

**+pêssego**

# Inovação nas Técnicas de Produção

**Maria Paula Simões**  
(COORDENAÇÃO)

**VOLUME II**

**CENTRO OPERATIVO E TECNOLÓGICO**  
**HORTOFRUTÍCOLA NACIONAL**



O pessegueiro (*Prunus persica* L.) é cultivado há mais de dois mil anos, sendo a China o seu centro de origem e mantendo-se como maior produtor do mundo, sendo a Europa o segundo, responsável por quase trinta por cento da produção total.

A produção nacional está pulverizada de pequenas explorações agrícolas, situadas sobretudo no centro e sul do País, sendo que a Beira Interior representa praticamente um meio da área de pessegueiro em Portugal.

O segundo volume agora representado diz respeito às técnicas culturais de produção de pessegueiros na região da Beira Interior, estudo financiado pelo programa PRODET no âmbito do projeto **+pêssego**. O livro está organizado em cinco capítulos, em que dois primeiros dizem respeito à monda de flores e de frutos. O terceiro avalia os efeitos da cobertura do solo e o quarto devruça-se sobre a rega deficitária. Por fim, o quinto capítulo faz uma avaliação do pomar baseada em modelos empíricos.

A monda de flores ou de frutos é frequentemente necessária na cultura do pessegueiro devido ao excesso de carga, sobretudo quando as condições climáticas são favoráveis. Contudo, a monda manual, sendo muito eficiente, é demorada e dispendiosa. Daí a importância de se testarem tecnologias que permitam automatizar os processos de monda.

A cobertura do solo entre árvores pode ser alcançada por diversas formas, desde o enrelvamento até à utilização de diversos tipos de “mulches”. Neste projeto, foi testada a manta “Ecoblanket”, fabricada com desperdícios da indústria têxtil, sendo apresentados os resultados sobre o controlo de infestantes, os efeitos em vários parâmetros do solo, o impacto sobre o crescimento e estado nutricional do pessegueiro e por fim é feita a análise económica da sua utilização.

A disponibilidade de água no solo é muito importante tanto para o calibre como para o teor de açúcares do fruto. Assim, o estudo de várias dotações de rega é fundamental para se assegurar uma elevada produtividade, mantendo a qualidade do fruto.

Em conclusão, este livro presta informação valiosa para todos os que se dedicam e interessam pela cultura do pessegueiro. Pela maneira simples e acessível como está escrito, e pelo facto dos resultados se basearem em ensaios realizados em pomares de agricultores, ou seja, em condições reais de produção, o livro está principalmente direccionado para produtores e técnicos. No entanto, alunos e professores de diferentes graus poderão também estar interessados em obterem mais conhecimentos sobre esta importante cultura, sendo este livro um ponto importante de partida.

Amarilis de Varennes

**+pêssego**

Inovação nas Técnicas de Produção

**Maria Paula Simões**  
(COORDENAÇÃO)

**VOLUME II**

**CENTRO OPERATIVO E TECNOLÓGICO  
HORTOFRUTÍCOLA NACIONAL**

**Título:**

+pêssego. Inovação nas  
Técnicas de Produção

**Revisão de texto:**

Catarina Gavinhos  
Isabel Castanheira

**Tiragem:**

1000 exemplares

**Ilustrações:**

Laura Moreira

**Impressão e****acabamento:**

Empresa Diário do  
Porto, Lda.

**Coordenação:**

Maria Paula Simões

**Capa:**

Laura Moreira

**Data de impressão:**

Março de de 2017

**Autores e *copyright*:**

Abel Veloso  
Amarilis de Varennes  
Anabela Barateiro  
António Canatário Duarte  
António Ramos  
Catarina Gavinhos  
Cristina Ramos  
Cristina Sempiterno  
Dora Ferreira  
Fátima Calouro  
Francisco Vieira  
Isabel Castanheira  
Marco Lopes  
Maria Paula Simões  
Maria Encarnação Marcelo  
Paulo Silvino  
Pedro Gaspar Dinis  
Pedro V. Jordão  
Preciosa Fragoso  
Sandra Lopes

***Design* editorial:**

Laura Moreira

**Editor:**

Centro Operativo e  
Tecnológico  
Hortofrutícola Nacional

**Depósito legal:**

411300/16

**ISBN:**

978-972-8785-05-5

Os editores e autores agradecem ao Programa de Desenvolvimento Rural (PRODER) que financiou este livro e o projeto que lhe deu origem, o projeto **+pêssego “Inovação e Desenvolvimento da cultura do pessegueiro na região da Beira Interior”**. O projeto +pêssego resulta de uma parceria entre as associações APPIZÊZERE e AAPIM, o CATAA, o COTHN, a Escola Superior Agrária de Castelo Branco, o INIAV, o ISA, a UBI e A Quinta de Lamaçais, Sociedade Agrícola. Tendo sido submetido em fevereiro de 2013, foi aprovado em junho 2014, decorrendo a sua execução entre novembro de 2014 e dezembro de 2016, encerrando em junho de 2017 e tendo por base numa equipa multidisciplinar de 50 pessoas. Neste grupo incluem-se os autores deste livro, que beneficiam do contributo de outros membros da equipa e aos quais são devedores. Um agradecimento especial aos colegas de equipa - Carmo Martins, do COTHN, Paula Rodrigues, Ana Abrantes, Bruno Assunção e Eduardo da AAPIM, Carlos Amado da APPIZÊZERE, Cecília Gouveia e Natália Roque, da ESACB, bem como os presidentes das duas associações, José Assunção, da AAPIM e Gonçalo Batista, da APPIZÊZERE, pela constante disponibilidade e apoio.

Nesta numerosa equipa ocupam lugar de destaque os produtores, que não só disponibilizaram os seus pomares, como colaboraram ativamente em diversas atividades do projeto +pêssego. A dedicação com que sempre encaram os desafios que lhes são propostos é uma das razões que alavanca o trabalho inerente a este projeto. A sua dedicação e procura constante de conhecimento novo é um pilar fundamental na objetividade que se pretendeu alcançar com este projeto. A todos, Alberto Mendes e Luís Mendes, Fernando Valério, Francisco Chasqueira, Gonçalo Batista, Joaquim Duarte, Miguel Amaral, Paulo Gonçalves e Paulo Parente, o nosso profundo agradecimento e admiração.

A dinâmica e interação de grupo que se gerou foi um motor fundamental, não só para alcançar os objetivos do projeto, que estão refletidos nesta publicação, como também para valorizar o potencial humano e material existente na região, e tornou-se o principal fator impulsionador do desenvolvimento da fruticultura na região. Deste trabalho conjunto há ainda a esperança da sua continuidade num futuro próximo, que vingará certamente, fruto do empenho de todos os agentes da fileira.

**Abel Veloso** é licenciado em Ensino de Física e Química e em Ciências de Engenharia, perfil de Engenharia Agronómica. Colaborou no projeto +pêssego como Bolseiro de Investigação

**Amarilis de Varennes** é doutorada em Engenharia Agronómica e Professora Catedrática no Instituto Superior de Agronomia.

**Anabela Barateiro** tem formação em Engenharia de Produção Agrícola com Pós-Graduação em Fruticultura Integrada e é técnica de apoio à produção integrada e agricultura biológica na APPIZÊZERE.

**Anabela Veloso** é licenciada em Engenharia Agrícola com mestrado em Nutrição Vegetal, Fertilidade dos Solos e Fertilização e Técnica Superior no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I. P. (INIAV).

**António Canatário Duarte** é doutorado em Engenharia Agronómica, é Professor-adjunto na Escola Superior Agrária de Castelo Branco do IPCB e coordena a ação Rega Deficitária Controlada no âmbito do projeto +pêssego

**António Ramos** é doutorado em Agronomia e Professor Coordenador na Escola Superior Agrária do IPCB. No âmbito do +pêssego, participou na ação Rega Deficitária Controlada e coordenou a aplicação de modelos empíricos na produção de pêssego.

**Catarina Gavinhos** é licenciada em Matemática e doutorada em Engenharia do Ambiente (Matemática Aplicada a), é Professora-adjunta na Escola Superior Agrária de Castelo Branco do IPCB e colabora em diversos projetos de investigação

**Cristina Sempiterno** é doutorada em Engenharia Agronómica e Investigadora Auxiliar no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I. P. (INIAV).

**Cristina Ramos** é Engenheira Agrónoma com Pós-Graduação em Fruticultura Integrada e técnica de apoio à produção integrada e agricultura biológica na APPIZÊZERE.

**Isabel Castanheira** é Engenheira Agrónoma e Doutorada, é Professora-adjunta na Escola Superior Agrária de Castelo Branco do IPCB.

**Dora Ferreira** é Geógrafa com Pós-Graduação em Engenharia Agronómica e é bolsista de investigação do projeto +pêssego nas ações Monda de flores, Manutenção do solo e Qualidade dos frutos.

**Fátima Calouro** é doutorada em Engenharia Agronómica e Investigadora Auxiliar no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV).

**Francisco Vieira** é Engenheiro Agrónomo com Mestrado em Fruticultura Integrada e técnico de apoio à produção integrada e agricultura biológica na AAPIM.

**Marco Lopes** é licenciado em Engenharia Eletrotécnica e é bolsista de investigação do projeto +pêssego no âmbito da ação Monda de frutos

**Maria Encarnação Marcelo** é doutorada em Engenharia Agronómica e Doutorada e Investigadora Auxiliar no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I. P. (INIAV).

**Maria Paula Simões** é doutorada em Engenharia Agronómica, é Professora-adjunta na Escola Superior Agrária de Castelo Branco, coordena as ações Monda de flores, Manutenção do solo e Qualidade dos frutos e é a coordenadora do projeto +pêssego.

**Paulo Silvino** tem formação em Engenharia de Produção Agrícola e é técnico de apoio à produção integrada e agricultura biológica na AAPIM.

**Pedro Dinis Gaspar** é doutorado em Engenharia Mecânica e Professor Auxiliar no Departamento de Engenharia Eletrotécnica da Universidade da Beira Interior. Coordena a ação Monda de frutos do projeto +pêssego.

**Pedro V. Jordão** é doutorado em Engenharia Agronómica e Investigador Auxiliar no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV).

**Preciosa Fragoso** é licenciada em Engenharia das Ciências Agrárias e é técnica de apoio à produção integrada e agricultura biológica na APPIZÊZERE.

**Sandra Lopes** é licenciada em Engenharia das Ciências Agrárias e é técnica de apoio à produção integrada e agricultura biológica na APPIZÊZERE.

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1   Monda de Flores - Avaliação da utilização do equipamento Saflower® Electric em pomares de pessegueiro</b>	17-60
Dora Ferreira, Abel Veloso, Catarina Gavinhos, Anabela Barateiro, Cristina Ramos, Francisco Vieira, Paulo Silvino, Pedro Jordão, Fátima Calouro e Maria Paula Simões	
<b>CAPÍTULO 2   Monda de Frutos: Técnicas e tecnologias destinadas à automatização do processo</b>	65-77
Pedro Dinis Gaspar e Marco Lopes	
<b>CAPÍTULO 3   Manutenção do solo – Avaliação do efeito da manta Ecoblanket utilizada na cobertura do solo em pomares de pessegueiro</b>	83-207
<b>3.1   Introdução</b>	83-84
Abel Veloso, Dora Ferreira, Isabel Castanheira, Maria Paula Simões, Anabela Barateiro, Cristina Ramos, Preciosa Fragoso, Sandra Lopes, Francisco Vieira, Paulo Silvino e Amarilis de Varennes	
<b>3.2   Material e Métodos</b>	84-90
Abel Veloso, Dora Ferreira, Isabel Castanheira, Maria Paula Simões, Anabela Barateiro, Cristina Ramos, Preciosa Fragoso, Sandra Lopes, Francisco Vieira, Paulo Silvino e Amarilis de Varennes	

- CAPÍTULO 3.3 | Efeito da manta Ecoblanket em alguns parâmetros físico-químicos do solo** 93-113  
Maria Paula Simões, Dora Ferreira, Anabela Barateiro
- CAPÍTULO 3.4 | Efeito da manta Ecoblanket no controlo das infestantes** 117-138  
Maria Paula Simões, Dora Ferreira e Abel Veloso
- CAPÍTULO 3.5 | Efeito da manta Ecoblanket na atividade microbiológica ao nível do solo** 141-155  
Abel Veloso, Dora Ferreira, Maria Paula Simões, Anabela Barateiro, Preciosa Fragoso, Paulo Silvino, Isabel Castanheira e Amarilis de Varennes
- CAPÍTULO 3.6 | Efeito da manta Ecoblanket na atividade enzimática ao nível do solo** 159-179  
Abel Veloso, Dora Ferreira, Maria Paula Simões, Cristina Ramos, Sandra Lopes, Francisco Vieira, Isabel Castanheira e Amarilis de Varennes
- CAPÍTULO 3.7 | Efeito da manta Ecoblanket no estado de nutrição do pessegueiro** 183-188  
Fátima Calouro, Pedro Jordão, Anabela Veloso, Cristina Sempiterno, Maria da Encarnação Marcelo e Maria Paula Simões

- CAPÍTULO 3.8 | Efeito da manta Ecoblanket no crescimento das plantas** 191-199  
Maria Paula Simões e Dora Ferreira
- CAPÍTULO 3.9 | A avaliação económica da utilização da manta Ecoblanket** 203-207  
Maria Paula Simões, Dora Ferreira, Anabela Barateiro, Cristina Ramos, Francisco Vieira, Paulo Silvino e Sandra Lopes
- CAPÍTULO 4 | Rega deficitária na cultura do pessegueiro** 213-235  
Abel Veloso, António Canatário Duarte e António Ramos
- CAPÍTULO 5 | Avaliação da eficiência do pomar. Aplicação de modelos empíricos na produção de pêsego** 241-262  
António Ramos







**01.**

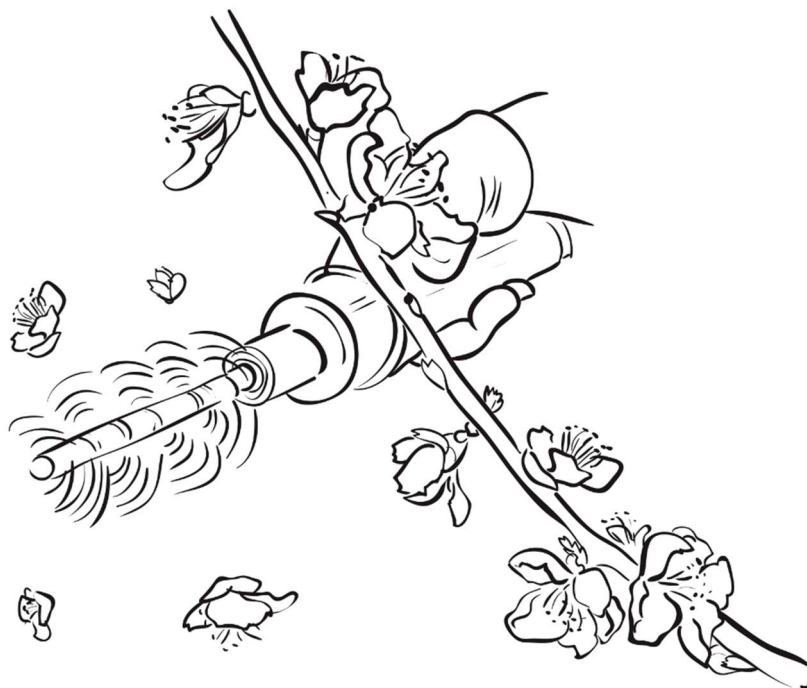
# **Monda de Flores – Avaliação da utilização do equipamento Saflower® Eléctric em pomares de pessegueiro**

**Abel Veloso, Dora Ferreira, Catarina Gavinhos e Maria Paula Simões**  
Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

**Anabela Barateiro, Cristina Ramos, Preciosa Fragoso e Sandra Lopes**  
Associação de Protecção Integrada e Agricultura Sustentável do Zêzere

**Francisco Vieira e Paulo Silvino**  
Associação de Agricultores para Produção Integrada de Frutos de Montanha

**Fátima Calouro e Pedro Jordão**  
Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária | Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva





## 01.

# Monda de Flores – Avaliação da utilização do equipamento Saflower® Electric em pomares de pessegueiro

**Dora Ferreira <sup>(1)</sup>, Abel Veloso <sup>(1)</sup>, Catarina Gavinhos <sup>(1)</sup>, Anabela Barateiro <sup>(2)</sup>, Cristina Ramos <sup>(2)</sup>, Francisco Vieira <sup>(3)</sup> e Paulo Silvino <sup>(3)</sup>, Pedro Jordão <sup>(4)</sup>, Fátima Calouro <sup>(4)</sup> e Maria Paula Simões <sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

<sup>(2)</sup> Associação de Proteção Integrada e Agricultura Sustentável do Zêzere

<sup>(3)</sup> Associação de Agricultores para Produção Integrada de Frutos de Montanha

<sup>(4)</sup> Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária | Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva

## 1.1 Introdução

A produção de pêssego na Beira Interior é realizada por fruticultores que exploram um conjunto diverso de cultivares. Esta diversidade visa essencialmente o escalonamento da oferta baseada na diferente época de maturação das cultivares. A existência de cultivares distintas requer uma atuação diferenciada das operações culturais ao longo do ciclo de acordo com a cultivar em causa e o respetivo período de desenvolvimento das flores, desde a sua transformação da flor em fruto e seu subsequente desenvolvimento. Na região da Beira Interior, cerca de 75% da área de produção provém de explorações com uma área superior a 5 ha (Dias *et al.*, 2016), ou seja, explorações de média a grande dimensão. Nestas explorações as diferentes cultivares estão em parcelas distintas dentro de cada pomar, sendo necessária uma gestão que tome em consideração as diferenças existentes, nomeadamente em termos de fenologia, realçando-se como estados fenológicos muito importantes o abrolhamento, a floração e a maturação dos frutos.

A data e a duração da floração dependem não só da cultivar mas também das condições climáticas que ocorrem durante o repouso vegetativo (nomeadamente a satisfação das

17 Ferreira, D., Veloso, A., Gavinhos, C., Barateiro, A., Ramos, C., Vieira, F., Silvino, P., Jordão, P., Calouro, F., Simões, M. P. 2017. Monda de Flores – Avaliação da utilização do equipamento Saflower® Electric em pomares de pessegueiro. // Simões, M.P. (coord). +pêssego – Guia prático da produção. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional: 17-60. ISBN 9789728785055.

horas de frio) e durante o período de floração. Podem também ser influenciadas pelas técnicas culturais a que as cultivares estão sujeitas (Simões, 2008). O período de floração dura normalmente 10 a 25 dias, observando-se períodos de floração mais curtos quando as temperaturas são baixas no inverno e altas na primavera (Velarde, 1989). Se, durante o período de floração ocorre frio ou precipitação o período de floração prolonga-se. Normalmente, apenas 30 a 35% das flores formadas frutificam (Córdoba, 2013). Porém, se as condições ambientais forem favoráveis ao vingamento, com um intervalo de temperaturas de 15 a 25°C, 60 a 70% de humidade relativa e vento fraco (Velarde, 1989) e, posteriormente se a queda fisiológica dos frutos se revelar insuficiente, até os 50 dias após a plena floração, observam-se taxas de vingamento elevadas, que, associada a uma densidade de floração de 4,3 flores / 10 cm de ramo (Simões, 2016), resulta numa carga de frutos excessiva sendo, por isso, necessário proceder à monda de frutos.

A monda manual de frutos é uma prática usual em pomares de pessegueiro, tendo como principais vantagens o facto de ser seletiva e eficaz. A sua rentabilidade final depende da época em que é realizada. Segundo Reighard e Byers (2009) deve executar-se aos 40-50 dias após a plena floração (DAPF), enquanto Gautier (1988) refere que deve ser realizada 20 a 30 DAPF. Para Herrero e Iturrioz (1983) a monda manual de frutos deve realizar-se antes da fase de crescimento rápido dos frutos, indo ao encontro do referido por Westwood (1978). Estes autores apontam como época de realização da monda a fase em que os frutos alcançam 54 a 60% do diâmetro relativamente à colheita, que corresponderá aos 30 a 35 mm de diâmetro se consideramos como objetivo final obter frutos com um calibre 67-73 (valor médio dos frutos com 70 mm).

A monda é uma operação morosa e onerosa (Simões et al., 2013), podendo demorar entre 50 a 300 horas/ha, dependendo do sistema de condução das plantas, da cultivar, da carga e da idade das plantas (Benito et al., 2003; Link, 2000). Estudos apontam para situações em que a monda manual de frutos em pessegueiros pode ter uma duração de 25-40 minutos/árvore (Martín et al., 2010; Sagarra e Lezcano, 2013), com custos que rondam os 3,43 e 4,11 € por árvore (Martín et al., 2010). Considerando o conjunto das operações realizadas antes da colheita, Marini e Reighard (2008), indicam a monda manual como a operação cultural mais dispendiosa, procurando-se, desde o final do século XX alternativas mais baratas.

Com o objetivo de alcançar um ajustamento precoce do número de frutos por árvore surgiram no mercado equipamentos para a monda mecânica de flores, como complemento ou mesmo como alternativa à monda de frutos. Esses equipamentos

podem ser de grandes dimensões como o “Darwin” ou equipamentos mais versáteis, como o Electro’flor® comercializado pela INFACO e o Safflowers® Electric comercializado pela Safflowers & Sadol, que são manuseados por um operador possibilitando uma adaptação rápida às diferentes cultivares e suas características. Permitem eliminar flores e gomos florais de forma racional e precisa em ramos individuais, ramos internos e externos. A sua correta utilização, estritamente relacionada com o porte da planta e a perícia do operador, contribui para uma distribuição equilibrada das flores ao longo do ramo. Sagarra e Lezcano (2013) referem, num estudo em que a monda de flores se efetuou com 100% das flores abertas, uma duração de 3 minutos por árvore e um efeito no aumento do peso dos frutos de 11%, comparativamente ao método tradicional da monda manual de frutos.

Conhecer os principais efeitos da monda pode ser um fator de competitividade para os fruticultores, na medida em que os impactos fisiológicos e económicos são, geralmente, apresentados como positivos, porque a diminuição da produção é compensada pela produção de frutos de maior calibre (Herrero e Iturrioz, 1983; Díaz et al., 2006; Pascual et al., 2010; Agustí et al., 2013).

Considerando que a monda de flores não é uma prática usual na região da Beira Interior, e que a dimensão da parcela correspondente a cada cultivar nesta região é pequena (Alberto *et al.*, 2016), e ainda a recente disponibilidade de equipamento para monda de flores, foi objetivo da ação Monda de Flores avaliar a eficácia da utilização do equipamento Safflowers® Electric na monda de flores em pomares de pessegueiros e nectarinas na região da Beira Interior.

## A RETER

O objetivo da ação Monda de Flores foi avaliar a eficácia do equipamento Safflower® Electric na monda de flores e o seu efeito na produção e qualidade dos frutos.

## 1.2 Material e métodos

### 1.2.1 Localização e caracterização das Unidades de Observação

Para a avaliação do efeito da monda de flores em pessegueiro, tanto nos parâmetros produtivos como da qualidade dos frutos e sua viabilidade económica, foram instaladas quatro Unidades de Observação (UO), localizadas em dois pomares de pessegueiro e dois pomares de nectarinas, localizados a sul e a norte da Serra da Gardunha (Figura 1.1), com acompanhamento e monitorização dos ciclos 2015 e 2016.

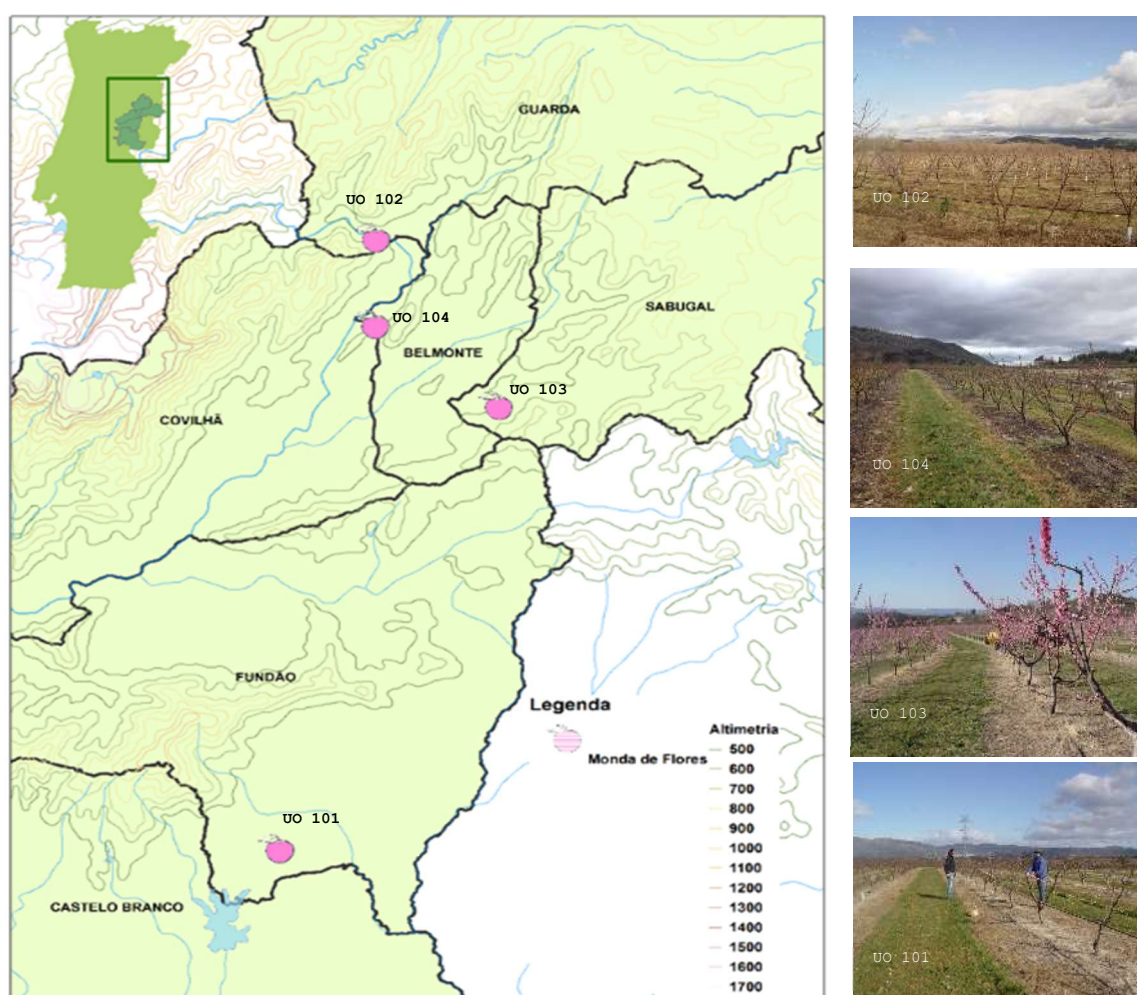


Figura 1.1 – Localização das Unidades de Observação onde decorreram os ensaios da ação Monda de Flores.

Os pomares onde foram instaladas as Unidades de Observação encontravam-se em plena produção. A UO 101 está localizada num pomar na freguesia da Soalheira (a sul da serra

da Gardunha), com a cultivar Very Good e porta enxerto GF 677, com um compasso de 5 x 2,5 m (800 plantas/ha) e forma de condução em vaso baixo. Este pomar foi instalado em 2011, tendo sido acompanhados os 5º e 6º ciclo vegetativo (2015 e 2016).

A UO 102 está localizada num pomar em Vale Formoso (a norte da serra da Gardunha), também com a cultivar Very Good com o porta-enxerto Montclar. Este pomar apresenta um compasso de 4,5 x 3 m (740 plantas/ha) e forma de condução em vaso alto e foi instalado em 2009, o que corresponde ao acompanhamento dos 6º e 7º ciclos vegetativos (2015 e 2016).

A UO 103 encontra-se localizada num pomar de nectarinas na freguesia de Castelejo (a norte da serra da Gardunha), com a cv. 'Honey Blaze' e porta-enxerto Montclar. Este pomar foi instalado em 2011, apresenta uma densidade de 888 plantas/ha (compasso de 4,5 x 2,5 m) e forma de condução em vaso alto. Foram acompanhados os 5º e 6º ciclos vegetativos.

A UO 104, com cv. 'Honey Glo', fica localizada num pomar na freguesia de Orjais (a norte da serra da Gardunha), num pomar instalado em 2013, correspondendo ao acompanhamento dos 3º e 4º ciclos vegetativos. O pomar apresenta uma densidade de 980 plantas/ha (compasso de 3,4 x 3 m) e forma de condução em vaso alto.

### 1.2.2 Características edáficas

Para a caracterização das condições edáficas foram realizadas colheitas de amostras de terra durante o mês de Janeiro de 2015 (Quadro 1.1).

Quadro 1.1 – Análise sumária de terra nas profundidades 0-20 cm e 20-50 cm

UO	Profundidade de (cm)	Textura	pH (H <sub>2</sub> O)	M.O. (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg.kg <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg.kg <sup>-1</sup> )
101	0-20	Franco-arenosa	6,7	2,3	615	228	151
	20-50	Franco-arenosa	6,2	1,6	341	149	118
102	0-20	Franco-arenosa	5,9	4,6	192	254	71
	20-50	Franco-arenosa	5,5	3,2	113	121	45
103	0-20	Franco-arenosa	6,2	2,5	185	268	111
	20-50	Franco-arenosa	5,8	1,0	73	111	74
104	0-20	Franco-arenosa	7,5	1,7	372	222	60
	20-50	Franco-arenosa	6,9	0,6	197	144	55

A análise do Quadro 1.1 permite verificar que todas as UO apresentam uma textura do solo franco-arenosa e o pH é pouco ácido aproximando-se da neutralidade para a

maioria das UO, o que indica que os produtores fazem correção da acidez. Apenas a UO 102 apresenta um pH considerado ácido na camada 20-50 cm. O teor de matéria orgânica é médio (1,6% a 3,0%) na camada 0-20 cm, destacando-se a UO 102 que apresenta os valores mais elevados, respetivamente 4,6% na camada 0-20 cm e 3,2% na camada 20-50 cm. Esta UO localiza-se na margem direita do rio Zêzere, num vale frio e com abundância de água, condições mais favoráveis à preservação da matéria orgânica. A UO 104 apresenta valores baixos de matéria orgânica (M.O.), 1,7% na camada 0-20 cm e 0,6% na camada 20-50 cm, aproximando-se, na camada mais profunda, de teores considerados muito baixos (LQARS, 2006).

A disponibilidade de fósforo é alta a muito alta para a maioria das UO, o que indica a aplicação de fertilizantes fosfatados ao longo da vida do pomar. O teor de fósforo é muito alto (>200 mg.kg<sup>-1</sup>) na UO 101, com 615 mg.kg<sup>-1</sup> na camada 0-20 cm e 341 mg.kg<sup>-1</sup> na camada 20-50 cm. É igualmente elevado na UO 104 na camada 0-20 cm, com 372 mg.kg<sup>-1</sup>. Apenas na UO 103, a disponibilidade de fósforo apresenta um valor inferior a 100 mg.kg<sup>-1</sup> (20-50 cm).

Todas as UO se caracterizam pela disponibilidade muito alta de potássio (>200 mg.kg<sup>-1</sup>) na camada superior (0-20 cm) e alta (101-200 mg.kg<sup>-1</sup>) na camada 20-50 cm.

Relativamente à disponibilidade de Magnésio, considerando os intervalos de classificação referido por LQARS (2006), em que a classe de fertilidade média corresponde ao intervalo de 61-90 mg.kg<sup>-1</sup>, verifica-se que apenas nas UO 102 e UO 104, a disponibilidade desce abaixo desse limite, indicando menor disponibilidade deste nutriente. Na UO 101 a disponibilidade de magnésio é muito alta (>125 mg.kg<sup>-1</sup>) em ambas as camadas de solo, assim como na UO 103 na camada 0-20 cm.

Globalmente podemos dizer que existe disponibilidade alta a muito alta para os macronutrientes considerados, tendo em conta os valores de referência indicados em LQARS (2006), à exceção do magnésio na UO 104, em que os valores são baixos para ambas as profundidades consideradas.

## A RETER

Os solos dos pomares são de textura franco-arenoso, com pH pouco ácido e maioritariamente com alta disponibilidade de fósforo, potássio e magnésio, não constituindo estes nutrientes um fator limitante à produção.

### 1.2.3 Características climáticas

Para a caracterização das condições climáticas de temperatura e precipitação utilizaram-se os dados de três estações meteorológicas da região, localizadas nas proximidades das UO, nomeadamente, a Estação de Fadagosa, utilizada para a UO 101, a Estação de Belmonte, indicadora para a UO 102 e a Estação de Lamaçais, estação de referência para as UO 103 e UO 104.

O ciclo 2015 caracteriza-se por ter sido um ano seco, com uma precipitação total durante o mês de abril de 46 mm na UO 101, 83 mm na UO 102 e 62 mm nas UO 103 e UO 104. Já no final do ciclo registou-se a precipitação mais elevada em Outubro, com valores superiores a 180 mm, em todas as UO.

