



AGRICULTURA **1** BIOLÓGICA

# BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS PARA O SOLO E PARA O CLIMA

(coordenador) **Jorge Ferreira**  
**Ana Cristina Cunha-Queda**  
**Denis Hickel**

**Guilhermina Marques**  
**Isabel de Maria Mourão**  
**Luís Miguel Brito**

AUTORES

**Jorge Ferreira** (coordenador)

**Ana Cristina Cunha-Queda**

**Denis Hickel**

**Guilhermina Marques**

**Isabel de Maria Mourão**

**Luís Miguel Brito**

COLEÇÃO

**Agricultura Biológica**

TÍTULO

**Boas práticas agrícolas para o solo e para o clima**

EDIÇÃO

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO

Tel. 220 939 053 · E-mail: geral@quanticaeditora.pt · www.quanticaeditora.pt

CHANCELA

Agrobook – Conteúdos de Agronomia e Engenharia Alimentar

DISTRIBUIÇÃO

Booki – Conteúdos Especializados

Tel. 220 104 872 · Fax 220 104 871 · E-mail: info@booki.pt · www.booki.pt

REVISÃO

Quântica Editora - Conteúdos Especializados, Lda.

DESIGN

Delineatura – Design de Comunicação · www.delineatura.pt

APOIOS

Living Seeds Sementes Vivas, SA · www.sementesvivas.bio/pt/

AGROTEC - Revista Técnico-Científica Agrícola · www.agrotec.pt

IMPRESSÃO

Abril, 2021

Depósito Legal

481761/21



A **cópia ilegal** viola os direitos dos autores.

Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2021 | Todos os direitos reservados Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

A reprodução desta obra, no todo ou em parte, por fotocópia ou qualquer outro meio, seja eletrónico, mecânico ou outros, sem prévia autorização escrita do Editor e do Autor, é ilícita e passível de procedimento judicial contra o infrator.

Este livro encontra-se em conformidade com o novo Acordo Ortográfico de 1990, respeitando as suas indicações genéricas e assumindo algumas opções específicas.

CDU

631.4 Estudo dos solos. Pedologia. Investigação em ciências do solo

631.8 Fertilizantes, adubos e enriquecimento do solo. Melhoramento do terreno.

Estimulantes do crescimento das plantas

ISBN

Papel: 9789899017511

E-book: 9789899017528

Catálogo da publicação

Família: AGRONOMIA

Subfamília: AGRICULTURA BIOLÓGICA E SUSTENTÁVEL

# ÍNDICE

NOTA INTRODUTÓRIA .....	IX
SOBRE OS AUTORES .....	XI
PREFÁCIO.....	XVII
1. AGRICULTURA BIOLÓGICA .....	21
1.1. Princípios e práticas da agricultura biológica .....	21
1.2. A agricultura biológica no Mundo, na União Europeia e em Portugal.....	30
Referências bibliográficas .....	35
2. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E AGRICULTURA BIOLÓGICA.....	37
2.1. Evolução do clima em Portugal .....	37
2.2. Gases com efeito de estufa – naturais e poluentes .....	39
2.3. Alterações climáticas – Presente e futuro .....	42
2.4. Contributo da agricultura nas emissões de GEE – Aquecimento global...	44
2.5. Impacto das alterações climáticas na agricultura .....	45
2.6. Medidas de adaptação a nível das empresas agrícolas com efeitos positivos na mitigação às alterações climáticas .....	47
2.7. Contributo da agricultura biológica para a diminuição das alterações climáticas .....	48
2.7.1. Retenção de carbono no solo .....	48
2.7.2. Emissão de gases de efeito de estufa .....	49
2.7.3. Consumo de energia.....	50
2.7.4. Utilização de nutrientes .....	51
2.7.5. Preservação da água .....	52
2.8. Futuro – Desafios para a agricultura biológica e para os sistemas alimentares face às alterações climáticas .....	52
2.8.1 Aumento da população mundial, produtividade e preço dos produtos.....	52
2.8.2. Economia circular e bioeconomia .....	53
2.8.3. Sistemas alimentares e circuito dos alimentos.....	55
2.8.4. Desperdício alimentar.....	55
2.8.5. Resiliência e capacidade de ser sustentável .....	56

2.9.	Conclusões.....	57
	Referências bibliográficas .....	59
3.	<b>O SOLO – UM ECOSISTEMA COMPLEXO E FRÁGIL.....</b>	<b>65</b>
3.1.	As bases da fertilidade do solo – o solo vivo e a planta .....	65
3.2.	Biodiversidade do solo - principais organismos benéficos para as plantas.....	68
3.2.1.	Microrganismos do solo .....	69
3.2.1.1.	Microrganismos benéficos da rizosfera .....	71
3.2.1.2.	Microrganismos decompositores.....	72
3.2.1.3.	Bactérias fixadoras de azoto.....	73
3.2.1.4.	Rizobactérias promotoras do crescimento das plantas (PGPR).....	75
3.2.1.5.	Fungos micorrízicos.....	76
3.2.2.	Principais organismos da macro e da mesofauna importantes para as plantas – minhocas, nemátodos e colêmbolos .....	83
3.3.	O solo como reserva de carbono e de azoto .....	86
3.4.	O uso excessivo de lavouras, de queimas e queimadas, de herbicidas, e a consequente degradação e perda do solo .....	91
3.5.	Conservar e melhorar o solo, um objetivo prioritário para agricultura e para o planeta .....	98
3.6.	Solo, fertilização e proteção fitossanitária .....	101
3.6.1.	Microrganismos antagonistas de agentes fitopatogénicos ...	102
3.6.2.	Práticas culturais que favorecem os microrganismos benéficos .....	104
	Referências bibliográficas .....	108
4.	<b>BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS PARA REDUZIR EMISSÕES E AUMENTAR O SEQUESTRO DE CARBONO E DE AZOTO NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA VEGETAL.....</b>	<b>113</b>
4.1.	Práticas prioritárias e práticas complementares de melhoria da fertilidade do solo e de fertilização das culturas .....	113
4.2.	Adubação verde .....	115
4.2.1.	Adubação ou estrumeação verde – uma prática antiga para uma agricultura moderna.....	115
4.2.2.	Adubo verde anual – sideração.....	121
4.2.2.1.	Adubos verdes de outono/inverno .....	121
4.2.2.2.	Adubos verdes de primavera/verão .....	124
4.2.2.3.	Sementeira, fertilização e incorporação do adubo verde.....	126
4.2.3.	Adubação verde em vinhas, pomares e olivais – sideração ou enrelvamento.....	127
4.2.4.	Adubo verde permanente – enrelvamento da entrelinha e da linha.....	129

