homóptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) 30(1): 29-36.
- AVRDC - The world vegetable center, Photo Gallery. Tomato Insect Pests. URL: http://www.avrdc.org/photos/tomato_pests/index.html. [Acedido em 12 Outubro 2007]
- Basedow T. 2002. Uso de insecticidas en agricultura de algunos países del mundo, métodos para reducir su uso y realizar una protección de cultivos más favorable para el ambiente. Natura 10, 50-58.
- Bennett K.V.W., Burkness E.C. & Hutchison W.D., 2004. Cabbage Maggot. Department of Entomology, University of Minnesota, url: www.vegedge.umn.edu/vegpest/colecrop/cabmag.htm (accedido em 19 Outubro 2007).
- Blancard D., Lecoq H. & Pitrat M. 1991. Maladies des cucurbitacées. Ed. Revue Horticole - INRA. 301 p.
- Boiteau G. 2005. Evaluer les solutions en matière de lutte contre le doryphore et de fertilité azotée en production biologique de pommes de terre. CAB-Centre d'agriculture biologique do Canada.
- http://oacc.info/Docs/OACC_bulletins06/OACC_Bulletin10_cpb_nitrogen_f.pdf, (accedido em 12 Fevereiro 2007).
- Bovey R. 1979. La defense des plantes cultivées. Ed. Payot Lausanne, 864p.
- Bues R., Hmimina M., Poitout S. & Gabarra R. 1989. Différents états de diapause nymphale et stratégie d'hivernation de *Heliotis armigera* Hübn. (Lep: Noctuidae). J. Appl. Ent. 107376-386.
- Cabello T. & Vargas P. 1990. Phenology of *Agrostis segetum*, *A. epsilon* and *Heliotis armigera* (Lep. Noctuidae) in Southern Spain. IOBC/WRPS Bull, 13(3): 6-13.
- Cabello T., Carricondo, I. & Belda J. E. 1996. Biología y control de las especies de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Gen.) y *Bemisia tabaci* (West.) en cultivos hortícolas en invernaderos. Informaciones técnicas 40/96, 61p.
- Cardona C., Rodriguez I.V., Bueno J.M. & Tapia X. 2005. Biología y manejo de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en habichuela y fríjol. CIAT- Centro Internacional de Agricultura 49 p.
- Castresana L., Notario A. & Gallego C. 1982. Fecundidad de *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hom.; Lleyrodidae) sobre tomate a 22 °C. An. INIA, Ser. Agric., 17: 127-132.
- Cayrol R.R. 1972. Famille des Noctuidae. In: Balachowsky, A.S.(Ed.). Entomologie appliqué a l'agriculture. Lépidoptères. Tome II. Volume 2. Masson & Cie. Paris, 1255-1520 p.
- De Liñan C. 1998 (Coord.). Entomología agroforestal – insectos y ácaros que dañan montes, cultivos y jardines. Ed. Agrotecnicas S. L., Madrid, 1309 p.
- Enkegaard A. 1990. Age-specific fecundity and adult longevity of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Hom. Aleyrodidae) on poinsettia at different temperatures. Bull. IOBC/WRPS, 13 (5): 55-60.
- Fernandez C. & Juncosa, R. 2002. Biopesticidas: la agricultura del futuro? Phytoma 141: 14-19.
- Fero D.N. & Boiteau G. 1993. Management of insect pests. In: Rowe, R.C., 1993 (Ed.). Potato Health Management. APS Press, 103-116.

- Garrido A. 1998. Orden Coleoptera. *In*: De Liñan C., Entomología agroforestal – insectos y ácaros que dañan montes, cultivos y jardines. Cap. XXIX: 979-1176.
- Gepp V. 2007. Curso de fitopatología. Universidad de la Republica, Dep. Fitopatología. URL: <http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/cursos/fitopato/index.html> (Acedido a 16/10/07).
- Gillespie D.R. and McGregor R.R. 2000. The function of plant feeding in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus* : water places limits on predation. *Ecological Entomology* 25: 380-386.
- Gonçalves M.A. & Anunciada M.L. 1999. Desenvolvimento de *Diglyphus* spp. (Hym.: Eulophidae) em *Liriomyza trifolii* (Dip.: Agromyzidae). Actas do V Encontro Nacional de Protecção Integrada - A prática da protecção integrada no limiar do milénio, 331-338.
- Gonçalves M.A. 2006. Utilização de armadilhas cromotrópicas na monitorização de *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) e dos seus parasitóides, no feijão verde. *Bol. San. Veg. Plagas* 32: 169-174.
- Gonzalez P. 2007. Fichas sobre enfermedades de cultivos. Universidad de la Republica, Dep. Fitopatología. URL: <http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/enfermedades/index.html>, (Acedido a 18/10/07).
- Ilharco F.A. 1992. Equilíbrio biológico de afídeos. Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 279 p.
- Jacas J., Caballero P. & Avilla J. (Eds.) 2005. El ontról biológico de nemátodos fitoparásitos. Universitat Jaume I y Universidad Pública de Navarra, 223 p.
- Jiminez A. 1998. Orden Diptera. *In*: De Liñan C., Entomología agroforestal – insectos y ácaros que dañan montes, cultivos y jardines. Cap. XXVI: 889-936.
- Kueper, G. 2003. Colorado potato beetle: organic control options. ATTRA-Appropriate Technology Transfer for Rural Areas. <http://www.attra.ncat.org/attra-pub/PDF/copotbeetl.pdf>.
- Leite E.L. 1992. Larva mineira sul-americana, *Liriomyza huidobrensis*, uma nova praga na horto-floricultura do Entre Douro e Minho. *O Minho a Terra e o Homem*, 23: 26-29.
- Li C., Li S.Q. & Guo B.F. 1987. Studies on the temperature threshold of cotton bollworm development in varying temperature environments. *Acta Entomologica Sinica* 30: 253-258.
- Louro D. 1995. Tomatto Spotted Wilt tospovirus – TSWV (Vírus do bronzeamento do tomateiro). *Protecção da Produção Agrícola*, 1995/1. Instituto de Protecção da Produção Agro-alimentar. Centro Nacional de Protecção da Produção Agrícola 10-13.
- McMurtry J. A. & Croft B. A. 1997: Life-Styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 42: 291-321
- Messelink G.J., Van Steenpaal, S.E.F. & Remarkers, P.M.J. 2006. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber, *Biocontrol* 51(6): 753-768.
- Miranda, C. (Coord.) 2001. Manual de Protecção Integrada de culturas hortícolas. Ed. Associação Interprofissional de Horticultura do Oeste).
- Nervo G., Strazzanti L., Soave I, Campanelli G. & Ferro, F. 2004a. La coltivazione biológica del peperone. *PhytoMagazine.com* 7: 41-55.
- Nervo G., Strazzanti L., Soave I, Campanelli G. & Pinna M. 2004b. La coltivazione biológica del pomodoro da mensa. *PhytoMagazine.com* 7: 57-69.
- Owen J.H., 1955. Fusarium wilt of cucumber. *Phytopathology*, 45: 435-39.
- Pinna M., Gamba U., Spagnolo S. & Nervo G. 2004a. Tecniche di produzione biológica del cavolo verza. *PhytoMagazine.com* 7: 31-38.
- Potenza M.R., Gomes, R.C.O., Jocys, T., Takematsu, A.P. & Ramos, A.C.O. 2006. Avaliação de produtos naturais para o controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em casa de vegetação. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo 73(4): 455-459.
- Rodrigues, J. R. (Ed.) 2005a. Os ácaros fitoseídeos na limitação natural do arañhico-vermelho em fruteiras e vinha. *IPVC/Escola Superior Agrária de Ponte de Lima*, 179 p.
- Rowe R.C. 1993 (Ed.). *Potato Health Management*. APS Press, 178 p.

- Savelle M. 2004. Lepidoptera and some other life forms. URL: <http://www.funet.fi/pub/sci/bio/life/insecta/coleoptera/index.html>, (Acedido a 02/10/07).
- Stevenson W.R. 1993. Management of early blight and late blight. *In*: Rowe R.C., 1993 (Ed.), Potato Health Management, 141-147.
- Stivers L. 1999. Crop Profile: Potatoes in New Cork. NSF Center for Integrated Pest Management. URL: <http://www.ipmcenters.org/cropprofiles/docs/nypotatoes.html>. (Acedido a 01/01/07).
- Strand L.L.; Rude P.A.; Clark J. K. 1992. Integrated Pest Management for Potatoes in the western United States. University of California, Oakland, California, 167 p.
- Talebi A. A., Zamani A.A., Fathipour Y. Baniameri V. Kheradmand K. & Haghani M. 2006. Host stage preference by *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae) as parasitoids of *Aphis gossipi* (Hemiptera: Aphididae) on greenhouse cucumber. IOBC/wrps Bull., 29 (4): 173-177.
- Tamai M.A., Alves S.B. & Neves P.J. 1999. Patogenicidade de *Beauveria Bassiana* (Bals.) Vuill. Ao ácaro *Tetranychus urticae* Koch. *Sci. agric.* 56 (2): 285-288.
- Urbaneja A., Sánchez E. & Stansly P.A. 2007. Life history of *Eretmocerus mundus*, a parasitoid of *Bemisia tabaci*, on tomato and sweet pepper. *BioControl*, 52: 25-39.
- Verdejo-Lucas S. 2005. El control biológico de nemátodos fitoparásitos. *In*: Jacas et al. (Eds.), 2005. El control biológico de plagas y enfermedades, Universitat Jaume I y Universidad Pública de Navarra, 153-166.
- Vlério E., Cecílio A., Ilharco F.A. 1999. Dinâmica das populações de afídeos Homoptera Aphidoidea) e seus parasitóides (Hymenoptera Aphidiidae) em cultura protegida de pimento. Suplemento nº 6 ao Boletim da SPEN, 79-84.
- Yela-García J. L., 1998. Orden Lepidoptera. *In*: De Liñan C., Entomología agroforestal - insectos y ácaros que dañan montes, cultivos y jardines, 703-880.

6. PÓS-COLHEITA E COMERCIALIZAÇÃO

Domingos P. F. Almeida^{1,2} & Maria Helena Gomes²

¹Faculdade de Ciências, Universidade do Porto

²Centro de Biotecnologia e Química Fina, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa

6.1 Formas de comercialização e importância da Pós-colheita

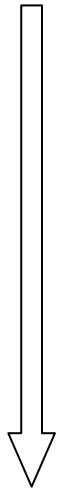
O desenvolvimento da moderna Agricultura Biológica foi largamente motivado por preocupações relacionadas com o sistema de produção agrícola de forma a torná-lo mais respeitador do ecossistema agrário. Naturalmente, tanto a experimentação como a regulamentação relacionadas com a produção hortícola no Modo de Produção Biológico têm estado essencialmente vocacionadas para os aspectos fitotécnicos da produção, com ênfase na fertilização e na protecção das culturas. As operações e tecnologias pós-colheita têm recebido, comparativamente, muito menos atenção.