As temperaturas médias mais altas registaram-se no mês de julho, com 26°C na UO 101 (sul da serra da Gardunha) e 24°C nas restantes UO.

No ciclo 2016 a precipitação foi elevada em abril, que corresponde ao final do período de floração e início de desenvolvimento dos frutos, registando-se 182 mm na UO 101, 219 mm nas UO 102 e UO 104 e 233 mm na UO 103. As temperaturas durante o período de floração são inferiores ao ciclo 2015, registando-se maior número de dias com formação de geada. O verão de 2016 caracterizou-se por temperaturas mais elevadas, tendo-se registado, no mês de agosto, uma temperatura média de 27°C na Estação da Fadagosa (UO 101).

### 1.2.4 Condições climáticas durante o período de floração

Dos diferentes fatores ambientais, os elementos climáticos são aqueles que têm resposta imediata no comportamento das plantas, podendo converter-se, muitas vezes, num fator de risco levando a perdas de produção. Assim, é importante o conhecimento das condições climáticas especialmente durante o período de floração, que se estende do estado fenológico C ao estado G (Simões, 2016).

No ciclo de 2015 o período de floração caracteriza-se por temperaturas mais favoráveis ao vingamento, com a média das temperaturas máximas superiores a 17°C (Quadro 1.2). No ciclo 2016, a média das temperaturas máximas é um pouco acima dos 15°C. De salientar ainda que, considerando os dois ciclos, a temperatura média é sempre superior na UO a sul da serra da Gardunha (UO 101), respetivamente 12°C e 9,9°C (2015 e 2016) e a média das temperaturas mínimas, para além de ser mais baixa nas UO a norte da Gardunha (UO 102, UO 103 e UO 104), apresenta o valor mais baixo na UO 102 (2,3°C em 2015 e 2,5°C em 2016). Ainda é de realçar que, em 2016, para além de temperaturas

médias mais baixas verificou-se a ocorrência de maior quantidade de precipitação, tendo-se registado 49 mm na UO 102, 57 mm na UO 104 e 77 mm na UO 103.

**Quadro 1.2** – Condições meteorológicas registadas durante o período de floração nos ciclos 2015 e 2016.

	Ciclo 2015					Ciclo 2016				
	Período do Floração	Médias			Total	Período Floração	Médias			Total
		T. Max (°C)	T. Min (°C)	T. Méd (°C)	Precipitação (mm)		T. Max (°C)	T. Min (°C)	T. Méd (°C)	Precipitação (mm)
<b>101</b>	1-mar 23-mar	18,3	6,2	12,0	17,2	3-mar 12-abr	15,3	5,3	9,9	74,6
<b>102</b>	11-mar 29-mar	17,3	2,3	9,9	6,2	16-mar 12-abr	15,2	2,5	8,7	49,0
<b>103</b>	9-mar 27-mar	17,5	2,6	10,0	10,4	14-mar 12-abr	15,8	3,8	9,5	77,2
<b>104</b>	1-mar 26-mar	18,1	2,3	10,0	10,4	5-mar 10-abr	15,5	3,3	9,2	57,4

Nota: O sombreado destaca as UO de nectarinas.

Na Figura 1.2 e 1.3 apresentam-se os registos de temperatura e precipitação relativos à estação meteorológica mais próxima da UO 101, observando-se que, no ciclo 2015 (Figura 1.2), a plena floração decorreu com condições muito favoráveis, com a temperatura máxima próxima de 25°C e a temperatura mínima próxima dos 9°C. Embora posteriormente à plena floração a temperatura desça bastante não há registo de temperaturas abaixo de 0°C durante o período de floração (Figura 1.2). No ciclo 2016 (Figura 1.3), junto à plena floração as condições meteorológicas foram muito irregulares, observando-se 11°C de temperatura máxima e 5°C de temperatura mínima no dia 15 de março, seguindo-se 18°C de temperatura máxima e 3°C de temperatura mínima no dia 16 e 17 de março, voltando a temperatura máxima a diminuir (9°C) no dia 18 de março. Para além dessa oscilação ocorreram cinco dias com precipitação logo após a plena floração. Apesar destas condições a taxa de vingamento foi de 77% (ponto 1.3.2).

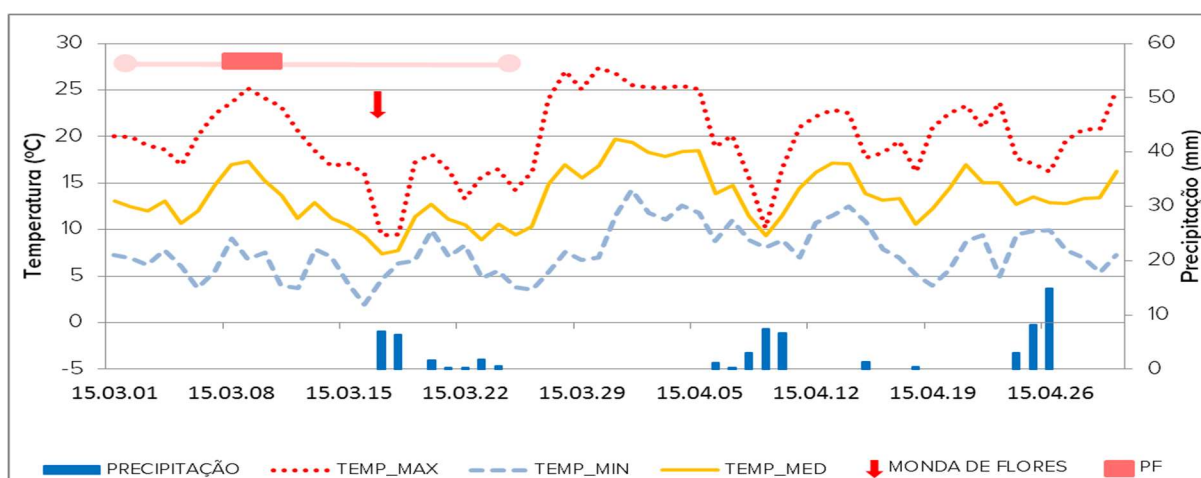


Figura 1.2 – Condições de temperatura máxima, mínima e média diária e precipitação diária, durante o período de floração no ciclo 2015 na UO 101. Fonte: Estação meteorológica de Fadagosa.

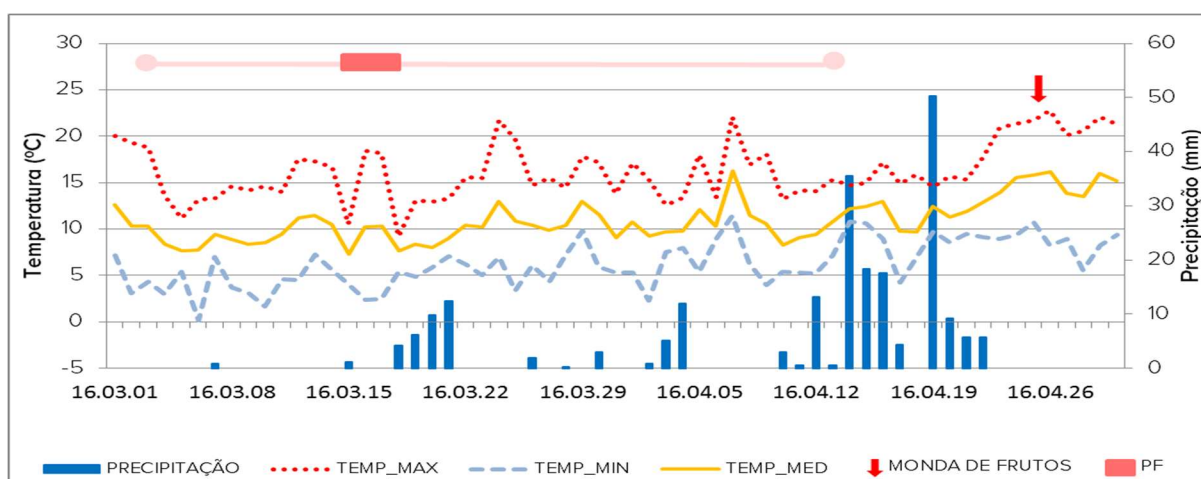


Figura 1.3 – Condições de temperatura máxima, mínima e média diária e precipitação diária, durante o período de floração no ciclo 2016 na UO 101. Fonte: Estação meteorológica de Fadagosa.

Já no caso da UO 102 registaram-se temperaturas abaixo dos 0°C durante o período de floração, nomeadamente, 5 dias em 2015 (Figura 1.4) e 11 dias no ciclo 2016 (Figura 1.5), mas sem que a taxa de vingamento tivesse sido afetada, observando-se um valor próximo dos 80% em ambos os ciclos (ponto 1.3.2).

As amplitudes térmicas foram mais elevadas no ciclo 2015, tendo-se registado um valor próximo de 20°C na plena floração e, em 2016, uma amplitude de 14°C. Em 2015, a precipitação foi diminuta durante o período de floração (17,2 mm), observando-se apenas um dia com precipitação próxima de 9 mm que ocorreu 10 dias depois da plena floração (Figura 1.5). Em 2016, a precipitação foi mais abundante evidenciando-se o mês de abril,

onde se registaram aproximadamente 200 mm, dos quais 68 mm ocorreram no dia 19 de abril de 2016.

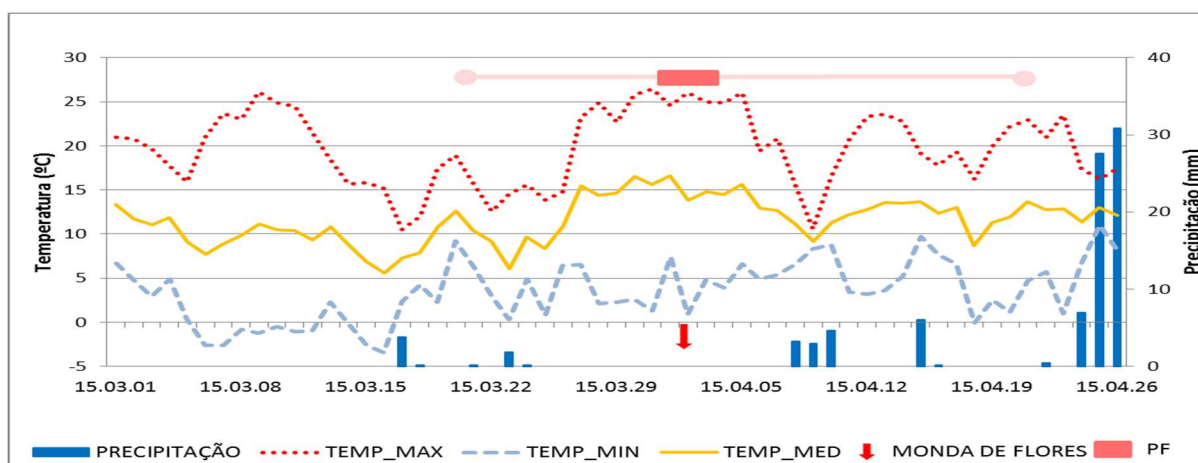


Figura 1.4 – Condições de temperatura máxima, mínima e média diária e precipitação diária, durante o período de floração no ciclo 2015 na UO 102. Fonte: Estação meteorológica de Belmonte.

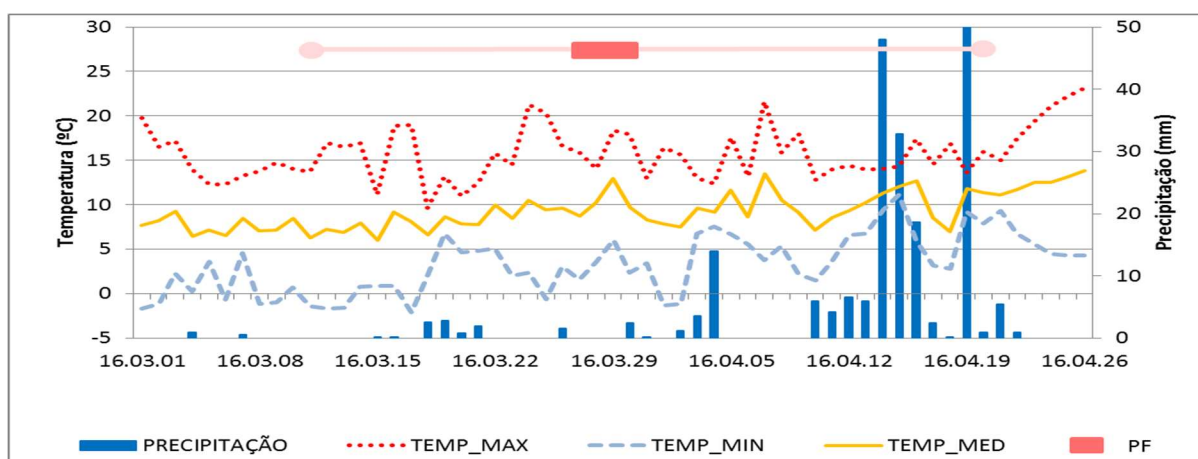


Figura 1.5 – Condições de temperatura máxima, mínima e média diária e precipitação diária, durante o mês de março e abril, com indicação do período de floração no ciclo 2016 na UO 102. Fonte: Estação meteorológica de Belmonte.

Nas Figuras 1.6 e 1.7 apresentam-se os registos de temperatura e precipitação da estação meteorológica mais próxima das UO 103 e 104. Estas UO correspondem a pomares de nectarinas.

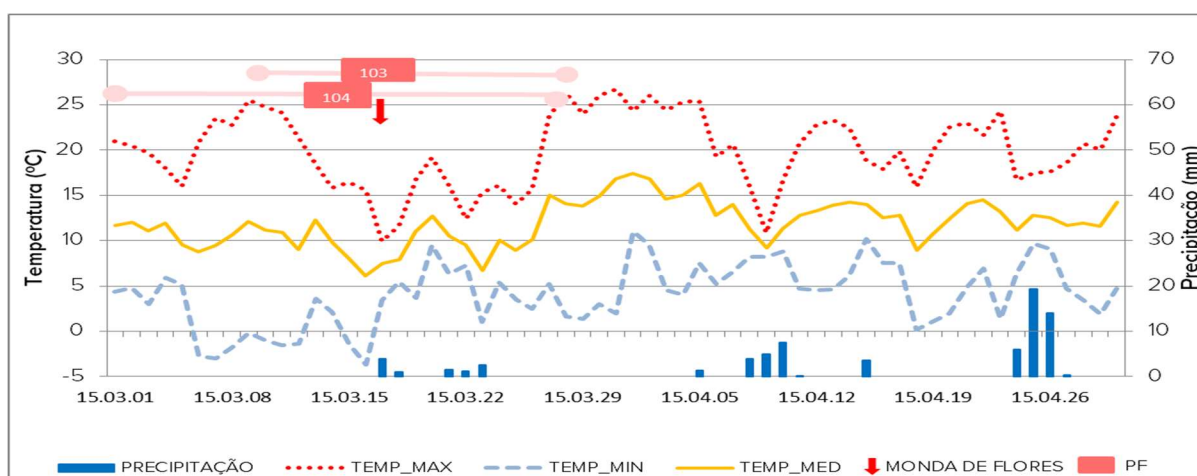


Figura 1.6 – Condições de temperatura máxima, mínima e média diária e precipitação diária, durante o período de floração no ciclo 2015 na UO 1013 e UO 104. Fonte: Estação meteorológica de Lamaçais.

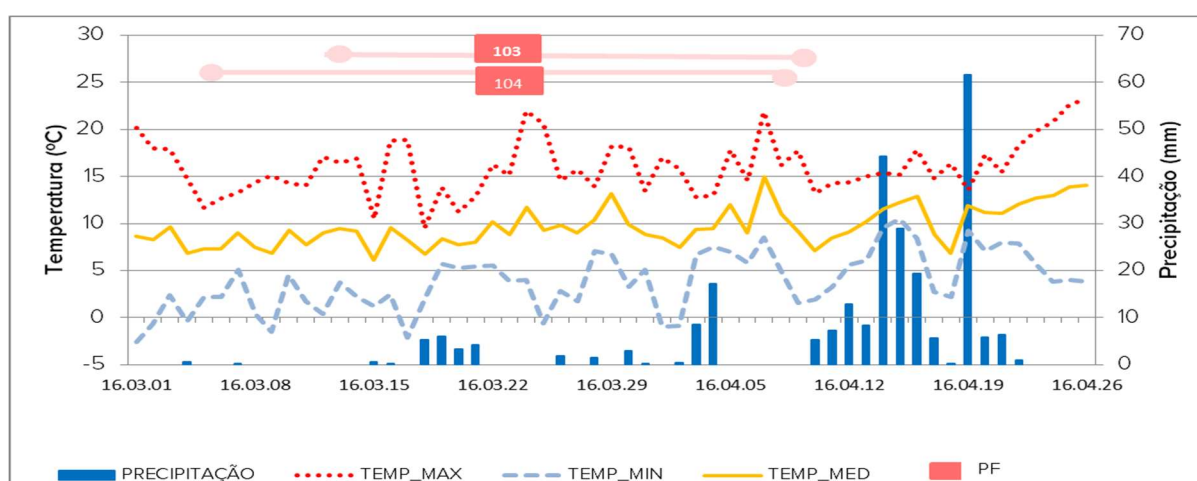


Figura 1.7 – Condições de temperatura máxima, mínima e média diária e precipitação diária, durante o período de floração no ciclo 2016 na UO 103 e UO 104. Fonte: Estação meteorológica de Lamaçais.

Para as UO 103 e 104 utilizaram-se os registos da estação meteorológica de Lamaçais. No ciclo 2015 observou-se no dia 17 de março temperatura abaixo de 0°C o que coincidiu com o período de plena floração da UO 103, afetando a taxa de vingamento que foi de 36%. Na UO 104 o período de plena floração foi um pouco mais cedo não provocando um decréscimo assinalável da taxa de vingamento, que foi de 70% (ponto 1.4.2).

No ciclo 2016 o período de plena floração decorreu com frequente oscilação de temperaturas, com a temperatura média abaixo dos 10°C (Quadro 1.2). Pouco antes

da plena floração ocorreu um período de 4 dias com precipitação que também contribuiu para o atraso da plena floração. Estas condições refletiram-se num decréscimo da taxa de vingamento, que foi de 44% para a UO 103 e 25% para a UO 104 (ponto 1.4.2).

É importante salientar que as temperaturas associadas à formação de geada conduzem a uma redução da taxa de vingamento. Segundo Velarde (1989), o limite de temperatura suportado durante meia hora em plena floração é de -2,5°C. Considerando esse limite, há que evidenciar que durante a plena floração, na UO 103, as temperaturas mínimas registadas foram de -3,7°C e -0,6°C em 2015 e 2016, respetivamente (Figura 1.6 e 1.7). No caso da UO 104, registaram-se -1°C e -0,6°C de temperatura mínima em 2015 e 2016, respetivamente (Figura 1.6 e 1.7). Importa destacar que nestas UO correspondem aos pomares de nectarinas, sendo a UO 104 da cv. Honey Blaze, uma cultivar temporã e com floração temporã e, portanto, com maior suscetibilidade às temperaturas baixas.

No Quadro 1.3 apresenta-se o número de dias com temperatura abaixo dos 0°C, verificando-se que no local correspondente à UO 104 é mais propício à ocorrência de condições de formação de geada, observando-se 10 dias com temperatura abaixo de 0°C tanto em 2015 como em 2016.

**Quadro 1.3** – Número de dias com temperaturas mínimas abaixo dos 0°C, no período de floração, por UO e ciclo.

UO	2015	2016
101	0	0
102	5	11
103	6	3
104	10	10

## A RETER

As condições climáticas no ciclo 2015 foram favoráveis à produção mas, no ciclo 2016, durante o período de floração observou-se uma oscilação de períodos de temperaturas amenas com períodos frios e precipitação, que afetou o desenvolvimento dos gomos florais com especial incidência na UO 104.

### 1.2.5 Delineamento experimental da monda mecânica de flores no ciclo 2015

Para avaliar a eficácia do equipamento de monda de flores foram definidas e instaladas duas modalidades:

- Modalidade 0 (Testemunha), sem intervenção de monda mecânica de flores, mas refletindo as operações culturais efetuadas pelo agricultor, que incluíram a monda manual de frutos quando o produtor realizou essa operação;

- Modalidade 1, com monda mecânica de flores com recurso ao equipamento Safflowers® Electric (Figura 1.8 e 1.9).

O equipamento Safflowers® Electric utilizado para a monda de flores é alimentado por uma bateria, composto por um eixo rotativo com seis cordões de fibra sintética com 3,7 cm de comprimento (Figura 1.8). Neste trabalho utilizou-se a velocidade 6 e o manuseamento foi feito por operadores diferentes em cada uma das UO, o que resultou em tempos de utilização variáveis.



Figura 1.8 – Fios da monda do equipamento Safflowers® Electric



Figura 1.9 – Operador a manusear o equipamento Safflowers® Electric em pessegueiro.

A instalação das UO envolveu a marcação de oito grupos de quatro árvores, duas árvores úteis e duas árvores de bordadura, correspondendo cada grupo a uma modalidade e repetição, num total de quatro repetições, de acordo com a metodologia adotada por Simões (2008), e ilustrada na Figura 1.10.

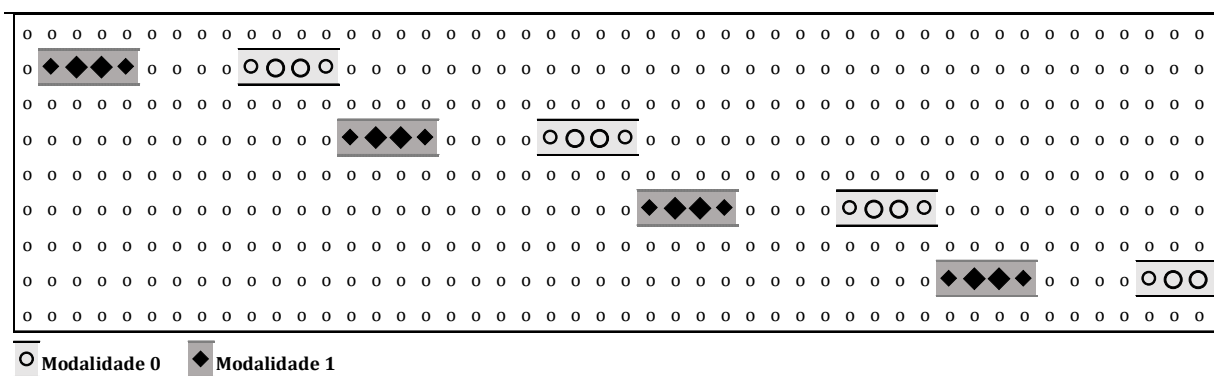


Figura 1.10 – Esquema de campo para a instalação das UO.

Cada repetição das duas modalidades foi instalada na mesma linha de plantas procurando que, deste modo, estejam nas mesmas condições em termos de disponibilidade hídrica, porque são regadas pelo mesmo tubo de rega.

Para testar a homogeneidade das plantas em termos de vigor, foi avaliada a área de secção de tronco, através da medição do perímetro do tronco a 10-15 cm do solo. A marcação inicial das plantas só foi efetivada após verificar que não havia diferenças significativas de vigor entre as plantas das duas modalidades.

Na instalação das UO foi realizada a colheita de amostras de terra junto às plantas de cada modalidade, que permitiu fazer a caracterização edáfica referida no ponto 1.2.

Após instalação foram marcados quatro ramos por planta útil, sendo um ramo de cada quadrante da planta. Estes ramos foram monitorizados relativamente ao número de gomos florais, fenologia, vingamento e crescimento dos frutos. Procurou-se realizar a monda de flores com Saflowers® Electric no estado fenológico F, de acordo com Sagarra e Lezcano (2013).

No ciclo 2015, a monda de flores foi realizada a 16 e 17 de março. Nas UO 102, UO 103 e UO 104 os produtores executaram a monda manual de frutos na primeira quinzena de maio (Quadro 1.4).

**Quadro 1.4** – Datas de realização da monda de flores, estados fenológicos na monda de flores e data da realização da monda de frutos realizada pelo agricultor, por UO e modalidade no ciclo 2015.

UO	Modalidade	Monda de flores			Monda de frutos (Data e DAPF)
		Data	Fenologia		
			Estado F (%)	Estado G (%)	
101	0	--	37	63	--
	1	17-mar-2015			--
102	0 <sup>(1)</sup>	--	80	19	13-jun-2015 (117)
	1	18-mar-2015			--
103	0 <sup>(1)</sup>	--	71	16	13-abr-2015 (45)
	1	16-mar-2015 (1ª passagem)	14	86	--
		26-mar-2015 (2ª passagem)			--
104	0 <sup>(1)</sup>	--	18	79	04-mai-2015 (53)
	1	17-mar-2015 (1ª passagem)	2	98	--
		26-mar-2015 (2ª passagem)			

<sup>(1)</sup>No final considerada como modalidade 2 pois corresponde a monda manual realizada pelo produtor.

Na UO 101 a monda de flores foi realizada a 17 de março de 2015, com uma fenologia correspondente a 37% em F e 63% em G, e na UO 102 a monda realizou-se a 18 de março de 2015, em plena floração, com 80% em F e 19% em G.

No caso das nectarinas, na UO 103 a monda de flores foi realizada a 16 de março de 2015, com uma fenologia correspondente a 71% em F e 16% em G (Figura 1.11), e na UO 104 a monda realizou-se a 17 de março de 2015, com 18% em F e 79% em G. Devido às condições bastante favoráveis ao vingamento procedeu-se a uma segunda monda de flores em ambos os pomares de nectarinas uma vez que o número de flores retiradas aquando da realização da primeira monda não resultou em diferenças significativas no número de gomos florais entre a modalidade com monda e a modalidade testemunha (Quadro 1.4).

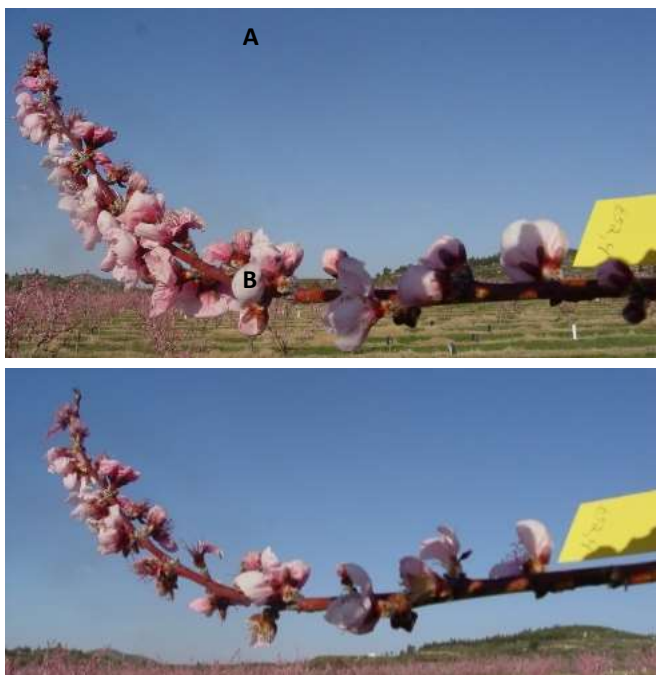


Figura 1.11 – Ramo antes da monda (A) e depois da monda com Saflowers® Electric (B).

Na UO 102, na modalidade 0, o produtor procedeu a uma monda manual de frutos em 13-jun-2015 (117 DAPF), enquanto na UO 101 não foi efetuada qualquer intervenção de monda de frutos (Quadro 1.4). Em ambos os pomares de nectarinas os agricultores procederam à realização da monda manual de frutos na exploração, aos 45 DAPF na UO 103 e aos 53 DAPF na UO 104.

No ciclo 2015, nos ramos marcados foram monitorizados dois frutos por ramo, sendo o primeiro fruto na zona basal do ramo e o segundo fruto localizado na zona apical do mesmo. Foram realizadas observações quinzenais com início aproximadamente três semanas após a plena floração até à colheita, que permitiram acompanhar o desenvolvimento dos frutos ao longo do ciclo. No total, foram monitorizados 128 frutos por UO. A taxa de vingamento foi calculada pela razão entre o número de frutos observados e o número inicial de flores, sendo considerados para a modalidade 1, o número de flores após a realização da monda com Saflowers® Electric.

### 1.2.6 Delineamento experimental da monda manual de frutos no ciclo 2016

No ciclo 2016 utilizaram-se as mesmas plantas marcadas que em 2015 (Figura 1.10), tendo sido marcados novamente quatro ramos por árvore de acordo com a metodologia descrita para 2015.

As condições climáticas durante o período de floração (mês de março) foram muito instáveis e adversas. Para além de uma oscilação de temperaturas altas e baixas em períodos curtos de dois a quatro dias, a temperatura média situou-se abaixo dos 10°C (Figuras 1.2 a 1.7) durante o período de floração e vingamento. Verificou-se a ocorrência de precipitação muito superior à do ano anterior (Quadro 1.2). Nestas condições, adversas à floração e vingamento, seria contraproducente a realização da monda de flores, pelo que esta não foi realizada.

Com base na monitorização do vingamento foi executada a monda manual de frutos nas plantas definidas como modalidade 1 (Figura 1.10), permanecendo as plantas da modalidade 0 sem monda.

Assim, foram instaladas as seguintes modalidades:

- Modalidade com monda manual de frutos realizada entre os 35 e os 45 dias após a plena floração (DAFP) (designada modalidade 2);
- Modalidade Testemunha, sem intervenção de monda de frutos (modalidade 0).

A monda manual de frutos foi efetuada no dia 29-abr-2016, aos 42 DAPF na UO 101 e aos 34 DAPF nas UO 102 e 103. Na UO 104 observou-se uma forte queda de gomos florais e condições muito desfavoráveis ao vingamento durante o período de floração, tendo-se calculado uma taxa de vingamento de 25%, que teve como consequência a existência de um baixo número de frutos. Assim, não foi efetuada a monda de frutos. No ciclo 2016, à semelhança de 2015, nos quatro ramos marcados por árvore, procedeu-se à avaliação dos estados fenológicos, vingamento e à monitorização do desenvolvimento dos frutos ao longo do ciclo. Nas UO 101, UO 103 e UO 104, foram medidos os diâmetros de todos os frutos, em cada ramo marcado de cada modalidade (Figura 1.12 e 1.13). Na UO 102, como o número de frutos/ramo era muito elevado foram selecionados três frutos por ramo para monitorização ao longo do ciclo. A taxa de vingamento foi calculada pela razão entre o número de frutos observados no dia 29-mar-2016 (antes da monda manual de frutos) e o número de flores observadas durante a plena floração.



Figura 1.12 – Monitorização do crescimento dos frutos na cv. Very Good.



Figura 1.13 – Monitorização do crescimento dos frutos na cv. Honey Blaze.

### 1.2.7 Avaliação dos parâmetros produtivos

Em ambos os ciclos, a colheita dos frutos foi realizada individualmente para todas as árvores marcadas, tendo sido avaliada a produção total, a produção comercializável, o refugo e a distribuição da produção pelas classes de calibre C (56-61 mm), B (61-67 mm), A (67-73 mm), AA (73-80 mm) e AAA (>80 mm).

No ciclo 2015, nas UO 101 e 102, as colheitas decorreram numa única passagem, ao passo que nas UO 103 e UO 104 foram escalonadas. No ciclo 2016, apenas nas UO 102 e UO 103 foram realizadas colheitas escalonadas (Figura 1.14).

		março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro
101	2015	9					24	
	2016	16						2
102	2015	18					24	
	2016		24					2 9
103	2015	16			29 6 10			
	2016		24			11 14		
104	2015	12					3 10	
	2016		24				4	

Figura 1.14 – Calendário de floração e maturação por UO e ciclo.

Nota: As datas assinaladas correspondem à plena floração (março) e colheita (junho a setembro).

### A RETER

No ciclo 2016 observou-se um atraso de 9 a 10 dias na data de floração e na colheita, relativamente ao ciclo 2015.

### 1.2.8 Avaliação da qualidade dos frutos

A avaliação da qualidade dos frutos incidiu sobre uma amostra de 6 a 10 frutos por árvore. Os parâmetros de qualidade determinados foram: a) o peso de cada fruto; b) a coloração avaliada com colorímetro de Minolta utilizando o sistema CIE L\*a\*b\* (Figura 1.15-A); c) a dureza, com o auxílio de um penetrómetro de bancada tipo Penefel (Figura 1.15-B); d) o Índice Refratométrico (IR), com a utilização de refratómetro digital (Figura 1.15-C); e) a acidez por titulação com NaOH 0,1N até pH 8,3 (Figura 1.15-D). A amostra de frutos foi retirada do lote de calibre dominante durante a avaliação da produção, seguindo a metodologia definida e adotada no âmbito do projeto AGRO 452 (Simões e Carvalho, 2008).