4.3.	Rotações e consociações de culturas .....	135
4.3.1.	Rotações e afolhamentos.....	135
4.3.2.	Critérios para uma boa rotação.....	136
4.3.3.	Consociações.....	141
4.4.	Sobrantes agrícolas e agroindustriais como fertilizantes orgânicos..	146
4.4.1.	Classificação dos fertilizantes orgânicos .....	146
4.4.2.	Estrumes e chorumes – composição e qualidade .....	147
4.4.3.	Resíduos das culturas.....	150
4.4.3.1.	Resíduos das culturas anuais .....	150
4.4.3.2.	Resíduos das culturas perenes.....	151
4.4.4.	Adubos orgânicos – matérias-primas, composição e condições de utilização.....	152
4.4.5.	Produção, armazenamento e utilização de fertilizantes orgânicos na exploração agrícola, e em adegas e lagares de azeite .....	154
4.4.5.1.	Estrume e chorume – quantidade produzida.....	154
4.4.5.2.	Armazenamento dos fertilizantes orgânicos produzidos na exploração .....	155
4.4.5.3.	Bagaços de uva e de azeitona.....	155
4.4.5.4.	Água-ruça dos lagares de azeite.....	158
4.5.	Trabalho do solo e mobilização mínima sem herbicidas .....	159
4.5.1.	Empalhamento em culturas permanentes .....	159
4.5.2.	Empalhamento em culturas anuais.....	162
4.5.3.	Materiais utilizáveis .....	163
4.5.4.	Trabalho do solo .....	164
4.6.	Compostagem de sobrantes agrícolas, agroindustriais e pecuários... 166	
4.6.1.	Compostagem - definição e objetivos.....	166
4.6.2.	Materiais adequados para a compostagem .....	167
4.6.3.	Sistema de compostagem e fases do processo.....	169
4.6.4.	Organismos intervenientes no processo de compostagem ..	170
4.6.5.	Parâmetros operacionais, sua importância e evolução .....	173
4.6.6.	Aspectos práticos para realizar a compostagem.....	176
4.6.7.	Qualidade do composto – parâmetros de avaliação.....	180
	Referências bibliográficas .....	186
5.	<b>SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE SUCESSÃO NATURAL .....</b>	<b>191</b>
5.1.	Introdução .....	191
5.2.	Os sistemas agroflorestais de sucessão natural.....	192
5.3.	Reflexões sobre a prática de SAFS.....	197
5.4.	Considerações sobre escala e tecnologias apropriadas.....	203
5.5.	Viabilidade económica – primeiras impressões.....	203
5.6.	Considerações finais.....	205
	Referências bibliográficas .....	207

6.	CONCLUSÃO .....	209
	ÍNDICE DE FIGURAS .....	CCXVII
	ÍNDICE DE TABELAS .....	CCXXII

# 1. AGRICULTURA BIOLÓGICA

Jorge Ferreira

## 1.1. Princípios e práticas da agricultura biológica

Os conceitos, princípios e objetivos da agricultura biológica (AB) têm sido discutidos e definidos desde há muitos anos pelos organismos privados do setor que, a nível mundial, integram a Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Biológica (IFOAM - International Federation of Organic Agriculture Movements).

A IFOAM foi fundada em 1972 e desde cedo publicou normas de produção e certificação que vieram a servir de base às normas europeias publicadas pela primeira vez em 1991 para a produção vegetal, e que têm vindo a ser revistas e completadas, incluindo atualmente também a produção animal, a apicultura, a aquicultura, a produção de algas marinhas, a colheita de plantas e frutos silvestres, alguns produtos florestais como a cortiça e o pinhão, e a produção de vinho.

A Assembleia Geral da IFOAM de 2005, realizada em Adelaide (Austrália), aprovou os novos princípios de base da agricultura biológica para todo o Mundo, adiante referidos.

Em 2007, a FAO, organização da ONU para a agricultura e alimentação, na sua Conferência internacional sobre agricultura biológica e segurança alimentar, anunciou oficialmente o seguinte:

- A agricultura biológica pode alimentar todo o planeta e sem impacte negativo no ambiente;
- A agricultura biológica pode limitar consideravelmente o problema do aquecimento global e das alterações climáticas.

Esta foi a conclusão de um trabalho de investigação realizado na Universidade de Michigan, baseado em 293 casos em todo o mundo comparando a agricultura biológica com outros modos de produção agroalimentar (Badgley *et al.*, 2007). Esta é uma conclusão da maior importância que deve servir de base a novas políticas agrícolas em todo o Mundo.

No caso da cultura da cenoura (figura 1.1.), não é difícil perceber que haja grandes diferenças de produtividade, quando na produção biológica não podem ser aplicados adubos químicos de síntese como fonte de macronutrientes (N-P-K-Ca-Mg-S), nem herbicidas para combater as ervas, nem inseticidas ou fungicidas de síntese, ao contrário do que é feito na cenoura de **agricultura convencional** ou da **produção integrada**. A situação é ainda mais desfavorável nos solos arenosos com baixa fertilidade onde habitualmente se cultiva a cenoura e com fertilizantes orgânicos em geral mais caros que os químicos para cada unidade de nutrientes. Mas são culturas como estas que sendo bem feitas em produção biológica podem gerar maior rentabilidade para o produtor (muito melhor preço) e para o país (grande procura nos países do centro e norte da Europa). Haja conhecimento e competências para produzir bem e biológico.



**Figura 1.1.** Cenoura de agricultura biológica, bem distinta da convencional quer na aparência - pelo menor crescimento da rama, em comparação com a raiz - quer no aroma e no paladar (Alcochete, 2010)

A **agricultura biológica (AB)** é também designada por **agricultura orgânica** (Brasil), ou **organic farming** (países de língua inglesa), **agricultura ecológica** (Espanha, Dinamarca, Suécia), **agricultura natural** ou **nature farming** (Japão).

É ainda considerada como um modo de agricultura “alternativa” relativamente à agricultura dita “convencional” ou de “produção integrada”. É o modo de produção que mais longe vai e melhor atinge os objetivos de uma agricultura sustentável e que deve ser no longo prazo o caminho a seguir, desde que melhorias técnicas e económicas sejam feitas, de acordo com relatório das Nações Unidas.

É um sistema de produção que evita ou exclui a quase totalidade de produtos químicos de síntese como adubos, pesticidas, reguladores de crescimento e aditivos alimentares para animais.