Enquanto o mercado das frutas e hortaliças produzidas no Modo de Produção Biológico foi pequeno, de carácter local e dirigido a um grupo de consumidores informados e convictos da superioridade qualitativa destes produtos, o papel da Pós-colheita foi reduzido. No entanto, à medida que o mercado se expande é inevitável que grande parte dos produtos biológicos passem por cadeias de abastecimento longas e complexas. Neste novo contexto as questões de Pós-colheita não podem ser negligenciadas.

No quadro 6.1 encontram-se resumidas as características das principais formas de comercialização tipificadas, com indicação da importância relativa das operações e tecnologias pós-colheita para assegurar a qualidade dos produtos perecíveis. O retalho especializado e a venda directa são actualmente os principais modos de comercialização de alimentos biológicos na Europa (Aleixo et al., 2003), mas é provável que as grandes superfícies comerciais venham a assumir neste segmento uma importância semelhante àquela que têm nos restantes segmentos da distribuição alimentar. Actualmente, uma

elevada percentagem das frutas e hortaliças biológicas à venda no retalho especializado em Portugal é importado, devido à escassez de oferta nacional (Aleixo et al., 2003).

Quadro 6.1 - Modos de comercialização de alimentos biológicos e importância relativa das operações e da tecnologia pós-colheita.

Importância da Pós-colheita	Modo de comercialização	Principais características
(-)  (+)	Venda directa	A venda na própria exploração pode assegurar a máxima frescura e dar ao consumidor garantia de genuinidade, mas atinge um número limitado de consumidores.
	Mercados e feiras	Normalmente especializados em produtos biológicos. A frescura dos produtos é muito variável, dependendo do tempo que medeia entre a colheita e a venda e das condições de exposição.
	Entrega domiciliária	Normalmente efectuada por intermediários que compram directamente na exploração ou a outros intermediários e entregam em casa do consumidor.
	Retalho especializado	Estas lojas tendem a favorecer a venda de produtos não perecíveis. Nas frutas e hortaliças há por vezes quebras elevadas devido à baixa rotação e condições de refrigeração inadequadas.
	Cooperativas de consumidores	Recebem produtos directamente dos produtores locais ou recorrem a produtos importados que disponibilizam aos consumidores.
	Médias e grandes superfícies comerciais	Responsáveis por uma grande fatia da distribuição alimentar moderna, antecipa-se que assumam uma importância crescente na distribuição de frutas e hortaliças biológicos. Adoptam frequentemente uma distribuição centralizada.

Neste capítulo faz-se uma introdução breve à Pós-colheita Hortofrutícola tendo em conta as restrições e as exigências do Modo de Produção Biológico.

6.2 Princípios da Pós-colheita Hortofrutícola

A Pós-colheita Hortofrutícola (ou Ciência e Tecnologia Pós-colheita aplicada às frutas e hortaliças) é a área do saber que tem por missão fundamental (1) estudar as formas de reduzir perdas pós-colheita e (2) manter a qualidade e segurança das frutas e hortaliças durante manuseamento pós-colheita.

Os princípios e os métodos da Pós-colheita Hortofrutícola estão cabalmente apresentados no manual editado por Kader (2002). O livro de Almeida (2005) resume, em português, o essencial sobre Pós-colheita Hortofrutícola. Recomendações sobre as

condições ótimas de armazenamento, sobre os acidentes fisiológicos e problemas patológicos encontram-se em Gross et al. (2004) ou nas fichas disponibilizadas online pelo *Postharvest Technology Research and Information Center* da Universidade da Califórnia, Davies (<http://postharvest.ucdavis.edu>). Os índices de maturação e cuidados na colheita e no manuseamento pós-colheita dos produtos hortícolas podem ser encontrados em Almeida (2006).

De forma a condensar os aspectos essenciais para a gestão da qualidade de frutas e hortaliças entre a colheita e o consumo, foi recentemente proposto um conjunto de generalizações designadas por “princípios consagrados” da Pós-colheita Hortofrutícola (Almeida, 2007). Retomamos aqui essas generalizações, acrescentando um novo princípio aos nove inicialmente propostos.

1. **A qualidade elabora-se no campo.** A qualidade da fruta e das hortaliças produzidas no Modo de Produção Biológico resulta da interação entre factores genéticos e ambientais, modulada pelas técnicas culturais características deste modo de produção. É fundamental saber produzir, saber fazer o *design* do produto hortofrutícola, sob pena dos esforços da Tecnologia Pós-colheita serem desperdiçados em produtos de qualidade inferior.
2. **A qualidade é máxima no momento da colheita.** Do ponto de vista de gestão da qualidade na cadeia de abastecimento, é na data de colheita que a adequação do produto ao manuseamento pós-colheita é máxima. É, pois, necessário determinar criteriosamente a data de colheita, recorrendo a índices de maturação adequados, sob pena de a qualidade inicial (e máxima) ser insuficiente para satisfazer o consumidor final.
3. **A colheita é uma agressão aos órgãos vegetais.** A colheita é um evento traumático – provoca feridas, interrompe o fornecimento de água, nutrientes e hormonas ao órgão vegetal, favorece a infecção por patogénios – com consequências significativas na qualidade pós-colheita dos produtos.
4. **As frutas e hortaliças são órgãos vivos sujeitos a condições adversas.** As alterações da qualidade nas frutas e hortaliças estão sob controlo metabólico. A colheita impõe um stresse, frequentemente severo, nos órgãos vegetais, como foi enunciado no Princípio nº 3, e o subsequente manuseamento submete continuamente os órgãos a uma diversidade de condições adversas como sejam a falta de luz, a orientação anormal, a alteração da composição da atmosfera, os

ferimentos e stresses mecânicos. A reacção do órgão vegetal a estes stresses tem efeitos marcantes na sua qualidade.

5. **A qualidade fisiológica de um órgão vegetal degrada-se após a colheita.** No caso das hortaliças, o decréscimo da “qualidade fisiológica” corresponde à senescência e decorre em paralelo com o decréscimo de atributos de qualidade considerados do ponto de vista do consumidor. O objectivo da tecnologia pós-colheita é, pois, o de minimizar a perda de qualidade.
6. **A longevidade pós-colheita está directamente relacionada com o estado de desenvolvimento no momento da colheita.** Este princípio traduz uma generalização aplicável a produtos hortofrutícolas distintos e, em grande parte, deriva do facto de a taxa de respiração tender a diminuir com o desenvolvimento dos órgãos vegetais. Por exemplo, o espargo, um órgão imaturo com elevada taxa de respiração, dura menos do que uma cebola, órgão maturo com uma taxa respiratória reduzida.
7. **A refrigeração é o método mais eficaz para minimizar a perda de qualidade.** A gestão da temperatura i.e., o arrefecimento rápido para a temperatura mínima tolerada pelo órgão vegetal e a manutenção da cadeia de frio a essa temperatura, é melhor forma de reduzir os processos fisiológicos que depreciam a qualidade de frutas e hortaliças. A refrigeração é um método tão eficaz porque nenhum outro factor ambiental afecta, no bom sentido e simultaneamente, tantos processos fisiológicos como a temperatura. Se a refrigeração é o método mais eficaz para preservar a qualidade de órgãos vivos, todas as outras tecnologias de conservação de produtos hortofrutícolas devem ser considerados como complementares da refrigeração, nunca seus substitutos.
8. **Os órgãos vegetais não esquecem aquilo por que passam.** Os stresses impostos aos produtos hortofrutícolas implicam respostas fisiológicas que são frequentemente prejudiciais para a qualidade. Este princípio afirma que estas reacções não são passageiras, antes comprometem irreversivelmente a qualidade. Muitas vezes o efeito deletério só se manifesta num agente da cadeia de abastecimento situado a jusante do responsável pelo dano ou mesmo quando o produto chega às mãos do consumidor. Os danos latentes – os que sendo induzidos por agente da cadeia de abastecimento só se manifestam a jusante – são altamente prejudiciais e consumidores do valor criado pela cadeia.

9. **Os inimigos são poucos e são oportunistas.** Por vezes, em desespero de causa, os operadores preocupam-se com as perdas provocadas por patogénios que atacam os produtos conservados. Os problemas patológicos tendem a colocar-se mais nas frutas do que nas hortaliças. No entanto, convém não perdermos de vista que os inimigos são relativamente poucos: as principais doenças pós-colheita com relevância económica a nível mundial são causadas por uma espécie bacteriana e cerca de 20 espécies de fungos. Acresce ainda o facto de a maior destes patogénios serem parasites de fraqueza (necrotrofos) que exploram as debilidades do hospedeiro. A consequência deste princípio é que se podem evitar as doenças de conservação mantendo a integridade dos tecidos.
10. **A identidade e a integridade dos produtos biológicos não é negociável.** Durante todo o manuseamento pós-colheita existem muitas oportunidades para comprometer a integridade (biológica) dos produtos, seja por mistura com produtos convencionais, seja por contaminação com substâncias incompatíveis com o Modo de Produção Biológico. O sistema de manuseamento pós-colheita de produtos biológicos tem de incorporar mecanismos de prevenção destas ocorrências.

6.3 A qualidade dos produtos no Modo de Produção Biológico

A fim de abordar a questão da qualidade sem equívocos é necessário definir “qualidade” e identificar claramente quais os atributos de qualidade que estão a ser objecto de avaliação. No quadro 6.2 caracterizam-se três classes de atributos de qualidade – externos, internos e ocultos – que são avaliados de forma distinta pelos consumidores.

Quadro 6.2 - Classificação e principais características dos atributos de qualidade.

	Atributos de qualidade		
	Externos	Internos	Ocultos
Forma de avaliação	Visão e tacto	Olfacto, gosto	Informação e percepção
Exemplos	Aparência e defeitos	Aroma, sabor, textura	Nutrição, segurança alimentar, saúde
Importância	Influenciam a decisão de compra	Determinam a satisfação e a repetição da compra	Diferenciação
	Aceitabilidade		

Atributos de qualidade externos são aqueles que o consumidor observa imediatamente na presença do produto, como por exemplo, a aparência e os defeitos. Estes atributos de qualidade são percebidos pelos sentidos da visão e do tacto e desempenham um papel importante na *decisão de compra* das frutas e hortaliças.