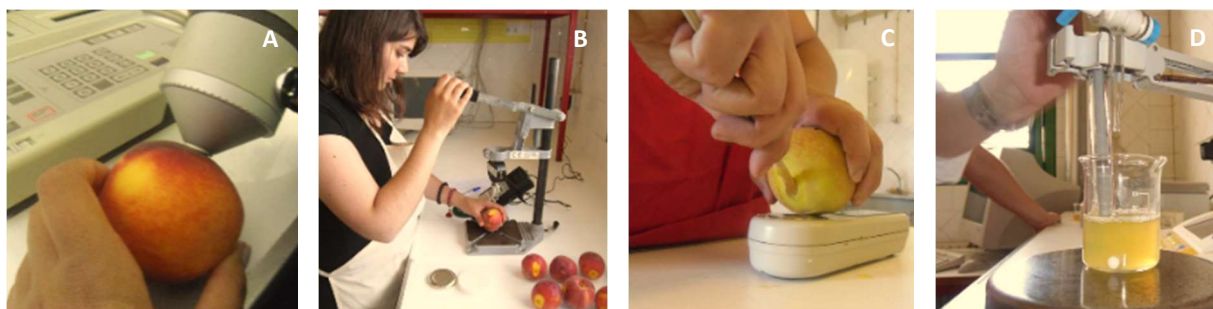


Figura 1.15 – Avaliação da qualidade dos frutos; A - avaliação da cor dos frutos com colorímetro Minolta; B - determinação da dureza dos frutos com penetrómetro de bancada; C - determinação do IR com refratómetro digital; D - determinação da acidez por titulação.

#### A RETER

Para avaliação da qualidade dos frutos utilizou-se uma amostra de 6 a 10 frutos/árvore, retirada do calibre dominante, num total aproximado de 128 frutos, correspondendo a 64 frutos por modalidade.

### 1.2.9 Avaliação do estado de nutrição das plantas

Para avaliar o estado de nutrição das plantas foi realizada uma colheita de folhas em 20 de julho no ciclo 2015 (111 a 133 DAPF) e a 26 de julho no ciclo 2016 (124 a 132 DAPF) (Figura 1.16 e 1.17), sendo analisadas no Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (LQARS).

Cada amostra foi constituída por 30 folhas por árvore útil, colhidas no terço médio do lançamento do ano, num total de 16 amostras por UO.



Figura 1.16 - Colheitas de folhas no terço médio do lançamento do ano.



Figura 1.17 - Amostra de folhas referente à UO 102.

#### 1.2.10 Avaliação do impacto económico da monda de flores e de frutos

Para avaliar o impacto económico da monda, foram calculados os custos e proveitos diferenciais de acordo com as premissas que se seguem.

**Custo da monda** = dias de trabalho/ha x custo do dia de trabalho, considerando o n.º de dias de trabalho efetivamente gastos na realização da operação de monda, quer com recurso ao equipamento Saflowers® Electric, no caso da monda de flores, quer para a realização da monda manual.

**Custo da colheita** = dias de trabalho de colheita/ha x custo do dia de trabalho, de acordo com o rendimento de colheita.

**Rendimento de colheita** = kg de pêssegos colhidos/dia de trabalho, dependente do calibre dos frutos. Para o cálculo do rendimento da colheita considerou-se o índice de calibre [de acordo com a metodologia definida por Simões (2008)<sup>1</sup>], e ainda, que se verifica um rendimento de 800 kg/dia de trabalho para um distribuição normal das classes de calibre centrada no índice 3 (calibre 67-73) e 1350 kg/dia de trabalho para um índice 5 (correspondente calibre >80).

Para o cálculo dos custos em recursos humanos, considerou-se o valor de 30 €/dia de trabalho, correspondente ao salário mínimo de 560 €/mês acrescido de uma taxa de 33% para a Segurança Social e 6 dias de trabalho/semana, que representa

---

<sup>1</sup> Índice de calibre = [1x (kg do calibre 56-61) + 2x(kg do calibre 61-67) + 3x(kg do calibre 67-73) + 4x(kg do calibre 73-80) + 5x(kg do calibre >80)]/Produção comercial  
35 Ferreira, D., Veloso, A., Gavinhos, C., Barateiro, A., Ramos, C., Vieira, F., Silvino, P., Jordão, P., Calouro, F., Simões, M. P. 2017. Monda de Flores – Avaliação da utilização do equipamento Saflower® Electric em pomares de pessegueiro. In Simões, M.P. (coord). +pêssego – Guia prático da produção. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional: 17-60. ISBN 9789728785055.

as condições mais frequentes no âmbito da gestão frutícola na região da Beira Interior.

Valor da produção = kg/classe de calibre x preço/kg de acordo com a classe de calibre, considerando os preços pagos na região nos ciclos 2015 e 2016 (Quadro 1.5).

Quadro 1.5 – Preços pagos ao produtor de acordo com a classe de calibre.

	Calibre 56-61 (€/kg)	Calibre 61-67 (€/kg)	Calibre 67-73 (€/kg)	Calibre 73-80 (€/kg)	Calibre >80 (€/kg)
2015	0,09	0,23	0,38	0,48	0,48
2016	0,11	0,25	0,38	0,54	0,54

Assim, foi possível determinar o diferencial entre modalidades, expresso em €/ha. O resultado não contabiliza o custo das restantes operações culturais que integram cada ciclo de produção.

## A RETER

Na avaliação das mais-valias de utilização da monda de flores e frutos consideraram-se apenas os fatores diferenciais, nomeadamente o custo da operação de monda e de colheita, e o valor da produção de acordo com a classe de calibre e o respetivo preço pago ao produtor por uma Organização de Agricultores.

### 1.2.11 Análise estatística

Os dados foram submetidos a uma análise de variância simples paramétrica no procedimento Anova a um factor (one-way) (tipo de monda efetuado) e realizado o teste de comparações múltiplas de médias (teste de Scheffé). O tratamento estatístico foi realizado através do *Statistical Product and Service Solutions* (IBM SPSS 21).

### 1.3 Resultados referentes à cv. Very Good nos ciclos 2015 e 2016

O ciclo 2016 caracterizou-se por condições climáticas de temperatura e precipitação que divergem da normal climatológica, tendo em conta os resultados obtidos na estação meteorológica da Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ESACB), para a qual já foi possível construir as normais climatológicas (Horta, 2016). Considerando os dados da ESACB, pode referir-se que a temperatura média anual, em 2016, foi de 16,0°C tendo sido superior à da Normal Climatológica do período 1986-2015 (15,0°C). A média da temperatura média, do período de janeiro e fevereiro de 2016, foi de 9,5°C e a Normal Climatológica foi de 7,8°C. No período de fevereiro a março (2016) registou-se uma variação acentuada em particular da temperatura mínima, com um coeficiente de variação de 69% em fevereiro e 55% em março. A média da temperatura mínima foi de 5,0°C em fevereiro e 4,4°C em março, sendo a normal climatológica de 4,0°C (fevereiro) e 6,0°C (março), ou seja, um mês de fevereiro com média da temperatura mínima mais elevada (+25%) e um mês de março com média da temperatura mínima mais baixa (-27%). Relativamente à precipitação observou-se que o ano de 2016 foi também mais pluvioso (856 mm) relativamente à Normal Climatológica do período 1986-2015 (735 mm), com uma distribuição mensal da precipitação com diferenças acentuadas em relação à Normal Climatológica. Foi nos meses de abril e maio que se observou o maior desvio, com precipitações elevadas atingindo 153 mm em abril e 130 mm em maio, sendo os valores da Normal Climatológica de 58 mm e 49 mm respetivamente. No conjunto dos 25 anos só houve dois anos com precipitação superior a 100 mm no mês de abril e cinco anos com precipitação superior a 100 mm no mês de maio, e, não há registos de abril e maio consecutivos com precipitação superior a 100 mm como se verificou em 2016.

Como consequência das condições referidas, especialmente a variação da temperatura mínima no mês de fevereiro e março, foi observada uma grande queda de gomos florais durante o período do abrolhamento e floração (Figura 1.18), e, conseqüentemente, uma redução do potencial de produção. A queda de gomos foi particularmente intensa nas cultivares de nectarina



Figura 1.18 – Queda de gomos florais durante o período de floração.

acompanhadas. Assim, a apresentação dos resultados foi separada em pêssegos (ponto 1.3) e nectarinas (ponto 1.4), sendo mais detalhada no que respeita aos pêssegos pois, não só foram menos afetados pelas condições referidas, como correspondem às UO 101 e 102, ambas com a cv. Very Good, cujo acompanhamento permitiu a obtenção de resultados regulares nos dois ciclos, correspondendo, portanto, a quatro repetições (2 UO e 2 ciclos).

### 1.3.1 Fenologia e vingamento

O período de floração no ciclo 2015 caracterizou-se por ser mais curto, decorrendo num período de 20 a 25 dias, enquanto no ciclo 2016 se estendeu num período mais longo, entre 30 a 40 dias (Figura 1.19). As datas de plena floração são mais tardias no ciclo 2016, comparativamente ao ciclo 2015.

março 2015																															
UO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
101									F																						
102																		F													

março 2016																				abril 2016																																
UO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
101																F	F																																			
102																									F	F																										

Figura 1.19 – Calendário do período de plena floração, desde o estado fenológico C (abrolhamento) ao G (queda das pétalas) e datas de plena floração, ciclos 2015 e 2016.

No ciclo 2015 a data de plena floração foi a 9 de março na UO 101 e 18 de março na UO 102, e, no ciclo 2016, ocorreu a 16-17 de março na UO 101 e 24-25 de março na UO 102. A maior extensão do período de floração reflete as condições climáticas menos favoráveis e resultou numa falta de homogeneidade do vingamento dos frutos.

As condições climáticas ideais no período de floração e vingamento, com impacto positivo na fecundação, ocorrem num intervalo de temperaturas de 15°C a 25°C, com uma humidade relativa próxima de 60% a 70% e vento fraco (Velarde, 1989) facilitando a polinização entomófila. Por seu turno, são consideradas condições adversas, as temperaturas abaixo dos 5°C ou acima dos 35°C, podendo converter-se num fator de risco para perdas de produção.

No ciclo de 2015, o período de floração caracteriza-se pelas temperaturas amenas, favoráveis ao vingamento, com a média da temperatura máxima a rondar os 17°C e os 18°C. Estes valores baixam de 3°C a 4°C no ciclo 2016. De salientar ainda, que nos dois

ciclos se observa que as temperaturas máximas são superiores na UO a sul da serra da Gardunha (UO 101), e a média das temperaturas mínimas é inferior na UO a norte da Gardunha (UO 102).

É importante salientar que as temperaturas associadas à formação de geada conduzem a uma baixa da taxa de vingamento. Velarde (1989) refere a temperatura de -2,5°C como o limite mínimo suportado, durante meia hora em plena floração. Na UO 101 não há registo de temperaturas abaixo de 0°C durante o período de floração (Figura 1.2 e 1.3). Já no caso da UO 102, localizada no vale do rio Zêzere registaram-se temperaturas abaixo dos 0°C durante 5 dias no ciclo 2015 e 11 dias no ciclo 2016, mas não se observou efeito negativo sobre o vingamento que se manteve num valor elevado.

O regime de precipitação durante o período de floração é superior em 2016, registando os valores mais elevados na UO 101, com 75 mm. De salientar que, durante a fase inicial de desenvolvimento dos frutos ocorreram períodos de forte precipitação, tendo-se registado um total de 148 mm na UO 101 e 183 mm na UO 102, durante os 10 dias após o período de floração (Figura 1.3).

### 1.3.2 Vingamento dos frutos

No ciclo 2015, a taxa de vingamento observada entre os 30 e os 35 DAPF não apresenta diferenças entre modalidades, o que indica que a operação monda de flores não afetou o desenvolvimento das flores que ficaram nos ramos sujeitos à monda (Quadro 1.6).

**Quadro 1.6** – Taxa de vingamento da cv. Very Good, por UO e modalidade nos ciclos 2015 e 2016.

UO	Mod	Ciclo 2015		Mod	Ciclo 2016	
		Taxa de vingamento (%)	Taxa de vingamento global (%)		Taxa de vingamento (%)	Taxa de vingamento global (%)
101	0	87	87	0	77	77
	1	87		2	77	
102	0	84	83	0	79	81
	2	82		2	83	

Na UO 101, a taxa de vingamento foi de 87% e na UO 102 foi de 83%.

No ciclo 2016 a taxa de vingamento baixa ligeiramente em ambas as UO, sendo esta quebra mais expressiva na UO 101, que passou de 87% de taxa de vingamento para 77%.



## A RETER

Na cultivar Very Good a taxa de vingamento situou-se entre 77% e 87% para o conjunto dos dois ciclos em estudo.

### 1.3.3 Intensidade da monda e duração da operação

Antes da realização da monda de flores observou-se uma distribuição homogénea de gomos entre modalidades em ambas as UO. No ciclo 2015, a percentagem de flores removidas foi de 36% na UO 101 e de 55% na UO 102 (Quadro 1.7), obtendo-se uma distribuição regular dos frutos ao longo do ramo.

**Quadro 1.7 – Intensidade da monda com Saflowers® Electric no ciclo 2015 e monda manual de frutos no ciclo 2016.**

UO	Mod.	Ciclo 2015				Ciclo 2016			
		Comprimen- to médio do ramo (cm)	Gomos antes da monda de flores (nº)	Gomos após a monda de flores (nº)	 Monda de flores (%)	Comprimen- to médio do ramo (cm)	Frutos antes da monda de frutos (nº)	Frutos após monda de frutos (nº)	 Monda manual de frutos (%)
101	0	42	14	14	--	38	6	6	--
	1	45	13	8	36	42	6	4	27
102	0	45	19	19	--	57	14	14	--
	1	48	19	8	55	56	16	10	56

Em 2015 alcançou-se uma média de 8 frutos/ramo nas plantas da modalidade 1 de cada UO, a que corresponde uma carga:

Na UO 101

- 1 fruto/6 cm de ramo na modalidade 0, e
- 1 fruto/10 cm de ramo na modalidade 1;

Na UO 102

- 1 fruto/2,3 cm de ramo na modalidade 0, e
- 1 fruto/6 cm de ramo na modalidade 1;

Os resultados indicam que na UO 102 a carga de frutos por ramo foi um pouco elevada uma vez que a carga de 1 fruto/9-10 cm de ramo foi a indicada como mais vantajosa de acordo com os resultados de um ensaio realizado na região da Beira Interior com a cv. Rich Lady (Simões *et al.*, 2013).

Em 2016 a intensidade de monda de frutos foi de 27% na UO 101 e 56% na UO 102. Neste ciclo houve uma distribuição equilibrada dos frutos nas modalidades em observação, verificando-se novamente que na UO 102 o número de frutos por unidade de comprimento do ramo é superior comparativamente à UO 101 apesar da taxa de monda ter sido mais elevada (56%). Após a monda constatou-se uma carga muito semelhante à do ciclo 2015.

Assim na UO 101 a carga corresponde a

- 1 fruto/6 cm de ramo na modalidade 0, e
- 1 fruto/10,5 cm na modalidade 1.

Já na UO 102, a carga é ligeiramente superior, com

- 1 fruto/4 cm de ramo na modalidade 0, e
- 1 fruto/6 cm na modalidade 1.

O tempo destinado à monda de flores com Saflowers® Electric foi de 8 min/árvore na UO 101, correspondendo a 13 dias de trabalho/ha. Na UO 102 a duração da monda de flores foi de 10 min/árvore, correspondendo a 15 dias de trabalho/ha. O tempo contabilizado foi muito superior a 3,3 min/árvore referido por Sagarra e Lescano (2013). Este facto pode advir não só de diferentes características das plantas, como da forma de condução e volume da copa, mas também do cuidado colocado na realização da operação, por se se tratar de um ensaio experimental. Adicionalmente, na UO 101, as condições climáticas durante a realização desta operação não foram as mais favoráveis,

tendo ocorrido precipitação ligeira e temperaturas baixas, respetivamente 7°C na UO 101 e 8°C na UO 102. Estas condições comprometem a destreza do operador, tal como referido como desvantagem por Sagarra e Lescano (2013) (Figura 1.20).

Vantagens	Desvantagens
<p>Adaptabilidade a diferentes sistemas de condução das plantas.</p> <p>Permite aceder às zonas internas das plantas.</p> <p>Utilização versátil, maneável, de intervenção rápida.</p>	<p>Os resultados obtidos dependem da perícia do agricultor.</p> <p>As condições de climáticas de precipitação e humidade relativa elevada tornam a operação mais demorada.</p> <p>É mais facilmente manobrável quando os ramos estão numa posição vertical.</p>

Figura 1.20 – Vantagens e desvantagens da utilização do equipamento Saflowers® Electric na monda de flores (adaptado de Sagarra e Lescano, 2013).

Em 2016 foi realizada a monda manual dos frutos, que na UO 101 correspondeu a 30 dias de trabalho/ha e na UO 102 a 28 dias de trabalho/ha. Por comparação com a monda de flores, verifica-se um acréscimo de 57% (UO 101) a 46% (UO 102) no tempo de trabalho necessário para a ação monda dos frutos.

## A RETER

A intensidade de monda de flores situou-se entre os 27% e 56%, sendo mais baixa na UO 101 onde se observou menor densidade de flores (36% e 27%) e mais elevada na UO 102 (55% e 56%) onde a densidade de flores era mais elevada. Estes resultados evidenciam um aspeto positivo do equipamento Saflower® Electric – a adaptação do operador às condições de cada planta, obtendo-se uma taxa de monda de 36% na UO 101 e 55% na UO 102 (ciclo 2015). Este valor aproxima-se do resultado obtido através da monda manual dos frutos, em 2016, respetivamente 27% na UO 101 e 56% na UO 102.

### 1.3.4 Estado de nutrição da cv. Very Good

Nos quadros 1.8 e 1.9 apresentam-se os resultados da análise foliar referente aos ciclos 2015 e 2016, nas UO 101 e 102.

De um modo geral, não se verificaram diferenças significativas ( $p=0,05$ ) entre os teores foliares médios das árvores sujeitas às duas modalidades experimentais (com e sem monda de flores). Constitui exceção o caso do boro, na UO 102, em que as árvores sujeitas a monda de flores apresentaram teores foliares do nutriente significativamente ( $p=0,05$ ) mais elevados, embora sem significado fisiológico e dentro do intervalo de valores adequados referidos em LQARS (2006) para a espécie (níveis foliares de boro de 27 e 30  $\text{mg.kg}^{-1}$ , respetivamente para as árvores sem monda e com monda de flores).

**Quadro 1.8** – Estado de nutrição da cv. Very Good, nas UO 101 e 102, em 2015 e 2016: macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg).

UO / Ciclo vegetativo	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
<b>UO 101</b>					
2015	3,22 a	0,18 b	2,08 b	1,72 b	0,47
2016	3,04 b	0,21 a	2,80 a	1,92 a	0,46
$s_m (\pm)$	0,0465	0,0030	0,0390	0,0628	0,0081
<b>UO 102</b>					
2015	2,83 b	0,18 b	1,54 b	3,41 a	0,45
2016	3,17 a	0,20 a	2,16 a	2,56 b	0,45
$s_m (\pm)$	0,0454	0,0024	0,0465	0,0781	0,0136
<b>Valores de referência<sup>(a)</sup></b>	2,10 – 3,00	0,14 – 0,30	2,00 – 3,50	1,50 – 2,70	0,30 – 0,80

$s_m (\pm)$  – desvio padrão da média; médias seguidas de letras diferentes na mesma UO diferem entre si de forma significativa ( $p=0,05$ ); <sup>(a)</sup> LQARS (2006).

Pelo contrário, verificou-se que, independentemente da modalidade experimental, as diferentes condições climáticas observadas em 2015 e 2016 conduziram a teores foliares diferentes nas árvores, em cada uma das UO. No entanto, e de um modo geral, os teores foliares médios observados nos dois ciclos experimentais encontram-se dentro dos valores considerados normais para a espécie (LQARS, 2006 e DGADR, 2012). De salientar, no entanto, o baixo teor de potássio observado na UO 102, em 2015, embora os níveis de potássio no solo sejam altos ou muito altos (Quadro 1.1) indicando alguma dificuldade na sua absorção.

**Quadro 1.9** – Estado de nutrição da cv. Very Good, nas UO 101 e 102, em 2015 e 2016: micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu e B).

UO / Ciclo vegetativo	Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	B (mg.kg <sup>-1</sup> )
<b>UO 101</b>					
2015	80	91 b	15	9 b	20 b
2016	79	110 a	14	12 a	31 a
s <sub>m</sub> (±)	2,08	3,11	0,26	0,45	0,37
<b>UO 102</b>					
2015	91	106 a	15 a	8 b	24 b
2016	89	78 b	12 b	13 a	34 a
s <sub>m</sub> (±)	2,18	4,46	0,50	0,39	0,42
<b>Valores de referência<sup>(a)</sup></b>	>60	>30	15 - 50	5 - 16	20 - 60

s<sub>m</sub> (±) – desvio padrão da média; médias seguidas de letras diferentes na mesma UO diferem entre si de forma significativa (p=0,05); <sup>(a)</sup> LQARS (2006).

Os micronutrientes encontram-se dentro do intervalo considerado adequado, com exceção do zinco que apresenta um teor foliar baixo, em 2016, em ambas as UO. Este teor baixo de zinco é referido por Cardoso (2006) e Simões (2008). Ambos trabalharam com a cv. Rich Lady, tendo o primeiro obtido um teor foliar de zinco de 17 mg.kg<sup>-1</sup>, e o segundo um teor compreendido entre 13,5 e 15 mg.kg<sup>-1</sup>, valores resultantes de um trabalho correspondente ao acompanhamento de 10 pomares durante 3 ciclos. Deste modo, os níveis foliares ora observados podem ser considerados como uma situação frequente em pomares de pessegueiro na região da Beira Interior. De notar, igualmente, que os valores de referência referidos em LQARS (2006) apresentam um carácter geral para a espécie, não tendo ainda em consideração a cultivar e a região de produção.

## A RETER

A monda de flores parece não influenciar o estado de nutrição da cultivar de pessegueiro Very Good, sendo necessário continuar estes estudos a fim de confirmar a hipótese considerada.

### 1.3.5 Efeito da monda nos parâmetros produtivos

No conjunto dos dois ciclos e das duas UO observaram-se 3 modalidades distintas, nomeadamente uma modalidade sem monda, uma modalidade com monda de flores com Safflowers® e ainda uma modalidade com monda de frutos. Uma vez que na UO 102 o produtor realizou monda de frutos na modalidade testemunha, para efeito de tratamento de resultados elas foram consideradas como modalidade 2 (com monda de frutos) pois foi essa a prática a que estiveram sujeitas.

Os resultados relativos à produção apresentam-se no Quadro 1.10.

**Quadro 1.10** – Produção total, refugo e produção comercial por classe de calibre e modalidade no ciclo 2015 e 2016 da cv. Very Good, nas UO 101 e UO 102

Modalidade	Produção Total (t/ha)	Refugo (t/ha)	Produção comercial (t/ha)	Classes de calibre (t/ha)		
				C 56-61 mm	B 61-67 mm	A e A+ >67 mm
Sem monda	27,6 ± 12,4	1,7 ± 2,4 ab	25,9 ± 11,3	2,6 ± 3,0 a	6,3 ± 5,2 a	16,9 ± 9,8
Monda de flores	24,2 ± 5,4	2,3 ± 1,8 a	21,9 ± 5,9	2,6 ± 2,8 a	6,2 ± 5,8 a	13,0 ± 9,4
Monda de frutos	23,5 ± 9,9	0,6 ± 0,9 b	22,9 ± 9,4	0,5 ± 1,9 b	2,5 ± 3,4 b	19,9 ± 8,2
<b>Média global</b>	<b>25,3 ± 10,1</b>	<b>1,4 ± 1,8</b>	<b>23,8 ± 9,5</b>	<b>1,8 ± 2,8</b>	<b>4,9 ± 5,1</b>	<b>17,1 ± 9,4</b>

Nota: Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas para  $p < 0,05$ .

A produção total média foi na ordem das 25 t/ha. A produção total e produção comercial mais elevadas observaram-se na modalidade sem monda, 27,6 t/ha e 25,9 t/ha respetivamente. Na modalidade com monda de frutos verificaram-se as produções (total e comercial) mais baixas, 23,5 t/ha e 22,9 t/ha respetivamente. Não se verificaram diferenças significativas entre as produções total e comercial para as diferentes modalidades. De notar que na modalidade sem monda o desvio padrão é mais elevado, indicando uma maior heterogeneidade entre as plantas relativamente à produção.

No que diz respeito à quantidade de frutos de refugo e dos calibres mais baixos (C e B) verificaram-se diferenças significativas. A monda manual de frutos foi a que resultou numa diminuição da quantidade de frutos de refugo, com 0,6 t/ha (2,5% da produção total), que difere significativamente da quantidade de refugo da modalidade sem monda e na modalidade com monda de flores com 1,7 t/ha e 2,3 t/ha respetivamente (6,2% e 9,5% de refugo relativamente à produção total). Na classe de calibre C (51-56 mm), os resultados são também favoráveis à monda manual de frutos, observando-se uma

quantidade significativamente mais baixa, 0,5 t/ha, em relação às modalidades sem monda e com monda de flores. Assim, a monda manual diminuiu a quantidade de frutos de refugo e do calibre C que representam apenas 4,7% da produção total.

Em termos da produção existem semelhanças entre a modalidade sem monda e com monda de flores, podendo este resultado atribuir-se ao facto da produção global ser relativamente baixa e, portanto, não corresponder a uma carga excessiva das plantas.

## A RETER

A monda de flores conduziu a resultados de produção idênticos à modalidade sem monda. A monda manual dos frutos resultou na diminuição da quantidade de frutos de refugo e do calibre B.

### 1.3.6 Efeito da monda na qualidade dos frutos da cv. Very Good

A avaliação da qualidade dos frutos permitiu verificar que a monda influenciou significativamente a dureza e o IR dos frutos, não apresentando efeito significativo sobre o peso médio do fruto e a acidez (Quadro 1.11).

**Quadro 1.11** – Produção total, refugo e produção comercial por classe de calibre e modalidade no ciclo 2015 e 2016 da cv. Very Good, nas UO 101 e UO 102

Modalidade	Peso (g/fruto)	Dureza (kgf/0,5 cm <sup>2</sup> )	IR (°Brix)	Acidez (g ac. málico/l)
Sem monda	185,6 ± 31,8	7,2 ± 0,9 a	14,4 ± 1,5 b	10,3 ± 1,9
Monda de flores	200,2 ± 47,7	5,7 ± 1,8 b	15,9 ± 2,4 a	9,5 ± 2,3
Monda de frutos	199,3 ± 36,2	7,2 ± 0,9 a	14,5 ± 1,7 b	11,6 ± 1,3
Média global	194,6 ± 37,9	6,8 ± 1,3	14,8 ± 1,9	10,8 ± 1,8

**Nota:** Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas para  $p < 0,05$ .

A modalidade com monda de flores induziu a uma maturação mais avançada dos frutos, que apresentam menor dureza, 5,7 kgf/0,5 cm<sup>2</sup>, significativamente diferente de 7,2 kgf/0,5 cm<sup>2</sup> correspondente à dureza dos frutos das outras modalidades. Paralelamente, observa-se também um IR mais elevado, 15,9°Brix, comparativamente aos 14,4°Brix das modalidades sem monda e com monda de frutos. A dureza e o IR estão relacionados e indicam uma maturação mais avançada dos frutos na modalidade com monda de flores,

correspondendo a frutos com menor dureza que, simultaneamente, apresentam um IR mais elevado.

Considerando que a produção foi maioritariamente colhida numa só passagem, que correspondeu à colheita de 90% dos frutos existentes na árvore, pode inferir-se que estes resultados não têm influência marcada do operador de colheita. Uma explicação interessante, que precisa de ser confirmada com estudos posteriores, será o facto de a monda de flores ter sido mais intensa nos ramos da base e centro da copa relativamente aos ramos da zona superior, que estão mais distante para o operador. Assim, considerando que os frutos mais expostos (na parte superior copa) são os que amadurecem mais cedo (Farina *et al.*, 2005; Motisi *et al.*, 2006), a maior proporção destes frutos resultou num estado de maturação mais avançado para o conjunto da árvore.

De modo global, os resultados indicam que os produtores realizam a colheita um pouco cedo demais, uma vez que a dureza média dos frutos foi de 6,8 kgf/0,5 cm<sup>2</sup> sendo superior a 6 kgf/0,5 cm<sup>2</sup> indicado como valor adequado para a melhor qualidade dos frutos (Cavaco *et al.*, 2006). Este procedimento advém do facto de se tratar de uma cultivar tardia, com a colheita a decorrer no final de agosto/início de setembro, e, portanto, mais vulnerável a condições climáticas de risco. Simultaneamente, não há falta de calibre e o IR é elevado. Assim, o produtor evita alguns riscos de perda de produção antecipando a colheita sempre que haja previsões ou indícios de condições climáticas instáveis.

#### **A RETER**

A monda de flores induziu a um avanço na maturação resultando em frutos com menor dureza e IR mais elevado.

À colheita, os frutos apresentaram uma dureza elevada, frequentemente superior a 7 kgf/0,5 cm<sup>2</sup>, o que indica que a colheita está a ser realizada cedo.

### **1.3.7 Avaliação económica da ação da monda**

A atividade agrícola visa a obtenção de mais-valias e, como tal, qualquer inovação ao nível do processo produtivo deve ser avaliado sob o ponto de vista económico.

As modalidades em estudo diferem entre si no tempo de trabalho da monda e do seu reflexo na produção, introduzindo diferenças ao nível do valor da produção e do

rendimento de colheita. Todas as restantes operações culturais, como manutenção do solo, tratamentos fitossanitários, rega ou fertilização são semelhantes nas três modalidades não implicando nenhum fator diferencial entre as modalidades em estudo.

Tendo em consideração o atrás exposto apresenta-se no Quadro 1.12 os valores de custo da monda de flores, monda de frutos e da colheita, de acordo com o referido no material e métodos.

Os resultados indicam que foi a modalidade monda de flores que, globalmente, apresentou maiores custos conjuntos de monda e colheita. A modalidade sem monda apresenta um custo de colheita naturalmente superior (1130€/ha) mas com pouca diferença para a modalidade com monda de flores (1464€/ha). Este facto resulta da modalidade sem monda ter apresentado maior proporção de frutos de calibre A e A+ (Quadro 1.10).

**Quadro 1.12 – Custo da operação de monda e de colheita por modalidade**

Modalidade	Monda		Colheita		Custo de monda e colheita (€/ha)
	Dias de trabalho (dT/ha)	Custo Monda (€/ha)	Dias de trabalho (dT/ha)	Custo colheita (€/ha)	
Sem monda	0	0	38	1130	1130
Monda de flores	14	420	35	1044	1464
Monda de frutos	19	570	25	755	1325

Nota: Considerou-se um valor de 30€/dia de trabalho (ver material e métodos).

A modalidade com monda de frutos apresenta um maior custo na monda mas, na colheita, observa-se maior rendimento uma vez que diminuíram significativamente os frutos de calibre mais baixos (Quadro 1.10).

É importante referir que o tempo gasto na monda de flores com Saflower® Electric foi superior ao referido por Sagarra e Lescano (2013), podendo diminuir e, por conseguinte, levar a menores custos desta operação.

Com base no valor da produção e dos custos diferenciais entre as modalidades, calculou-se a margem bruta diferencial entre as modalidades em estudo (Quadro 1.13), permitindo verificar que, para as condições climáticas dos ciclos 2015 e 2016 na região da Beira Interior e para a cultivar Very Good, a monda manual de frutos foi mais

vantajosa, apresentando uma diferença de 2787 €/ha relativamente à monda de flores. Os resultados alcançados devem ser interpretados com alguma prudência uma vez que em situações climáticas mais favoráveis ao vingamento, com temperaturas elevadas e ausência de precipitação o resultado poderia não ser o mesmo.

**Quadro 1.13** – Produção total, refugo e produção comercial por classe de calibre e modalidade no ciclo 2015 e 2016 da cv. Very Good, nas UO 101 e UO 102

Modalidade	Custos de monda e	Valor da produção	Margem Bruta diferencial
	colheita		
	(€)	(€)	(€)
Sem monda	1130	9426	8296
Monda de flores	1464	7404	5940
Monda de frutos	1325	10052	8727

Seria desejável a continuação deste estudo e a recolha de informação num período mais alargado de tempo de modo a permitir a repetição da utilização do equipamento Saflower® Electric em distintas situações, facto que não é possível por limitações temporais do projeto +pêssego.

## A RETER

Para a cv. Very Good a monda manual de frutos traduziu-se numa mais-valia superior relativamente à monda de flores e à ausência de monda considerando as condições climáticas dos ciclos 2015 e 2016.

## 1.4 Resultados das cultivares de nectarina

As condições climáticas no ciclo 2016 condicionaram o cumprimento da metodologia definida para a realização da monda de flores e avaliação da sua eficácia, particularmente no que se refere às UO com nectarinas. A alternância entre períodos de temperaturas amenas e dias de sol com dias frios e chuvosos resultou não só no abrolhamento irregular dos gomos florais, como em forte queda destes (Figura 1.21), levando a uma previsão de baixo vingamento.



Figura 1.21 – Queda de gomos florais durante o período de floração.