## 2. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E AGRICULTURA BIOLÓGICA

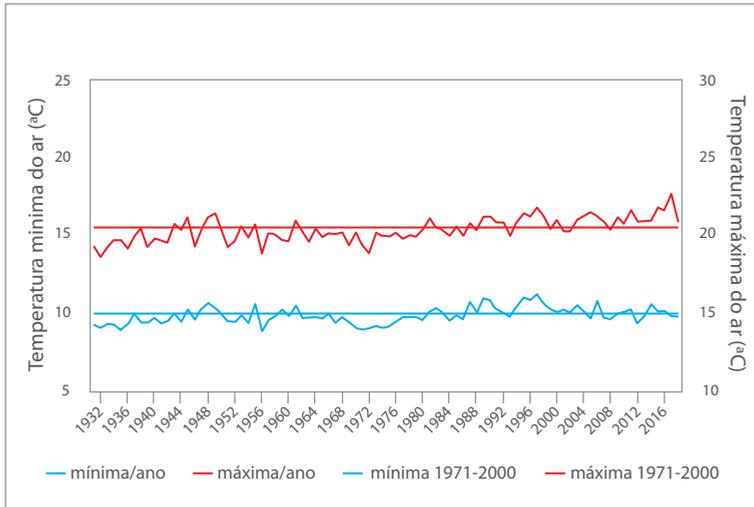
Isabel de Maria Mourão e Luís Miguel Brito

### 2.1. Evolução do clima em Portugal

Em Portugal, a maior parte do território continental tem clima temperado, do tipo C, subtipo **Cs** (clima temperado com verão seco – **mediterrânico**), com base na classificação climática de Köppen-Geiger e nos resultados das normais climatológicas 1971-2000 (IPMA, 2018) (figura 2.1.), existindo os seguintes subtipos climáticos (Couto, 2011; IPMA, 2018):

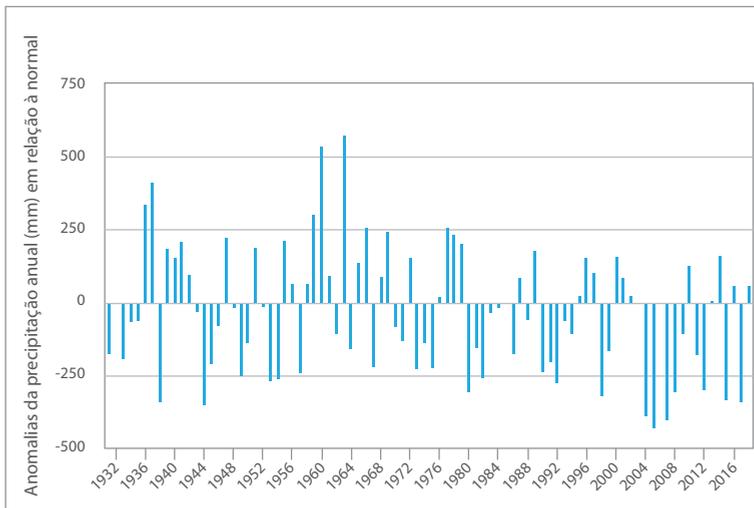
- **Csa**, clima temperado com verão quente e seco nas regiões interiores do vale do Douro (parte do distrito de Bragança), assim como nas regiões a sul do sistema montanhoso Montejunto-Estrela (exceto no litoral oeste do Alentejo e Algarve);
- **Csb**, clima temperado com verão seco e suave, em quase todas as regiões a norte do sistema montanhoso Montejunto-Estrela e nas regiões do litoral oeste do Alentejo e Algarve;
- **BSk**, clima árido de estepe fria da latitude média, numa pequena região do Baixo Alentejo, no distrito de Beja.

Na Madeira o clima é do tipo **Csa** e, no Arquipélago dos Açores, o Grupo Oriental é do tipo **Csb** e os Grupos Central e Ocidental são do tipo **Cfb**, clima oceânico ou temperado marítimo (clima temperado húmido com verão temperado).



**Figura 2.2.** Temperaturas do ar mínimas e máximas médias anuais em Portugal Continental entre 1931 e 2018. As linhas retas correspondem ao valor médio do período 1971-2000.

Fonte: IPMA, 2019.

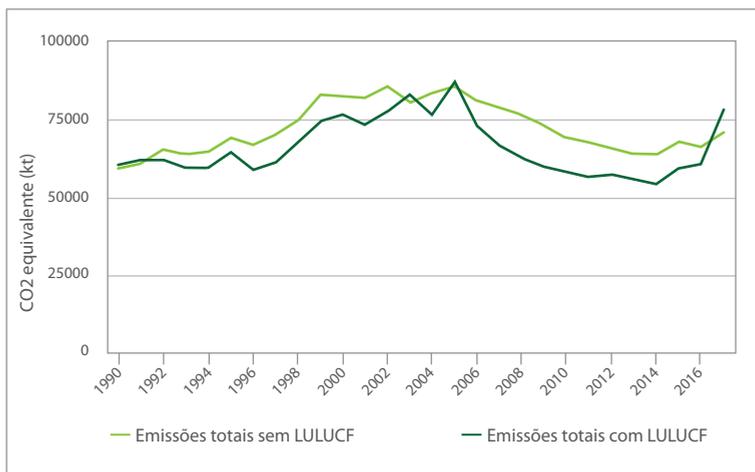


**Figura 2.3.** Desvios da média da precipitação total anual em Portugal Continental, entre 1931 e 2018, em relação ao valor médio do período 1971-2000.

Fonte: IPMA, 2019.

## 2.2. Gases com efeito de estufa – naturais e poluentes

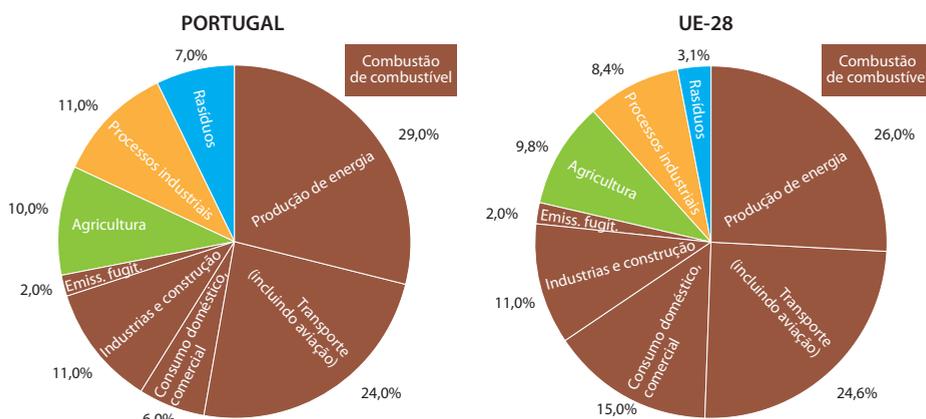
A atmosfera da Terra, excluindo a água, contém em volume 78,1% de azoto ( $N_2$ ), 20,9% de oxigénio ( $O_2$ ), restando 1% de diversos gases como o argón (0,93%), o hélio, o dióxido de carbono ( $CO_2$ , 0,04%) e o ozono ( $O_3$ ), entre outros. Para além destes gases, a atmosfera contém vapor de água (cerca de 1% em volume, embora em quantidades muito variáveis), nuvens (água líquida) e aerossóis (poeiras sólidas e líquidas).