Atributos de qualidade internos são os que o consumidor avalia apenas quando consome o produto (e.g., cheiro, sabor e textura). A *satisfação* do consumidor de frutas e hortaliças depende largamente deste tipo de atributos. Um consumidor desiludido com o sabor das frutas e hortaliças não será um cliente assíduo. Assim, os atributos internos são decisivos para que o consumidor repita a compra de um produto hortofrutícola.

É necessário que o consumidor compre e tenha uma boa experiência de consumo para repetir a compra. Por isso se diz que a **aceitabilidade** de um produto é determinada pelo conjunto dos atributos externos e internos.

Os **atributos de qualidade ocultos** – segurança alimentar, valor nutritivo, benefícios para a saúde - são difíceis de avaliar pelo consumidor. Aqui conta a percepção que o consumidor tem destes atributos e é com base nessa percepção que o consumidor diferencia os produtos. Conhecer os atributos ocultos e comunicá-los ao consumidor é um argumento importante para induzir a compra de frutas e hortaliças.

O modo de produção afecta a qualidade dos produtos. Em particular, afecta os atributos de qualidade ocultos, ou seja aqueles que o consumidor valoriza mas não consegue avaliar. Assim, o consumidor recorre aos sinais de certificação e à informação que lhe é fornecida sobre o valor nutritivo e a segurança alimentar de frutas e legumes produzidos em diferentes modos de produção. O Modo de Produção Biológico é, deste ponto de vista, favoravelmente percebido pelos consumidores.

6.4 A operação da colheita

6.4.1 Determinação do momento da colheita

A qualidade de um produto hortofrutícola é máxima na data da colheita (Princípio n.º 2). Justifica-se, pois, que esta seja criteriosamente determinada, com base em índices de maturação.

Diz-se que um órgão vegetal está **maturo** (atingiu a maturação comercial ou maturação hortícola) quando atingiu um estado de desenvolvimento que lhe permite, de

imediate ou após conservação, atingir ou ultrapassar a qualidade mínima aceitável para o consumidor final. No caso da grande maioria das hortaliças, a máxima qualidade organoléptica e nutricional é atingida no ponto de maturação hortícola.

O estado de maturação de um órgão é avaliado, de forma objectiva ou subjectiva, com base em um ou mais indicadores designados por **índices de maturação**. Os índices de maturação para as culturas hortícolas encontram-se referidos em Almeida (2006).

Os índices de maturação são utilizados pelo produtor para determinar a data de colheita, mas são também utilizados pelas entidades reguladoras dos mercados para estabelecer padrões mínimos de qualidade para os produtos comercializados e por todos agentes de uma cadeia de abastecimento para averiguarem da conformidade dos produtos com os padrões mínimos de qualidade contratualizados (controlo de qualidade). Os produtos hortícolas comercializados na União Europeia tem de estar em conformidade com as normas (quadro 6.3) que estabelecem índices de maturação mínimos. No entanto, os agentes da cadeia de abastecimento, nomeadamente as grandes superfícies comerciais, tendem a ter exigências próprias e mais estritas do que a norma legal.

Quadro 6.3 - Produtos hortícolas que são objecto de normas de acordo com o Regulamento (CE) N° 2200/96 do Conselho ou que vieram posteriormente a ser aditados à lista original.

Aboborinha	Cenoura	Espinafre
Aipo de talo	Chicória <i>witloof</i>	Feijão-verde
Alcachofra	Cogumelos de cultura	Melancia
Alface, chicória frisada, escarola	Couve de Bruxelas	Melões
Alho	Couves de repolho	Morango
Alho-francês	Couve-flor	Pepino
Beringela	Ervilha com vagem	Pimento
Cebola	Espargo	Tomate

6.4.2 Cuidados na colheita

Determinada a data de colheita de acordo com os índices de maturação, é necessário que a operação se efectue de forma a não comprometer desnecessariamente a qualidade, tendo em conta a garantia da integridade dos produtos obtidos no Modo de Produção Biológico. As recomendações genéricas apresentadas no quadro 6.4 devem ser tidas em conta.

Quadro 6.4 - Recomendações para não comprometer a qualidade das hortaliças durante a colheita.

-
- Colher sempre no estado de maturação ideal (índices de maturação) para assegurar a máxima qualidade;
 - Sempre que possível, colher nas horas mais frescas do dia para evitar os efeitos adversos da temperatura elevada;
 - Ter especial cuidado com os danos mecânicos - feridas, pisaduras, compressões, abrasões - provocados pelo operador, pelos equipamentos e pelos contentores de colheita;
 - Proteger os produtos colhidos da incidência de raios solares, para reduzir o aquecimento e a perda de água; pode recorrer-se a sombras existentes ou cobrir os contentores com material reflector;
 - Arrefecer os produtos o mais rapidamente possível;
 - Não misturar no mesmo contentor produtos são de alta qualidade com produtos danificado ou infectados;
 - Utilizar contentores de colheita e contentores de transporte limpos, lavados e desinfectados (se necessário);
 - Disponibilizar água potável, sabão e instalações sanitárias aos operadores;
 - Treinar os operadores em relação a (1) índices de maturação, (2) procedimento de colheita, (3) higiene pessoal e segurança alimentar.
-

6.5 Gestão da temperatura

A temperatura é o factor que exerce maior influencia sobre as alterações da qualidade dos produtos hortícolas após a colheita. A expressão “gestão da temperatura” é aqui utilizada para realçar que a preocupação com temperatura deverá ser constante ao longo da cadeia de abastecimento (entre a colheita e o consumo). Consideramos aqui as operações de arrefecimento (“pré-arrefecimento”) e de armazenamento frigorífico, embora, no seu sentido mais lato, a gestão da temperatura englobe o controlo da temperatura em situações de pré-colheita, eventuais tratamentos térmicos, a temperatura da cura (e.g. batata, cebola) e a temperatura de amadurecimento controlado.

6.5.1 Arrefecimento

Arrefecer significa remover o calor sensível de forma a baixar a temperatura. O arrefecimento deve ser efectuado logo que possível após a colheita e, de preferência, com recurso a um método de arrefecimento rápido (também designado por “pré-arrefecimento”). Esta operação de arrefecimento rápido é ainda pouco praticada em Portugal, mas é porventura a tecnologia pós-colheita que mais contribuiria para melhorar a qualidade dos produtos hortícolas.

Existem cinco métodos de arrefecimento rápido que se descrevem brevemente. Uma descrição mais detalhada destes processos pode ser obtida em Kader (2002), Thompson et al. (2002) ou Almeida (2005).

Os métodos de arrefecimento rápido são:

- Arrefecimento em câmara (*room cooling*) – câmara (fixa ou móvel) com isolamento térmico equipada com um sistema de refrigeração mecânica. É um método expedito, compatível com todos os produtos. Pode ser realizado sem equipamento especial, mas não permite um arrefecimento suficientemente rápido (especialmente importante em produtos muito perecíveis).
- Arrefecimento por ar forçado (*forced air cooling*) – consiste forçar a passagem de ar frio pelo produto de forma a garantir um íntimo contacto. O arrefecimento é rápido e é um método versátil, compatível com a maioria dos produtos hortícolas, com o inconveniente de favorecer a perda de água.
- Arrefecimento por água ou hidroarrefecimento (*hydrocooling*) – recorre a água fria para arrefecer os produtos. É muito eficiente do ponto de vista energético e proporciona arrefecimento rápido. Apresenta riscos de contaminação dos produtos – requer cuidados especiais em relação à sanidade da água – e não é compatível com várias hortaliças.
- Arrefecimento por vácuo (*vacuum cooling*) – É o mais rápido dos métodos de arrefecimento. No entanto, é muito especializado, encontrando aplicação apenas num pequeno número de hortaliças.
- Arrefecimento por gelo (*ice cooling, package icing, contact icing, top icing*) – Recorre ao gelo para arrefecer os produtos. É um método dispendioso, apenas compatível com alguns produtos que podem estar em contacto com o gelo, mas, se bem efectuado, proporciona um excelente arrefecimento, sem perda de água e mantendo a uma excelente aparência de frescura.

No quadro 6.5 constam os métodos de arrefecimento rápido recomendados para diferentes hortaliças.

Quadro 6.5 - Métodos de arrefecimento rápido recomendados para diferentes hortaliças.

Produto	Tamanho da operação	
	Grande	Pequena
Hortaliças de folhas		
Couves de repolho	Vácuo, ar forçado	Ar forçado
Alfaces de repolho	Vácuo	Ar forçado
Couves de folhas	Vácuo, câmara	Ar forçado
Outras hortaliças de folhas	Vácuo, ar forçado, água	Ar forçado
Plantas aromáticas e condimentares (folhas)		
Em molhos	Água, ar forçado	Ar forçado, câmara
Embaladas	Ar forçado	Ar forçado, câmara
Raízes, tubérculos e bolbos		
Com folhas	Água, gelo, ar forçado	Água, ar forçado
Sem folhas	Água, gelo	Água, gelo, ar forçado
Batata	Câmara	
Batata-doce	Água	Câmara
Cebola	Câmara	Câmara, ar forçado
Alho	Câmara	
Hortaliças de caule e inflorescência		
Alcachofra	Água, gelo	Ar forçado, gelo
Espargo	Água	Água
Brócolo, couve-bruxelas	Água, ar forçado, gelo	Ar forçado, gelo
Couve-flor	Ar forçado, vácuo	Ar forçado
Aipo, ruibarbo	Água, vácuo	Água, ar forçado
Alho-francês	Gelo, água, vácuo	Gelo
Cogumelos	Ar forçado, vácuo	Ar forçado
Vagens		
Feijão-verde	Água, ar forçado	Ar forçado
Ervilha	Ar forçado, gelo. Vácuo	Ar forçado, gelo
Hortaliças de fruto		
Pepino, beringela	Câmara, ar forçado	Ar forçado
Melões (grupo Cantalupensis)	Água, ar forçado, gelo	Ar forçado
Melões (grupo Inodorus)	Ar forçado, câmara	Ar forçado
Melancia	Ar forçado, água	Ar forçado, câmara
Pimento	Câmara, ar forçado, vácuo	Ar forçado
Aboborinha, quiabo	Câmara, ar forçado	Ar forçado
Milho-doce	Água, vácuo, gelo	Água, ar forçado, gelo
Tomate	Câmara, ar forçado	
Abóbora	Câmara	Câmara

Fonte: adaptado de Thompson et al. (2002).

6.5.2 Armazenamento frigorífico

Após o arrefecimento, os produtos devem ser mantidos refrigerados, tanto em condições de transporte como de armazenamento. No quadro 6.6 indicam-se as condições ideais – temperatura e humidade relativa do ar – para o armazenamento de hortaliças, bem como a duração máxima do armazenamento nessas condições para manter a qualidade a níveis aceitáveis.