Nestas condições foi impensável realizar a monda de flores, pelo que foi decidido acompanhar apenas a taxa de vingamento e atuar posteriormente de acordo com o resultado alcançado.

### 1.4.1 Fenologia

O período de floração das nectarinas no ciclo 2015 foi mais curto comparativamente ao ciclo 2016 (Figura 1.22). Em 2015 teve uma duração de 18 a 26 dias e, em 2016 estendeu-se para além do mês de março com uma duração de 30 a 40 dias. No ciclo 2015 a plena floração ocorreu a 12 de março na UO 104 e a 16 de março na UO 103. No ciclo 2016 a data de plena floração foi mais tardia comparativamente ao ciclo 2015.

março 2015																															
UO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
103																	F														
104												F																			

março 2016																															abril 2016															
UO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
103																									F	F																				
104																									F	F																				

Figura 1.22 – Período de floração e datas de plena floração (F), das cultivares de nectarina, nos ciclos 2015 e 2016.

É importante realçar que, em 2016, as condições foram mais adversas para a UO 104 cujo período de floração se iniciou mais cedo relativamente à UO 103, e de modo

semelhante ao que é habitual e observado em 2015, mas a plena floração ocorre na mesma data que a cv. Honey Blaze na UO 103.

### 1.4.2 Vingamento dos frutos

No ciclo 2015, a taxa de vingamento, observada entre os 30 e os 35 DAPF, foi mais elevada na UO 104, com 76%, comparativamente à UO 103, que apresentou uma taxa de vingamento de 36% (Quadro 1.12), o que, provavelmente, foi consequência das baixas temperaturas que se registaram no período de plena floração, observando-se -3,6°C no dia 17 de março (Figura 1.6 do ponto 1.2.2).

Quadro 1.14 – Taxa de vingamento por UO e modalidade nos ciclos 2015 e 2016.

UO	Mod.	Ciclo 2015		Mod.	Ciclo 2016	
		Taxa de vingamento (%)	Taxa de vingamento global (%)		Taxa de vingamento (%)	Taxa de vingamento global (%)
103	0	37	36	0	46	44
	1	36		2	43	
104	0	70	76	0	24	25
	1	81		0	27	

No ciclo 2016 a taxa de vingamento foi extremamente baixa na UO 104 com uma média de 25%. Na UO 103 foi de 44%, ligeiramente superior ao observado em 2015. A baixa taxa de vingamento observada é vantajosa nas situações de elevada densidade de flores mas, também se constitui como fator de risco quando as condições são desfavoráveis, contribuindo para baixas produções.

A cv. Honey Blaze (UO 103) é uma cultivar com uma densidade de flores muito elevada, tendo sido registada uma média de 6 flores /10 cm de ramo (Figura 1.23), bastante superior a 4,3 flores/10 cm de ramo, referida como média (Simões, 2016).

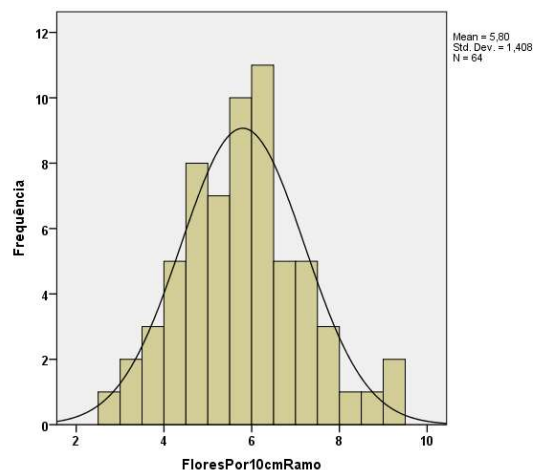


Figura 1.23 – N.º de flores por 10 cm de ramo na UO 103.

### 1.4.3 Estado de nutrição das nectarinas

No quadro 1.15 e 1.16 apresentam-se os resultados da análise foliar referente aos ciclos 2015 e 2016, nas UO 103 e UO 104.

**Quadro 1.15** – Estado de nutrição da cv. Honey Blaze (UO 103) e Honey Glo (UO 104), em 2015 e 2016: macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg).

UO / Ciclo vegetativo	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
<b>UO 103</b>					
2015	2,64	0,20	1,91 b	2,45 a	0,49 a
2016	2,69	0,19	2,30 a	1,65 b	0,42 b
$s_m (\pm)$	0,0396	0,0036	0,0835	0,0826	0,0118
<b>UO 104</b>					
2015	2,52 b	0,22 b	2,29	2,81 a	0,50 a
2016	2,67 a	0,28 a	2,41	2,30 b	0,45 b
$s_m (\pm)$	0,0454	0,0024	0,0465	0,0781	0,0136
<b>Valores de referência<sup>(a)</sup></b>	2,10 – 3,00	0,14 – 0,30	2,00 – 3,50	1,50 – 2,70	0,30 – 0,80

$s_m (\pm)$  – desvio padrão da média; médias seguidas de letras diferentes na mesma UO diferem entre si de forma significativa ( $p=0,05$ ); <sup>(a)</sup> LQARS (2006).

Relativamente aos macronutrientes todos os teores foliares se encontram dentro do intervalo de referência, à exceção do potássio, na UO 103, que se encontra abaixo do limite inferior do referido intervalo. No entanto, a sua disponibilidade no solo é alta, na camada 20-50 cm e muito alta na camada 0-20 cm (Quadro 1.1). Este resultado é semelhante ao observado para a cv. Very Good, na UO 102, alertando para alguma dificuldade das plantas na absorção do nutriente, embora ele se encontre disponível no solo. Em 2016 o teor foliar de K é mais elevado o que deverá estar correlacionado com a menor produção e, portanto, menor necessidade para o crescimento dos frutos. Na UO 104, o teor foliar de cálcio encontra-se ligeiramente mais elevado que o limite superior do intervalo de referência, sugerindo que tivesse sido realizada a aplicação de um corretivo calcário na camada superficial do solo.

**Quadro 1.16** – Estado de nutrição das cv. Honey Blaze (UO 103) e Honey Glo (UO 104), em 2015 e 2016: micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu e B).

UO / Ciclo vegetativo	Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	B (mg.kg <sup>-1</sup> )
<b>UO 103</b>					
2015	86 a	94 a	20 a	9	23 a
2016	63 b	78 b	14 b	9	32 b
s <sub>m</sub> (±)	1,73	3,26	0,81	0,44	0,80
<b>UO 104</b>					
2015	83 a	47	21 a	7 b	24 b
2016	66 b	47	14 b	9 a	34 a
s <sub>m</sub> (±)	1,38	2,10	0,48	0,26	0,66
<b>Valores de referência<sup>(a)</sup></b>	>60	>30	15 - 50	5 - 16	20 - 60

s<sub>m</sub> (±) – desvio padrão da média; médias seguidas de letras diferentes na mesma UO diferem entre si de forma significativa (p=0,05); <sup>(a)</sup> LQARS (2006).

Todos os micronutrientes apresentam valores superiores aos mínimos considerados adequados (Fe e Mn) ou dentro do intervalo de valores considerado adequado. O teor foliar de zinco foi mais elevado do que o observado para a cv. Very Good, mas muito próximo do limite inferior do intervalo de referência. Sobre este assunto, é de referir que os intervalos de valores apresentados em LQARS (2006) foram estabelecidos para pessegueiros, apresentando um caráter geral. A definição de intervalos de valores de referência obtidos de acordo com o ciclo das cultivares em produção é necessário, a fim de adequar as fertilizações praticadas ao estado de nutrição de cada variedade.

No caso do ferro e zinco observaram-se diferenças significativas (p=0,05) entre os dois ciclos vegetativos observando-se teores mais elevados em 2015 comparativamente a 2016. O boro apresenta um comportamento oposto, apresentando teores foliares significativamente mais baixos em 2015 comparativamente a 2016.

## A RETER

O estado de nutrição das nectarinas, cultivares Honey Blaze e Honey Glo, apresenta-se maioritariamente dentro dos intervalos considerados como adequados. Embora o solo apresente teores elevados de potássio observou-se um baixo teor foliar de potássio, na UO 103, em 2015. O teor foliar de zinco foi baixo em 2016.

### 1.4.4 Produção

A produção por hectare das cultivares de nectarina foi muito inferior à da cv. Very Good observando-se uma produção total média de 14,2 t/ha, no ciclo 2015 (Quadro 1.23) e de 6,6 t/ha, no ciclo 2016 (Quadro 1.24)

**Quadro 1.23** – Produção total, refugo e produção comercial por classe de calibre das nectarinas referentes às UO 103 e UO 104, no ciclo 2015.

Modalidade	Produção Total (t/ha)	Refugo (t/ha)	Produção comercial (t/ha)	Classes de calibre (t/ha)		
				C 56-61 mm	B 61-67 mm	A e A+ >67 mm
UO 103	17,2 ± 7,21	1,7 ± 2,4	15,5 ± 7,1	0	6,6 ± 4,4	8,9 ± 4,1
UO 104	11,3 ± 3,7	0,6 ± 0,8	10,7 ± 3,6	1,0 ± 1,2	6,6 ± 4,6	3,1 ± 3,1
Média global	14,3 ± 6,4	1,2 ± 1,8	13,1 ± 6,1	0,5 ± 0,9	6,6 ± 4,4	6,0 ± 4,6

**Quadro 1.24** – Produção total, refugo e produção comercial por classe de calibre das nectarinas referentes às UO 103 e UO 104, no ciclo 2016.

Modalidade	Produção Total (t/ha)	Refugo (t/ha)	Produção comercial (t/ha)	Classes de calibre (t/ha)		
				C 56-61 mm	B 61-67 mm	A e A+ >67 mm
UO 103	10,6 ± 4,6	2,2 ± 1,1	8,3 ± 3,8	2,0 ± 1,4	3,0 ± 1,7	3,3 ± 1,8
UO 104	2,8 ± 1,6	0,5 ± 0,4	2,4 ± 1,5	0,7 ± 0,4	1,4 ± 1,2	0,2 ± 0,3
Média global	6,6 ± 5,2	1,3 ± 1,2	5,3 ± 4,2	1,3 ± 1,2	2,2 ± 1,7	1,7 ± 2,0

Em 2015, na UO 103 a produção total foi de 17,2 t/ha situando-se a produção comercial em 15,5 t/ha. O refugo corresponde aproximadamente a 10% da produção total e não houve frutos na classe de calibre C, sendo os frutos maioritariamente do calibre A e A+ (8,9 t/ha).

Na UO 104 a produção foi de 11,3 t/ha e a produção comercial foi de 10,7 t/ha, observando-se aproximadamente 6% de frutos de refugo, sendo o calibre 61-67 o mais abundante, correspondendo a 62% da produção comercial.

No ciclo 2016 observou-se uma produção residual de 2,8 t/ha na UO 104, refletindo o efeito da queda de gomos florais e baixa taxa de vingamento (Quadro 1.24). Na UO 103 verificou-se também uma produção baixa, correspondendo a 10,6 t/ha. Os resultados da produção referentes a 2016 refletem o risco inerente à produção frutícola, evidenciando que a mais-valia de um pomar deverá ter em conta o ciclo de vida

durante o qual é provável que haja ciclos anuais de baixa produção com prejuízo para o produtor.

### 1.4.5 Qualidade das nectarinas

A avaliação da qualidade dos frutos permitiu verificar que a dureza dos frutos foi de 4,3 kg/0,5 cm<sup>2</sup> na UO 103, o que pode resultar de uma colheita um pouco tardia em que há maior probabilidade de quebras por manuseamento durante o processo de normalização e embalamento (Quadro 1.25).

Quadro 1.25 – Qualidade dos frutos na UO 103 e UO 104, no ciclo 2015.

Modalidade	Peso (g/fruto)	Dureza (kg/0,5 cm <sup>2</sup> )	IR (°Brix)	Acidez (g ac. málico/l)
UO 103	154,4 ± 29,6	4,3 ± 0,6	14,2 ± 2,7	5,6 ± 0,5
UO 104	119,3 ± 21,6	5,0 ± 1,3	20,8 ± 1,7	4,9 ± 0,5

Os frutos foram relativamente pequenos, com destaque para a UO 104, cujo peso médio foi de 119 g/fruto, e simultaneamente um IR muito elevado (20,8°Brix). Os frutos são pouco ácidos, com uma acidez compreendida entre 4,9 g ac. málico/L para a cv. Honey Glo e 5,6 g ac. málico/L para a cv. Honey Blaze.

No ciclo 2016 as características dos frutos foram muito semelhantes entre as duas UO, observando-se 154 g/fruto de peso médio (Quadro 1.26). Neste ciclo, a dureza dos frutos à colheita foi de 5,5 kg/0,5 cm<sup>2</sup>, o que está dentro dos valores indicados para uma maturação correta.

Quadro 1.26 – Qualidade dos frutos na UO 103 e UO 104, no ciclo 2016.

Modalidade	Peso (g/fruto)	Dureza (kg/0,5 cm <sup>2</sup> )	IR (°Brix)	Acidez (g ac. málico/l)
UO 103	154,5 ± 11,0	5,5 ± 0,5	13,1 ± 1,5	7,3 ± 0,7
UO 104	154,5 ± 10,6	5,5 ± 0,6	13,0 ± 1,4	7,2 ± 0,7

O IR foi mais baixo do que o observado em 2015 e a acidez mais elevada, o que pode advir das condições menos favoráveis em termos de dias de céu limpo durante o período de desenvolvimento dos frutos, considerando que são cultivares com colheita no início de julho (Honey Blaze) e início de agosto (Honey Glo).

## A RETER

A produção de nectarinas nos ciclos 2015 e 2016 foi baixa, situando-se entre 8,3 t/ha e 15,5 t/ha de produção comercial. Na UO 104, no ciclo 2016, observou-se uma produção comercial residual de 2,4 t/ha, devido a uma queda acentuada dos gomos florais e baixa taxa de vingamento dos frutos, inviabilizando a continuação do estudo iniciado em 2015. Os frutos foram maioritariamente do calibre 61-67. O IR foi de 14,2°Brix e 20,8°Brix (UO 103 e UO 104) no ciclo 2015, e 13°Brix no ciclo 2016. O peso médio dos frutos foi de 154 g/fruto no ciclo 2016 onde a produção foi mais baixa.

## 1.5 Considerações finais

Na ausência de Centros Experimentais, responsáveis pela experimentação, criação e transferência de conhecimento para os produtores, de um modo contínuo e programado a médio e longo prazo, o projeto +pêssego propôs-se desenvolver um conjunto de ações no âmbito da investigação aplicada. Assim, propôs-se avaliar o impacto e eficácia da monda de flores com o equipamento portátil Saflower® Electric na produção e qualidade dos frutos em pomares de pessegueiros e nectarinas. Para tal, instalaram-se quatro Unidades de Observação com a participação direta dos produtores que disponibilizaram os seus pomares, confirmando, com essa atitude, a sua apetência por informação nova que lhes permita melhorar o seu processo produtivo. O projeto teve a duração de dois anos, que se revelou tempo insuficiente para o acompanhamento necessário dos ensaios instalados, na mediada em que 2016 foi um ciclo vegetativo atípico que se traduziu em grandes quebras de produção, especialmente para as Unidades de Observação com nectarinas, inviabilizando a realização da operação de monda de flores e, por conseguinte, a obtenção de resultados.

Relativamente à cv. Very Good foi possível dispor de dados referentes às duas Unidades de Observação durante os dois ciclos (2015 e 2016), traduzindo-se numa maior robustez de resultados, embora o acompanhamento de 3 ciclos vegetativos, conforme previsto na proposta de projeto, se traduzisse por maior segurança na sistematização das conclusões.

Assim, considerando apenas os resultados obtidos com a cv. Very Good, que é uma cultivar tardia, podem-se sistematizar as considerações que se seguem.

A monda de flores permitiu a retirada de flores com alguma facilidade. Foi possível ajustar a intensidade de acordo com cada planta o que é importante quando se observa elevada heterogeneidade entre as árvores, como é característico dos pomares da região da Beira

Interior. No entanto, o ajuste desta operação está dependente da sensibilidade e conhecimento do operador.

A monda de flores não induziu a maior calibre dos frutos comparativamente às plantas sem monda.

Os frutos das plantas sujeitas à monda de flores apresentaram um avanço na maturação, resultando em frutos com menor dureza e um IR mais elevado, o que poderá estar relacionado com menor intensidade de monda na parte superior da copa relativamente à parte basal.

A monda manual de frutos foi a operação que apresentou uma mais-valia diferencial superior, pois reduziu a percentagem de frutos de refugo e do calibre B, que são os frutos menos valorizados. Isto reflete-se em maior valor da produção e rendimento de colheita, que compensou o maior custo da operação monda manual.

A destreza do operador e o porte das plantas influencia o tempo de realização da monda e, por conseguinte, o seu custo, mas permite também uma atuação diferenciada quer a nível de cada planta quer ao nível de cada ramo.

A monda de flores é uma operação arriscada que deve ser utilizada quando existem previsões de condições climáticas favoráveis durante o período de floração. A sua utilização deve ficar reservada para cultivares muito produtivas e com floração abundante.

## Referências bibliográficas

- Agustí, M.A., Juan, V., Baviera, M., González-Rossia, B., Mesejo, D., Martínez-Fuentes, C., Gariglio, A.E (2013). Nueva técnica para reducir los costes de aclareo de frutos en frutales de hueso. *Agraria*, 23: 23-30.
- Benito, A., Díaz, E. e Bozal, J. M. (2003) Melocotonero, resultados de la colección de variedades del ITGA. *Navarra Agraria*, 114: 24-31. ISSN 0214-6401.
- Cardoso, P.M.M. (2006). Avaliação da Produção, do estado nutricional do pessegueiro, da qualidade e composição mineral de pêssegos. Instituto Politécnico de Castelo Branco/Escola Superior Agrária.
- Cavaco, M., Jordão, P. e Sousa, R. (2006). *Produção integrada das culturas de prunóideas – Ameixeira – Cerejeira – Damasqueiro – Pessegueiro*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Direcção-geral de Protecção das Culturas, Oeiras, 143 pp.
- Córdoba, G. (2013). Selección de nuevas variedades de melocotón [*Prunus persica* (L.) Batsch] en función de caracteres agronómicos, morfológicos, de calidad y de conservación del fruto. Tese de doutoramento em Engenharia Agronómica, Universidade de Lleida, Leida.
- Dias, C, Alberto, D. e Simões, M.P. (2016) Produção de pêssego e nectarina na Beira Interior. *In* Simões, M.P. (coord). +pêssego – Guia prático da produção. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional, 214 pp.
- Farina, V., Lo Bianco, R. e Inglese, P. (2005). Vertical distribution of crop load and fruit quality within vase- and y-shaped canopies of “Elegant Lady” peach. *HortScience*, 40: 587- 591.
- Gautier, M (1988). La culture fruitière, .Les productions fruitieres. Vol II. J.B. Baillièrre, Paris. 452 pp.
- Herrero, J. e Iturrioz, M. (1983) Estudios sobre aclareo de frutos en ciruelo europeo (*prunus doméstica* L.), *Estação experimental de Anual Aula Dei*: 16 (3-4): 374-362.
- Horta, M.C. (2016). Normal Climatológica 1986-2015 Posto meteorológico da Escola Superior Agrária de Castelo Branco. Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- Link, H. (2000). Significance of flower and fruit thinning on fruit quality. *Plant Growth Regulation*, 31: 17–26. ISSN 0167-6903.

- LQARS – Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (2006). Manual de fertilização das culturas. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Lisboa.
- Marini, R.P. e Reighard, G.L. (2008). Crop load management. *In* Layne, D.R. e Bassi, D. The peach, botany, production and uses. Cab International, USA, 615 pp.
- Martín, B., Torregrosa, A. e Garcia, B.J. (2010) Post-bloom thinning of peaches for canning with hand-held mechanical devices. *Scientia Horticulturae*, 125: 658-665.
- Motisi, A., Marra, F.P., Penice, F., Caruso, T., Gullo, G., Mafrica, R. e Zappia, R. (2006). Relationship between canopy architecture and fruit quality on “Rich May” peach grafted onto “Penta” and “GF677” rootstocks. *Acta Horticulturae*, 713: 365-372.
- Pascual, M., Nolla, J. M., Ramón, E. Monturiol, A. (2010) Aclareo mecánico de flores. Resultados de tres años de experiencias. I: descripción del funcionamiento y efectos de las máquinas rotativas de eje vertical. *Revista de Fruticultura*, 574.5: 30-36.
- Reighard, G. L. e Byers, R. E. (2009) Peach thinning. Disponível no site: [www.ent.uga.edu/peach/peachhbk/cultural/thinning.pdf](http://www.ent.uga.edu/peach/peachhbk/cultural/thinning.pdf), consultado a 11/05/2015.
- Sagarra, J. A. e Lezcano, T. (2013). Evaluación del equipo aclareador de flores Saflowers® electric para el aclereio de flores de melocotonero, *Revista de Fruticultura*, 574.25: 28-36.
- Simões, M.P. (2008). A fertilização azotada em pessegueiros: influência no estado de nutrição, produção e susceptibilidade a *Phomopsis amygdali*. Tese de doutoramento em Engenharia Agrónoma. Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia, 272 pp.
- Simões, M.P. e Carvalho, M.L. (2008). Relatório final do projeto Agro 452. Instituto Politécnico de Castelo Branco/Escola Superior Agrária.
- Simões, M.P., Vuleta, I. e Belusic, N. (2013). Monda mecânica de flores com equipamento electro'flor em pessegueiros da cultivar 'Rich Lady'. *Revista das Ciências Agrárias*, 36 (3): 297-302.
- Simões, M.P. (2016). Ciclo biológico do pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch]. *In* Simões, M.P. (coord). +pêssego – Guia prático da produção. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional, 214 pp.

Velarde, F. Gil-Albert (1989). Tratado de arboricultura frutal (vol II). La ecologia del árbol frutal Mundi-prensa, Madrid. 236 pp.

Westwood, M.N. (1978). Temperate-zone pomology. 3ª Edição. Freeman & Co., Nova York.





**02.**

## **Monda de frutos: Técnicas e tecnologias destinadas à automatização do processo**

Pedro Dinis Gaspar e Marco Lopes  
Universidade da Beira Interior





## 2.

# Monda de frutos: Técnicas e tecnologias destinadas à automatização do processo

**Pedro Dinis Gaspar e Marco Lopes**

Universidade da Beira Interior

### 2.1 Introdução

Os equipamentos de monda mecanizada presentes na literatura encontram-se geralmente adaptados a pomares de grandes dimensões. Contudo, na região da Beira Interior predominam pomares de média dimensão nos quais se individualizam parcelas de pequena dimensão, ou seja, pequenas áreas correspondentes à mesma cultivar. Assim, seria desejável o aparecimento de um equipamento mais versátil que permitisse uma adaptação rápida à diferença entre cultivares e mesmo entre plantas da mesma cultivar, especialmente para a monda de frutos já vingados, evitando os riscos inerentes à monda de flores (Simões *et al.*, 2016). Além disso, mesmo em pomares de grandes dimensões a aplicação destes equipamentos mantém-se como uma prática pouco comum. Apesar da maioria dos estudos realizados indicarem que a utilização destes equipamentos resultam num impacto económico positivo, a consistência com que este facto sucede não se demonstrou ainda suficiente para levar à sua adoção por parte dos produtores (Berlage & Langmo, 1982; Rosa *et al.*, 2008; Miller *et al.*, 2011; Martin-Gorriz *et al.*, 2012). Uma das ações do projeto +pêssego consistiu no desenvolvimento do protótipo de um dispositivo de monda de frutos mecanizada. A metodologia de projeto na qual assentou a orientação técnica e tecnológica assumida focou-se em colmatar a inconsistência de resultados. Esta estratégia conduziu ao desenvolvimento de um conceito para um dispositivo semi-automatizado, portátil, destinado à monda de frutos, em particular do pêssego, que incorporasse técnicas de sensorização e configurações

de atuação inovadoras. Neste capítulo são descritas todas as considerações envolvidas na formulação deste conceito.

## 2.2 Sensorização de frutos e vegetais

A baixa repetibilidade de resultados que se verifica nos equipamentos de monda mecanizada presentes na literatura (Martin-Gorriz *et al.*, 2012; Miller *et al.*, 2011; Rosa *et al.*, 2008 Berlage & Langmo, 1982), devem-se em grande parte ao facto de estes operarem sem qualquer tipo de informação espacial, isto é, das dimensões dos frutos e da sua localização relativamente à ferramenta. Adicionalmente, os elementos de impacto que provocam o desprendimento dos frutos são dotados de uma flexibilidade significativa, o que torna a sua linha de atuação pouco previsível, sendo que a disposição das árvores e dos frutos apresenta também uma elevada variabilidade. Estes factos conferem a estes dispositivos uma aleatoriedade inerente, e a operação é ainda afetada pelas condicionantes ambientais. Dada a perícia que é necessária para que a execução da monda de frutos resulte num impacto económico positivo, tal como evidenciado por Simões *et al.* (2016), é fácil compreender o porquê de este tipo de sistemas não produzir resultados consistentes.

Para que seja possível conceber dispositivos capazes de exercer uma monda seletiva, é necessário desenvolver sistemas de sensorização que permitam detetar os frutos, distinguindo-os das folhas e ramos, e utilizar a informação desses sensores para guiar os elementos responsáveis pela remoção dos frutos. Existem vários estudos de revisão que abordam a sensorização de frutos e vegetais, quer para a extração de propriedades externas como de propriedades internas, no campo e em meio industrial (Du & Sun, 2006). O foco atual da investigação para aplicações no campo e árvores de frutos, reside na aplicação de visão computacional (ver Figura 2.1) para operações de colheita. Estas técnicas consistem em capturar imagens com diferentes tipos de câmaras e, com algoritmos computacionais, identificar os objetos de interesse (Jimenez *et al.*, 2000). Contudo, a oclusão dos frutos por parte das folhas e ramos faz com que o grau de deteção seja muitas vezes insuficiente. Adicionalmente, na época de monda, esta dificuldade é ainda acentuada pelo facto da pigmentação dos frutos ser semelhante à das folhas, pelas pequenas dimensões dos frutos, e pela alta densidade de folhagem que se verifica presente em diversas espécies e cultivares. As tecnologias de espectroscopia eletromagnética e ultrassónica, que consistem no uso da informação contida no espectro de ondas refletidas e emitidas por um determinado objeto, são as que mais se aproximam de satisfazer essa necessidade, uma vez que

nesta aplicação em particular permitem avaliar propriedades internas e externas, mecânicas e químicas, dos frutos e folhas (Merzlyak *et al.*, 2002; Lu & Peng, 2006; Awad *et al.*, 2012; Alfatni *et al.*, 2013). Contudo, não são por norma aplicadas em contextos que requeiram uma rápida operação em tempo real e em ambiente não controlado. Não existem até ao momento resultados de investigações aplicadas que demonstrem a resolução do problema da oclusão com este tipo de técnicas e tecnologias. Não obstante, as ondas ultrassónicas têm alguma facilidade em contornar objetos, e algumas frequências do espectro eletromagnético são fortemente transmitidas pelas folhas, quase como se estas não existissem. Apesar disso, estas ondas perdem energia eletromagnética muito rapidamente ao propagarem-se, sendo difícil conceber e implementar sensores para este fim com este tipo de tecnologia, por constrangimentos de energia e espaço disponíveis.

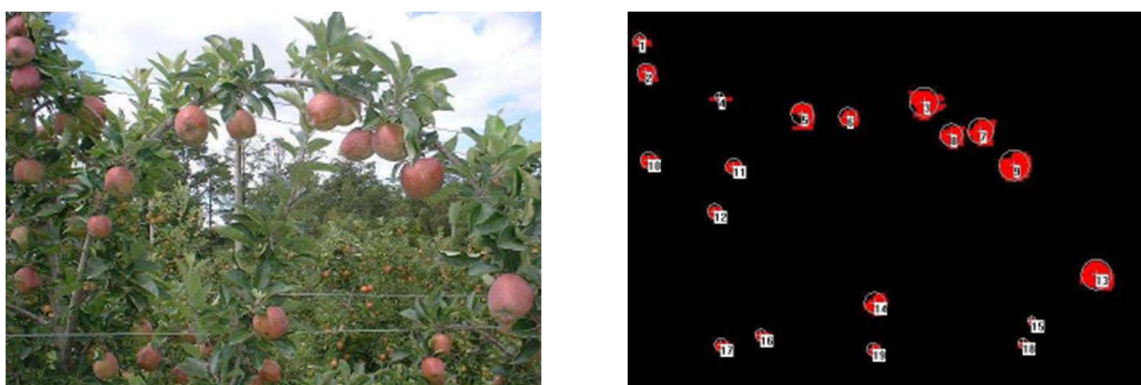


Figura 2.1 – Ilustração do processo de identificação de frutos por visão computacional: Imagem capturada e frutos isolados (Zhan *et al.*, 2014).

## 2.3 Especificações

Para que um dispositivo de monda automatizada ou semi-automatizada apresente uma vantagem económica incontestável, para os produtores de diferentes patamares de produção, devem-se satisfazer os seguintes aspetos:

1. Agilizar significativamente o processo face ao método manual, que apresenta uma duração média de 17 a 30 minutos por árvore por trabalhador (Martin *et al.*, 2010; Ferreira, 2016). Além da óbvia redução de mão-de-obra necessária, a redução do período de tempo de execução dos diferentes processos frutícolas é por si só um fator extremamente valioso para os produtores, de um ponto de vista de gestão de recursos e da capacidade de resposta aos inúmeros fatores de grande imprevisibilidade característicos do setor.

2. Deve garantir um número ótimo de frutos por ramo e uma distribuição uniforme dos mesmos ao longo dos ramos, dando preferência àqueles que são de maior calibre. Isto deve ser conseguido com uma alta repetibilidade e parâmetros reguláveis. A seletividade regula diretamente a relação entre o volume de produção e o calibre final dos frutos, pelo que, em conjunto com os custos das operações e os fatores ambientais não controlados, determina se a aplicação da monda de frutos resulta num impacto económico positivo, neutro ou negativo.

3. Reduzido período de retorno. O custo razoável é condição imprescindível à aquisição de dispositivos por parte de produtores pertencentes a diferentes escalões económicos.

4. Conforto, segurança e simplicidade de utilização. O dispositivo deve permitir que um trabalhador, se necessário, o opere ao longo de um dia de trabalho, isto é, cerca de 8 horas. A interface deve ser tão simples quanto possível, sem, no entanto, excluir a possibilidade de conter parâmetros reguláveis. Não deve apresentar potencial para infligir danos significativos às árvores ou pôr em risco a segurança e saúde do utilizador.

## 2.4 Caracterização, variabilidade e condicionamento do meio de operação

Os ambientes agrícolas são, de forma geral, cenários altamente complexos e destrutturados (Kapach *et al.*, 2012). Uma árvore de fruto como meio de operação de um dispositivo automatizado possui três principais fontes de variabilidade: objetos, ambiente e espécies (Bac *et al.*, 2014). Os objetos presentes e constituintes de uma dada árvore tais como frutos, ramos e folhas variam significativamente no seu número e posição, dimensões, geometria, propriedades óticas e mecânicas. Esta variabilidade é minimizada na época da monda de frutos, tanto mais quanto mais próximo da plena floração se realizar a intervenção. Por outro lado, nesta época os frutos apresentam pigmentação predominantemente verde e pequenas dimensões, e a densidade de folhagem em várias cultivares é elevada, o que dificulta a sua diferenciação em termos óticos. Os restantes objetos, ramos e folhas, não devem sofrer qualquer tipo de dano, pelo que, os sistemas automatizados têm de ser capazes de os identificar para que os possam evitar durante as fases de posicionamento e atuação, podendo também estes variar significativamente no que diz respeito à sua geometria, localização e propriedades óticas.

A segunda fonte de variabilidade diz respeito aos diferentes ambientes e sistemas de produção: pomares, estufa, *indoor* e campo aberto. É de destacar que em estufa e em *indoor* os frutos apresentam significativamente menos variabilidade de posição, forma,

dimensões e cor. Contudo, o foco do trabalho apresentado neste capítulo é a monda em árvores de fruto, cultivadas em pomar. A condução e poda das árvores apresentam especial relevo para o condicionamento da visibilidade e acessibilidade dos frutos, já que permitem simplificar e normalizar a geometria das árvores.

A terceira fonte de variabilidade relaciona-se com a existência de diferentes cultivares e espécies num mesmo meio de operação. Neste sentido, Bac *et al.* (2014) sugerem o enfoque apenas numa espécie, realizando a sua análise detalhada para que consigam atingir soluções funcionais, antes de se partir para uma generalização do sistema.