**Figura 2.4.** Emissões de gases com efeito de estufa (CO<sub>2</sub>.eq) em Portugal, entre 1990 e 2018, com e sem o setor LULUCF: atividades de uso do solo, alterações do uso do solo e florestas.

Fonte: Relatório do Estado do Ambiente 2019 (APA, 2019).

As emissões de GEE por sector de atividade, em Portugal, indicam que a maior contribuição em 2017 foi proveniente do sector da energia (72%), sendo a produção e transformação de energia e os transportes os subsectores com maior relevância (figura 2.5.a). Os restantes setores da agricultura, gestão de resíduos, e processos industriais e uso de produtos, emitiram individualmente entre 7-11% do total dos GEE emitidos em Portugal (APA, 2019). Na UE-28, de um modo geral, a responsabilidade das emissões de GEE pelos vários setores, em 2017, foi semelhante à de Portugal, à exceção de uma maior percentagem de emissão relacionada com o setor doméstico, comercial e outros e de uma menor percentagem com a gestão de resíduos (figura 2.5.b) (Eurostat, 2019).



**Figura 2.5.** Emissões de gases com efeito de estufa por atividade económica (% do total de CO<sub>2</sub>-eq), em 2017, em Portugal (APA, 2019) e na UE-28 (Eurostat, 2019).

# 3. O SOLO – UM ECOSSISTEMA COMPLEXO E FRÁGIL

Jorge Ferreira e Guilhermina Marques

## 3.1. As bases da fertilidade do solo – o solo vivo e a planta

Jorge Ferreira

Na agricultura biológica o objetivo prioritário é a melhoria da fertilidade do solo, o que se consegue, antes de mais, com o aumento da matéria orgânica do solo ou húmus, e o consequente sequestro de carbono. E com esse acréscimo de carbono conseguimos também mais vida e ecossistemas mais ativos e equilibrados, nomeadamente entre antagonistas e patogénicos. No solo da figura 3.1. foi possível atingir 5% de matéria orgânica numa horta biológica familiar, primeiro com aplicações regulares de composto produzido a partir de estrumes e restos da cozinha e depois com a prática do empalhamento (mulching) recorrendo à relva dos caminhos entre os camalhões e à relva do jardim.



**Figura 3.1.** Solo de horta biológica com um teor de matéria orgânica entre 5 e 6%, grande capacidade de retenção e absorção de água e nutrientes, grande potencial de crescimento das raízes das plantas (Sintra, 2007).

Macrofauna - maior que 2 mm: minhocas (figura 3.3.), moluscos, miriápodes, insetos (10% em conjunto com a mesofauna);  
Mesofauna - entre 0,2 e 2 mm: nemátodos, ácaros, colêmbolos;  
Microfauna, microflora e microrganismos (menor que 0,2 mm): alguns nemátodos, algas e protozoários, fungos filamentosos, leveduras, bactérias, actinobactérias (antes designadas actinomicetas) (90%).

Um solo agrícola biologicamente ativo tem uma população muito variada e numerosa. As diferentes espécies de macro, meso e microrganismos, são estimadas em cerca de 10 000 espécies de bactérias, 500 espécies de fungos, 100 espécies de algas microscópicas, 100 espécies de protozoários, 50 espécies de nemátodos, e 100 espécies de insetos, aranhas, moluscos e minhocas.

O número total de organismos, principalmente bactérias e fungos é assombroso – superior a 7 000 milhões por cada 100 gramas de solo, número próximo da população humana em todo o planeta. Uma eficiente interação entre planta-microrganismos é essencial para a gestão da nutrição e supressão de doenças nas culturas agrícolas.



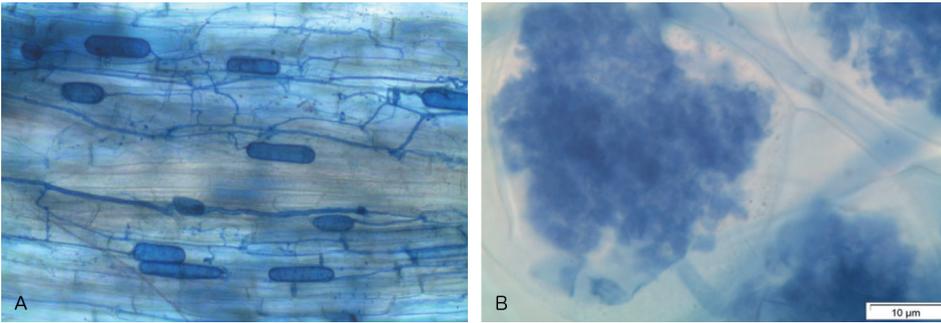
**Figura 3.3.a,b.** Minhoca em horta biológica e solo fértil com boa e estável estrutura permeável ao ar, à água e às raízes, estrutura resultante em grande parte do seu trabalho (Sintra, 2019).