Quadro 6.6 - Condições ideais e duração máxima de armazenamento para hortaliças.

Produto	Temperatura ideal de armazenamento	Humidade relativa (%)	Duração máxima do armazenamento
Abóbora	10-13	50-70	2-3 meses
Aboborinha (courgette)	5-10	95	1-2 semanas
Acelga	0	95-100	10-14 dias
Agrião	0	95-100	2-3 semanas
Aipo	0	98-100	2-3 meses
Aipo-de-raiz	0	97-99	6-8 meses
Alcachofra	0	95-100	2-3 semanas
Alface	0	98-100	2-3 semanas
Alho	0	65-70	6-7 meses
Alho-francês	0	95-100	2-3 meses
Amora	-0,5-0	90-95	3-6 dias
Batata (conservação)	4-13	90-95	5-10 meses
Batata (primor)	10-15	90-95	10-14 dias
Batata-doce	13-16	85-90	4-7 meses
Beringela	8-12	90-95	1 semanas
Beterraba (com folhas)	0	98-100	10-14 dias
Beterraba (sem folhas)	0	98-100	4 meses
Brócolos	0	95-100	10-14 dias
Cebola	0	65-70	1-8 meses
Cebola verde	0	95-100	3-4 semanas
Cenoura	0	98-100	4-6 semanas (imatura), 7-9 meses (maturas)
Chu-chu	8	85-90	4-6 semanas
Cogumelos	0	95	3-4 dias
Couve de folhas	0	95-100	10-14 dias
Couve de folhas, tipo galega	0	95-100	2-3 semanas
Couve-chinesa	0	95-100	2-3 meses
Couve-de-bruxelas	0	95-100	3-5 semanas
Couve-flor	0	95-98	3-4 semanas
Couve-rábano	0	98-100	2-3 meses
Couves de repolho	0	98-100	3-6 semanas (5-6 meses nalgumas cultivares)

Quadro 6.6 - Continuação - Condições ideais e duração máxima de armazenamento para hortaliças.

Produto	Temperatura ideal de armazenamento	Humidade relativa (%)	Duração máxima do armazenamento
Endívia (chicória <i>witloof</i>)	0-3	95-98	2-3 semanas
Ervilha de quebrar	0	95-98	1-2 semanas
Escarola	0	95-100	2-4 semanas
Espargo	0-2	95-100	2-3 semanas
Espinafre	0	95-100	10-14 dias
Fava	0	90-95	1-2 semanas
Feijão de lima	3-5	95	5-7 dias
Feijão verde	4-7	95	7-10 dias
Folhas diversas (<i>baby leaf</i> s)	0	95-100	10-14 dias
Framboesa	-0,5-0	90-95	3-6 dias
Hortelã	0	90	7-14 dias
Manjeriço	7-10	85-95	8 dias
Melancia	10-15	90	2-3 semanas
Melão (<i>Inodorus</i>)	7-10	90-95	2-3 semanas
Melão (<i>Cantalupensis</i>)	2-5	95	5-15 dias
Milho-doce	0	95-98	5-8 dias
Mirtilo	-0,5-0	90-95	10-18 dias
Morango	0	95	7-10 dias
Nabiça	0	95-100	10-14 dias
Nabo	0	95	4-5 meses
Pastinaca	0	98-100	4-6 meses
Pepino	10-13	95	10-14 dias
Pimento	7-13	90-95	2-3 semanas
Plantas condimentares de folhas (excepto manjeriço)	0-2	90-98	-
Quiabo	7-10	90-95	7-10 dias
Rabanete	0	95-100	3-4 semanas (2-4 meses nalgumas cultivares)
Rábano rústico	-1-0	98-100	10-12 meses
Rebentos (soja, luzerna)	0	95-100	7-9 dias
Rúcola	0	90-100	7-10 dias
Ruibarbo	0	95-100	2-4 semanas
Salsa	0	95-100	2-2,5 meses
Salsifi branco	0	95-98	2-4 meses
Tomate (maduro)	8-10	90-95	4-7 dias
Tomate (verde)	13-21	90-95	1-3 semanas
Tomate arbóreo	3-4	85-95	10 semanas
Topinambo	-0,5-0	90-95	4-5 meses

6.5.3 Armazenamento doméstico

Se toda a cadeia de abastecimento funcionar bem, as hortaliças biológicas chegarão a casa dos consumidores ou aos locais de restauração com níveis de qualidade razoáveis. Aí, terão de ser mantidas, normalmente durante um curto período de tempo, entre o momento da compra ou colheita na horta doméstica e a preparação e consumo. Nestas situações, não se pretende maximizar a longevidade dos produtos, mas manter a qualidade, com as instalações e equipamentos disponíveis. No quadro 6.7 apresentam-se recomendações para manter os produtos em armazenamento doméstico de curta duração.

Quadro 6.7 - Condições para o armazenamento doméstico de hortaliças.

Local de armazenamento	Hortaliças	
Frigorífico	Aboborinha (courgette), aipo, alcachofra, alho-francês, beterraba, brócolo, cenoura, coentros, cogumelos, couve-de-bruxelas, couve-flor, couves de repolho.	Endívia (<i>witloof</i>), ervilha, espargo, espinafre, feijão-verde, hortaliças cortadas e minimamente processadas, hortaliças de folha, milho-doce, outras condimentares (excepto manjeriço), rabanete, rebentos, salsa.
Amadurecer na bancada e depois armazenar no frigorífico	-	
Armazenar apenas na bancada	Abóbora, alho ¹ , batata-doce ¹ , batata ^{1,2} , beringela ³ , cebola ¹ .	Gengibre, manjeriço (em água), pepino ³ , pimento ³ , tomate.

¹ Armazene numa área bem arejada.

² Proteja as batatas da luz

³ Podem ficar 1 a 3 dias no frigorífico se forem usados logo após a remoção do frigorífico

Fonte: Kader et al. (s/d).

6.5.4 O problema dos danos pelo frio

Em relação à temperatura há que considerar de forma especial o grupo das hortaliças sensíveis a danos pelo frio. Este acidente fisiológico afecta algumas plantas ou órgãos vegetais quando são expostos a temperaturas baixas durante um período de tempo suficientemente longo. A temperatura crítica abaixo da qual ocorrem danos pelo frio é sempre uma temperatura positiva (entre 0 e 16°C, dependendo dos produtos), não se devendo confundir danos pelo frio com danos pelo gelo. O desenvolvimento dos sintomas depende não só da temperatura, mas também do tempo de exposição.

O dano pelo frio é um exemplo de um dano latente. Muitas vezes os sintomas não se manifestam enquanto os produtos se encontram armazenados a baixa

temperatura, mas desenvolvem-se rapidamente quando os produtos são transferidos para ambientes de temperatura mais elevada após terem sido armazenados a temperaturas injuriosas.

As principais hortaliças sensíveis a danos pelo frio encontram-se listadas no quadro 6.8, bem como um valor indicativo para a temperatura crítica e uma descrição genérica dos sintomas.

Quadro 6.8 - Temperaturas mínimas de segurança para armazenamento de alguns frutos e hortaliças susceptíveis a danos causados pelo frio e respectivos sintomas.

Produto	Temperatura mínima (° C)	Sintomas
Abóbora	10	Susceptibilidade a <i>Alternaria</i>
Batata	3	Acastanhamento, aumento da doçura
Batata-doce	13	<i>Pitting</i> , podridões, descoloração interna
Beringela	7	Escaldão, escurecimento das sementes, susceptibilidade a <i>Alternaria</i>
Espargo	0-2	Cor anormal (verde-acinzentado), amolecimento. Em regra, danos desenvolvem-se se os espargos
Feijão verde	7	<i>Pitting</i> e manchas acastanhadas
Melancia	4.5	<i>Pitting</i> , aroma desagradável
Melão (<i>Inodorus</i>)	7-10	Descoloração avermelhada, <i>pitting</i> , podridão, amadurecimento anormal
Melão (<i>Cantalupensis</i>)	2-5	<i>Pitting</i> , podridões
Manjeriço	10	Necroses nas folhas
Pepino	7	Manchas de aspecto aguado, <i>pitting</i> , podridão
Pimento	7	<i>Pitting</i> , susceptibilidade a <i>Alternaria</i> , escurecimento das sementes
Quiabo	7	Descoloração, zonas aspecto aguado, <i>pitting</i> , podridão
Tomate (maduro)	7-10	Aspecto aguado, podridão, amolecimento;
Tomate (maturo-verde)	13	Susceptibilidade a <i>Alternaria</i> , amadurecimento anormal
Tomate arbóreo	3-4	<i>Pitting</i> , descoloração

Fonte: adaptado de Hardenburg et al. (1986).

6.6 Atmosfera controlada e atmosfera modificada

A alteração da composição gasosa da atmosfera, normalmente através de uma redução da concentração de oxigénio e de um aumento da concentração de dióxido de carbono, pode ser benéfica nalguns produtos hortofrutícolas quadro 6.9. No entanto, a tecnologia da atmosfera controlada ou modificada pode ser prejudicial se as concentrações de oxigénio e de dióxido de carbono ultrapassarem, respectivamente, os valores mínimos e máximos aceitáveis para cada produto.

As tecnologias de atmosfera controlada ou modificada não são substitutos para o armazenamento a temperaturas inadequadas, devendo ser consideradas como complemento da refrigeração (ver Princípio n.º 7).

Quadro 6.9 - Benefícios potenciais da atmosfera controlada ou atmosfera modificada nalgumas hortaliças.

	Elevado	Moderado	Reduzido
Inteiros	Brócolo, couves de repolho. Espargo, morango	Agrião, alcachofra, alface, coentro, cogumelos, melões, tomate (maduro)	Aipo, alho-francês, cebola, couve-chinesa, couve-de-Bruxelas, couve-flor, endívia, ervilha de quebrar, espinafre, feijão-verde (indústria), milho-doce, pepino, pimento, quiabo, rabanete, salsa, tomate (maduro-verde)
Minimamente processados	Melancia, brócolo, couve (repolho, galega), cenoura, alface (tipo iceberg, de folha, romana), cogumelos, cebola, batata, abóbora, aboborinha (courgette), morango, melões	Beterraba de mesa, couve chinesa, alho-francês, alface (tipo Bola de manteiga), pimento, rutabaga, tomate	Espinafre

Fonte: adaptado de Postharvest Technology Research and Information Centre (2001).