## 2.5 Manipulador móvel autónomo

Um sistema de monda seletiva totalmente automatizado necessita de estruturas articuladas que lhe confirmam a capacidade de remover os frutos necessários, sem danificar a árvore ou os frutos que deverão permanecer na árvore. Necessita ainda que essa estrutura se possa movimentar, em torno de cada árvore para maximizar o seu alcance, e transitar entre as diferentes árvores. A solução mais óbvia para satisfazer estas necessidades, atendendo ao modelo humano, seria implementar um sistema com base num manipulador robótico equipado com uma garra, montado numa plataforma móvel (Figura 2.2), ou em tratores com condução autónoma, em conjunto com tecnologia de visão computacional. Esta solução tem sido a base da maior parte da investigação relativa a sistemas de colheita de frutos automatizada, sendo explorado o uso de diferentes tipos de câmaras (Bac *et al.*, 2014). Uma solução alternativa para o movimento de translação seria a implementação de carris ou calhas guia, no solo ou suspensos. A conjugação de um manipulador robótico deslocado em carris foi já aplicado à colheita de pepinos em estufa Van Henten *et al.* (2003). O tempo requerido para remover um fruto com este tipo de sistemas pode atingir várias dezenas de segundos. Além disso, a implementação com sucesso de algoritmos de navegação de robôs móveis em ambientes como o dos pomares apresenta ainda inúmeras dificuldades por ultrapassar. Devido às dimensões típicas dos manipuladores e ao espaço disponível na zona interior das árvores, os sistemas autónomos de colheita demonstram uma grande tendência para danificar as árvores e frutos.



**Figura 2.2** – Ensaios de campo de um sistema autónomo de colheita de frutos baseado num manipulador robótico (De-An *et al.*, 2011).

Uma apropriada condução das árvores pode facilitar a implementação e melhorar o desempenho deste tipo de sistemas. De acordo com as mais recentes revisões de literatura relacionadas com robôs de colheita seletiva de frutos, o desempenho destes não tem demonstrado melhorias significativas nas últimas três décadas e nenhum dos sistemas presentes na literatura atingiu o mercado (Kapach *et al.*, 2012; Bac *et al.*, 2014).

## 2.6. Topologias e mecanismos de atuação

### 2.6.1 Atuação por contacto direto

Os manipuladores robóticos industriais usam classicamente algum tipo de garra para a manipulação de objetos. São essas as ferramentas de eleição nos sistemas autónomos de colheita de frutos, sendo inspirados no modelo humano. Com a utilização deste tipo de ferramenta, esta tem de ser cuidadosamente posicionada para que, dada a geometria e orientação dos frutos e dos elementos articulados da garra, sejam estes dedos, armações ou cúpulas, articuladas ou de sucção, não se permita o rolamento e queda do fruto após o fecho. O fruto sobre o qual se pretende atuar na monda, não tem de ser manipulado cuidadosamente, já que vai ser descartado. Este facto dispensa a necessidade de se envolver ou fornecer algum tipo de apoio ao fruto, já que o único propósito de um atuador para um dispositivo de monda é separar o fruto alvo do pedúnculo (ou o pedúnculo do ramo), evitando danos à árvore e a outros frutos. Assim,

além de uma energia de tração, torção, corte ou cauterização, pode-se considerar a possibilidade de se recorrer a uma energia (força) de impacto. A tração e a torção são evidentemente desvantajosas face às restantes hipóteses, uma vez que requerem que o fruto seja envolvido pela ferramenta. Esta condição implicaria a abertura e fecho de elementos articulados, que por sua vez, na presença de frutos em posição colateral dificilmente seria implementado sem existir contacto com os restantes frutos. O uso de uma força de impacto apresenta a vantagem de poder ser exercida diretamente sobre os frutos a remover, sem necessidade de os envolver, resultando na separação entre o fruto e o pedúnculo ou mesmo entre o pedúnculo e o ramo, com um número mínimo de movimentos. Além disso, uma força de impacto, se exercida ao longo de uma trajetória retilínea no plano transversal ao segmento do ramo sobre o qual se pretende operar, apresenta a maior capacidade e precisão para agir individualmente sobre cada fruto alvo, evitando danos aos restantes. O recurso a lâminas comuns em que a aresta cortante se localiza no sentido longitudinal, reflete-se na árdua tarefa de conceção de uma trajetória ótima que evite o contacto com outros frutos e ramos. Qualquer linha de ação curvilínea apresenta geralmente uma probabilidade superior de ocorrência de contactos não desejados.

### 2.6.2. Jato de fluido pressurizado

A remoção de frutos através da projeção de um jato de fluido pressurizado (ar ou água), ao invés da utilização de qualquer tipo de atuador que requeira um posicionamento próximo dos frutos a remover, apresenta-se como uma potencial abordagem para reduzir os danos associados ao posicionamento dos manipuladores nas regiões interiores das árvores. Esta técnica permite uma extensão do alcance para além dos limites da estrutura sólida da ferramenta. Contudo, para que possa operar é sempre necessário existir uma trajetória sem obstáculos entre o bocal emissor do jato e o fruto a remover. Esta condição seria conseguida através de um manipulador robótico comum, mas provavelmente resultaria num tempo de ciclo de trabalho alargado. Além disso, este tipo de sistema tenderia a apresentar um elevado consumo energético, devido a requerer o uso de uma bomba ou compressor. Este conceito foi já testado para a colheita de citrinos (Whitney & Patterson, 1972), mas de forma não seletiva, sendo implementado com ventiladores axiais de grandes dimensões, acabando por resultar num efeito semelhante ao obtido através agitadores de ramos e troncos. Byers (1990) descreve a utilização de jatos de água pressurizada para a monda de pêssegos, com as vantagens e desvantagens já enunciadas.

### 2.6.3. Vibração

Diezma & Rosa (2005) demonstraram que para alguns ramos de pessegueiro, de geometria simples, é possível estimar a massa de frutos num ramo quando agitado, fazendo uso de sensores para analisar as vibrações resultantes. Caso seja encontrado um método válido para todo o tipo de geometria de ramos, a remoção de frutos por agitação de ramos pode-se tornar de facto num método de monda seletiva. Apesar de não permitir controlar a distribuição espacial dos frutos, permitiria controlar a carga final. Uma vez desenvolvidos e validados os modelos numéricos de previsão da carga, seria então necessário desenvolver um mecanismo para a colocação destes sensores (ver Figura 2.3) de forma rápida e autónoma, podendo ser este o principal entrave à sua aplicabilidade.



Figura 2.3 – Acelerómetro posicionado num ramo de pessegueiro para análise de vibrações (Diezma & Rosa, 2005).

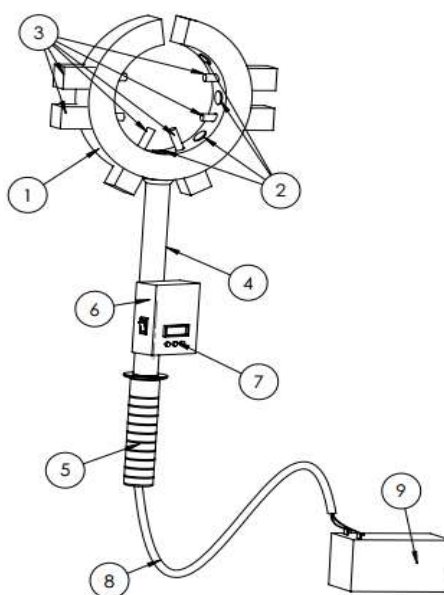
## 2.7. Estrutura radial com múltiplos sensores e atuadores

As soluções autónomas de monda de frutos, baseadas em manipulador robótico, requereriam que este se posicionaria junto a cada ramo procedendo a uma remoção de frutos conforme necessário. Dada a posição dos frutos a remover, seria necessário proceder constantemente a ajustes da posição do manipulador para que a ferramenta possuísse um suficiente espaço sem obstáculos e uma orientação propícia à execução da operação pretendida. Uma possível solução para minimizar ou eliminar a necessidade de ajustes do manipulador ao longo de um ramo, residiria em dotar uma ferramenta com mais do que um atuador com controlo independente. Esta topologia abre também a possibilidade de realização de um sistema semi-automatizado. Bac *et al.* (2014) sugeriu que para o desenvolvimento futuro de dispositivos autónomos de colheita de frutos, dado o baixo grau de sucesso até à data, a colaboração humano-robô (robótica colaborativa) pode levar à melhoria significativa do desempenho destes sistemas.

## 2.8 Modelo conceptual

Tendo em consideração as observações e análises anteriores, sugere-se que um dispositivo semi-automático de monda remova os frutos através de um simples e rápido movimento de varrimento, executado pelo operador, ao longo de cada ramo, não requerendo que este se preocupe com um posicionamento preciso para cada fruto, ou aglomerados de frutos. O dispositivo é fundamentalmente composto por uma estrutura toroidal, que envolve os ramos, com uma pequena abertura para permitir o seu posicionamento. Nesta estrutura encontram-se posicionado um conjunto de atuadores lineares com uma reduzida área de impacto e um conjunto de sensores, ambos dispostos radialmente. Durante cada varrimento, os sensores realizam continuamente a deteção e avaliação dos frutos. Um algoritmo de decisão implementado numa unidade de processamento, com parâmetros reguláveis, processa os dados provenientes dos sensores e dita se cada fruto deve ser removido ou não, dando ordem de acionamento ao atuador mais apropriado. O conceito descrito encontra-se ilustrado na Figura 2.4, onde se podem distinguir diferentes elementos.

O elemento estrutural principal consiste numa estrutura radial (1), que contém uma abertura capaz de permitir o seu posicionamento em torno dos ramos nos quais se pretende atuar, apresentando suficiente robustez para suportar eventuais impactos de ramos da árvore e quedas. A estrutura é constituída por duas partes simétricas, para que permita o posicionamento dos elementos, descritos de seguida, no seu interior. As duas partes são unidas por parafusos passantes com porcas. Na estrutura radial encontra-se alojado o conjunto de transdutores (2), neste caso a título de exemplo ilustram-se sete transdutores ultrassónicos, dispostos radialmente. O número de transdutores pode ser superior, de modo a conceder ao dispositivo uma maior capacidade de deteção e avaliação dos frutos. Os transdutores poderão ser eletromagnéticos em vez de mecânicos, podendo operar por exemplo, no espectro do infravermelho próximo (Near Infrared - NIR).



**Figura 2.4** – Ilustração descritiva de um protótipo de um dispositivo de monda de frutos semi-automatizada.

Na estrutura radial encontra-se também o conjunto de atuadores lineares (3). A título de exemplo ilustram-se seis atuadores eletromecânicos. Dependendo do tipo de fruto, o número, a geometria da disposição e a fonte energética dos atuadores podem ser alterados. Em relação à fonte energética, pode ser elétrica ou pneumática. No entanto, neste último caso acrescentam elementos não representados: um compressor com ou sem depósito, filtros de ar, um bloco de electroválvulas direcionais e válvulas de regulação, o que reduz a ergonomia e a eficiência energética do dispositivo, possibilitando no entanto atingir velocidades superiores de atuação. Além disso, os atuadores podem apresentar uma linha de ação retilínea ou curvilínea. É fundamental que a linha de ação para cada atuador seja conhecida, não apresentando uma variabilidade significativa ao longo de sucessivas atuações e que a área abrangida por cada um dos mesmos seja baixa, face à secção dos frutos. Estas condições irão permitir uma atuação sobre frutos individuais sem danificar outros frutos nas imediações, assim como exercer um controlo em malha fechada, com os dados recebidos pelo conjunto de atuadores, resultando numa repetibilidade e consequentemente numa seletividade na remoção dos frutos aceitáveis. A base da estrutura radial está conexas a um cabo de manuseamento (4), contendo um punho (5), para permitir o manuseamento do dispositivo a partir do solo. Outros elementos, como um segundo punho ou pega, poderão ser adicionados de forma a melhorar a ergonomia do dispositivo. Os casos em que a condução das árvores

não leve a que a copa fique acessível, podem motivar uma construção que faça uso de um cabo extensível, aumentando o alcance do dispositivo e a sua manobrabilidade. No cabo de manuseamento está posicionada uma caixa (6) que contém as placas eletrônicas do dispositivo, necessárias para a condução, condicionamento e aquisição do sinal dos transdutores, assim como para o controlo dos atuadores. A caixa aloja também um interface (7) que a título de exemplo se ilustra como sendo constituído por um LCD, três botões de pressão e um interruptor on/off. A localização da caixa e do interface podem ser alterados, dependendo das dimensões das placas de circuito impresso que contém. Na caixa está também ligado o cabo de alimentação (8). A alimentação do dispositivo é realizada através de uma pequena bateria (9) que poderá, para conforto do operador, ser colocada num qualquer tipo de mochila ou bolsa, ou posicionada numa qualquer plataforma no solo (não representados) tendo, neste caso, de ser transportada sempre que o comprimento do cabo de alimentação não permita o seu manuseamento e funcionamento.

## 2.9 Considerações finais

A monda manual permanece ainda como sendo a técnica predominante na monda de frutos. As soluções alternativas encontradas na literatura baseiam-se num de dois conceitos: veio rotativo com elementos de impacto flexíveis e dispositivo vibratório, apresentando ambos um carácter não seletivo. Neste capítulo pretendeu-se salientar as dificuldades e restrições inerentes à automatização do processo de monda de frutos face à variabilidade de diversos fatores. Assim, para além de ser apresentada uma breve descrição dessas soluções, são também indicadas as técnicas de sensorização de produtos hortofrutícolas investigadas e aplicadas até à data no campo e em ambiente industrial. Com base nos problemas, possibilidades observadas e o suporte de literatura adicional, sugerem-se possíveis linhas de desenvolvimento de sistemas e configurações de atuação e sensorização, evidenciando as vantagens e os desafios das respetivas implementações. Por fim, é apresentado um modelo conceptual de um dispositivo semi-automatizado portátil destinado à monda de frutos seletiva que congrega as maiores potencialidades identificadas ao nível de sensorização e atuação.

## Referências bibliográficas

- Alfatni, M.S.M., Shariff, A.R.M., Abdullah, M.Z., Marhaban, M.H.B., Saaed, O.M.B. (2013). The application of internal grading system technologies for agricultural products. *Journal of Food Engineering*, Vol. 116 n° 3: 703–725.
- Awad, T., Moharram, H., Shaltout, O., Asker, D., Youssef, M. (2012). Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review. *Food Research International*, Vol. 48 n° 2: 410–427.
- Bac, C.W., Henten, E.J., Hemming, J., Edan, Y. (2014). Harvesting Robots for Highvalue Crops: State-of-the-art Review and Challenges Ahead. *Journal of Field Robotics*, Vol. 31 n° 6: 888–911.
- Berlage, A. & Langmo, R. (1982). Machine-vs hand-thinning of peaches. *Transactions of the ASAE*, Vol. 25 n° 3: 538-543.
- Byers, R. (1990). Thin peaches with water. *Amer. Fruit Grower*, Vol. 110 n° 1: 20–21.
- De-An, Z., Jidong, L., Wei, J., Ying, Z., Yu, C. (2011). Design and control of an apple harvesting robot. *Biosystems Engineering*, Vol 110 n° 2: 112–122.
- Diezma, B. & Rosa, U. (2005). Monitoring of fruit removal for mechanical thinning of peaches. *Frutic*, Vol 5: 12–16.
- Du, C.-J. & Sun, D.-W. (2006). Learning techniques used in computer vision for food quality evaluation: a review. *Journal of Food Engineering*, Vol 72 n° 1: 39–55.
- Ferreira, D. I. R. (2016). Monda mecânica de Flores em Pessegueiro. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- Jimenez, A., Ceres, R., Pons, J. (2000). A survey of computer vision methods for locating fruit on trees. *Transactions of the ASAE*, Vol 43 n° 6: 1911–1920.
- Kapach, K., Barnea, E., Mairon, R., Edan, Y., Ben-Shahar, O. (2012). Computer vision for fruit harvesting robots-state of the art and challenges ahead. *International Journal of Computational Vision and Robotics*, Vol 3 n° 1-2: 4–34.
- Lu, R. & Peng, Y. (2006). Hyperspectral scattering for assessing peach fruit firmness. *Biosystems Engineering*, Vol 93 n° 2: 161–171.
- Martin, B., Torregrosa, A., Brunton, J. G. (2010). Post-bloom thinning of peaches for canning with hand-held mechanical devices. *Scientia horticulturae*, Vol 125 n° 4: 658-665.
- Martin-Gorriz, B., Torregrosa, A., Brunton, J.G. (2012). Post-bloom mechanical thinning for can peaches using a hand-held electrical device. *Scientia Horticulturae*, Vol 144: 179–186.
- Merzlyak, M.N., Chivkunova, O.B., Melø, T., Naqvi, K.R. (2002). Does a leaf absorb radiation in the near infrared (780-900 nm) region? A new approach to quantifying optical reflection, absorption and transmission of leaves. *Photosynthesis Research*, Vol 72 n° 3: 263–270.

- Miller, S.S., Schupp, J.R., Baugher, T.A., Wolford, S.D. (2011). Performance of mechanical thinners for bloom or green fruit thinning in peaches. *HortScience*, Vol 46 nº1: 43–51.
- Nielsen, M., Slaughter, D.C. Gliever, C. (2012). Vision-based 3D peach tree reconstruction for automated blossom thinning. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol 8 nº 1: 188–196.
- Schupp, J., Baugher, T.A., Miller, S., Harsh, R. Lesser, K. (2008). Mechanical thinning of peach and apple trees reduces labor input and increases fruit size. *HortTechnology*, Vol 18 nº 4: 660–670.
- Simões, M.P. (2016). Frutificação e monda de frutos. *In* Simões, M.P. (coord). +pêssego – Guia prático da produção. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional, 214 pp.
- Van Henten, E., Van Tuijl, B. van, Hemming, J., Kornet, J., Bontsema, J., Van Os, E. (2003). Field test of an autonomous cucumber picking robot. *Biosystems Engineering*, Vol 86 nº 3: 305–313.
- Whitney, J. & Patterson, J. (1972). Development of a citrus removal device using oscillating forced air. *Transactions of the ASAE*, Vol 15 nº 5: 849–855.
- Zhang, B., Huang, W., Li, J., Zhao, C., Fan, S., Wu, J., Liu, C. (2014). Principles, developments and applications of computer vision for external quality inspection of fruits and vegetables: A review. *Food Research International*, Vol 62: 326-343.







### 3.

## Manutenção do solo – Avaliação do efeito da manta Ecoblanket utilizada na cobertura do solo em pomares de pessegueiro

**Abel Veloso, Dora Ferreira, Isabel Castanheira e Maria Paula Simões**

Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

**Anabela Barateiro, Cristina Ramos, Preciosa Fragoso e Sandra Lopes**

Associação de Proteção Integrada e Agricultura Sustentável do Zêzere

**Francisco Vieira e Paulo Silvino**

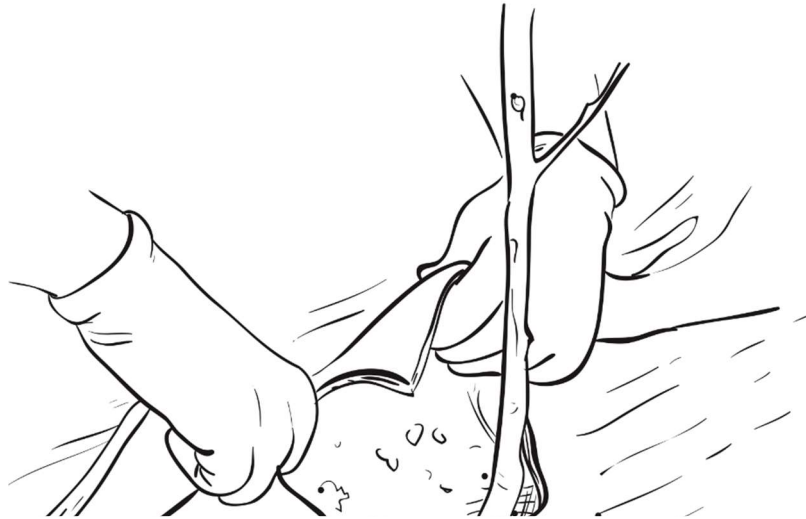
Associação de Agricultores para Produção Integrada de Frutos de Montanha

**Fátima Calouro, Pedro Jordão, Anabela Veloso, Cristina Sempiterno e Maria da Encarnação Marcelo**

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. | Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva

**Amarilis de Varennes**

Universidade Técnica de Lisboa | Instituto Superior de Agronomia





### 3.

## Manutenção do solo – Avaliação do efeito da manta Ecoblanket utilizada na cobertura do solo em pomares de pessegueiro

**Abel Veloso<sup>(1)</sup>, Dora Ferreira<sup>(1)</sup>, Isabel Castanheira<sup>(1)</sup>, Maria Paula Simões<sup>(1)</sup>, Anabela Barateiro<sup>(2)</sup>, Cristina Ramos<sup>(2)</sup>, Preciosa Fragoso<sup>(2)</sup>, Sandra Lopes<sup>(2)</sup>, Francisco Vieira<sup>(3)</sup>, Paulo Silvino<sup>(3)</sup>, e Amarilis de Varennes<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

<sup>(2)</sup> Associação de Proteção Integrada e Agricultura Sustentável do Zêzere

<sup>(3)</sup> Associação de Agricultores para Produção Integrada de Frutos de Montanha

<sup>(4)</sup> Universidade Técnica de Lisboa | Instituto Superior de Agronomia

### 3.1 Introdução

O conjunto de operações que têm como objetivo principal reduzir a competição que as infestantes exercem sobre as plantas do pomar é globalmente designado como técnicas de manutenção do solo.

Se no período de 1960 a 1990 a prática de manutenção do solo mais utilizada era a mobilização, com a introdução e adoção de modos de produção integrada, a técnica de manutenção do solo mais frequente passou a ser a técnica mista de enrelvamento da entrelinha e aplicação de herbicidas na linha. Esta técnica apresenta como principais vantagens a proteção do solo contra a erosão, a entrada no terreno mesmo após períodos de chuva, evita a compactação do solo, preservando a sua estrutura, aumenta o teor de matéria orgânica através da deposição periódica de resíduos vegetais resultantes dos cortes da vegetação (Thakur et al. 2015), levando a maior atividade microbológica e, adicionalmente, facilitando a infiltração de água.

Se a técnica de enrelvamento é aplicada sobre todo o terreno, favorecem-se os fenómenos de competição exercidos pelas infestantes que, embora sejam minimizados através do corte da vegetação, resultam frequentemente em menor crescimento das plantas (Merwin e Stiles, 1994). Para além da competição, a existência de coberto vegetal também é favorável ao crescimento da população de roedores (Merwin e Stiles, 1994).

Por essas razões, a maioria dos fruticultores opta pela aplicação de herbicidas na linha das plantas. Mas, esta técnica apresenta elevados riscos de fitotoxicidade das árvores do pomar, sobretudo nos primeiros anos das jovens plantas. Nesta fase inicial, correspondente ao 1º e 2º ciclo vegetativo, as infestantes encontram condições muito favoráveis ao seu desenvolvimento pois, não só disfrutam de solos fertilizados com materiais orgânicos e inorgânicos incorporados à plantação, como também, devido ao seu pequeno porte, as jovens plantas ao não provocarem ensombramento, permitem uma elevada exposição solar ao nível do solo.

Como alternativa à técnica de solo nu não mobilizado, conseguido através da aplicação de herbicida, com os referidos riscos de fitotoxicidade e poluição dos solos, ou a técnica de enrelvamento, com a inerente competição das infestantes, existe a técnica da cobertura do solo com diferentes tipos de materiais. A cobertura apresenta como principais desvantagens a dificuldade de incorporação de fertilizantes sem ser via fertirrega e ser uma técnica onerosa. Pode ainda considerar-se como desvantagem, o facto de poder ser uma fonte poluente sempre que os materiais utilizados sejam de difícil degradação.

Considerando que na região da Beira Interior se localiza a maior capacidade de produção têxtil nacional e, considerando ainda, que a empresa Multifibras, em 2012, introduziu no mercado uma manta produzida à base de desperdícios têxteis para utilização como cobertura de solo na produção agrícola, foi objetivo desta ação do projeto *+pêssego* avaliar o efeito da utilização desta manta de cobertura do solo, designada “Ecoblanket”, nos primeiros anos de um pomar de pessegueiros.

Assim, pretendeu-se avaliar o efeito da utilização da manta Ecoblanket como técnica de manutenção do solo durante os dois primeiros anos de vida de um pomar de pessegueiros. Essa avaliação compreende não só o efeito no controlo de infestantes como também o efeito ao nível de parâmetros físico-químicos do solo como temperatura, humidade e condutividade elétrica e parâmetros biológicos, nomeadamente população microbiana e atividade das enzimas desidrogenase,  $\beta$ -glucosidase, fosfatase ácida e urease, bem como o efeito no estado de nutrição e crescimento das plantas.

## 3.2 Material e métodos

Para avaliação do efeito da manta Ecoblanket foram instaladas quatro Unidades de Observação (UO) em explorações de produção de pêsego na região da Beira Interior (Figura 3.2.1). A UO 206 localiza-se na freguesia da Lardosa, concelho de Castelo Branco. A UO 207 localiza-se no lugar da Borrallheira (freguesia do Teixoso) e a UO 208 na freguesia de Orjais pertencendo ambas ao concelho da Covilhã. A UO 209 localiza-se na freguesia do Colmeal da Torre, concelho de Belmonte. Assim, verifica-se que três UO estão localizadas a norte da serra da Gardunha e uma a sul da mesma serra. Cada UO compreende duas modalidades, uma modalidade com cobertura do solo (modalidade 1) e uma modalidade testemunha (modalidade 0), que representa a intervenção convencional realizada pelo produtor que pode incluir corte de infestantes, mobilização ou aplicação de herbicidas. Em cada UO instalaram-se quatro repetições, com conjuntos de seis árvores por modalidade e repetição, com quatro árvores úteis e duas árvores de bordadura (Figura 3.2.2).

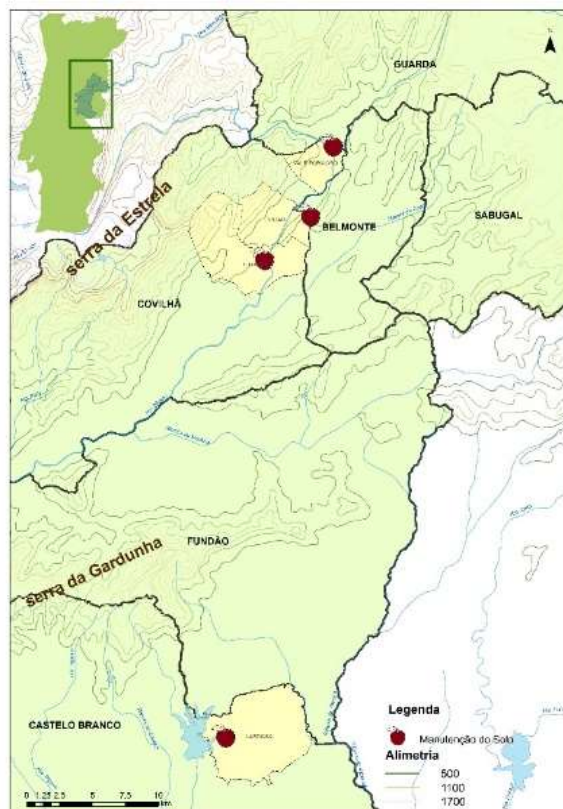


Figura 3.2.1 – Localização das UO referentes à ação Manutenção do Solo.

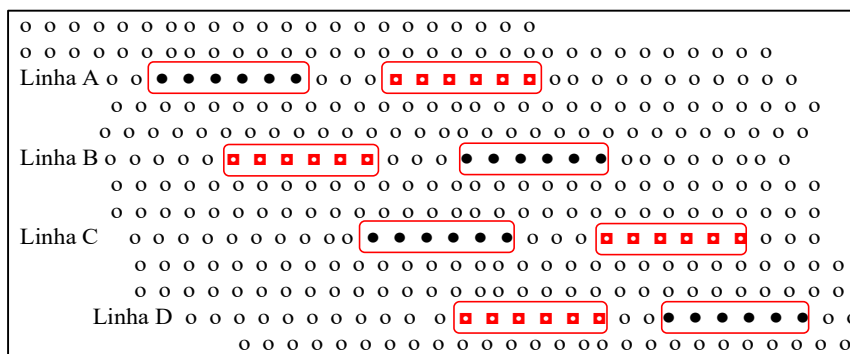


Figura 3.2.2 - Esquema global de uma unidade de observação da ação Manutenção do solo.  
 ● – modalidade com manta; ■ - modalidade sem manta.

A modalidade 1 consistiu na colocação da manta *Ecoblanket* na linha das plantas, cobrindo uma largura de 1,5 m, aproximadamente 75 cm para cada lado da linha dos pessegueiros (Figura 3.2.3), com uma área média de 25 m<sup>2</sup> (considerando, na linha, uma distância média de 2,75 m entre plantas). A manta é produzida pela empresa Multifibras, com base em desperdícios da indústria têxtil, sendo constituída por 58,9% de lã, 21,1% de outras fibras e 20,0% de polipropileno, apresentando uma espessura aproximada de 1 cm.



Figura 3.2.3 – Colocação da manta Ecoblanket no pomar após plantação (A); Corte da manta no local das jovens plantas (B), Sobreposição das duas faixas (C) e vista geral do pomar com a modalidade 1 nas 4 repetições (D).

A instalação de cada UO ocorreu após a plantação dos pomares que teve lugar entre janeiro e março de 2015. A UO 206 foi instalada em 19 janeiro de 2015, a UO 207 em 19 de fevereiro de 2015, a UO 208 foi instalada em 9 de março de 2015 e a UO 209 em 19 de março de 2015.

À instalação foi realizada a colheita de amostras de terra. Para cada UO, foram recolhidas três amostras por modalidade e repetição, num total de 24 amostras, sendo 16 amostras para análise sumária de terra e 8 amostras para determinação da população microbiana

e atividade enzimática. Todas as análises foram realizadas no Instituto Superior de Agronomia.

As amostras para análise de terra, correspondendo às profundidades 0-20 cm e 20-50 cm, resultaram da mistura de 6 subamostras recolhidas junto a todas as plantas de cada modalidade, procurando uma amostragem de toda a área. Os resultados apresentam-se no Quadro 3.2.1.

As amostras para análise microbiológica e enzimática foram recolhidas junto às 4 plantas úteis, sempre na parte central da linha e correspondendo à profundidade 0-20 cm, de modo a permitir a repetição das colheitas ao longo do ciclo 2015 e 2016.

Em fevereiro de 2015 foi instalado um *datalogger*<sup>2</sup> na UO 206, com o objetivo de monitorizar a temperatura, humidade e condutividade elétrica ao nível do solo (ver ponto 3.1.1). Os sensores foram colocados no bloco II e bloco III, a 5 cm de profundidade, na vizinhança de uma planta útil de cada modalidade, correspondendo a duas repetições por modalidade (ver Figura 3.3.1).

Quadro 3.2.1 - Análise de terra das UOs

UO	Profundidade (cm)	Textura	pH	M.O. (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg.kg <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (mg.kg <sup>-1</sup> )	MgO (mg.kg <sup>-1</sup> )
206	0-20	Franco-argilosa	7,6	0,9	213	755	265
	20-50	Franco-argilosa	5,1	0,5	18	114	122
207	0-20	Franco-argilosa	5,5	1,7	75	222	34
	20-50	Franco-argilosa	5,4	1,7	87	182	30
208	0-20	Argilosa	5,5	1,4	119	393	72
	20-50	Argilosa	5,5	1,1	60	273	47
209	0-20	Argilo-limosa	6,0	2,9	37	167	86
	20-50	Argilo-limosa	5,9	2,7	36	145	68

O desenvolvimento das infestantes foi avaliado usando uma grelha de 64 quadrículas, com dimensão de 7,5 cm x 10 cm/quadrícula, o que resulta numa área total da grelha de 0,48 m<sup>2</sup>. A avaliação das infestantes baseou-se na identificação botânica de cada uma das espécies presentes e da área ocupada por cada uma ou determinação da área de solo nu (Figura 3.2.4). Na modalidade com manta a avaliação da área ocupada pelas infestantes foi realizada na área total da manta. Posteriormente as infestantes foram retiradas (ver ponto 3.4).

<sup>2</sup> O datalogger foi gentilmente cedido pelo Professor Melo e Abreu (Instituto Superior de Agronomia)



Figura 3.2.4 – Avaliação da área ocupada pelas infestantes na modalidade 0 (A) e na modalidade 1 (B).

Para monitorização da evolução da atividade microbiológica e enzimática foram colhidas amostras ao longo dos ciclos de 2015 e 2016, procurando alcançar uma periodicidade trimestral durante o período de atividade vegetativa das plantas (Figura 3.2.5).