### 3.2.1. Microrganismos do solo

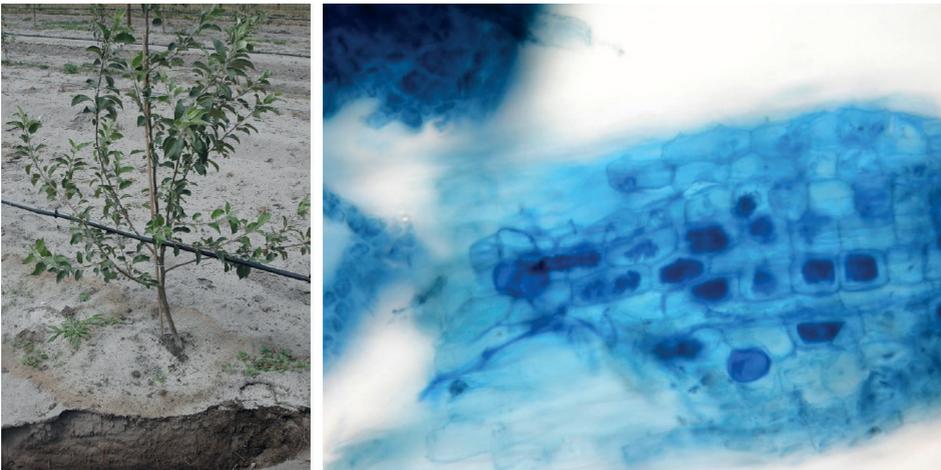
**Guilhermina Marques e Jorge Ferreira**

Os grupos dominantes de microrganismos do solo são bactérias, fungos, nemátodos e protozoários. Como a maioria destes microrganismos são heterotróficos, dependem de compostos de carbono orgânico para a sua sobrevivência e multiplicação. Dada a maior abundância de açúcares e outros compostos orgânicos na zona envolvente das raízes, designada **rizosfera**, esta apresenta uma concentração de microrganismos muito superior à do solo isento de plantas.

Até recentemente toda a atenção era dada à parte aérea das plantas, existindo pouco conhecimento acerca da forma como funciona o sistema radicular e como este é afetado pelas condições do solo, práticas culturais, entre outras condições. Hoje é reconhecido que a resposta



**Figura 3.10.a,b.** Micorrizas arbusculares em raiz de feveira em modo biológico: vesículas; arbúsculos no interior das células da raiz.



**Figura 3.11.a,b.** Raiz de macieira inoculada, em pomar biológico, com inóculo micorrízico arbuscular onde se observam os arbúsculos e as vesículas dos fungos (Palmela, 2009).

Outro importante grupo de micorrizas nas culturas agrícolas são as ericóides, que se formam em plantas da família *Ericaceae*, que inclui o mirtilo, a azálea e o rododendro. Os fungos simbiotes pertencem predominantemente ao filo *Ascomycota* e alguns ao filo *Basidiomycota*.

Na associação micorrízica a planta fornece aos fungos os açúcares que eles necessitam para o seu desenvolvimento e frutificação e, em contrapartida, os fungos fornecem nutrientes que assimilam do solo de uma forma mais eficiente que as raízes da planta. Essa eficiência resulta de uma série de fatores de natureza física (extensão do sistema radicular e maior volume de solo explorado) e química (produção de enzimas, associação com bactérias benéficas, etc.). Este efeito é particularmente importante na assimilação de nutrientes em concentrações limitantes ou pouco móveis, como o fósforo (P), o cobre (Cu) e o zinco (Zn), resultando num melhor crescimento das plantas e maior tolerância a condições de *stress*, como a falta de água no solo ou o excesso de salinidade e de metais pesados. A associação micorrízica é, portanto, de grande importância para as plantas e embora o seu papel na

Há que aproveitar também todos os sobrantes agrícolas da própria cultura, o que pressupõe evitar as queimas e, em vez disso, triturar e deixar no solo (sobre o terreno e não enterrado). As queimas e queimadas que por vezes são causa de graves incêndios, são práticas completamente contrárias à melhoria da fertilidade do solo, uma vez que o material triturado (deixado sobre o solo ou incorporado), vale muito mais do que a cinza, pois esta já não tem carbono, nem azoto nem enxofre (libertados para o ar pela combustão).

No pomar de macieiras das figuras 3.19. a 3.21. foi conseguido um aumento de 1% (um ponto percentual) de matéria orgânica (de 1,5% para 2,5%) em 10 anos, com duas práticas de base – enrelvamento da entrelinha e trituração da rama da poda – complementadas com duas aplicações pontuais de corretivos orgânicos. A aplicação de composto produzido na Quinta (com mistura de estrume de vaca e engaço de uva) foi feita uma só vez em 10 anos na dose aproximada de 10 t/ha (figura 3.21). Nesse período houve também uma aplicação dum corretivo orgânico comercial peletizado na dose de 500 kg/ha.



**Figura 3.24.a,b.** Solo argilocalcário com pomar de macieiras em agricultura biológica – solo vivo e com boa estrutura que num período de 10 anos teve um aumento de matéria orgânica de 1% (1 ponto percentual), um acréscimo próximo de 30 t/ha de carbono, resultante principalmente do destroçamento (martelos) da rama da poda e da erva do enrelvamento, sem qualquer mobilização do solo ao longo desse período (Ferreira do Zêzere, 2008).



**Figura 3.25.a,b** Rama da poda e erva do enrelvamento, após a trituração no mesmo pomar da figura anterior, formando um empalhamento de proteção e nutrição do solo e da macieira (Ferreira do Zêzere, 2010).

# 4. BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS PARA REDUZIR EMISSÕES E AUMENTAR O SEQUESTRO DE CARBONO E DE AZOTO NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA VEGETAL

Jorge Ferreira e Cristina Cunha-Queda

## 4.1. Práticas prioritárias e práticas complementares de melhoria da fertilidade do solo e de fertilização das culturas

Jorge Ferreira

Segundo Guet (1993), a fertilização em agricultura biológica (AB) deve respeitar três objetivos:

- I. Melhorar a fertilidade do solo;
- II. Economizar recursos não renováveis;
- III. Não introduzir elementos poluentes no ambiente.

E destes objetivos decorrem os seguintes cinco princípios:

- 1. Evitar as perdas de elementos solúveis na água (em especial o azoto que se torna poluente);**
- 2. Utilizar as leguminosas (ou fabáceas) como fonte de azoto;**
- 3. Não utilizar produtos obtidos por síntese química;**
- 4. Promover a atividade biológica do solo;**
- 5. Impedir a erosão pela conservação do solo, que é um recurso não renovável a curto prazo.**

Atualmente, passados 27 anos desde que o agrónomo e consultor em agricultura biológica Gabriel Guet escreveu os objetivos e princípios anteriores, podemos e devemos acrescentar um quarto objetivo:



Figura 4.4. Raiz de faveta (*Vicia faba* var. *minor*) com muitos nódulos de rizóbio em solo arenoso de pH pouco ácido (Odemira, 2020).



Figura 4.5. Tremocilha (*Lupinus luteus*) como adubo verde da vinha em terreno arenoso e ácido (Odemira, 2020).