O aumento dos níveis de dióxido de carbono e a redução dos níveis de oxigénio na atmosfera são procedimentos compatíveis com os regulamentos do Modo de Produção Biológico. Estas tecnologias assumem um interesse adicional na conservação dos produtos biológicos, na medida em que reduzem a ocorrência e a severidade de patologias de conservação em alguns produtos, assim como limitam a síntese e os efeitos do etileno. No quadro 6.10 referem-se valores aconselhados de composição da atmosfera para algumas hortaliças com indicação do benefício potencial da atmosfera controlada. Para diversas hortaliças, como a cenoura ou a batata de conservação, a

atmosfera controlada ou modificada não traz nenhum benefício (no caso do produto inteiro).

Quadro 6.10 - Resumo das recomendações sobre a composição da atmosfera para hortaliças inteiras.

Produto	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	Benefício potencial
Agrião	5-10	4-6	Bom
Aipo	1-4	3-5	Médio
Aipo-de-raiz	2-4	2-3	Médio
Alcachofra	2-3	2-3	Bom
Alface	1-3	0	Bom
Alho-francês	1-2	2-5	Médio
Brócolo	1-2	5-10	Excelente
Cebola (bolbo)	1-2	0-10	Médio
Cebola (com folhas)	2-3	0-5	Médio
Coentro	5-10	4-6	Bom
Cogumelos	3-21	5-15	Bom
Couve chinesa	1-2	0-5	Médio
Couve-de-bruxelas	1-2	5-7	Médio
Couve-flor	2-3	3-4	Médio
Couves de repolho	2-3	3-6	Excelente
Endívia (witloof)	3-4	4-5	Médio
Ervilha de quebrar	2-3	2-3	Médio
Espargo	Ar	10-14	Excelente
Espinafre	7-10	5-10	Médio
Feijão verde	1-3	3-7	Médio
Meloa (<i>Cantalupensis</i>)	3-5	10-20	Bom
Milho-doce	2-4	5-10	Médio
Pepino	1-4	0	Médio
Pimento	2-5	2-5	Médio
Quiabo	Ar	4-10	Médio
Rabanete	1-2	2-3	Médio
Salsa	8-10	8-10	Médio
Tomate (maduro)	3-5	3-5	Bom
Tomate (verde-maturo)	3-5	2-3	Médio

Fonte: Saltveit (2001).

6.6.1 Efeito fungistático do dióxido de carbono

A atmosfera controlada ou modificada geralmente reduz a ocorrência de doenças de conservação. Este efeito é exercido por via indirecta, através da manutenção da integridade dos tecidos, mas também devido ao efeito directo da composição atmosférica sobre os patogénios.

O efeito fungistático do dióxido de carbono é especialmente importante no contexto da agricultura biológica, por se tratar de uma gás natural, inócuo quando

ingerido e permitido pelos regulamentos. O efeito fungistático do dióxido de carbono exerce-se a concentrações superiores a 15 % e é utilizado para suprimir doenças provocadas por *Botrytis cinerea* em morango e por *Botrytis e Monilinia fructicola* em cerejas. Infelizmente, são poucos os produtos hortofrutícolas que toleram concentrações suficientemente elevadas de dióxido de carbono.

6.7 O etileno na Pós-colheita Hortofrutícola

6.7.1 Efeitos do etileno

O etileno é uma hormona vegetal produzida naturalmente por todos os tecidos vegetais e por diversos microorganismos e está praticamente omnipresente na atmosfera. É fisiologicamente activo em concentrações muito baixas, inferiores a 0,1 ppm. No contexto da Pós-colheita Hortofrutícola temos de considerar os efeitos benéficos e os efeitos indesejáveis do etileno quadro 6.11.

Quadro 6.11 - Efeitos do etileno em produtos hortofrutícolas.

Benéficos	Indesejáveis
<ul style="list-style-type: none"> • Aceleração e uniformização do amadurecimento de frutos climactéricos. • Uniformização da cor em citrinos (<i>desverdeamento</i>). • Facilitação da colheita mecânica (abscisão). • Indução da síntese de compostos voláteis responsáveis pelo aroma dos frutos. • Inibição do abrolhamento em batata ¹. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aceleração do amadurecimento e da senescência. • Aumento da velocidade de degradação da clorofila. • Aumento da susceptibilidade dos frutos a fungos. • Indução ou agravamento de acidentes fisiológicos: e.g. <i>russet spotting</i> em alface, acumulação de isocumarinas amargas em cenoura, susceptibilidade ao <i>bitter pit</i> em maçã. • Abscisão de folhas, flores, frutos. • Aumento da dureza e a fibrosidade do espargo.

¹ O etileno pode inibir ou estimular o abrolhamento de batata (e de outros órgãos vegetativos de reserva). Na realidade uma exposição ao etileno de tubérculos dormentes acelera a quebra da dormência e estimula o abrolhamento. Em contraste, uma exposição permanente do etileno após a quebra de dormência inibe o crescimento dos brotos.

Uma vez que há efeitos positivos e negativos, é necessário encarar o etileno numa dupla perspectiva e lidar quer com a sua aplicação quer com a sua remoção.

6.7.2 Aplicação de etileno

O etileno é autorizado no Modo de Produção Biológico para acelerar e uniformizar o amadurecimento de banana. Em princípio, a sua aplicação para acelerar o amadurecimento de outros frutos climactéricos e para efectuar o desverdeamento de citrinos seriam também compatíveis com o Modo de Produção Biológico, embora estas finalidades não estejam referidas no regulamento. A investigação aplicada sobre os efeitos do etileno poderia ainda desenvolver protocolos para tirar partido do efeito anti-abrolhante que o etileno possui e que poderiam ser compatíveis com o Modo de Produção Biológico.

O etileno a aplicar deve estar na forma gasosa. No Modo de produção Biológico não é permitida a aplicação de etefão (ácido cloroetilfosfónico), uma substância química que liberta etileno.

6.7.3 Remoção do etileno e minimização dos seus efeitos indesejáveis

Embora o etileno seja uma hormona indispensável para alguns processos e seja utilizado na prática comercial nas situações acima referidas, os efeitos indesejáveis do etileno são normalmente prevaletentes no contexto da pós-colheita de hortaliças, todas elas sensíveis aos seus efeitos prejudiciais. Existem diversos processos para proteger os produtos hortofrutícolas dos efeitos nefastos do etileno, que podem ser enquadradas em três estratégias (Almeida, 2005):

- Remoção do etileno do ambiente,
- Silenciamento químico,
- Silenciamento genético.

Para além destas estratégias específicas, a temperatura baixa (refrigeração) reduz a síntese e reduz também os efeitos do etileno, sendo uma das razões pelas quais a refrigeração é uma tecnologia tão eficaz na preservação da qualidade dos produtos hortofrutícolas.

6.7.3.1 Estratégias de remoção

Em relação aos métodos de remoção, todos eles são compatíveis com os regulamentos do Modo de Produção Biológico.

Remoção de fontes. Para evitar a acumulação de etileno no ambiente é necessário eliminar as principais fontes emissoras de etileno: empilhadores a gás ou

quaisquer outros equipamentos com motores de combustão, frutos climactéricos em amadurecimento, sobrematuros ou quaisquer produtos podres.

Ventilação. A renovação do ar das câmaras é frequentemente suficiente para evitar uma acumulação excessiva (se o ar exterior não estiver poluído com etileno) mas não permite a redução completa dos níveis de etileno.

Permanganato de potássio. O etileno pode ser oxidado a CO_2 e H_2O pelo permanganato de potássio (KMnO_4). Os filtros comerciais contêm um material poroso impregnado com permanganato de potássio para proporcionar uma elevada superfície de contacto com o etileno. É necessário assegurar uma rigorosa separação entre o permanganato com o produto.

Ultravioletas e geradores de ozono. O etileno pode ser oxidado por reacção com o ozono em equipamentos que recorrem à radiação ultravioleta para produzir e, posteriormente, destruir o ozono.

Oxidação catalítica. O etileno pode ser oxidado se reagir com o O_2 atmosférico a temperatura elevada (cerca de 200°C) na presença de um catalisador de platina. Estes equipamentos são muito eficazes na remoção do etileno, mas processam um volume de ar relativamente pequeno, sendo por isso aconselháveis para câmaras pequenas ou em situações de armazenamento prolongado em atmosfera controlada.

6.7.3.2 Estratégias de silenciamento químico

Nas estratégias de silenciamento químico enquadram-se os métodos de inibição da síntese ou da acção do etileno através da utilização de compostos orgânicos ou inorgânicos.

É possível reduzir a síntese de etileno através da redução da actividade da enzima ACC oxidase por métodos compatíveis com o Modo de Produção Biológico. A actividade desta enzima pode ser inibida pela redução da concentração de O_2 na atmosfera (ver 6.6.) ou mesmo através da exposição a temperaturas superiores a 30°C (tratamentos por calor).

A inibição da síntese, no entanto, não previne as respostas dos tecidos ao etileno exógeno, presente na atmosfera. Para tal é necessário inibir a acção do etileno, utilizando produtos que se ligam ao receptor do etileno e impedem a sua acção. Existem duas possibilidades para inibir a acção do etileno compatíveis com o Modo de Produção Biológico. O CO_2 , não sendo um inibidor muito forte, compete com o receptor do

etileno. O recurso a vapores de etanol (de fonte biológica) também permite reduzir a acção do etileno.

A atmosfera controlada ou modificada actua tanto a nível da síntese (ACC oxidase) como sobre a acção (receptor) do etileno através da acção combinada da concentração de O₂ reduzida e da concentração de CO₂ elevada.

6.7.3.3 Estratégias de silenciamento genético

No Modo de Produção Biológico não é possível cultivar plantas geneticamente modificadas, pelo que as estratégias de silenciamento genético baseadas na engenharia genética da expressão das enzimas da biossíntese e da degradação do etileno, dos seus receptores ou da rota de transdução do sinal não têm aplicação neste modo de produção.

No entanto, em diversas espécies de plantas hortícolas existem mutações naturais que incidem sobre síntese ou a percepção do etileno e existe uma enorme variabilidade no germoplasma de todas as culturas em relação a estes processos.

6.8 Sanidade da água e desinfeção

6.8.1 Utilização da água em pós-colheita

A água é largamente utilizada em pós-colheita para:

- lavar produtos, equipamentos e instalações;
- transportar produtos nalguns sistemas de manuseamento;
- arrefecer produtos (hidroarrefecimento);
- fazer soluções e suspensões que veiculam substâncias.

De facto, a transferência dos produtos dos contentores de colheita para as linhas de selecção pode ser feita em água em diversas frutas e hortaliças (e.g. tomate, batata). A transferência em água é um método gentil que reduz o impacto entre produtos e a ocorrência de danos mecânicos. No entanto, a água que entra em contacto com os produtos é um veículo de contaminações – quer de patogénios dos produtos, quer de microrganismos que colocam em risco a saúde dos consumidores.