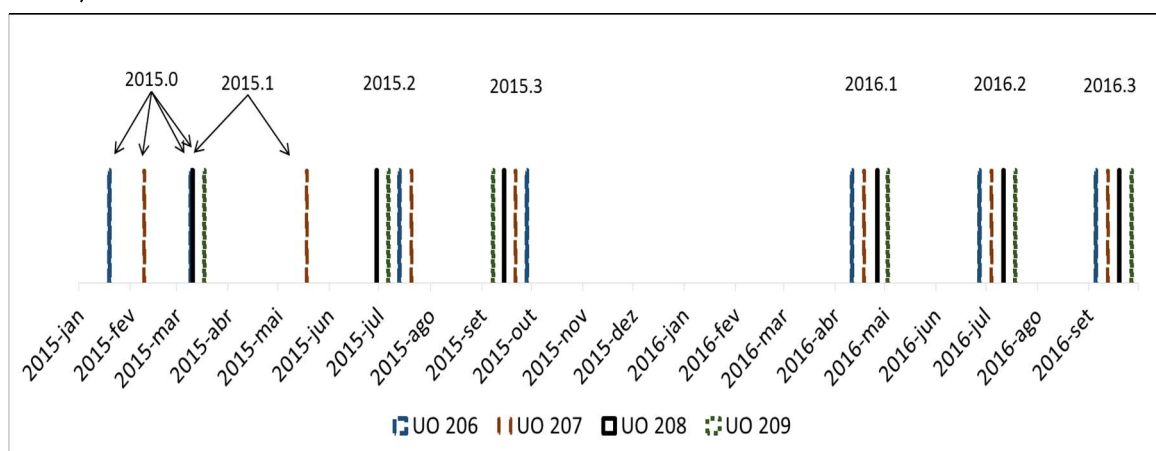


Figura 3.2.5 – Datas de colheitas de amostras para análise microbiológica e enzimática.

As amostras foram enviadas para o Instituto Superior de Agronomia onde foram realizadas análises, com determinação da população de bactérias e fungos, bem como da atividade enzimática da desidrogenase, da  $\beta$ -glucosidase, fosfatase ácida e urease. No 2º ciclo vegetativo (2016), no dia 26 de julho, foram colhidas amostras de folhas para avaliação do estado de nutrição das plantas, colhendo-se 25 folhas por planta útil, num total de 32 amostras/UO. As análises foram realizadas pelo Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva/Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária.

Para avaliar o efeito da cobertura do solo no crescimento das plantas foi realizada a avaliação do seu vigor à instalação e no final de cada ciclo vegetativo, através da determinação da área de secção de tronco (AST) (ver ponto 3.8). Nas UO 206 e UO 207 plantaram-se árvores de vareta enquanto nas UO 208 e 209 se utilizaram plantas borbulhadas, pelo que a avaliação da AST foi feita aproximadamente 10 cm acima da enxertia no caso das plantas de vareta e 10 cm abaixo da enxertia quando foram utilizadas plantas borbulhadas (ver ponto 3.8).

Durante o período de observações, sempre que necessário, foi utilizada a informação proveniente das estações meteorológicas próximas das UO acompanhadas, nomeadamente Fadagosa, Lamaçais e Belmonte (dados apresentados no ponto 1 e ponto 3.3).

No Quadro 3.2.2 estão descritas as operações de manutenção do solo para controlo de infestantes realizadas pelos produtores.

**Quadro 3.2.2 – Operações de manutenção do solo realizadas na modalidade 0.**

Data	UO 206	UO 207	UO 208	UO 209
À plantação	Tubos protetores	Tubos protetores		Tubos protetores
2015-03-15		Aplicação herbicida		
2015-05-11		Aplicação herbicida		
2015-05-20		Corte com motorroçadora		
2015-06-15	Corte com motorroçadora			Aplicação herbicida
2015-07-23	Aplicação herbicida		Aplicação herbicida	
2015-08-18				Aplicação herbicida
2015-08-30		Aplicação herbicida		
2016-03-21		Aplicação herbicida		
2016-05-17	Aplicação herbicida		Aplicação herbicida	Aplicação herbicida
2016-06-05		Aplicação herbicida		
2016-08-01		Aplicação herbicida		
2016-07-20			Aplicação herbicida	Aplicação herbicida
2016-08-17	Sacha manual			

Na UO 206 registaram-se duas intervenções em cada ciclo, estando incluída uma aplicação de herbicida. Na UO 207 registaram-se 3 aplicações de herbicida em cada ciclo e, no 1º ciclo, ainda ocorreu uma intervenção com corte de infestantes com motorroçadora. Na UO 208 apenas se registou uma aplicação de herbicida, o que resultou numa ocupação do solo por infestantes de 74% no final do 1º ciclo (ver ponto 3.4, Figuras 3.4.12 e 3.4.14). Na UO 209 registaram-se duas aplicações de herbicida em cada ciclo.

Embora tenha que se ter em consideração o caso específico de cada pomar, pode afirmar-se que um controlo eficaz do desenvolvimento das infestantes é obtido com três operações de combate às infestantes, sendo a UO 207 o exemplo de uma gestão mais eficiente.

Por último, foi realizada uma avaliação em termos de custos diferenciais da utilização da manta Ecoblanket, utilizando os dados obtidos no âmbito da ação Estudo Económico incluída no projeto +pêssego, mas cujos resultados ainda não estão disponíveis.





### 3.3.

## Efeito da manta Ecoblanket em alguns parâmetros físico-químicos do solo

**Maria Paula Simões<sup>(1)</sup>, Dora Ferreira<sup>(1)</sup> e Anabela Barateiro<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup>Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

<sup>(2)</sup>Associação de Proteção Integrada e Agricultura Sustentável do Zêzere

### 3.3.1. Introdução

Na produção frutícola a utilização de cobertura do solo na linha das plantas é uma técnica com menos expressão comparativamente à técnica de aplicação de herbicidas. Para a técnica de cobertura do solo podem ser utilizados diferentes tipos de materiais, orgânicos e inorgânicos, contínuos ou desagregados, com diferentes efeitos no solo, nas plantas ou nos seus inimigos. Assim, o seu estudo poderá ser analisado sob diferentes perspetivas, mas sem nunca perder de vista o objetivo final de conferir rentabilidade à atividade numa perspetiva plurianual.

Os materiais plásticos, muito utilizados na produção de culturas hortícolas, são impermeáveis e, frequentemente, a sua resistência está associada ao seu custo, podendo ser uma fonte de poluição quando se degradam (Resende *et al.*, 2005; Coelho *et al.*, 2013). Os materiais orgânicos apresentam como desvantagem a ausência de impermeabilidade e, portanto, diminuem, mas não eliminam as infestantes. No entanto têm a vantagem de, através da sua degradação, irem disponibilizando nutrientes para as plantas (Tworkoski e Glenn, 2008; Merwin e Stiles, 1994).

A utilização de coberturas vegetais vivas protege o solo, contribuindo para elevar o teor de matéria orgânica (Thakur *et al.*, 2015) mas, simultaneamente, compete com as plantas do pomar podendo, inclusivamente, favorecer a ocorrência de pragas ou doenças (Utkhede e Hogue, 1998). Merwin e Stile (1994), num estudo de técnicas de manutenção do solo em macieiras, referem que uma cobertura de solo com a leguminosa *Coronilla varia* induziu a maior incidência de *Phytophthora* spp, e a utilização de feno, induziu a maior mortalidade das plantas pelo aumento da população de roedores.

Diversos autores indicam que a utilização de plásticos ou telas apresenta um efeito significativo sobre a temperatura do solo, sendo esse efeito dependente das propriedades de condutância e refletância do material utilizado. Os plásticos e telas

negras aumentam a amplitude térmica em consequência de induzirem temperaturas mais elevadas no período diurno e mais baixas no período noturno. Soares (2016), na cultura do diospireiro, refere temperaturas mínimas mais baixas com a utilização de telas negras comparativamente ao solo nu pela aplicação de herbicidas. Já em pomares de macieiras foi registado um aumento da temperatura e humidade do solo pela utilização de cobertura do solo com telas de material geotêxtil de polipropileno (Walsh *et al.*, 1996). Tendo em consideração que o efeito de qualquer técnica de cobertura do solo depende também da sua influência nas suas propriedades, definiu-se como objetivo deste trabalho, avaliar o efeito da manta Ecoblanket, utilizada como cobertura do solo em pomares de pessegueiro, nos parâmetros temperatura, humidade e salinidade do solo, medida através da condutividade elétrica, a uma profundidade de 5 cm.

### 3.3.2 Material e métodos

Para determinar a avaliação da influência da manta Ecoblanket, utilizada como cobertura do solo, na sua temperatura, humidade e condutividade elétrica, foi instalado um *datalogger*<sup>3</sup> na Unidade de Observação 206, localizada a sul da serra da Gardunha (ver Figura 3.1.).

Assim, tendo por base a instalação das modalidades com manta Ecoblanket (modalidade 1) e modalidade controlo (modalidade 0), o equipamento *datalogger* foi colocado em fevereiro de 2015, três semanas após a instalação do pomar e das modalidades referidas. O *datalogger*, com uma capacidade de registo horário, possui quatro portas, permitindo a monitorização de quatro locais, pelo que se utilizaram os dois blocos centrais, ou seja bloco II e bloco III, conforme está ilustrado na Figura 3.3.1.

Cada porta possuía um conjunto de 3 sensores, para medir temperatura, humidade e condutividade elétrica (Figura 3.3.2-A). Cada sensor foi colocado na zona central da linha das plantas a uma distância aproximada de 50 a 70 cm da 2ª planta útil de cada modalidade, tendo os fios de ligação sido colocados dentro de tubos de plástico para diminuir os riscos de danificação inerentes à sua localização próxima das plantas e ao atravessamento da entrelinha (Figura 3.3.2-B).

Os dados foram recolhidos com uma periodicidade de 30 a 45 dias, sendo calculadas as médias diárias e extraídas a temperatura máxima e mínima diárias atingidas no pomar.

---

<sup>3</sup> O *datalogger* foi gentilmente cedido pelo Professor Melo e Abreu (Instituto Superior de Agronomia)

94 Simões, M. P., Ferreira, D., Barateiro, A. 2017. Efeito da manta Ecoblanket em alguns parâmetros físico-químicos do solo. In Simões, M.P. (coord). +pêssego – Guia prático da produção. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional: 93-113. ISBN 9789728785055.

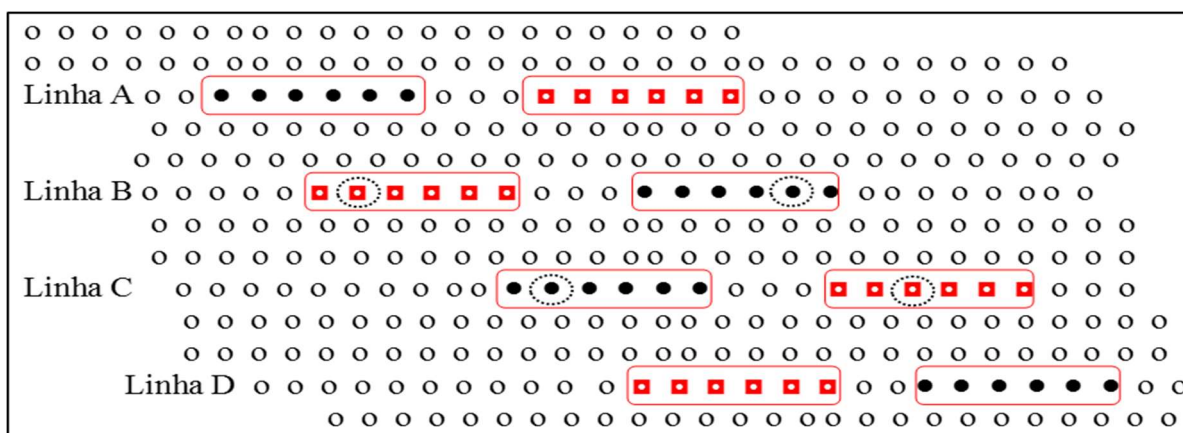


Figura 3.3.1 - Esquema da UO da ação Manutenção do solo e posição do *datalogger*. ● - modalidade com manta, ■ - modalidade sem manta, ○ - posicionamento do *datalogger*.



Figura 3.3.2 – Colocação do *datalogger*, A - colocação do sensor a 5 cm de profundidade; B- Passagem dos fios em tubo de plástico atravessando a entrelinha; C- recolha de dados no campo.

No período inicial após a instalação do *datalogger*, ocorreram alguns problemas com um dos sensores, o que exigiu a sua recolocação com o objetivo de melhor aderência ao solo. No final de 2016, não houve registos de condutividade elétrica para o período de 8 de setembro a 15 de novembro.

Para a caracterização das condições climáticas de temperatura e precipitação utilizaram-se os dados referentes à Estação da Fadagosa, apresentando-se no Quadro 3.3.1 os valores médios mensais da temperatura média, máxima e mínima e a precipitação total para os dois ciclos em estudo.

Nas Figuras 3.3.3 e 3.3.4, pode analisar-se as condições climáticas de precipitação e temperatura que se verificaram ao longo dos ciclos 2015 e 2016, com a distribuição de precipitação e variação de temperatura máxima, mínima e média.

O ciclo 2015 caracterizou-se por uma precipitação total de 540 mm, sendo considerado um ano seco, quando comparamos com a Normal Climatológica do período 1986-2015

(735 mm). Já 2016, com 1046,4 mm, pode ser considerado um ano chuvoso. Neste ano (2016), o período de chuva estendeu-se até ao final da primavera (abril e maio), onde se registaram 363 mm de precipitação, situação que nunca se observou no período de 1986-2015 (Horta, 2016). No outono de 2016 também se registou uma precipitação elevada (310,6 mm em outubro e novembro), 45% superior à Normal Climatológica (Horta, 2016).

**Quadro 3.3.1 – Condições meteorológicas registadas durante os ciclos 2015 e 2016.**

	2015				2016			
	Médias			Total	Médias			Total
	T. Max (°C)	T. Min (°C)	T. Méd (°C)	Precipitação (mm)	T. Max (°C)	T. Min (°C)	T. Méd (°C)	Precipitação (mm)
Jan	13,6	2,4	7,4	40,4	12,8	6,0	9,1	168,0
Fev	13,1	3,3	8,0	14,0	13,6	5,4	9,3	69,6
Mar	19,3	6,3	12,6	17,8	15,5	4,9	9,8	39,8
Abr	20,6	9,0	14,6	46,2	17,2	7,7	12,1	182,4
Mai	25,7	12,8	19,1	11,2	20,7	10,2	15,5	170,8
Jun	30,5	16,2	23,2	16,6	29,4	13,8	21,8	0,2
Jul	34,7	16,7	26,1	1,2	34,9	18,3	26,7	16,2
Ago	32,0	15,3	23,7	2,2	34,7	18,3	26,5	11,2
Set	27,7	12,5	20,0	27,4	30,6	14,9	22,5	16,2
Out	20,4	11,8	15,7	189,4	23,3	11,2	16,8	110,6
Nov	18,7	7,5	12,6	69,4	15,5	6,3	10,7	200,0
Dez	14,2	6,1	9,7	104,2	14,0	5,2	9,1	61,4
<b>ANO</b>	<b>22,5</b>	<b>10,0</b>	<b>16,1</b>	<b>540,0</b>	<b>21,8</b>	<b>10,2</b>	<b>15,8</b>	<b>1046,4</b>

Fonte: Estação meteorológica da Fadagosa

Relativamente à temperatura pode afirmar-se que 2015 foi um ano quente e, 2016 foi um ano que se caracterizou por uma grande variação da temperatura, com médias de temperatura mínima mais baixas especialmente em março, abril e maio.

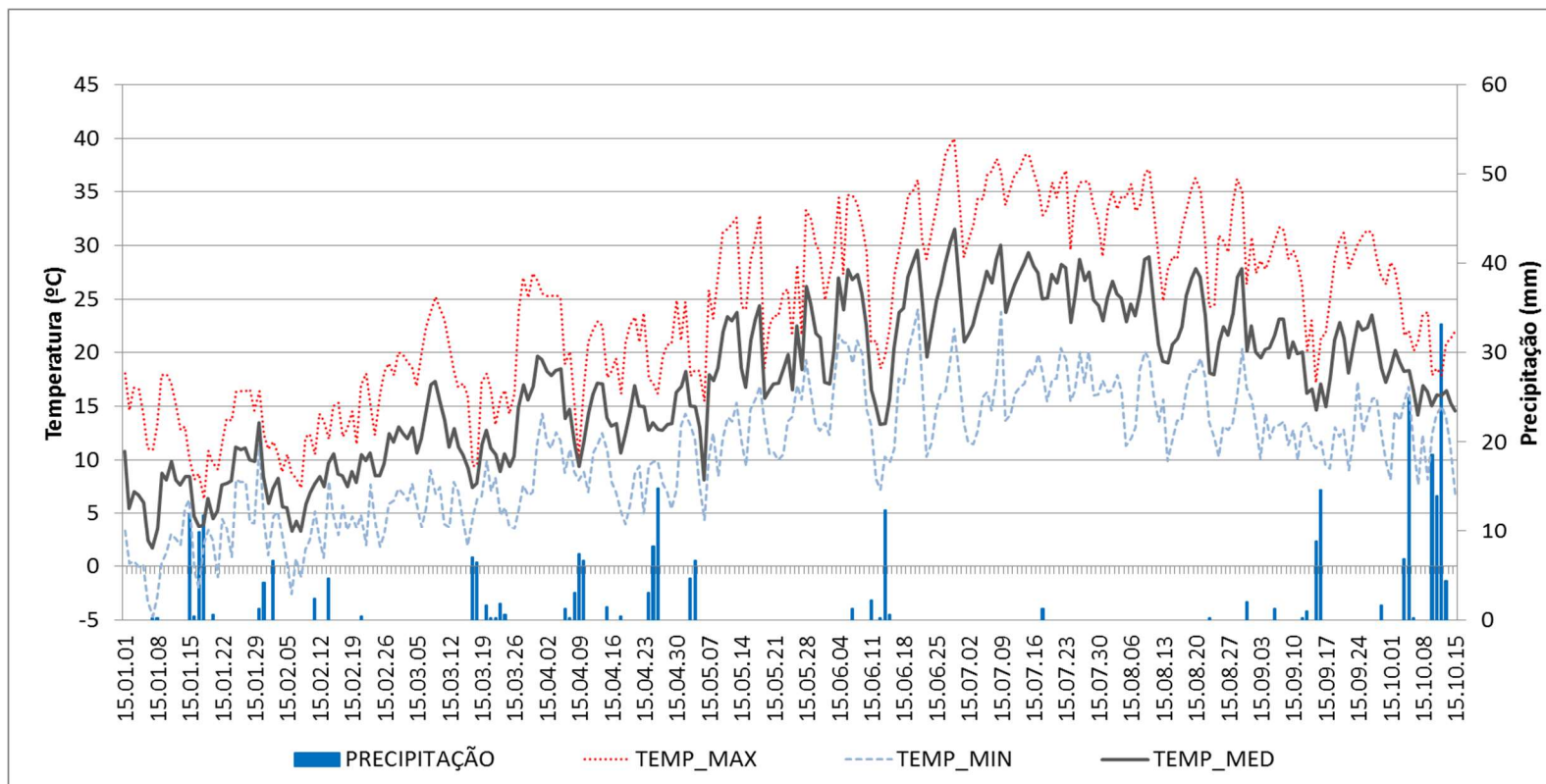
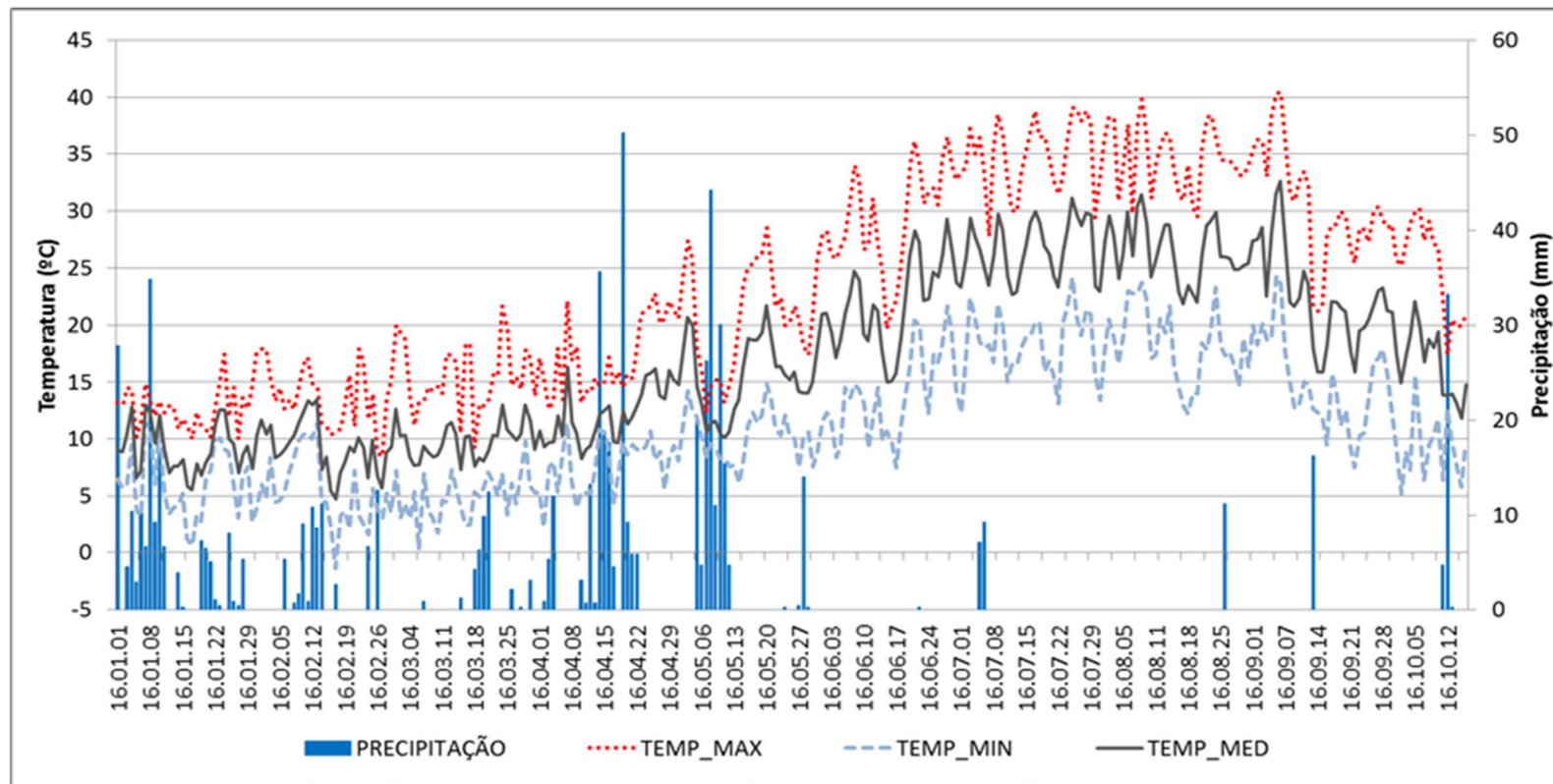


Figura 3.3.4 – Condições de temperatura máxima, mínima e média diária e precipitação diária, durante o período de janeiro a 15 de outubro do ciclo 2015. Fonte: Estação meteorológica de Fadagosa.



Janeiro a 15 de outubro do ciclo 2016. Fonte: Estação meteorológica de Fadagosa.

### 3.3.3 Efeito da manta Ecoblanket na temperatura do solo

A manta Ecoblanket influenciou a temperatura do solo a 5 cm de profundidade. Embora não se verifiquem diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) ao nível das temperaturas médias observadas entre as duas modalidades, verifica-se uma maior oscilação da temperatura média na modalidade 0 comparativamente à modalidade 1 (com manta) (Figura 3.3.5). Em face desse resultado procedeu-se à análise e cálculo das temperaturas máxima e mínima diárias e da amplitude térmica (Figura 3.3.6, 3.3.7 e 3.3.8).

A temperatura máxima é mais elevada na modalidade 0 relativamente à modalidade 1 (com manta), pois a manta protege o solo da incidência direta dos raios solares.

A temperatura mínima é mais baixa na modalidade 0 relativamente à modalidade com manta pois esta funciona como proteção, exercendo um efeito de cobertor, impedindo a irradiação de energia durante o período noturno.

Da conjugação das temperaturas máxima e mínima, foi calculada a amplitude térmica, que se revelou bastante diferente entre as modalidades em estudo. Assim, a amplitude térmica foi maior na modalidade testemunha relativamente à modalidade com manta (Figura 3.3.8). Contudo, esse parâmetro (amplitude térmica), não é semelhante nos dois ciclos (Quadro 3.3.2 e 3.3.3), observando-se uma amplitude térmica mais elevada no 1º ciclo vegetativo comparativamente ao 2º ciclo.

Nos Quadros 3.3.2 e 3.3.3 apresentam-se os valores médios da temperatura correspondentes ao período de vegetação do pomar. Este período está compreendido entre 15 de fevereiro, onde se inicia o abrolhamento, e 31 de outubro, onde ocorre o final do período da queda das folhas, considerado também o último dia do ciclo vegetativo, pelo que se inicia a partir de 1 de novembro, o cálculo das horas de frio para a quebra de dormência (Velarde, 1989; Agustí, 2010).

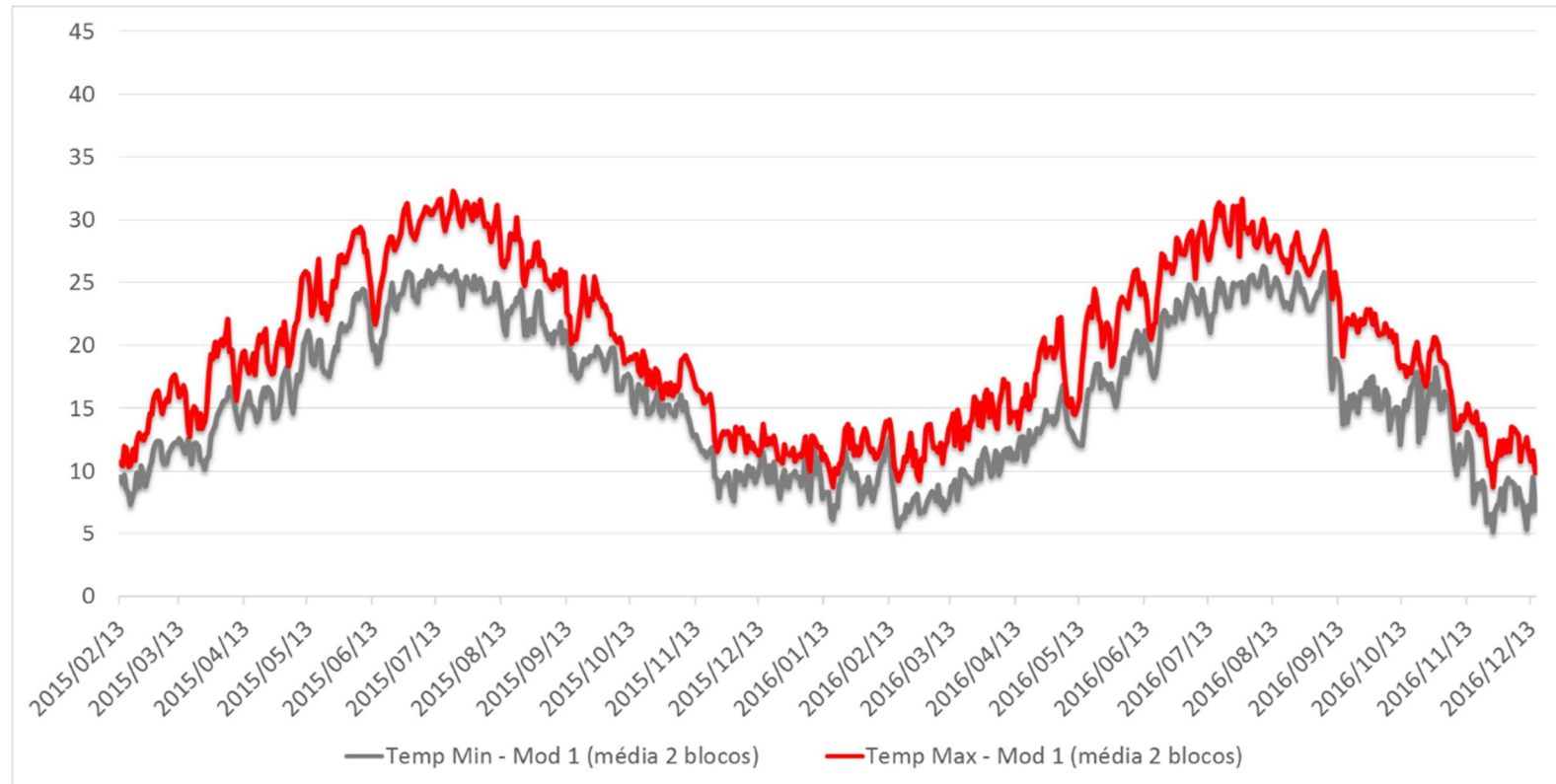


Figura 3.3.5 - Temperatura máxima e mínima diária na modalidade 0, a 5 cm de profundidade (média dos Blocos II e II).

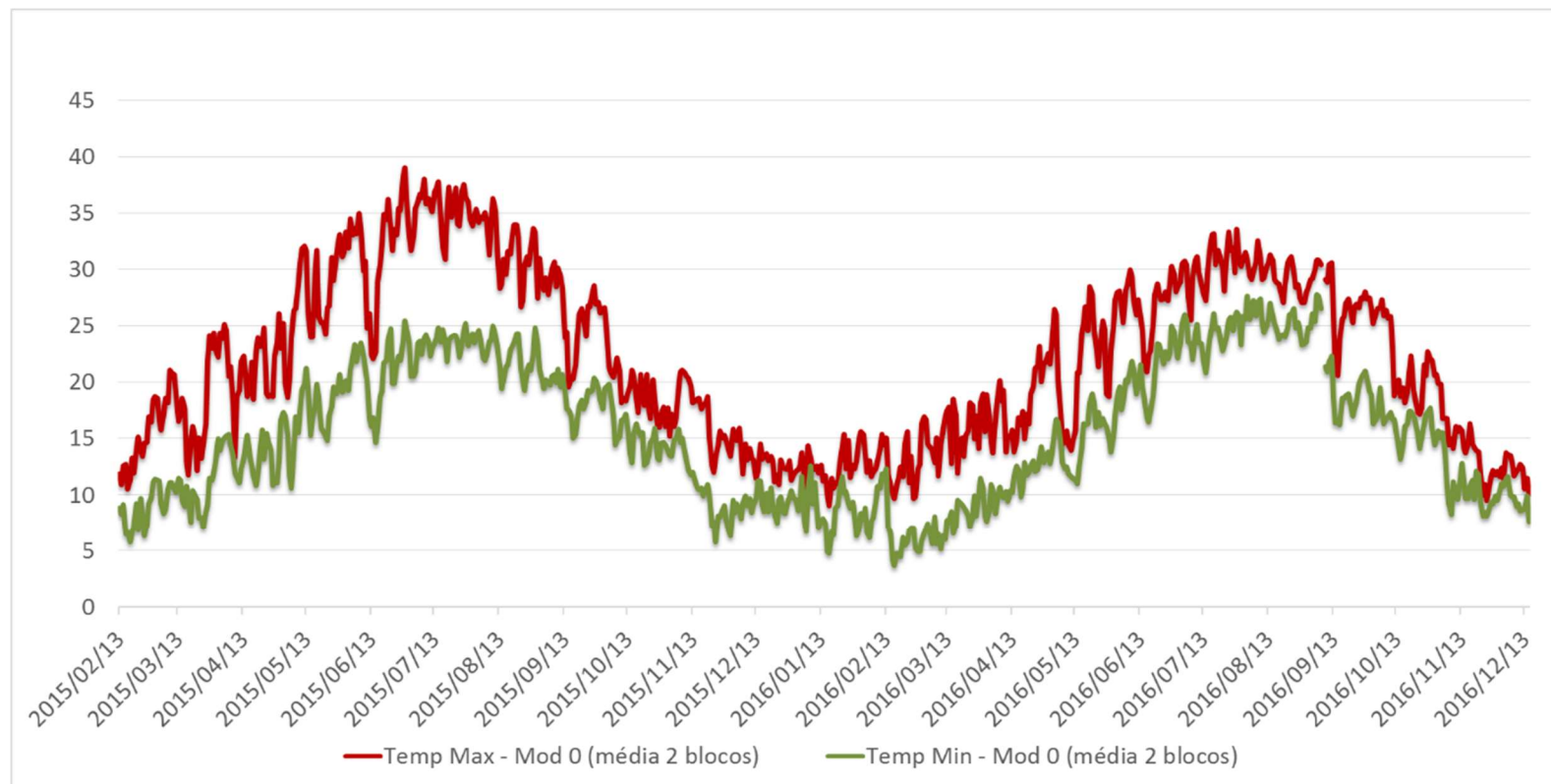


Figura 3.3.7 - Temperatura máxima e mínima diária na modalidade 1, a 5 cm de profundidade (média dos Blocos II e II).