Figura 4.6. Nódulos de tremocilha (*Lupinus luteus*) com o rizóbio em plena atividade fixadora de azoto, visível pela cor vermelha do interior do nódulo, na adubação verde em horta biológica (Sesimbra, 2021)

Tabela 4.19. (continuação)

Consociação	Prática	Efeito
Macieira + cebolinho		Protege do pedrado ( <i>Venturia inaequalis</i> )
Melão + cebola	1 cebola junto a cada pé de melão	Evita fusário ( <i>Fusarium</i> spp.) porque favorece bactérias antagonistas
Rabanete + hissopo, hortelã-pimenta	Aromáticas em bordadura dos camalhões	Repelem a altica ( <i>Phyllotreta</i> spp.)
Tomate + cravo-de-tunes ( <i>Tagetes patula</i> ) Tomate + chagas ( <i>Tropaeolum majus</i> )		Repelem a mosca branca das estufas ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> )

Algumas consociações são feitas para proteger as culturas de pragas e doenças, principalmente as pragas provocadas por insetos. Alguns exemplos são referidos na tabela 4.19. (adaptado de Fernandez *et al.*, 1993; Maffia, 1981).

Estas consociações, com o objetivo principal de afastar pragas, têm sido testadas principalmente nos Estados Unidos. A maior parte delas não foram experimentadas em Portugal pelo que não garantimos os melhores resultados em todos os casos. Há que testar, primeiro em pequenas áreas, depois em áreas maiores se os resultados forem animadores. O efeito benéfico nem sempre é o da repelência; por vezes as plantas, sem repelir a praga, atraem auxiliares que a combatem – é um efeito indireto, mas muitas vezes eficaz. Outras vezes há um efeito de dispersão, como por exemplo no caso do trevo em enrelvamento da couve. Em culturas perenes (vinhas, pomares, olivais), as espécies a utilizar com adubo verde, semeadas em consociação, em cobertura temporária ou permanente, devem ser escolhidas também de acordo com a sua capacidade de atrair auxiliares.

Finalmente chamamos a atenção para que, para além da proteção fitossanitária, a consociação também contribui para a proteção da saúde das pessoas, pela maior diversidade alimentar, nomeadamente pela diversidade de cores dos alimentos consumidos que correspondem a diferentes antioxidantes (figura 4.20).



**Figura 4.20.** Consociar diferentes variedades com diferentes cores, para uma alimentação mais rica em antioxidantes – alface das variedades regionais, Orelha de Mula e Serralha-do-Couço (Sintra, 2020).

#### 4.6.5. Parâmetros operacionais, sua importância e evolução

Os principais fatores que influenciam o processo de compostagem (figura 4.34.) são os que afetam, direta ou indiretamente o metabolismo dos microrganismos que são responsáveis pela decomposição dos resíduos e sua transformação num produto estável e rico em substâncias húmicas — o composto. O controlo e a otimização dos parâmetros operacionais têm como objetivo principal proporcionar as condições ótimas para o desenvolvimento dos microrganismos.

Segundo Vallini *et al.* (2002) os principais parâmetros físicos e químicos que controlam a atividade dos microrganismos durante a compostagem são:

- Temperatura, a qual que deve ser considerada independentemente das condições exteriores, o aumento da temperatura é uma consequência da libertação de energia na forma de calor devida à atividade biológica no interior da biomassa em compostagem, das transferências de calor e das operações de controlo da temperatura;
- Humidade;
- Disponibilidade de oxigénio molecular;
- pH;
- Características químicas do material a compostar: relação C/N;
- Características físicas do material a compostar.

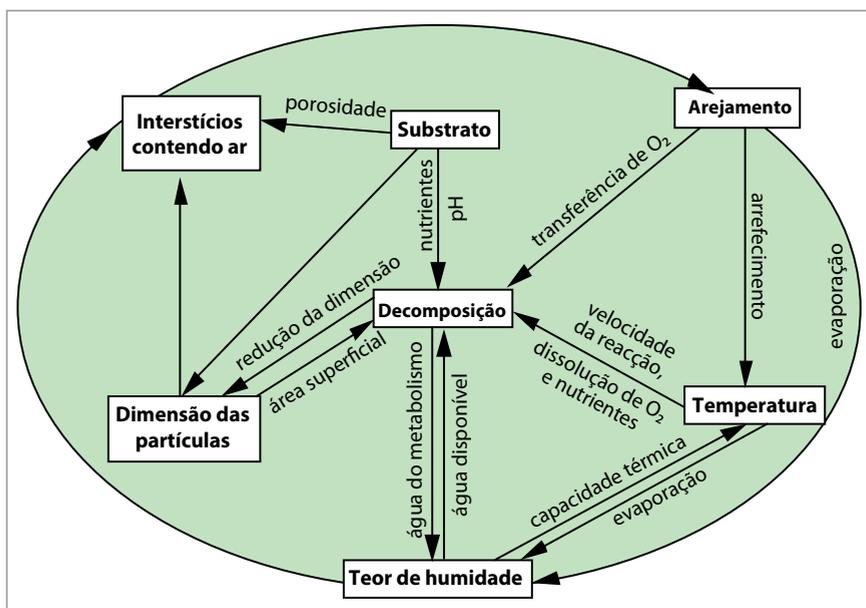


Figura 4.34. Diagrama dos fatores mais importantes que afetam a decomposição dos substratos durante o processo de compostagem.

Fonte: Cunha-Queda, 1999.

A **temperatura** é um dos fatores que mais afeta o metabolismo microbiano durante a compostagem. Em geral, o processo é caracterizado por uma fase de aumento da temperatura, fase mesófila inicial (até temperaturas de 40-45 °C), após esta fase ocorre a fase termófila com



**Figura 4.35.a,b.** Movimentador de pilhas de composto, acionado pelo trator em marcha lenta, com rega simultânea com reboque cisterna ligado ao movimentador (a) (Odemira, 2005); equipamento semelhante estacionado (b) (Torre de Moncorvo, 2004).



**Figura 4.36.a,b.** Reboque distribuidor de estrume, carregado com carregador frontal, com carnoz (na foto) e estrume de cavalo, para misturar e fazer a pilha (a); pormenor das pás do reboque distribuidor onde os materiais são misturados (b) (Cartaxo, 2005).

Nesta operação pode também ser adicionada água para assegurar uma humidade adequada para a decomposição. É preciso 55% a 65% de água no composto na fase inicial, mais quando o material é mais grosseiro e absorvente (palha, aparas de madeira).

Para saber se o composto tem água suficiente e na falta de análise rápida, aperta-se um pedaço na mão; se molhar a mão sem escorrer em fio (mas apenas algumas gotas entre os dedos) está bom! Se a mão ficar seca é necessário adicionar água.

A atividade dos microrganismos decompositores do composto, principalmente as bactérias, diminui ou pára com 40-50% de humidade.

Os materiais misturados devem ser colocados em pilhas de secção triangular (figura 4.35).