Torna-se necessário sanitizar a água de forma a evitar a acumulação de inóculo e os riscos de contaminação dos produtos.

A proveniência da água deve ser considerada em todos os modos de produção para avaliar os riscos de segurança alimentar. No Modo de Produção Biológico não basta que a água utilizada em pós-colheita seja potável (como exige a legislação para água que entra em contacto com alimentos); torna-se necessário assegurar que a água não contém nenhuma substância que comprometa a natureza biológica do produto. Por esta razão, os produtores e manuseadores de produtos biológicos são obrigados a manter registos cuidados de todas lavagens, com indicação dos produtos utilizados. Qualquer contaminação, mesmo que accidental, com substâncias interditas leva à impossibilidade de certificar um produto como biológico.

6.8.2 Sanitização da água

A sanidade da água tem de ser assegurada para evitar a disseminação de inóculo de patogénios. Além disso, vários patogénios humanos - *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, *Shigella*, *Listeria*, *Cryptosporidium*, vírus da hepatite A e *Cyclospora* - são veiculados por hortaliças frescas.

A sanidade da água no Modo de Produção Biológico pode ser assegurada através dos seguintes produtos químicos:

- Peróxido de hidrogénio;
- Ozono;
- Ácido peroxiacético;
- Compostos de cloro (hipoclorito de sódio, hipocl. de cálcio e dióxido de cloro).

A utilização de compostos de cloro é ainda permitida, mas com algumas restrições, devendo as concentrações de cloro situar-se entre 50 e 75 ppm, inferiores às utilizadas normalmente. O resíduo de HOCl após a utilização da água não deve ser elevado. Para o cloro ser eficaz (cloro activo, HOCl) é necessário manter o pH da água entre 6,5 e 7,5. A água tratada da rede pública pode ser utilizada no Modo de Produção Biológico.

6.8.3 Sanitização e desinfecção de superfícies

Existem diversas substâncias que podem ser utilizadas para a sanitização ou desinfecção de produtos, equipamentos, superfícies e instalações utilizadas para manusear produtos do Modo de Produção Biológico. Em geral, devem ser provenientes de uma fonte natural ou serem sujeitos a uma avaliação pela entidade certificadora. Os seguintes compostos podem ser utilizados no Modo de Produção Biológico:

- Ácido acético (vinagre) proveniente de MPB;
- Etanol (álcool etílico) proveniente de MPB;
- Compostos quaternários de amónio são permitidos para desinfectar superfícies que não entrem em contacto com os alimentos; não são permitidos resíduos;
- Detergentes para limpar equipamentos. Produtos sujeitos a avaliação caso-a-caso;
- Peróxido de hidrogénio para desinfectar água e superfícies;
- Ozono para desinfectar produtos e equipamentos;
- Ácido peroxiacético para a desinfecção de água e produtos;
- Compostos de cloro (hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio e dióxido de cloro) para a desinfecção de água e de superfícies em contacto com alimentos; na água de lavagem de produtos existem restrições.

6.9 Estratégias para a protecção contra doenças pós-colheita

Tal como em relação a outras operações e tecnologias pós-colheita, as preocupações com as doenças que afectam os produtos hortofrutícolas no período pós-produção colocam-se com mais ênfase nas cadeias de abastecimentos mais longas e complexas. Na impossibilidade de recorrer a pesticidas de síntese para combater as patologias de conservação, a cadeia de abastecimento de produtos biológicos tem de implementar uma estratégia de Protecção Integrada, recorrendo às seguintes técnicas:

- Sanidade durante a produção no campo;
- Redução dos danos mecânicos na colheita (ver 6.4.);
- Gestão da temperatura (ver 6.5.);
- Recurso à atmosfera controlada ou modificada (ver 6.6.);
- Tratamentos pelo calor;
- Biopesticidas e agentes de controlo biológico.

A indústria está activamente a desenvolver formulações fungicidas com ingredientes autorizados no Modo de Produção Biológico. Estas formulações contém, isoladamente ou em combinação, os seguintes ingredientes:

- Ácidos orgânicos: e.g. ácido cítrico, ácido málico;
- Óleos essenciais: e.g., alecrim, hortelã-pimenta, cravinho;
- Extractos de plantas.

Os métodos aprovados para o Modo de Produção Biológico têm de ser combinados para proporcionar benefícios. Os princípios e a metodologia da Protecção Integrada devem estar sempre presentes, tendo em conta as restrições à utilização de substâncias químicas de síntese no Modo de Produção Biológico. As técnicas acima referidas devem ser integradas tendo em conta (quadro 6.12):

- Prevenção da infecção. Formas de reduzir a quantidade de inóculo e de dificultar a infecção do órgão vegetal;
- Erradicação de infecções incipientes. As estratégias curativas têm geralmente um sucesso reduzido no contexto das doenças pós-colheita, mas podem ser úteis desde que se não descure a sanidade geral e as condições que favorecem a resistência do hospedeiro;
- Retardação do desenvolvimento do patogénio no hospedeiro. Inclui as estratégias que tiram partido da resistência natural dos tecidos vegetais à infecção.

Quadro 6.12 - Exemplo da integração de diferentes estratégias para combater as doenças pós-colheita de frutas e hortaliças no Modo de Produção Biológico.

A. Prevenção da infecção

- A.1. Redução dos **danos mecânicos** durante a colheita e subsequente manuseamento pós-colheita.
- A.2. Redução da quantidade de **inóculo na superfície** do hospedeiro, através da lavagem com água sanitizada, acompanhada de escovagem, se necessário.
- A.3. Redução da quantidade de **inóculo no ambiente**, através da lavagem e desinfecção de caixas que são recicladas, desinfecção da água que entra em contacto com os produtos com desinfectante autorizado, manutenção da limpeza da central hortícola, evitando a acumulação de matéria orgânica em decomposição, desinfecção regular dos tapetes e escovas com desinfectante autorizado.

B. Erradicação de infecções incipientes

- B.1. **Luta química**, com recurso a produtos autorizados (ácidos orgânicos, óleos essenciais ou extractos de plantas).
- B.2. **Tratamento pelo calor**. Aquecer o produto através de água ou ar quentes a uma temperatura ligeiramente inferior a aquela que provocaria danos, durante alguns minutos, pode erradicar ou retardar o desenvolvimento de algumas doenças; é necessário que a temperatura seja superior ao ponto de morte térmica do patogénio, mas inferior ao máximo que o produto pode suportar sem sofrer danos.

C. Retardação do desenvolvimento do patogénio no hospedeiro

- C.1. Armazenamento a **baixa temperatura** é uma forma eficaz de reduzir a taxa de crescimento dos patogénios e de manter a resistência do hospedeiro.
 - C.2. Outras formas de manter a **resistência do hospedeiro**, complementares à refrigeração, como por exemplo evitar os efeitos do etileno
 - C.3. **Atmosfera controlada**, principalmente tirando partido do efeito fungistático do dióxido de carbono.
 - C.4. **Antagonismos biológicos**, são utilizados principalmente em frutos.
-

6.10 Outras tecnologias pós-colheita

6.10.1 Tratamentos anti-abrolhantes

As hortaliças que são órgãos vegetativos de reserva (e.g., batata, cebola e alho) desenvolvem-se e crescem durante o período pós-colheita. Este crescimento é indesejável na medida em que aumenta drasticamente a perda de água e a taxa respiratória, comprometendo a longevidade destas hortaliças.

Os anti-abrolhantes sintéticos utilizados convencionalmente (e.g. CIPC, 1-isopropil-N-3-clorofenilcarbamato) estão interditos no Modo de Produção Biológico. Nos produtos biológicos a prevenção do abrolhamento tem de ser efectuada através da refrigeração, podendo esta ser complementada com alguns tratamentos químicos autorizados.

O recurso a óleos essenciais (e.g. hortelã-pimenta, cravinho) é eficaz para retardar o abrolhamento em batata. No entanto, verificam-se por vezes problemas de fitotoxicidade ou mesmo objecções de carácter organoléptico. Uma exposição contínua de batata a uma concentração de etileno de 4 ppm é um tratamento anti-abrolhante eficaz e compatível com os princípios do Modo de Produção Biológico embora não esteja actualmente autorizado explicitamente pelo regulamento.

6.10.2 Irradiação

O recurso a radiações ionizantes como tratamento desinfectante ou de quarentena não é permitido no Modo de Produção Biológico. No entanto, é permitida a utilização de irradiação com raios X nos detectores de metais utilizados, por exemplo, nas linhas de processamento de produtos minimamente processados (IV gama).

6.10.3 Revestimentos comestíveis

Os revestimentos comestíveis constituem uma barreira semi-permeável ao vapor de água e a outros gases que se utiliza por vezes em frutos e em raízes com os objectivos de reduzir a perda de água, reduzir as trocas gasosas (O₂ e CO₂) modificando a atmosfera interna do produto, substituir as ceras naturais removidas nas operações de limpeza, cobrir ferimentos, reter compostos voláteis e melhorar a aparência dos produtos.

No Modo de Produção Biológico é permitida a utilização de ceras (de abelha e de carnaúba). As formulações têm de ser isentas de substâncias sintéticas e os revestimentos têm de ser autorizados pela entidade certificadora.

Dada a intensidade de investigação nesta área e o interesse comercial no desenvolvimento de revestimentos comestíveis é de esperar que, à medida que se desenvolve o mercado dos produtos biológicos, novas formulações venham a ser elaboradas com extractos de plantas para, por exemplo, prevenir infecções.

6.11 A garantia da integridade dos produtos biológicos

As operações pós-colheita dos produtos obtidos no Modo de produção Biológico têm de ser efectuadas com a preocupação permanente de evitar contaminações dos produtos e mistura ou troca inadvertida de produtos biológicos por outros.

Os operadores da cadeia de abastecimento devem ter um plano de manuseamento para os produtos biológicos onde sejam identificados os pontos onde possam ocorrer contaminações e as medidas preventivas para as evitar. Neste plano devem estar claramente descritos os procedimentos e barreiras físicas para assegurar que não haja mistura entre produtos biológicos e convencionais e que não haja contacto dos produtos biológicos com substâncias proibidas.

Apresentam-se aqui recomendações genéricas para garantir a identidade e integridade biológica dos produtos na cadeia de abastecimento. A formação do pessoal sobre as características e o manuseamento dos produtos biológicos não pode ser descuidada.

6.11.1 Operação de arrefecimento

Sempre que possível, o arrefecimento deve ser feito num equipamento de arrefecimento rápido exclusivamente dedicado a produtos biológicos. No caso de tal não ser viável, deve proceder-se primeiro ao arrefecimento dos produtos biológicos, após a limpeza diária do equipamento, e só depois processar os produtos convencionais.