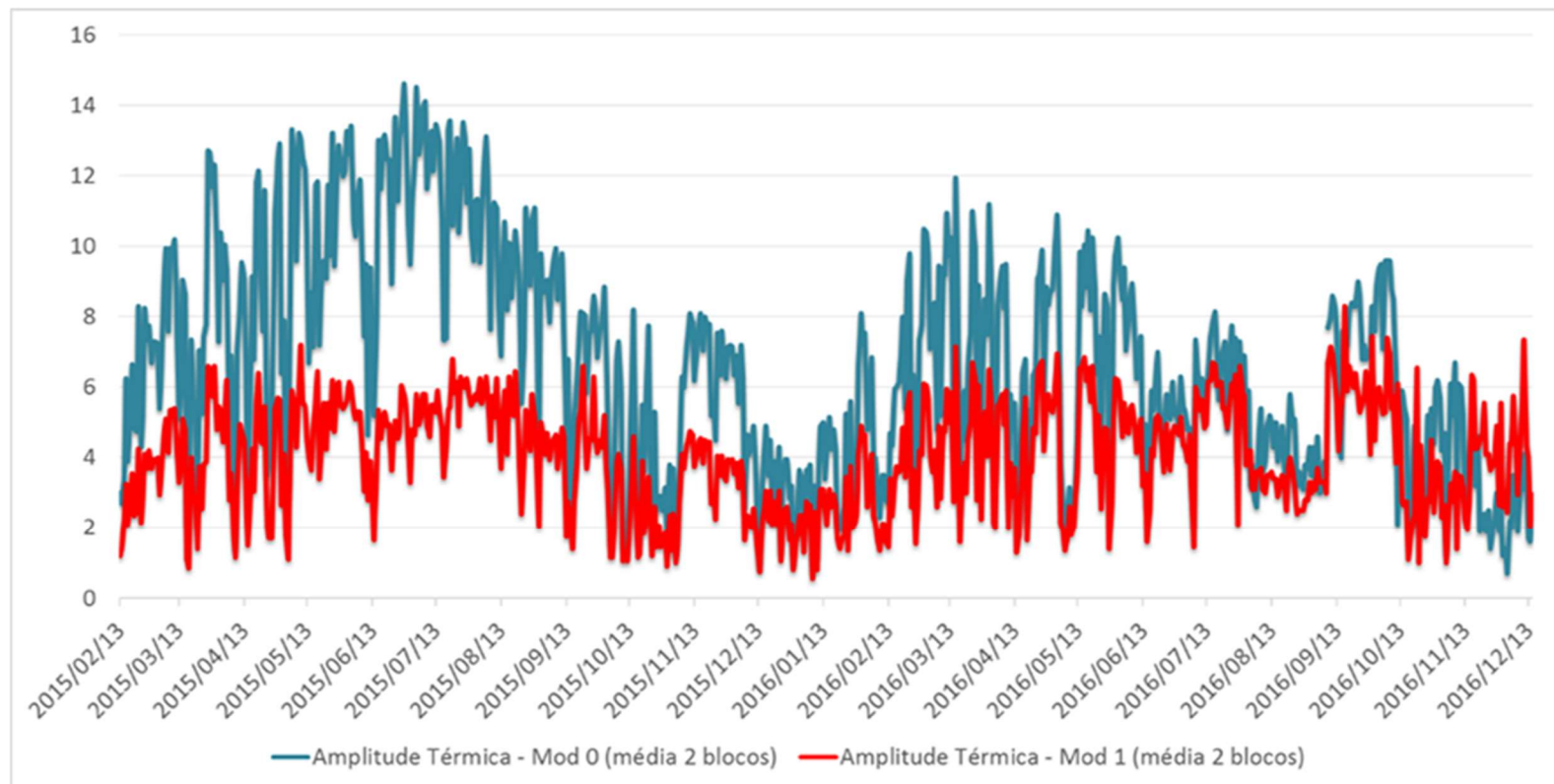


Figura 3.3.8 – Amplitude térmica diária na modalidade 0 e modalidade 1, a 5 cm de profundidade (média dos Blocos II e II).

**Quadro 3.3.2** – Temperaturas média, máxima, mínima e amplitude térmica, a 5 cm de profundidade, por modalidade, em 2015, para o período 15-fev a 31-outubro.

Mod.	T média	T máxima		T mínima		Amplitude térmica		
		média	máx absoluta	média	min absoluta	média	máx absoluta	min absoluto
Mod 0	21,6	25,9	39,0	17,2	5,8	8,6	14,6	1,2
Mod 1	20,8	22,9	32,3	18,6	7,3	4,3	7,2	0,8

**Quadro 3.3.3** – Temperaturas média, máxima, mínima e amplitude térmica, a 5 cm de profundidade, por modalidade, em 2016, para o período 15-fev a 31-outubro.

Mod.	T média	T máxima		T mínima		Amplitude térmica		
		média	máx absoluta	média	min absoluta	média	máx absoluta	min absoluto
Mod 0	20,1	23,2	33,6	16,9	3,6	6,2	12,0	1,7
Mod 1	19,0	21,2	31,7	16,8	5,5	4,4	8,3	1,0

Em 2015, a temperatura média do solo, a 5 cm de profundidade, foi de 21,6°C na modalidade 0 e 20,8°C na modalidade 1, mas, a diferença entre modalidades no que respeita à amplitude térmica foi o dobro, tendo-se registado 8,6°C na modalidade 0 e 4,3°C na modalidade 1.

Ainda considerando o mesmo ciclo (2015), pode observar-se que a máxima absoluta foi de 39,0°C na modalidade 0 e 32,3°C na modalidade 1. No que respeita à temperatura mínima, a diferença não é tão elevada (foi 2,5°C), tendo-se observado uma mínima absoluta de 5,8°C na modalidade 0 e 7,3°C na modalidade 1.

Resultados semelhantes foram obtidos por Soares (2016), num trabalho em pomar de diospireiros, no concelho de Idanha-a-Nova. Nesse ensaio, a manta resultou numa amplitude térmica média de 10°C no mês de junho, sensivelmente metade do registado na modalidade de solo nu através da aplicação de herbicidas que, para o mesmo mês, foi de 20,9°C, e também menor do que a registada na modalidade com tela negra que foi de 15,8°C. Também Trevisan *et al.* (2002), num pomar de pessegueiros, referem a diminuição da amplitude térmica do solo por efeito da cobertura do solo com material vegetal de aveia.

Dos resultados obtidos, pode dizer-se que a manta Ecoblanket estabiliza a temperatura do solo, observando-se uma menor amplitude de variação em torno da temperatura média, o que corrobora os resultados obtidos por Oliveira (2012) no ensaio com Ecoblanket na cultura da alface.

No ciclo 2016 (Quadro 3.3.3), a temperatura média foi mais baixa do que a observada em 2015, estando compreendida entre 19,0°C e 20,1°C considerando ambas as modalidades. Paralelamente, a diferença entre modalidades no que respeita à amplitude térmica também é menor, sendo 6,2°C na modalidade 0 e 4,4°C na modalidade 1. Pode ainda observar-se que o máximo absoluto da amplitude térmica foi de 12,0°C na modalidade 0 e 8,3°C na modalidade 1. Este resultado está relacionado com o desenvolvimento da copa das árvores que vão preenchendo o solo de sombra e, portanto, impedindo a sua exposição direta aos raios solares. Deste facto resulta que, em 2016, a máxima absoluta foi de 33,6°C, temperatura bastante mais baixa que os 39°C observados em 2015. Paralelamente, a temperatura mínima absoluta também foi mais baixa do que o registado em 2015, respetivamente 3,6°C na modalidade 0 e 5,5°C na modalidade 1.

A manta não teve efeito na descida da temperatura mínima contrariamente ao observado pela utilização de plástico negro, como o referido por Nielsen *et al.* (1986) ou pela utilização de telas (Soares, 2016). Assim, relativamente a esta característica, a manta Ecoblanket, tratando-se de um material constituído por fibras têxteis, poderá apresentar vantagens relativamente ao plástico preto, sendo essa vantagem maximizada enquanto não se verificar ensombramento por parte da cultura.

Das observações realizadas infere-se que o efeito da cobertura do solo na temperatura se vai atenuando com o desenvolvimento das plantas, pois estas, através da sua copa, exercem também um efeito de proteção quer à penetração dos raios solares durante o período diurno, quer à perda de energia por parte do solo durante o período noturno, conduzindo a uma diminuição da máxima absoluta e um aumento da mínima absoluta, bem como um esbater da diferença entre modalidades no que respeita à amplitude térmica.

## A RETER

A manta Ecoblanket influenciou a temperatura do solo a 5 cm de profundidade, levando a menor amplitude térmica, resultante de uma temperatura máxima mais baixa e uma temperatura mínima mais elevada.

No segundo ciclo vegetativo, a copa das árvores exerce também um efeito de proteção atenuando o efeito da manta.

Para uma profundidade de 5 cm, a máxima absoluta mais elevada foi de 39°C e foi registada na modalidade testemunha, durante o 1º ciclo vegetativo.

### 3.3.4 Efeito da manta Ecoblanket na humidade do solo

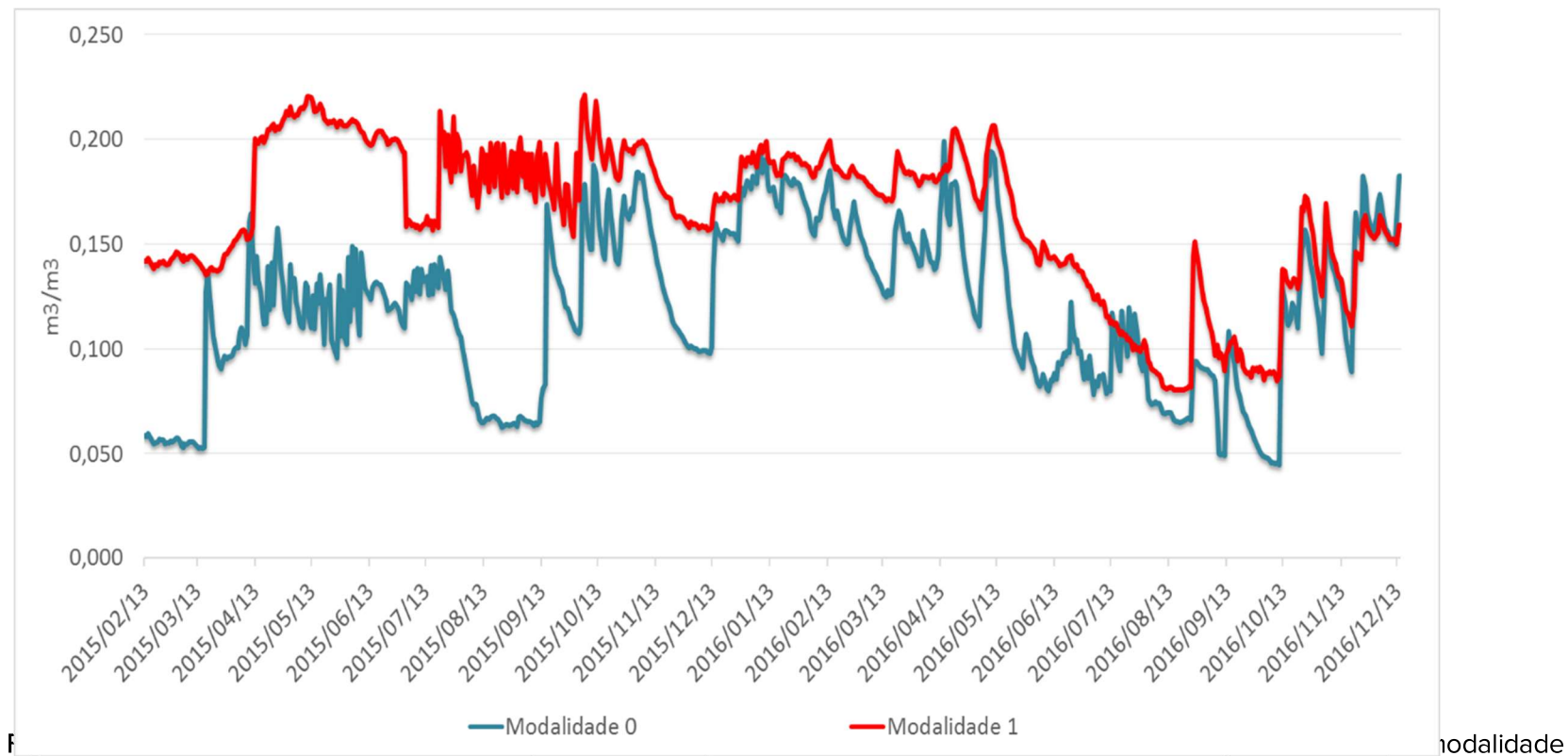
Relativamente ao teor de água no solo verifica-se que existem diferenças entre as duas modalidades e que a utilização da manta Ecoblanket apresenta uma influência positiva, permitindo uma maior disponibilidade deste elemento para as plantas.

Como se pode ver pela Figura 3.3.9, no período correspondente a 2015, a humidade do solo manteve-se mais elevada e com menor oscilação na modalidade 1, observando-se um teor de humidade mínimo próximo dos  $0,20 \text{ m}^3/\text{m}^3$  de abril a junho, decrescendo para  $0,18 \text{ m}^3/\text{m}^3$  em julho e agosto. Na modalidade 0 o teor de humidade do solo situou-se entre  $0,10 \text{ m}^3/\text{m}^3$  e  $0,13 \text{ m}^3/\text{m}^3$  e, no mês de agosto, desceu para valores na proximidade de  $0,06 \text{ m}^3/\text{m}^3$ .

Considerando que os solos são de textura fina (Quadro 3.3.1), e tendo em conta que neste tipo de solos a capacidade de campo varia entre  $0,48 \text{ m}^3/\text{m}^3$  a  $0,50 \text{ m}^3/\text{m}^3$  e o coeficiente de emurchecimento entre  $0,21 \text{ m}^3/\text{m}^3$  e  $0,25 \text{ m}^3/\text{m}^3$  (Costa, 1975), pode afirmar-se que os valores fornecidos pelo datalogger poderão apenas ser utilizados para comparação entre modalidades e não para avaliação direta da capacidade de água utilizável.

É de realçar que a colocação do sensor a 5 cm de profundidade é muito adequada para a avaliação do parâmetro temperatura, mas, talvez não seja a profundidade aconselhada para monitorizar a água disponível para as plantas, uma vez que não é aos 5 cm de profundidade que se localizam a maioria das raízes das plantas. Contudo, a humidade a 5 cm de profundidade pode ser utilizada na comparação entre modalidades, sendo um indicador da diferente disponibilidade hídrica. Tendo em conta o exposto, verifica-se que o teor de humidade do solo é maior na modalidade com manta comparativamente à modalidade sem manta, sendo esse diferencial mais notório no 1º ciclo (Figura 3.3.9). Estes resultados estão de acordo com Mãge (1982), que refere uma maior disponibilidade de água quando se utilizam materiais sintéticos do tipo tela na cobertura do solo, devido à diminuição da evaporação, e Merwin *et al.* (1994), que referem também maior disponibilidade de água quando foi utilizado feno como cobertura.

Em 2015, o teor médio de humidade do solo a 5 cm foi de  $0,109 \text{ m}^3/\text{m}^3$  na modalidade 0, e de  $0,182 \text{ m}^3/\text{m}^3$  na modalidade 1, sendo o mínimo absoluto da modalidade 0 de  $0,05 \text{ m}^3/\text{m}^3$ , três vezes mais baixo do que  $0,15 \text{ m}^3/\text{m}^3$  registado na modalidade 1 (Quadro 3.3.4).



sem manta (Modalidade 0) durante 2015 e 2016.

**Quadro 3.3.4** – Humidade média, máxima, mínima, a 5 cm de profundidade, por modalidade, período 15-fev a 31-outubro ( $m^3/m^3$ ), em 2015 e 2016.

Modalidade	2015			2016		
	média	máx absoluta	min absoluto	média	máx absoluta	min absoluto
Mod 0	0,109	0,128	0,053	0,112	0,199	0,045
Mod 1	0,182	0,221	0,135	0,142	0,207	0,080

Em 2016, o teor de humidade foi mais baixo, observando-se menor disponibilidade hídrica do solo a partir de finais de junho. Em julho e agosto, o teor de água desce para níveis próximos de  $0,05 m^3/m^3$  e semelhantes aos observados no início do ciclo 2015. Em termos globais, a modalidade 0 apresenta um teor de humidade média semelhante nos dois ciclos, respetivamente,  $0,109 m^3/m^3$  em 2015 e  $0,112 m^3/m^3$  em 2016. Contudo, em 2016, o mínimo absoluto foi de  $0,045 m^3/m^3$ , ligeiramente mais baixo do que o registado no ciclo 2015, e 44% mais baixo do que o registado na modalidade com manta, onde o mínimo absoluto foi de  $0,080 m^3/m^3$ .

À semelhança do que ocorreu com a temperatura, no segundo ciclo, esbateram-se as diferenças observadas entre as duas modalidades.

Assim, no que respeita à humidade do solo, em situações de restrição de irrigação, a manta consegue diminuir a perda por evaporação, permitindo alongar o período de maior disponibilidade de água para as plantas. Será provavelmente este aspeto, de maior capacidade de conservação da humidade e, conseqüente maior disponibilidade hídrica para as plantas, o fator que terá influenciado o seu maior crescimento, como é referido no ponto 3.8.

## A RETER

A manta Ecoblanket permitiu a conservação da humidade do solo, levando a um teor de água sempre superior ao observado na modalidade sem manta.

Durante os ciclos 2015 e 2016, o teor mínimo absoluto de água do solo, a 5 cm de profundidade, foi de  $0,045 m^3/m^3$  para a modalidade testemunha e a manta possibilitou que este mínimo absoluto fosse de  $0,135 m^3/m^3$  no 1º ciclo vegetativo e  $0,080 m^3/m^3$  no 2º ciclo vegetativo, o que indica que as plantas estiveram em condições de maior conforto hídrico.

### 3.3.5 Efeito da manta Ecoblanket na salinidade do solo

A salinidade do solo é um parâmetro que é medido através da condutividade elétrica. A salinidade de um solo é elevada quando existe grande concentração de iões na sua solução, podendo interferir negativamente com o processo de absorção radicular por parte das plantas. Solos com elevada salinidade são frequentes nas zonas costeiras com deficiente drenagem, podendo encontrar-se associados à presença de sódio no caso dos solos alcalizados. Na região da Beira Interior não é frequente a ocorrência de solos salinos.

Da monitorização realizada e apresentada na Figura 3.3.10, pode verificar-se que, na modalidade 1, a condutividade elétrica se encontra em valores baixos, próximos de zero, durante todo o ciclo 2015.

No final de 2016, mais especificamente durante os meses de novembro e dezembro, a condutividade elétrica na modalidade 1 atinge o máximo de 0,511 mS/cm.

Na modalidade 0 observam-se picos na salinidade, não só no final de 2016, mas também em abril e agosto desse mesmo ano, chegando a ultrapassar 1,50 mS/cm. Estes picos coincidiram com a ocorrência de precipitação que, provavelmente, colocou em solução alguns sais precipitados. Com efeito, utilizando os dados referentes às condições climáticas (Figuras 3.3.3 e 3.3.4), verifica-se que o aumento da condutividade elétrica ocorre após períodos de precipitação, sendo mais evidentes quando o período de precipitação ocorre após um período seco. São exemplos o início de abril de 2015, outubro de 2015, abril de 2016 e 25 de agosto de 2016. Para qualquer destas datas, especialmente outubro de 2015 e agosto de 2016, a precipitação ocorre após um período seco. Na modalidade 1, a manta influencia não só o teor de humidade no solo, mantendo-a em níveis mais elevados, como a penetração da água da precipitação, influenciando também, por esse efeito, a condutividade elétrica.

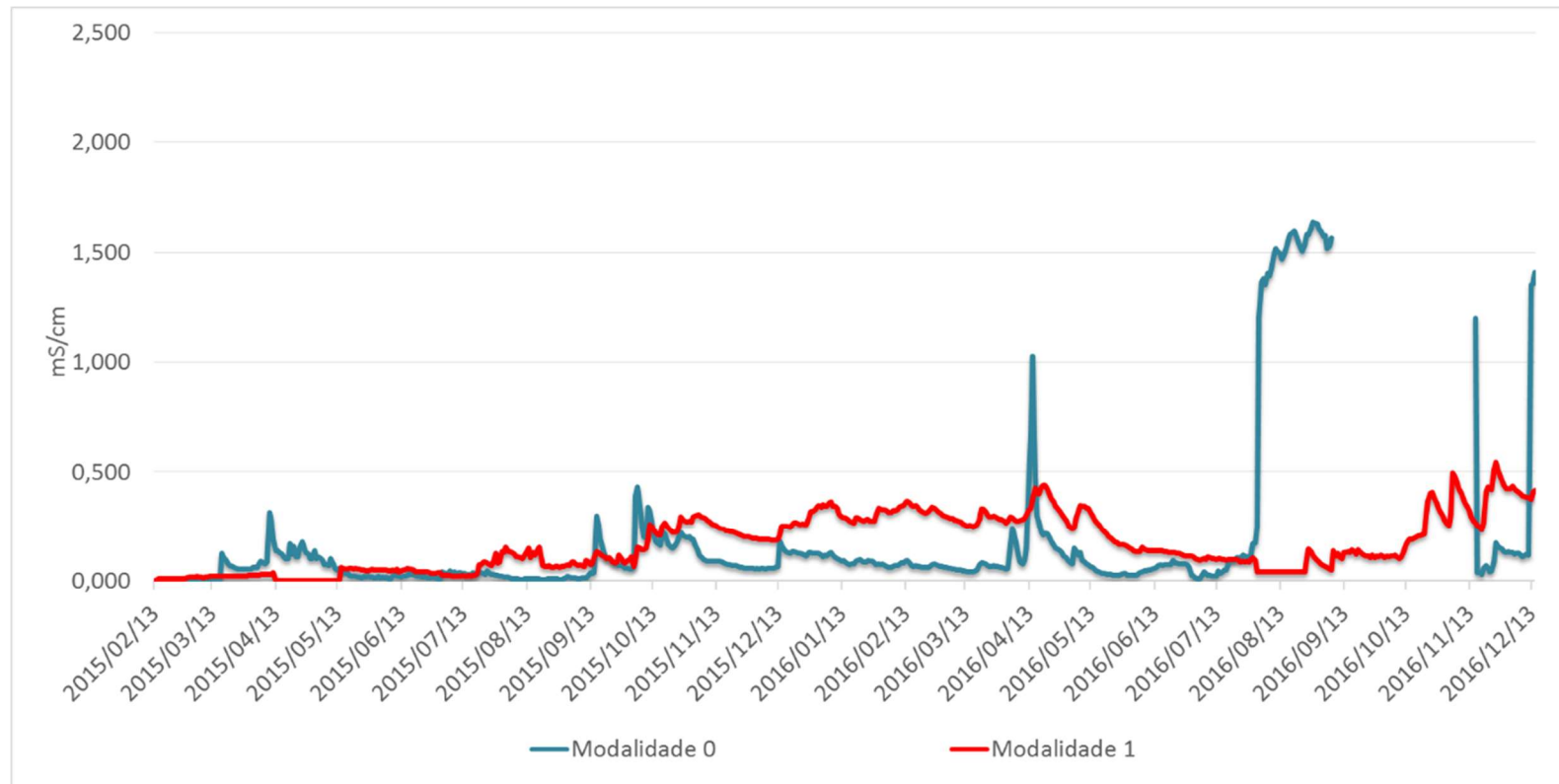


Figura 3.3.10 - Condutividade elétrica do solo a 5 cm de profundidade (média diária), para a modalidade sem manta (Modalidade 0) e modalidade com manta Ecoblanket (Modalidade 1), durante os ciclos 2015 e 2016.

Considerando as classes de salinidade (LQARS, 2006), podemos afirmar que na modalidade 0 a salinidade é mais elevada, atingindo a classe solos pouco salinos, que está compreendida entre 0,81 e 1,60 mS/cm, condições que podem levar à redução da produção para culturas sensíveis à salinidade. Para o pessegueiro, Bresler *et al.*, (1982) referem uma redução de 10% da produção para uma salinidade até 2 mS/cm.

Nesta UO todos os macronutrientes se encontram muito altos (ver ponto 3.2) e foi aplicado composto orgânico obtido de lamas de depuração de ETAR, casca de pinheiro e cinzas, o que poderá estar correlacionado com os valores da condutividade elétrica observados.

Contudo, é importante referir que, em 2016, não se observaram quaisquer sintomas associados a solos salinos, como folhas pequenas, pálidas e coriáceas (Velarde, 1989), nem redução de crescimento (Bresler *et al.*, 1982). Pelo contrário, foi na UO 206, que as plantas apresentaram maior crescimento (ver ponto 3.8), diferindo significativamente das restantes UO, pelo que a salinidade não foi um fator limitante do desenvolvimento das plantas.

A continuação da monitorização da condutividade elétrica, bem como a sua avaliação a maior profundidade, onde se encontra a maior percentagem das raízes das plantas, poderia dar indicações mais precisas e pertinentes sobre a evolução deste parâmetro e o seu efeito nas plantas. Bresler *et al.* (1982) referem que, embora um potencial osmótico elevado na solução do solo possa condicionar a absorção de água pelas raízes, levando à sua diminuição, as plantas apresentam uma grande capacidade de adaptação e ajustamento do potencial osmótico celular mas, essa adaptação refletir-se-á sempre na diminuição do crescimento e produção das plantas. Assim, só a continuação da monitorização poderia permitir a avaliação, não só da evolução da salinidade no solo ao longo do tempo para as condições inerentes à UO 206, como também o seu possível efeito sobre as plantas, e permitir a tomada de decisões cientificamente fundamentadas sobre as práticas culturais que minimizassem o possível impacto negativo no desenvolvimento das plantas.

## A RETER

A manta Ecoblanket manteve a condutividade elétrica em níveis mais baixos comparativamente à modalidade testemunha. Os valores mais elevados de condutividade elétrica observaram-se na modalidade sem manta e após períodos de precipitação.

### 3.3.6 Considerações finais

A colocação da manta Ecoblanket em pomares de pessegueiros com o objetivo do controlo de infestantes apresentou influência na amplitude térmica do solo. Na modalidade sem manta observou-se uma amplitude térmica média de 8,6°C comparativamente a uma amplitude térmica muito constante e próxima de 4,3°C na modalidade com manta, durante o 1º ciclo vegetativo. No 2º ciclo não se observaram diferenças tão evidentes entre as modalidades, esbatendo-se o efeito da manta na temperatura devido ao ensombramento resultante do desenvolvimento da copa das árvores.

A manta Ecoblanket permitiu a conservação da humidade do solo, levando a um teor de água sempre superior ao registado na modalidade testemunha.

A manta Ecoblanket apresentou influência sobre a condutividade elétrica do solo evitando a ocorrência de períodos de tempo com valores mais elevados deste parâmetro.

## Referências bibliográficas

- Agustí, M. (2014). Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 507 pp.
- Bresler, E., McNeal, B.L. e Carter, D.L. (1982). Saline and Sodic Soils. Principles-Dynamics-Modeling. Spring-Verlag, New York, 236 pp.
- Coelho, M., Freitas, F., Cunha, J. Silva, K. Grangeiro, L. e Oliveira, J. (2013). Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. *Planta Daninha*, 31 (2): 369-378.
- Costa, J.B. (1975). Caracterização e constituição do solo. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Horta, M.C. (2016). Normal Climatológica 1986-2015 Posto meteorológico da Escola Superior Agrária de Castelo Branco. Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- LQARS – Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (2006). Manual de fertilização das culturas. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Lisboa, 282 pp.
- Mãge, F. (1982). Black plastic mulching, compared to other orchard soil management methods. *Scientia Horticulturae*, 16 (2): 131-136.
- Merwin, I.A. e Stiles, W. (1994a). Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 119 (2): 209-215.
- Merwin, I.A., Stiles, W. e Es, H.M. van (1994). Orchard groundcover management impacts on soil physical properties. *J.Amer. Soc. Hort. Sci.*, 119 (2): 216-222.
- Nielsen, G.H., Hogue, E.J., e Drought, B.G. (1986). The effect of orchard soil management on soil temperature and apple tree nutrition”. *Canadianien Journal of Soil Science*, 66: 701-711.
- Oliveira, A. E. (2012). Avaliação do efeito da cobertura do solo Ecoblanket na temperatura do solo e na produção de alface na época de Outono – Inverno. Escola Superior Agrária de Castelo Branco.
- Resende, F., Souza, L., Rabello de Oliveira, P., Gualberto, R. (2005). Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. *Ciênc. Agrotec.*, 29 (1): 100-105.
- Soares, S.S. (2016). Técnicas de manutenção do solo na cultura do dióspiro. Escola Superior Agrária de Castelo Branco.
- Trevisan, R., Herter, F. e Pereira, I. (2002). Variação da amplitude térmica do solo em pomar de pessegueiro cultivado com aveia preta (avena sp.) e em sistema convencional”. *Revista Brasileira de Agrociência*: 8 (2): 155-157.
- Tworkoski, T.J. e Glenn, D.M. (2008). Orchard Floor Management Systems”, 2006. *in* Layne, D. e Bassi, D. The peach, botany, production and uses. Cab International, Cambridge, MA-USA.
- Utkhede, R.S. e Hogue, E.J. (1998). Effect of herbicides, plastic mulch, and hand-weeding on development of phytophthora crown and root rot of apple trees. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 20: 81-86.

Velarde, Gil-Albert F. (1989). Tratado de arboricultura frutal. La ecologia del árbol frutal. Volumes II, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Thakur, M.P., Milcu, A., Manning, P., Niklaus, P.A., Roscher, C., Power, S., Reich, P.B., Scheu, S., Tilman, D., Al, F., Guo, H., Ji, R., Pierce, S., Ramirez, N.G., Richter, A.N., Steinauer, K., Strecker, T., Vogel, A. e Eisenhauer, N. (2015). Plant diversity drives soil microbial biomass carbon in grasslands irrespective of global environmental change factors. *Global Change Biology*, 21: 4076–4085.

Walsh, B. D., Salmins, S., Buszard, D. J. and MacKezie, A. F. (1996). Impact of soil management systemt on oranic draft apple orchards and soil aggregate stability, bulk density, temperature and water content. *Can. Jornal of Soil Science*, 76: 203-209.







## 3.4.

# Efeito da manta Ecoblanket no controlo das infestantes

**Maria Paula Simões, Dora Ferreira e Abel Veloso**

Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

### 3.4.1 Introdução

Nos primeiros ciclos vegetativos de um pomar as infestantes constituem um dos problemas com maior impacto no desenvolvimento das plantas, devido à elevada competição que exercem com as jovens plantas pela água, nutrientes e até pela luz solar.

Nos pomares de pessegueiros da região da Beira Interior, a estratégia de manutenção do solo mais comumente utilizada pelos produtores compreende a aplicação de herbicida na linha e cobertura vegetal espontânea na entrelinha, mantendo-se esse coberto vegetal através do seu corte regular.

No 1º e 2º ciclo vegetativo as jovens plantas do pomar têm as folhas e lançamentos muito próximos do solo e o tronco ainda tem capacidade fotossintética, pelo que a aplicação de herbicida pode ser problemática devido ao risco de contacto com o tronco e folhas (Simões, 2016). Por essa razão, nesses primeiros ciclos, é comum utilizar outras técnicas de controlo de infestantes, como por exemplo:

- (1) Sacha manual;
- (2) Corte com motorroçadora;
- (3) Utilização de materiais de cobertura.

A sacha manual, embora seja uma prática muito eficaz e versátil, é um método bastante oneroso, apresentando como desvantagens o aumento da taxa de degradação da matéria orgânica e, em resultado da proximidade de trabalho junto ao tronco, os riscos de ocorrência de feridas nas jovens plantas (Velarde, 2003; Simões, 2016; Thakur et al., 2012) (Figura 3.4.1).

Após a instalação dos pomares é frequente a colocação de tubos de proteção dos troncos das jovens plantas (Figura 3.4.2) que, permitindo maior segurança de trabalho, diminuem ou evitam a probabilidade de realização de feridas nos troncos, como também diminuem o risco de fitotoxicidade pela aplicação de herbicidas, pois acautela o contacto com o tronco.



**Figura 3.4.1** – Proximidade de trabalho junto ao tronco de uma planta na primavera do 2º ciclo vegetativo.



**Figura 3.4.2** – Utilização de tubos de proteção de tronco  
A- vista geral do pomar; B- planta com tubo de proteção.

O método de corte das infestantes na linha só diminui a competição que estas exercem sobre as plantas, pois apenas reduz o seu porte e crescimento. Este método será tanto mais eficaz quanto mais regularmente for realizado, procurando sempre impedir a floração das infestantes com a consequente dispersão de sementes (Tworkoski e Glenn, 2008). É também um método dispendioso, mas apresenta resultados imediatos.

Quando o controlo das infestantes é realizado através da cobertura do solo, a sua eficácia e custo depende do tipo de material utilizado (Simões, 2016; Tworkoski e Glenn, 2008; Velarde, 2003). Os materiais de cobertura mais utilizados são as telas, que podem diferir bastante na sua permeabilidade. Os materiais naturais são geralmente mais permeáveis, o que pode ser uma vantagem, na medida em que permitem a infiltração de água, mas, por outro lado, tornam-nos menos eficazes no controlo das infestantes. Os materiais impermeáveis podem impedir com bastante sucesso o aparecimento de infestantes mas, para além de impedirem a infiltração de água, dificultam a deteção e resolução de problemas de entupimentos e/ou ruturas do sistema de rega, assim como de trabalhos associados à sua manutenção.