Durante o **processo de compostagem** é essencial assegurar o arejamento, a humidade e controlar a temperatura. Quando a temperatura da biomassa em compostagem atinge valores superiores a 55-60 °C deve ser feito o revolvimento da pilha, o qual permite arrefecer a biomassa e ao mesmo tempo promover o seu arejamento. Deve-se verificar se o teor de humidade é

# 5. SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE SUCESSÃO NATURAL

Denis Kern Hickel

## 5.1. Introdução

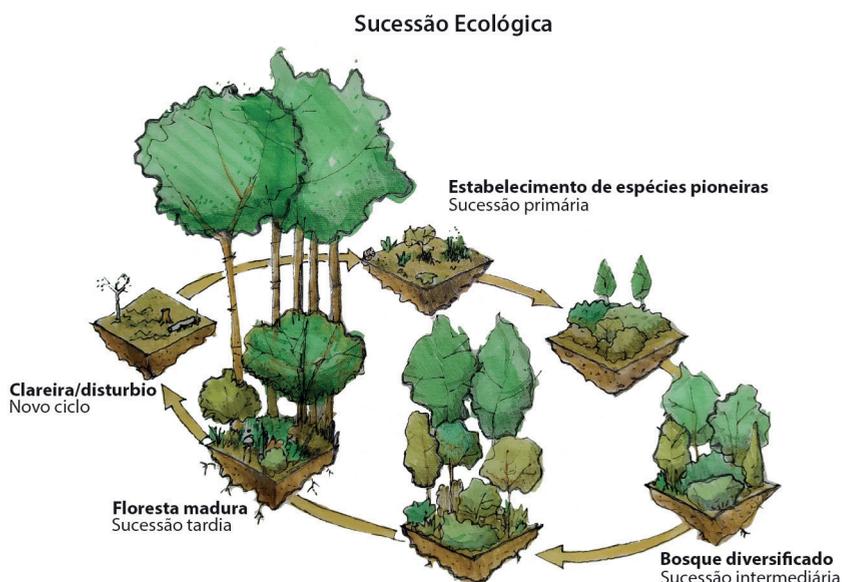
O propósito deste capítulo é contextualizar e refletir sobre **sistemas agroflorestais de sucessão ecológica (SAFS)**, o que são, seus princípios orientadores e perspectivas em Portugal. Pretende-se com isso promover e ampliar o debate sobre agrofloresta, promovendo-a como uma alternativa em face das alterações climáticas em curso e possibilidade de uma prática agrícola regenerativa. Sistemas Agroflorestais (SAF) são convencionalmente descritos como a mistura intencional de vegetação lenhosa (árvores ou arbustos) com outras culturas agrícolas, que possibilitam a produção de diversidade no mesmo espaço. Desde hortícolas, cereais, oleaginosas, frutas, madeira, lenha, fibras e criação animal, ou subprodutos da floresta como a apicultura, caça, turismo e, muito importante, os serviços ecossistêmicos dos quais dependemos (Smith, 2010; Bloom *et al.*, 2015; Zamora e Udawatta, 2016; Afinet, 2020).

Há, no entanto, entendimentos e evoluções metodológicas emergentes que agregam outras perspectivas aos modelos tradicionais. Especialmente, a partir de um olhar sobre as dinâmicas naturais dos ecossistemas como linhas orientadoras do planeamento, implementação e gestão dos mesmos. Surgem em contexto da agroecologia e também inspirados na corrente de reflexão sobre o que é proposto como Agricultura Sintrópica pelo pesquisador Suíço radicado no Brasil, Ernst Gotsch (Peneireiro, 1999; Pasini, 2017). O trabalho de Gotsch certamente não é único, mas é de especial importância por conjugar agricultura e regeneração de paisagens degradadas e por observação, prática e reflexão, **sistematizar um entendimento das dinâmicas de sucessão natural dos ecossistemas em forma de práticas agrícolas**. Seu trabalho é difundido mundialmente, especialmente no Brasil e em muitos outros países de influência tropical e subtropical. Recentemente, passou a fazer visitas regulares à Europa onde já influencia uma geração de agricultores. Ainda que entre os trópicos Brasileiros e o mediterrâneo de Portugal os contextos bioclimáticos sejam tão diferentes, os conceitos gerais propostos por Gotsch são universais.

Há necessidade de atender às particularidades de cada lugar através do desenho de sistemas produtivos pautados por processos e relações entre ecologia, economia e sociedade. Isto implica também estar atento para os efeitos à médio e longo prazo que os sistemas produtivos alimentares possam exercer sobre a regeneração de paisagens, serviços ecossistêmicos, diversificação e resiliência econômica e o bem-estar das futuras gerações.

O que distingue o proposto como Sistemas Agroflorestais de Sucessão (SAFS) são as suas dinâmicas no tempo e no espaço. Os sistemas agroflorestais convencionais são muitas vezes elaborados como consórcios simples, ou uma combinação de diferentes espécies e atividades para melhor aproveitar o espaço e os recursos naturais (Smith, 2010; Bloom *et al.*, 2015; Zamora e Udawatta, 2016). Já nos SAFS, o que se propõe é a adoção e a promoção as dinâmicas de sucessão natural, atenção aos diferentes estratos florestais e uma condução do sistema produtivo, desde os estágios mais simples até a sua evolução e complexificação. Isto obviamente traz implicações para o entendimento da prática agrícola e para o papel do agricultor como elemento participante de tais dinâmicas e facilitador de processos.

Em SAFS estão implícitos os ciclos temporais e espaciais das plantas e suas inter-relações ecológicas. Cada cultivo, cada planta e cada atividade é planejada para criar condições para a seguinte e assim por diante, conducentes à estágios mais tardios de sucessão: a floresta. **Ou melhor ainda, uma prática agrícola como forma de produzir biomas: comunidades biológicas onde incluímos de forma elegante as atividades humanas.**



**Figura 5.1.** A sucessão ecológica e o ciclo de regeneração natural de uma floresta são a inspiração para plantar em sucessão ecológica (ver figura 5.2.).

Fonte: Desenho do autor adaptado a partir de Paul Kearsley, em *Practical Permaculture: for Home Landscapes, Your Community, and the Whole Earth* de Jessi Bloom e Dave Boehnlein.



**Figura 5.4.a,b,c,d.** Evolução do sistema em pormenor. Do ano zero até intervenção em março de 2020 e posterior desenvolvimento em abril do mesmo ano.