6.11.2 Armazenamento

Os produtos biológicos devem ser armazenados sempre que possível em câmaras sem mistura com outros produtos. No caso de armazenamento misto, os produtos

biológicos devem ser colocados acima dos produtos convencionais (prateleira superior) para evitar contaminações devido a quedas ou escorrência.

6.11.3 Gestão da embalagem

A embalagem assume um papel central nesta garantia da identidade biológica dos produtos. O armazenamento misto de embalagens – caixas, paletes, paloxes, etc. – é proibido ou restrito.

6.11.4 Transporte e distribuição

Durante o transporte e distribuição é necessário prevenir a contaminação com pesticidas proibidos, lubrificantes, metais pesados, detergentes proibidos, solos e matéria orgânica em decomposição. Em situações de cargas mistas de produtos biológicos e convencionais deve ter-se a precaução de colocar as embalagens de produtos biológicos sobre os produtos convencionais (parte de cima das paletes), colocar as cargas secas sobre cargas húmidas e colocar barreiras entre tipos de carga para prevenir eventuais contaminações.

6.11.5 Manuseamento no retalhista

Neste ponto da cadeia de abastecimento é necessário paletizar e armazenar separadamente os produtos biológicos, sempre que não se trate de uma loja especializada neste tipo de alimentos. Sempre que um produto biológico tem de ser lavado, a lavagem é feita em contentores (tanques) dedicados à lavagem de produtos biológicos, devidamente sanitizado e postos a escorrer em área exclusiva. As facas ou outros instrumentos de corte e de preparação devem ser de uso exclusivo na preparação dos produtos biológicos.

Na exposição, os produtos biológicos devem estar claramente identificados e separados dos produtos convencionais de forma a evitar misturas, contaminações ou confundir o consumidor.

Bibliografia

Aleixo, A.L., Mantas, A., Ferreira, J., Ferreira, J.C. & Ribeiro, J. R. 2003. Plano nacional para o desenvolvimento da agricultura biológica (2004-2007). Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Lisboa.

Almeida, D. 2005. Manuseamento de produtos hortofrutícolas. Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto.

Almeida, D. 2006. Manual de Culturas Hortícolas. Editorial Presença, Lisboa (2 volumes).

Almeida, D.P.F. 2007. Os consagrados princípios da Pós-colheita. *Vida Rural* : 1729: 32-35.

Gross, K. C., Wang, C. Y. & Saltveit, M. 2004. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook Number 66.

Hardenburg, R. E., Watada, A. E. & Wang, C. Y. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook Number 66.

Kader A. A. (editor). 2002. Postharvest technology of horticultural crops. Third edition University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, Oakland.

Kader, A., Thompson, J. & Sylva, K. s/d. Storing fresh fruits ad vegetables for better taste. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication no 21590.

Postharvest Technology Research and Information Center. 2001. Optimal controlled atmospheres for horticultural perishables, Postharvest Horticulture Series no 22A, University of California, Davies.

Saltveit, M. 2001. A summary of CA requirements and recommendations for vegetables. In: Postharvest Technology Research and Information Center. Optimal controlled atmospheres for horticultural perishables, Postharvest Horticulture Series no 22A, University of California, Davies, pp. 71-94

Suslow, T. 2000. Postharvest handling for organic crops. Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 7254, University of California, Davies.

Thompson, J. F., Mitchell, F. G., Rumsey, T. R., Kasmire, R. F. & Crisosto, C. H. 2002. Commercial cooling of fruits, vegetables and flowers. Revised edition University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 21567, Oakland.

GLOSSÁRIO

- Adubação verde - incorporação no solo de uma cultura antes da sua maturação, para aumentar a fertilidade do solo.
- Adubo - fertilizante comercial, cuja composição é regulada por legislação apropriada.
- Afídeo - piolho.
- Agricultura sustentável - sistema de produção agrícola que é ecologicamente aceitável, economicamente viável e socialmente justo, e que permite manter a produtividade indefinidamente.
- Água disponível no solo - água que pode ser extraída pelas plantas.
- Alelopatia - fenómeno pelo qual uma planta pode destruir ou inibir o crescimento de outra, através de substâncias tóxicas que emite pelas raízes ou que são libertadas durante o processo de decomposição dessa planta.
- Amonificação - decomposição bioquímica de moléculas orgânicas azotadas por microrganismos, com libertação de amoníaco.
- Antagonista - organismo que exerce acção limitante do desenvolvimento de pragas de artrópodes, de patogénios ou de infestantes das culturas.
- Artrópode - animal provido de apêndices locomotores formados por várias peças articuladas, corpo de simetria bilateral e exoesqueleto quitinoso. O seu desenvolvimento compreende mudas e metamorfoses. A classe mais numerosa é a dos insectos.
- Atmosfera controlada - tecnologia de armazenamento que mantém níveis atmosféricos de oxigénio e de dióxido de carbono, respectivamente, inferiores e superiores aos níveis normais, com um controlo apertado das suas concentrações.
- Atmosfera modificada - tecnologia que tira partido das taxas de respiração dos produtos e da permeabilidade de filmes plásticos para manter níveis atmosféricos de oxigénio e de dióxido de carbono, respectivamente, inferiores e superiores aos níveis normais na vizinhança do produto.
- Autoridade de controlo - a organização administrativa pública à qual a autoridade competente tenha conferido a sua competência para proceder aos controlos e à certificação no domínio da produção biológica, que em Portugal é o Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica (<www.idrha.min-agricultura.pt>).
- Autoridade competente (no domínio da produção biológica) - em Portugal é o Ministério da Agricultura e as Secretarias Regionais das Regiões Autónomas.
- Auxiliar das culturas - organismo antagonista, com actividade predadora, parasitóide, parasita ou patogénica, de organismos inimigos das culturas.
- Biodiversidade - medida da variedade de espécies que existem numa comunidade.
- Biofumigação - incorporação de matéria orgânica no solo (compostos pouco maturados ou resíduos de culturas), com o objectivo de que a sua decomposição liberte substâncias voláteis responsáveis por um efeito de desinfectação.
- Calagem - aplicação de correctivos alcalinizantes aos solos ácidos, para elevar o valor de pH ou diminuir o alumínio de troca.
- Capacidade de campo - teor de humidade que o solo retém após saturação e drenagem da água livre.
- Chorume - conjunto de dejectos animais e urina com a água de lavagem utilizada na sua remoção.
- Ciclo biológico - sucessão completa de modificações sofridas por um organismo durante a sua vida.
- Clorose - coloração verde clara, amarela ou esbranquiçada das folhas, devido à ausência de clorofila.
- Composto ou compostado - resíduos orgânicos que sofreram uma decomposição biológica aeróbia (compostagem).

- Compostagem - processo biológico através do qual a matéria orgânica dos resíduos orgânicos é transformada, pela acção de microrganismos, em material estável e utilizável na preparação de húmus.
- Conversão - a transição da agricultura não biológica para a agricultura biológica, num determinado período de tempo durante o qual foram aplicadas as disposições relativas à produção biológica; o período de conversão tem início no momento em que o operador notifica as autoridades competentes da sua actividade (Ministério da Agricultura e as Secretarias Regionais das Regiões Autónomas) e submete a sua exploração ao sistema de controlo (organismo de certificação de produtos).
- Correctivos - produtos adicionados ao solo para modificar as suas características e aumentar a produtividade, como os calcários, o gesso ou o enxofre (correctivos minerais) e os estrumes ou compostos (correctivos orgânicos).
- Cultivar - grupo de indivíduos de uma dada espécie ou variedade, que foi deliberadamente obtido por melhoramento em função de uma ou mais características específicas.
- Cultura de cobertura - cultura, normalmente constituída por plantas das famílias das Gramíneas e Leguminosas, que é semeada durante o período de Inverno e destina-se a ser ou não colhida, ou que é produzida como cultura secundária que melhora o sistema de produção da cultura principal, como por exemplo árvores de fruto e vinha.
- Danos pelo frio - acidente fisiológico que algumas plantas ou órgãos vegetais desenvolvem quando são expostos a temperatura baixa mas positiva durante um período de tempo suficientemente longo.
- Deficiência de nutrientes - condição que ocorre quando um nutriente não está presente na quantidade necessária para satisfazer as necessidades fisiológicas da planta, resultando em menor crescimento e produção.
- Desinfectante - produto químico capaz de destruir bactérias patogénicas, assegurando uma redução de 5 log num intervalo de tempo entre 5 e 10 min.
- Diapausa - suspensão da actividade metabólica.
- Doença - qualquer perturbação que imprime um desvio no processo de vida normal de um ser (...cultura) afectando parte ou a totalidade dos seus órgãos, impossibilitando-os de desenvolver as suas actividades biológicas.
- Dormente - ficar inactivo durante o Inverno ou períodos de temperaturas baixas.
- Ectoparasita - organismo que se alimenta permanecendo no exterior do hospedeiro.
- Endoparasita - organismo que se alimenta permanecendo no interior do hospedeiro.
- Entomopatogénio - fungo que vive a expensas dos artrópodes.
- Estrago - efeito inconveniente sem importância económica provocado directa ou indirectamente, pelo inimigo da cultura, no desenvolvimento da cultura ou nos seus produtos.
- Estrumes - dejectos sólidos e líquidos dos animais, misturados com restos de alimentos e materiais de origem vegetal utilizados nas 'camas'.
- Fauna auxiliar - conjunto de artrópodes benéficos.
- Feromona - substância segregada em glândulas exócrinas, que, lançada no ambiente, influencia, por acção longínqua e em quantidades mínimas, por exemplo, o comportamento ou o processo de desenvolvimento de indivíduos da mesma espécie.
- Fertilidade do solo - capacidade do solo para fornecer nutrientes às plantas.
- Fertilização - aplicação de fertilizantes ao solo ou à planta para melhorar a sua produtividade.
- Fertirrega - fornecimento de nutrientes através da água de rega.
- Fitófago - organismo animal que se alimenta a expensas de uma planta.
- Hiperplasia - multiplicação anormal dos elementos de um tecido.
- Hipertrofia - desenvolvimento excessivo de um órgão devido a um aumento anormal do número de células.
- Húmus - substâncias orgânicas relativamente estáveis que permanecem após a decomposição dos resíduos orgânicos e que contribuem para a fertilidade do solo.
- Índice de maturação - avaliação, objectiva ou subjectiva, de um ou mais indicadores que é utilizada para determinar o estado de maturação de um órgão vegetal.

Inóculo - qualquer parte de um organismo como esporos, micélio ou partículas de vírus, que podem infectar um hospedeiro.

Larva - forma jovem de um insecto de metamorfose completa, que difere totalmente do adulto a que vai dar origem.