Na figura 5.6. temos o segundo sistema implementado na Quinta do Alecrim, este em 2019, com 5 000 m<sup>2</sup>. Neste caso, em função das características do terreno, optou-se por seguir as curvas de nível. Aqui, a base é o olival tradicional. As oliveiras seguem um compasso de 5 x 7, intercaladas com pessegueiros, eucaliptos, pinheiros, sabugueiros e alcachofras na linha. A entrelinha poderá servir para a produção de culturas arvenses, ou receber linhas intercaladas de vinhas para uva de mesa, ou ainda, implementar um sistema móvel de pastoreio de galinhas (trator de galinhas). O objetivo deste desenho é demonstrar a flexibilidade dos SAFS e como podem ser úteis para pequena propriedade agrícolas, ou adaptados para escalas maiores de produção.

Neste momento, optou-se por estabelecer um prado diverso para melhorar as condições do solo, atração de polinizadores e ainda, estudar formas de corte do mesmo para cobrir a linha de plantação (*mulching*). Na implantação em 2019 foi efetuado uma cobertura na linha com palha de trigo com 20 a 30 cm de altura (imagem 1 e 2). Em alternativa, pode-se estabelecer um prado no ano anterior à plantação e com recurso ao material acumulado, gadanheira e volta-fenos fazer a cobertura de forma mecânica. Especialmente úteis em áreas maiores onde o trabalho manual

## 5.4. Considerações sobre escala e tecnologias apropriadas

A implantação de áreas maiores revela os desafios que envolvem a mecanização, a mão-de-obra e o planeamento das atividades de gestão do sistema. A pesquisa e desenvolvimento de equipamentos adequados, leves e inteligentes para facilitar a implantação, gestão e minimizar o uso de maquinaria pesada ainda levará seu tempo, mas é um dos caminhos para viabilizar e otimizar estes sistemas e a sua transposição para a grande escala. Entretanto, a adaptação criativa de tecnologia existente é um caminho. Na figura 5.9, um sistema de produção de frutas variadas no Alentejo, onde foi possível experimentar uma alfaia desenvolvida pelo pesquisador Suíço Ernst Gotsch.

Trata-se da conjugação de um *ripper* com uma fresa que em apenas uma passagem deixa o solo pronto para receber as árvores. Fabricada na Suíça, ainda é uma tecnologia em desenvolvimento, promissora, mas que ainda precisa de adaptações para os diferentes tipos de solos que encontramos em Portugal, principalmente os mais pesados. Neste momento, o investimento em tecnologia, como a aquisição de protótipos como este, é feito por empresários pioneiros, cientes da necessidade de mudança do paradigma agrícola e em busca de promover a inovação no sector.



**Figura 5.9.a,b.** É possível escalar os SAFS através da adaptação de tecnologia existente, mas a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias adequadas ainda precisa ser fomentada. (Arraiolos 2020).

## 5.5. Viabilidade económica – primeiras impressões

A prática de SAFS em Portugal, como proposto por esta reflexão, ainda é nova e insuficiente para levantar questões globais sobre a sua economia, mas é um esforço que pode ser feito com alguma criatividade e trabalho conjunto com profissionais do sector florestal, ou com agregação deste tema em meio académico para considerar não só a questão económico-produtiva, mas também os ganhos associados com a ecologia do sistema, como aumento da matéria orgânica no solo,

# 6. CONCLUSÃO

Jorge Ferreira

É importante saber, não só para os agricultores, mas para a sociedade em geral, que há vários modos de produção agrícola, desde a mais convencional e intensiva (mais dependente de fatores de produção externos e com mais emissões poluentes), até à biológica e à biodinâmica. Nem toda a agricultura é biológica e esta está definida por regulamentos comunitários para toda a União Europeia desde 1991 e tem grandes diferenças face à convencional:

- Não permite produção agrícola nem produção animal sem solo;
- Não permite adubos de síntese química, nomeadamente os azotados com amónio e nitratos;
- Não permite pesticidas de síntese química;
- Não permite organismos geneticamente modificados (OGM), sejam plantas, sejam animais, sejam microrganismos.

Pela positiva, a agricultura biológica (AB) dá prioridade às boas práticas agrícolas de melhoria da fertilidade do solo, em particular as culturas de cobertura ou «adubos verdes», a policultura com rotações e consociações de culturas (incluindo leguminosas, que são proteaginosas e fixadoras de azoto) em vez da monocultura, a criação animal em pastagem e em pecuária extensiva (até duas cabeças normais equivalente a dois bovinos adultos por hectare, para reduzir os níveis de poluição), a compostagem de matérias orgânicas de origem vegetal e ou animal para fertilização do solo e das culturas.

Quando e se necessário, complementa-se com fertilizantes orgânicos e minerais do comércio. Na proteção fitossanitária contra pragas e doenças dá-se prioridade à limitação natural pela fauna auxiliar (criando infraestruturas ecológicas para esses auxiliares), à luta biológica e, em complemento, à aplicação de biopesticidas (origem vegetal ou de micróbios não OGM) e pesticidas de origem mineral não sintética como o enxofre e o cobre.

## BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS PARA O SOLO E PARA O CLIMA

Jorge Ferreira (coordenador)

Ana Cristina Cunha-Queda

Denis Hicel

Guilhermina Marques

Isabel de Maria Mourão

Luís Miguel Brito



### Sobre a coleção

A coleção *AGRICULTURA BIOLÓGICA* consiste num conjunto de manuais teórico-práticos sobre esta perspetiva agronómica, com os objetivos de contribuir para o crescimento da Agricultura Biológica em Portugal em quantidade e qualidade, e para uma agricultura mais sustentável como solução socioambiental de futuro no contexto global atual.

### Sobre a obra

A obra *BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS PARA O SOLO E PARA O CLIMA* é o primeiro livro da coleção, tratando-se de um manual de boas práticas agrícolas para melhorar o solo, fixar carbono, reduzir emissões poluentes e eliminar a aplicação de herbicidas, cumprindo assim o objetivo de promoção da fertilidade do solo de forma sustentável face às alterações climáticas.

### Sobre os autores

Os autores desta obra são figuras de referência em termos académicos, técnicos e profissionais, possuindo larga experiência e bibliografia desenvolvidas na área da Agricultura Biológica. Através de participação direta na formação e desenvolvimento de competências, bem como na aplicação prática, associativa e empresarial dos princípios que a regem, replicam na sua atividade a perspetiva exposta nesta edição.



### Apoios



**AGROTEC**  
revista técnico-científica agrícola

Também disponível em formato e-book



ISBN: 978-989-901-751-1



9 789899 017511

[www.agrobook.pt](http://www.agrobook.pt)