Limitação natural - limitação do desenvolvimento dos inimigos das culturas em consequência da conjugação da acção de factores naturais de origem biótica (hospedeiros, parasitas, parasitóides e predadores) e de origem abiótica (temperatura, humidade) presentes no ecossistema.

Lixiviação - arrastamento de substâncias dissolvidas, por percolação da água em direcção ao lençol freático.

Luta biológica - utilização de organismos vivos ou de seus derivados, tendo em vista a redução dos inimigos das culturas para níveis economicamente toleráveis.

Matéria orgânica - substância formada durante o metabolismo de um organismo.

Maturação - etapa do processo de desenvolvimento em que um órgão adquire competência para exercer a sua função.

Maturação comercial - o mesmo que maturação hortícola.

Maturação hortícola - estado de desenvolvimento em que um órgão pode ser colhido estando assegurado que pode atingir ou ultrapassa os pré-requisitos para a sua utilização (a qualidade mínima aceitável para o consumidor final).

Maturo - diz-se de uma órgão que passou pela fase de maturação.

Metais pesados - elementos com número atómico superior a 23 ou com massa atómica superior a 55.

Metamorfose - série de alterações que um artrópode sofre durante o seu desenvolvimento.

Micorrizas - associação de fungos simbióticos com as raízes de muitas espécies vegetais.

Mineralização - libertação de elementos na forma mineral a partir da matéria orgânica, à medida que esta é decomposta pelos organismos do solo.

Nitrificação - conversão do ião amoniacal em ião nitrato por microrganismos do solo ou dos resíduos orgânicos na compostagem.

Nível económico de ataque - intensidade de ataque de um inimigo da cultura a que se devem aplicar medidas limitativas ou de combate, para impedir que a cultura corra risco de prejuízos superiores ao custo das medidas de luta a adoptar, acrescidos dos efeitos indesejáveis que estas últimas possam provocar.

Organismo de certificação de produtos - a entidade terceira privada e independente que procede aos controlos e à certificação no domínio da produção biológica, de acordo com o disposto no Reg. CE n.º 834/2007 (CE, 2007).

Organismo geneticamente modificado (OGM) - qualquer organismo cujo material genético tenha sido alterado de uma forma que não ocorre naturalmente por reprodução sexuada e/ou recombinação natural, ou seja, qualquer organismo em cujo genoma foi deliberadamente introduzido uma nova porção de DNA.

Parasita - organismo que vive a expensas de um hospedeiro, causando-lhe doença (ex: fungos, bactérias e vírus).

Parasitóide - organismo, normalmente da classe Insecta, que se desenvolve total ou parcialmente à custa de um organismo de outra espécie, acabando por provocar a sua morte.

Patogénio - organismo causador de uma doença (bactérias, fungos, fitoplasmas, nemátodos, vírus e viróides).

Poder tampão (do solo) - resistência oferecida pelo solo à mudança de condições. Usado em relação ao pH e aos teores de nutrientes na solução do solo.

Polífago - organismo capaz de se nutrir de diversas fontes de alimento.

Praga - organismo animal nocivo para as culturas

Praga-chave - praga, com carácter permanente, cuja densidade da população ultrapassa normalmente o nível económico de ataque.

Predador - organismo (insecto, ácaro, vertebrado) que necessita do consumo de mais de um indivíduo, normalmente capturado como presa para completar o seu desenvolvimento.

- Prejuízo - redução com importância económica, da produção de uma cultura, quer em quantidade quer em qualidade, causada por inimigos das culturas.
- Produção biológica - utilização do método de produção conforme com as regras estabelecidas no Reg. CE n.º 834/2007 (CE, 2007), em todas as fases desde a produção primária de um produto biológico até à sua armazenagem, transformação, transporte, venda ou fornecimento ao consumidor final e, se for caso disso, a rotulagem, publicidade, importação, exportação e actividades de subcontratação. Modo de produção que promove a utilização de recursos renováveis e a preservação da biodiversidade; sem recurso a organismos geneticamente modificados, pesticidas, herbicidas e fertilizantes sintéticos; promovendo na produção animal o bem estar dos animais, sem recurso a alimentos sintéticos, hormonas de crescimento ou antibióticos.
- Rastreabilidade - registo de todos os elementos referentes ao historial de um produto desde a sua produção até ao consumidor (eg. data e dose de aplicação dos factores de produção; data de colheita e de expedição; tipo de armazenamento; etc.); esta informação permite identificar a origem e conhecer todas as etapas a que foi sujeito um determinado produto, em qualquer ponto da sua cadeia de produção e comercialização.
- Rizosfera - zona do solo que rodeia o sistema radicular das plantas.
- Rotação - sucessão de culturas que seguem uma ordem determinada, ao longo de um dado número de anos, sobre uma mesma parcela; normalmente a rotação pratica-se num conjunto de parcelas de terreno designado por afolhamento, em número igual ao número de anos da rotação.
- Salinização - processo de acumulação de sais no solo.
- Sanitização - processo de redução do número de microrganismos para um nível considerado seguro, não implicando a destruição de bactérias patogénicas.
- Saprófita - organismo que se alimenta de substâncias orgânicas mortas ou em decomposição.
- Sideração - o mesmo que adubação verde.
- Simbiose - associação de dois organismos dissimilares que é benéfica para ambos, como o rizóbio com plantas leguminosas, ou as micorrizas com as raízes.
- Solarização - processo de aquecimento da camada superior do solo pela radiação solar, através de um filme de polietileno transparente, colocado no Verão durante 4 a 6 semanas; permite atingir valores de temperatura letal ou sub-letal para diversos microrganismos patogénicos (fungos e bactérias), pragas de solo (nemátodos e insectos) e sementes de infestantes.
- Substrato - material, natural ou artificial, orgânico ou inorgânico, usado como suporte de cultivo de plantas. Pode ser formado por único tipo de material ou ser constituído por uma mistura de materiais, a qual pode incluir solo.
- Tensiómetro - aparelho de medição do teor de humidade do solo, consistindo num tubo contendo água que termina com uma cápsula porosa, enterrada no solo, e que desenvolve um vácuo parcial à medida que o solo vai perdendo água por evapotranspiração.
- Varietade - subgrupo da espécie constituído por indivíduos que ocorrem naturalmente (em oposição à cultivar que foi especialmente melhorada); muitas vezes utiliza-se o termo variedade como sinónimo de cultivar.
- Volatilização de amoníaco - perda de amoníaco para a atmosfera.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- Aleixo, A.L., Mantas, A., Ferreira, J., Ferreira, J.C. & Ribeiro, J.R. 2004. Plano nacional para o desenvolvimento da agricultura biológica (2004-2007). Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Lisboa.
- Almeida, D. 2005. Manuseamento de produtos hortofrutícolas. Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto.
- Almeida, D. 2006. Manual de culturas hortícolas. Editorial Presença. Lisboa (2 volumes).
- Blake, F. 1987. The Handbook of Organic Husbandry. Farming Press, UK.
- Caldwell, B., Rosen, E.B., Sideman, E., Shelton, A.M. & Smart, C.D. 2005. Resource guide for organic insect and disease management. Universidade de Cornell, USA, on line: <<http://www.nysaes.cornell.edu/pp/resourceguide/index.php>>, 169 p.
- Castilla, N. 2005. Invernaderos de plástico. Ediciones Mundi-Prensa, 462 p.
- CE 2007. Regulamento (CE) N.º 834/2007 do Conselho, de 28 de Junho, relativo à produção biológica e à rotulagem dos produtos biológicos e que revoga o Regulamento (CEE) N.º 2092/91. Jornal Oficial da União Europeia, 20.7.2007, L 189, 1-23.
- Ferreira, J. 2005. Guia de factores de produção para a agricultura biológica. 2ª edição. Agro-Sanus.
- Ferreira, J. 2007. Conversão à agricultura biológica. Actas Portuguesas de Horticultura, 10, 13-21.
- Ferreira, J.C., Strecht, A., Ribeiro, J.R., Soeiro, A. & Cotrim, G. 1998. Manual de Agricultura Biológica. AGROBIO, Associação Portuguesa de Agricultura Biológica, Lisboa, 431 p.
- Follett P.A. & Duan J.J. (Eds.) 2000. Nontarget effects of biological control. Kluwer Academic Publishers, 316 p.
- Gross, K.C., Wang, C.Y. & Saltveit, M. 2004. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook No 66.
- Guet, G. 1993. Agriculture biologique méditerranéenne: Guide pratique à usage professionnel, Saint-Paul-Trois-Châteaux: Ed. autor.
- Gurr G. & Wratten S. (Eds.) 2000. Biological control: measures of success. Kluwer Academic Publishers, 429 p.
- IDRHa 2007. Dados estatísticos. Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica, Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, <http://www.idrha.min-agricultura.pt/agricultura_biologica/index.htm>.
- IFOAM 2007. International Federation of Organic Agriculture Movements, <<http://www.ifoam.org>>.
- Jacas J., Caballero P. & Avilla J. (Eds.) 2005. El control biológico de plagas y enfermedades. Universitat Jaume I y Universidad Pública de Navarra, 223 p.
- Kader A.A. (Ed.) 2002. Postharvest technology of horticultural crops. Third edition, University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, Oakland.
- Lampkin, N. 1992. Organic Farming. Farming Press, UK.
- MADRP 1997. Código das boas práticas agrícolas para a protecção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- MADRP 2000. Manual de fertilização das culturas. INIA / Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- Maynard, D.N. & Hochmuth, G.J. 1997. Knott's Handbook for Vegetable Growers. 4ª Ed., John Wiley, 582 p.
- Mourão, I. & Pinto, R. 2006. Produção vegetal. In: Manual de Agricultura Biológica - Terras de Bouro. I. Mourão, J. P. Araújo e L. M. Brito (Eds). Câmara Municipal de Terras de Bouro, 11-62.

- Oliveira, I. & Boteta, L. 2003. Monitorização da água do solo - Tensiómetro. In: Guia de Rega, Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio, Beja, 49 p.
- Postharvest Technology Research and Information Center 2001. Optimal controlled atmospheres for horticultural perishables, Postharvest Horticulture Series no 22A, University of California, Davies.
- Rodrigues, J.R. (Ed.) 2005. Os ácaros fitoseídeos na limitação natural do aranhaço-vermelho em fruteiras e vinha. Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, 179 p.
- Santos, J.Q. 1996. Fertilização. Fundamentos de utilização dos adubos e correctivos. 3ª edição, Coleção EuroAgro, Publicações Europa-América.
- Suslow, T. 2000. Postharvest handling for organic crops. Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 7254, University of California, Davies.
- Varenes, A. 2003. Produtividade dos Solos e Ambiente. Escolar Editora.