A utilização de telas elimina ou, pelo menos, diminuiu a necessidade de ações de controlo de infestantes, com evidentes vantagens ambientais (Goh *et al.*, 2001). Em termos económicos as vantagens dependem não só do custo do material e da respetiva aplicação, como também da capacidade de impedir a emergência das infestantes e da produção alcançada. Merwin e Stiles (1994) e Thakur *et al.* (2012) referem uma maior produção unitária para a técnica de manutenção do solo através de cobertura.

Tendo sido produzida por uma empresa da região uma manta com base em desperdícios da indústria têxtil, manta Ecoblanket, e já tendo sido avaliada como cobertura do solo na produção de alface (Marques, 2011; Oliveira, 2012), definiu-se como objetivo da ação Manutenção do solo do projeto +pêssego, avaliar o efeito da utilização da manta Ecoblanket como cobertura do solo, no controlo das infestantes, em pomares de pessegueiros. Este tipo de material e de manutenção do solo apresenta bastante interesse em virtude do aumento da pressão para a redução da aplicação de herbicidas no controlo de infestantes em modos de produção mais sustentáveis (Goh *et al.*, 2001).

#### A RETER

Em pomares, os métodos de cobertura do solo aplicados na linha de árvores, podem reduzir as ações de controlo de infestantes quer por meios químicos (herbicidas) quer por meios físicos (corte).

### 3.4.2 Material e métodos

Tendo por base as quatro Unidades de Observação instaladas no âmbito do projeto +pêssego (ver ponto 3.2), a avaliação das infestantes foi realizada durante o período de desenvolvimento vegetativo dos pomares, nos ciclos 2015 e 2016.

Para avaliação das infestantes foi determinada a percentagem de área ocupada por estas nas duas modalidades instaladas – modalidade 0 (sem manta) e modalidade 1 (com manta Ecoblanket).

Na modalidade 0 essa avaliação foi realizada com base na observação de uma área de 0,48 m<sup>2</sup>, utilizando uma grelha reticulada de 64 quadrículas (8 x 8) de 7,5 cm x 10 cm. Em cada visita essa grelha era colocada na zona da linha, nas imediações da 1ª e da 3ª planta, repetindo essa observação em cada bloco, num total de oito observações por UO (Figura 3.4.3).

Na modalidade 1 (com manta) avaliou-se a área ocupada pelas infestantes presentes em toda a extensão da manta, sendo também expressa em percentagem de área ocupada. Nesta modalidade, após a avaliação, as eventuais infestantes presentes foram removidas manualmente, permitindo preservar o efeito pretendido (Figura 3.4.4).



Figura 3.4.3 – modalidade 0 - A-Avaliação da área ocupada pelas infestantes com auxílio da grelha; B-Colocação da grelha junto à 1ª e 3ª planta.



Figura 3.4.4 – modalidade 1 – A-Avaliação da área ocupada pelas infestantes na totalidade da área da manta; B-infestantes retiradas após observação, notando-se o sistema radicular pouco desenvolvido.

Tendo em consideração que é uma manta semipermeável, é necessário haver vigilância e controlo das infestantes que sobre esta se desenvolvem, de preferência na fase inicial, sendo esse o procedimento recomendado sempre que se utiliza este tipo de manutenção do solo (Velarde, 2003; Tworkoski e Glenn, 2008).

Em cada observação procedeu-se também à identificação das infestantes, sempre que possível por espécie, mas podendo ser agregadas por género ou família, de acordo com as diferentes situações encontradas, sempre em associação com avaliação da respetiva área ocupada.

A identificação e a determinação da área ocupada pelas infestantes foram realizadas com uma periodicidade mensal desde maio até setembro, no ciclo de 2015, e, desde abril até setembro, no ciclo de 2016, de acordo com o calendário da Figura 3.4.5.

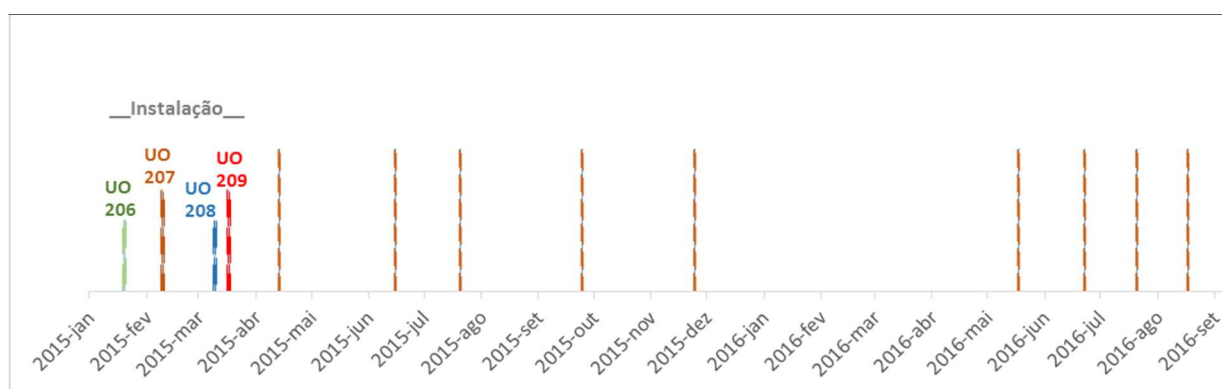


Figura 3.4.5 – Calendário de monitorização das infestantes.

Os resultados foram posteriormente sistematizados e, para avaliar as diferenças entre as modalidades, recorreu-se ao programa *SPSS* (v.21, IBM SPSS, Chicago, IL) utilizando testes de comparação de médias.

### 3.4.3 Eficácia da manta no controlo de infestantes

Considerando os resultados de todas as observações realizadas num total de 9 observações (Figura 3.4.3), foi possível determinar um valor médio de percentagem de ocupação do solo com infestantes (Quadro 3.4.1), verificando-se que a manta Ecoblanket reduziu significativamente a percentagem de infestantes, quer considerando todas as UO (1ª coluna), quer considerando cada UO individualmente.

Globalmente, considerando os dois primeiros ciclos vegetativos, verifica-se que a área ocupada pelas infestantes na modalidade 1 (com manta) foi inferior a 1% nas UO 206 e UO 207, respetivamente 0,7% e 0,2%, e foi ligeiramente superior a 1% na UO 208. Na UO 209 a percentagem de área ocupada com infestantes foi de 7,2%. Este resultado diferencial está relacionado com o tipo de armação do terreno existente em cada UO (Figura 3.4.6).

Quadro 3.4.1 – Área ocupada pelas infestantes por modalidade (%).

	Todas as UO	UO 206	UO 207	UO 208	UO 209
Modalidade 0	28,1 a	30,4 a	25,2 a	35,1 a	21,6 a
Modalidade 1	2,3 b	0,7 b	0,2 b	1,3 b	7,2 b
Sig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001

Nota: letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas para  $\alpha \leq 0,05$ .

Na UO 207 as plantas estão num camalhão que as sobreeleva relativamente à entrelinha (Figura 3.4.6-B), levando a que alguma semente que caia sobre a manta seja arrastada para fora quando ocorre precipitação.

Quando o terreno está todo nivelado e a manta fica ligeiramente em depressão, as sementes acumulam-se sobre ela, proporcionando condições para a sua germinação (Figura 3.4.6-D). Esta situação ainda se agrava mais quando se verifica um controlo das infestantes pouco regular permitindo que estas floresçam e produzam semente, situação frequente na UO 209.

Nas UO 206 e 208 não há uma armação do terreno. Contudo, na UO 206 observou-se uma ligeira sobreelevação da linha das plantas em resultado de sucessivas operações de mobilização do solo em direção a esta durante o conjunto de trabalhos associados à instalação do pomar. A última operação pós plantação, para regularização final do terreno foi uma passagem com grade de discos com reviramento do solo no sentido da linha (Figura 3.4.6-A).

Na UO 208 a mobilização da entrelinha após a colocação da manta levou à deposição de terra nas margens da mesma que induziu ao desenvolvimento das infestantes mesmo junto à manta com extensão da vegetação sobre a ela.

Relativamente à modalidade testemunha (Quadro 3.4.1) observa-se uma taxa média de ocupação de 28%, sendo mais baixa na UO 207, com 25% e mais elevada na UO 208, com 35%.



**Figura 3.4.6** – Aspeto geral da modalidade 1 em junho de 2015; A-UO 206; B-UO 207; C- UO 208; D-UO 209. Em D a área da manta está em depressão acumulando as sementes das infestantes sendo, por isso, mais propícia ao seu desenvolvimento, relativamente à armação em camalhão (B).

O resultado global advém de uma taxa de ocupação do solo por infestantes que oscilou ao longo dos dois ciclos, de acordo com os resultados apresentados na Figura 3.4.7. Pode observar-se que o resultado final é originado pelo controlo das infestantes efetuado pelos produtores que impede que a taxa de ocupação do solo ultrapasse os 41%. O valor mínimo observou-se em maio de 2016, com uma taxa média de ocupação do solo por infestantes de 4%.

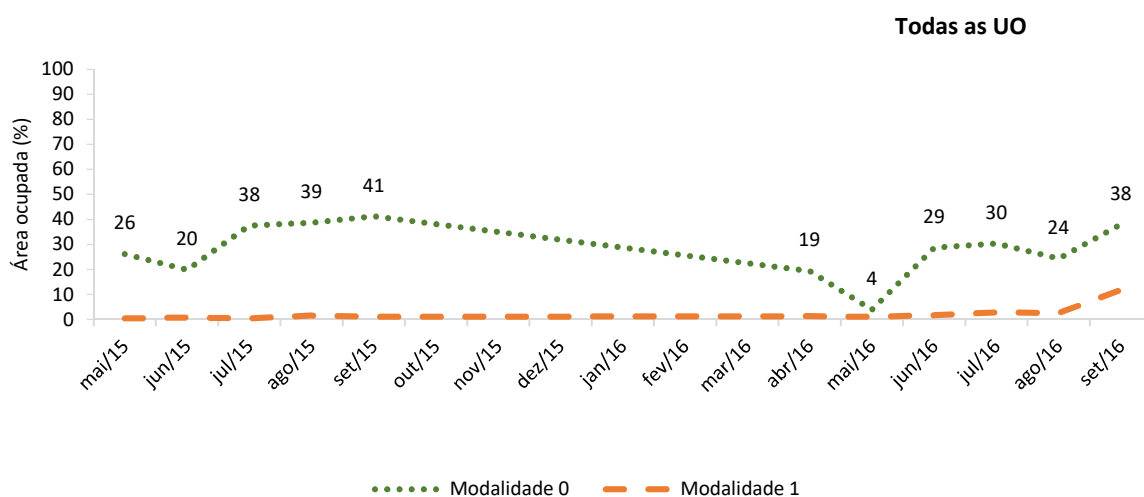


Figura 3.4.7 – Média global da evolução da área ocupada por infestantes na modalidade 0, para o conjunto das UO acompanhadas.

Nas Figuras 3.4.8 e 3.4.9 apresenta-se a evolução da área ocupada por infestantes ao longo dos dois primeiros ciclos vegetativos, relativamente às UO 206 e 207.

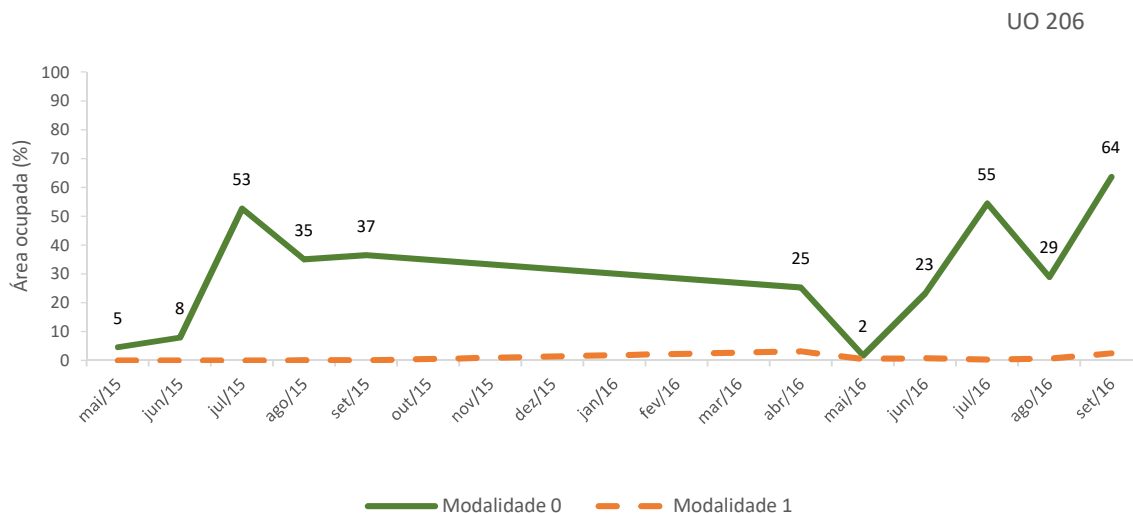


Figura 3.4.8 – Evolução da área ocupada por infestantes na UO 206.

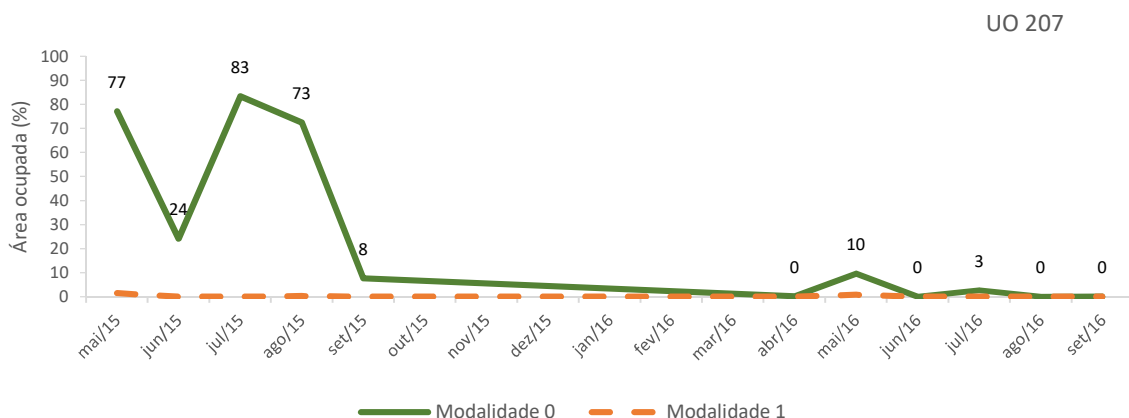


Figura 3.4.9 – Evolução da área ocupada por infestantes na UO 207.

Na UO 206 (Figura 3.4.8), cuja instalação decorreu em janeiro de 2015, as infestantes apresentaram um desenvolvimento lento na primavera mas, em julho, cobriam mais de 50% da linha na modalidade 0, tendo-se mantido entre 35% e 37% entre agosto e setembro do 1º ciclo. Em abril do 2º ciclo foi feita uma aplicação de herbicida, com um eficaz controlo das infestantes que resultou numa ocupação de apenas 2%, em maio de 2016. Em julho do 2º ciclo, a taxa de ocupação era de 55%, da mesma ordem de grandeza da observada no 1º ciclo para a mesma data. Apesar de ter ocorrido uma segunda intervenção em agosto, esta não foi suficientemente eficaz, resultando numa taxa de ocupação de 64% em setembro.

Na UO 207 (Figura 3.4.9), cuja instalação decorreu em fevereiro de 2015, observou-se uma elevada emergência das infestantes logo após a plantação, atingindo os 77% de cobertura do solo no final de três meses. A primeira intervenção foi eficaz na redução mas com um efeito pouco persistente atingindo-se uma taxa de ocupação de 83% em julho e 73% em agosto. Embora o terreno apresentasse uma elevada taxa de ocupação as infestantes foram sempre mantidas num porte pequeno através do corte por motorroçadora. Uma aplicação de herbicida no final de agosto induziu a uma taxa de ocupação do solo de 8% mantendo-se as infestantes a níveis muito baixos no 2º ciclo vegetativo.

É de realçar que a UO 207 é um caso de replantação de pomar, sem que se tenha observado movimentação do solo. Nesta UO a preparação do solo incluiu mobilizações que incorporaram as sementes de infestantes existentes, resultando numa elevada emergência destas logo após plantação (Figura 3.4.10), sendo essa população de infestantes dominada por espécies anuais como *Chenopodium album* e *Poligonum aviculare*. Veiga *et al.* (2013), em olival, que a expressão de *C. album* foi favorecida com a mobilização do solo.

Na modalidade com manta houve um controlo muito eficaz sendo frequente não existir nenhuma infestante nos diversos blocos (Figura 3.4.11).



**Figura 3.4.10** – Forte emergência de infestantes após plantação, na UO 207 (março 2015).



**Figura 3.4.11** – Eficaz controlo do desenvolvimento das infestantes pela manta, na UO 207 (maio 2015).

Nas Figuras 3.4.12 e 3.4.13 apresenta-se a evolução da área ocupada por infestantes ao longo dos dois primeiros ciclos vegetativos relativamente às UO 208 e 209.

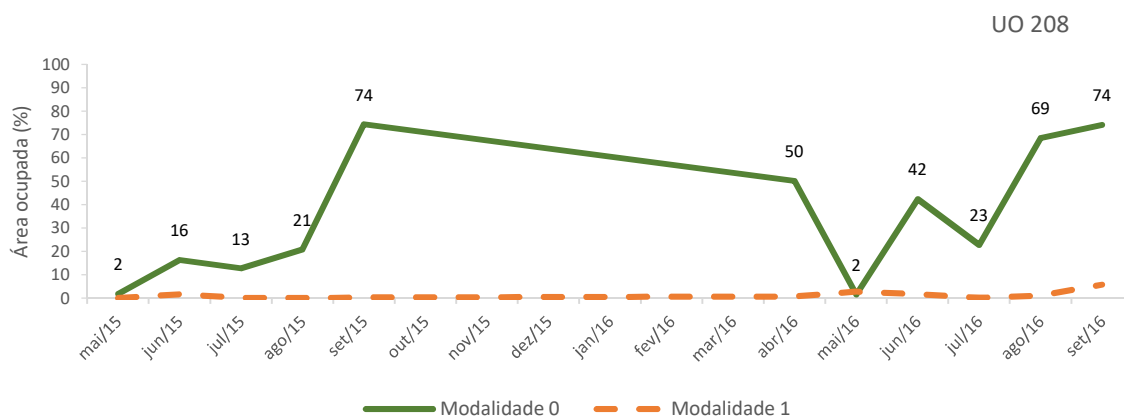


Figura 3.4.12 – Evolução da área ocupada por infestantes na UO 208.

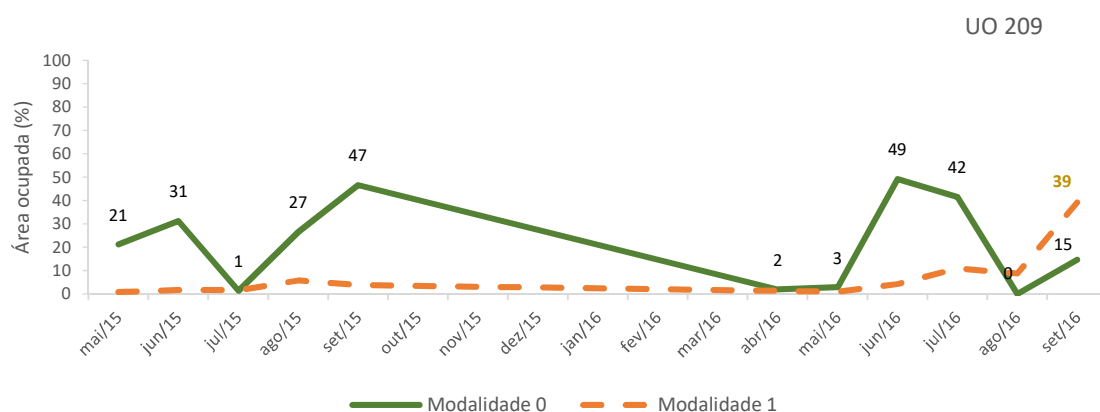


Figura 3.4.13 – Evolução da área ocupada por infestantes na UO 209.

Na UO 208, a emergência das infestantes após a plantação foi bastante lenta (Figura 3.4.12), à semelhança do observado na UO 206. Nestas UO (206 e 208) ocorreu movimentação de terras, ou seja deslocação de terras dentro da parcela, o que levou à diminuição da quantidade de sementes que ficou nas camadas mais superficiais do solo, resultando no desenvolvimento bastante mais tardio das infestantes. Pela observação da figura 3.4.12 verifica-se que houve uma intervenção em finais de junho, o que resultou numa diminuição da taxa de ocupação por infestantes, de 16% em junho para 13% em julho. No final de setembro de 2015 observou-se não só uma taxa de ocupação elevada, 74%, como as infestantes apresentavam grande desenvolvimento permitindo a produção de semente (Figuras 3.4.14 e 3.4.15).



Figura 3.4.14 – Desenvolvimento das infestantes na UO 208 (setembro 2015).



Figura 3.4.15 – Porte das plantas e desenvolvimento das infestantes na UO 208 no final do 2º ciclo (setembro 2016).

Em abril de 2016 a taxa de ocupação foi de 50%, conseguindo, o produtor, um controlo eficaz dessa população através da aplicação de herbicida no final de abril, da qual resultou uma taxa de ocupação de 23%, em maio de 2016. Em junho e julho a taxa de ocupação do solo foi de 42% e 23% respetivamente. Nesta UO, no final do 2º ciclo, os pessegueiros apresentavam um volume de copa relativamente pequeno, permitindo a penetração da luz até à superfície do solo e o recrudescer das infestantes para taxas de ocupação de 69% e 74% no final do 2º ciclo vegetativo (Figura 3.4.15), numa situação muito semelhante à ocorrida no ciclo 2015.

Na UO 209 (Figura 3.4.13) observou-se uma taxa de ocupação do solo por infestantes de 21% logo na 1ª visita após plantação (maio, 2015) e 31% na 2ª visita (junho 2015, 3 meses após plantação). Nesta UO observou-se um comportamento semelhante ao da UO 207 (Figura 3.4.9), e que corresponde a pomares de replantação onde ocorreu apenas a mobilização do solo sem haver movimentação de terras. Nestes casos, o banco de sementes proveniente do pomar anterior é elevado e, encontrando solos mobilizados e fertilizados, as infestantes rapidamente ocupam o solo.

Em finais de junho, realizou-se um controlo das infestantes que se revelou bastante eficaz (Figura 3.4.13 e Figura 3.4.17), resultando numa taxa de ocupação de 1% mas, dois meses depois, em setembro de 2015, a taxa de ocupação do solo por infestantes era de 47%, tendo-se observado elevada presença de milhã (*D. sanguinalis* e *E. colona*) que

floriu e produziu elevada quantidade de semente, tanto na modalidade testemunha como na modalidade com manta (Figura 3.4.16).



**Figura 3.4.16** – Desenvolvimento de milhã na UO 209. A- planta na fase inicial de desenvolvimento; B-produção abundante de semente e sua deposição sobre a manta.

Nesta UO, a manta encontra-se em ligeira depressão, o que não permite o arrastamento das sementes para fora da manta por ação da chuva e favorece a acumulação de materiais como terra e folhas sobre ela. Paralelamente, não foi efetuado o corte regular das infestantes que se desenvolveram nas margens da manta. O resultado final foi a ocupação total da área da manta por infestantes, sendo, no final do 2º ciclo, maior a área ocupada na modalidade com manta, 39%, do que na modalidade sem manta (Figura 3.4.18).



**Figura 3.4.17** – Controlo de infestantes pela aplicação de herbicida na UO 209 (julho 2015).



**Figura 3.4.18** – Porte das plantas e desenvolvimento das infestantes na UO 209 no final do 2º ciclo, na modalidade com manta (setembro 2016).

Considerando o conjunto das observações realizadas nas quatro UO, será importante referir que o êxito de qualquer método de manutenção do solo está dependente da vigilância e adequada atuação do produtor. No caso da manta Ecoblanket, é necessário intervir e procurar anular o crescimento das infestantes que se desenvolvem na sua superfície, devendo esse controlo ser realizado numa fase inicial do desenvolvimento das infestantes, não permitindo a formação de grande sistema radicular que leve à destruição da manta.

A UO 207 permitiu verificar que a armação do terreno influencia positivamente a eficácia da manta, uma vez que não confere condições para a acumulação das sementes e sua posterior germinação. Por oposição, a situação inerente à UO 209, com ligeira depressão da linha, associada à produção de semente das infestantes circundantes, conduziu ao seu regular desenvolvimento anulando qualquer efeito da manta. Soares (2016), utilizando a manta num pomar de diospireiros num terreno armado em camalhão, também conseguiu um controlo eficaz com a sua utilização.

No que respeita à população de roedores observaram-se galerias na área coberta pela manta, mas não se observaram danos nas plantas. Durante os ciclos 2015 e 2016 não se registou a morte de plantas correlacionada com a presença destes inimigos. Na UO 209 observou-se a presença de roedores com inúmeras galerias quer na área correspondente à modalidade 1, quer na modalidade 0, sendo um fator favorável à proliferação deste grupo de inimigos a abundância de resíduos vegetais proveniente das infestantes.

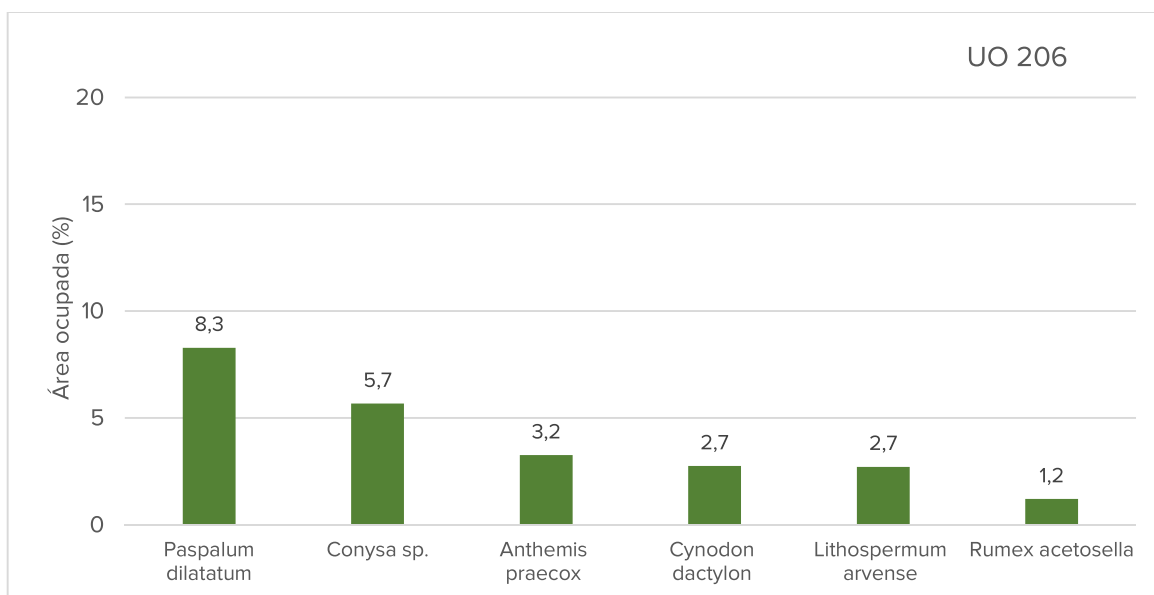
## A RETER

A aplicação de herbicida foi a técnica utilizada pelos fruticultores para o controlo do desenvolvimento das infestantes, mas foram necessárias 2 a 3 intervenções para um controlo eficaz.

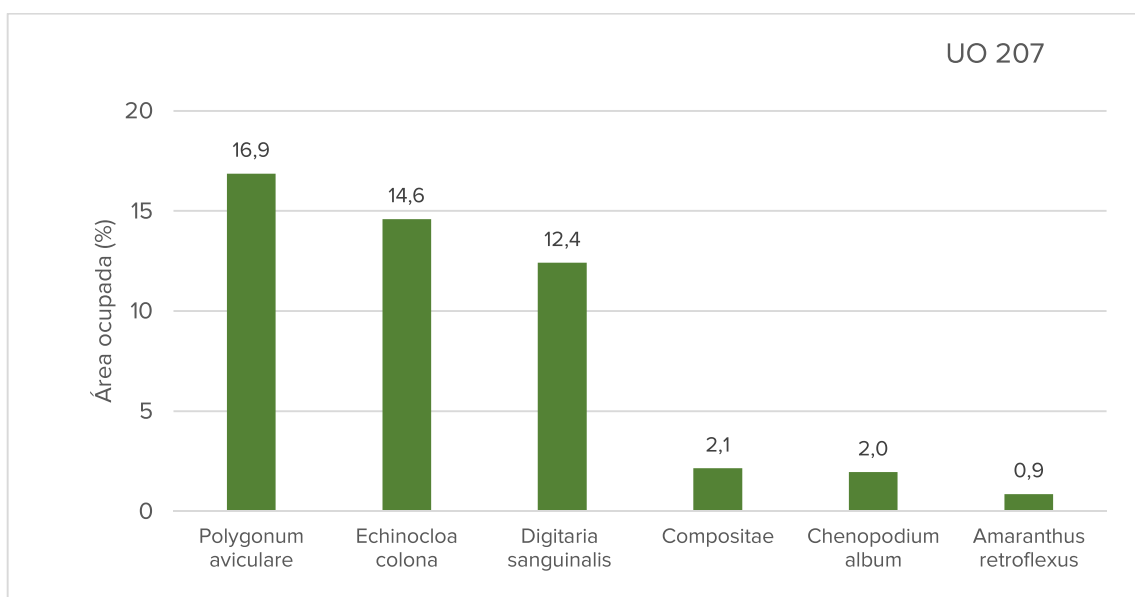
A manta Ecoblanket é mais eficaz quando o terreno está armado em camalhão com sobrelevação da linha das plantas.

A falta de controlo das infestantes, no final de cada ciclo (agosto e setembro), leva à produção de elevada quantidade de sementes, resultando em maior ocupação do solo por infestantes e, por inerência, maior competição com os pessegueiros.

Nas Figuras 3.4.19 a 3.4.22 apresentam-se as infestantes com maior expressão no 1º ciclo vegetativo, para cada UO.



**Figura 3.4.19** – Infestantes com maior expressão (% de área ocupada) na UO 206, para a modalidade testemunha, no ciclo 2015 (média de 5 observações ao longo do ciclo).



**Figura 3.4.20** – Infestantes com maior expressão (% de área ocupada) na UO 207, para a modalidade testemunha, no ciclo 2015 (média de 5 observações ao longo do ciclo).

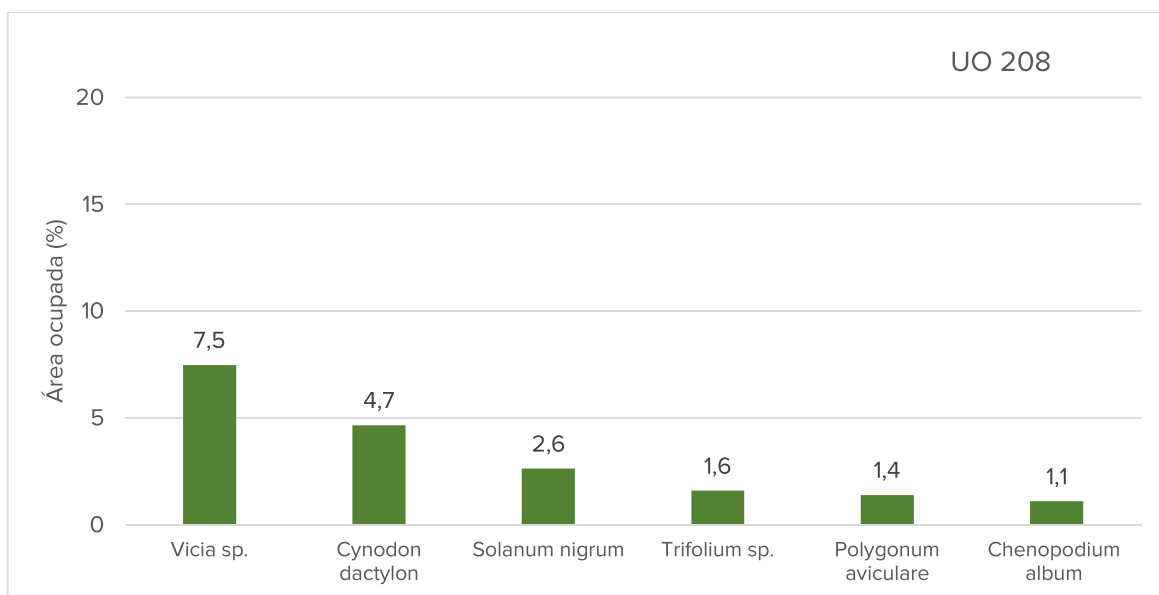


Figura 3.4.21 – Infestantes com maior expressão (% de área ocupada) na UO 208, para a modalidade testemunha, no ciclo 2015 (média de 5 observações ao longo do ciclo).

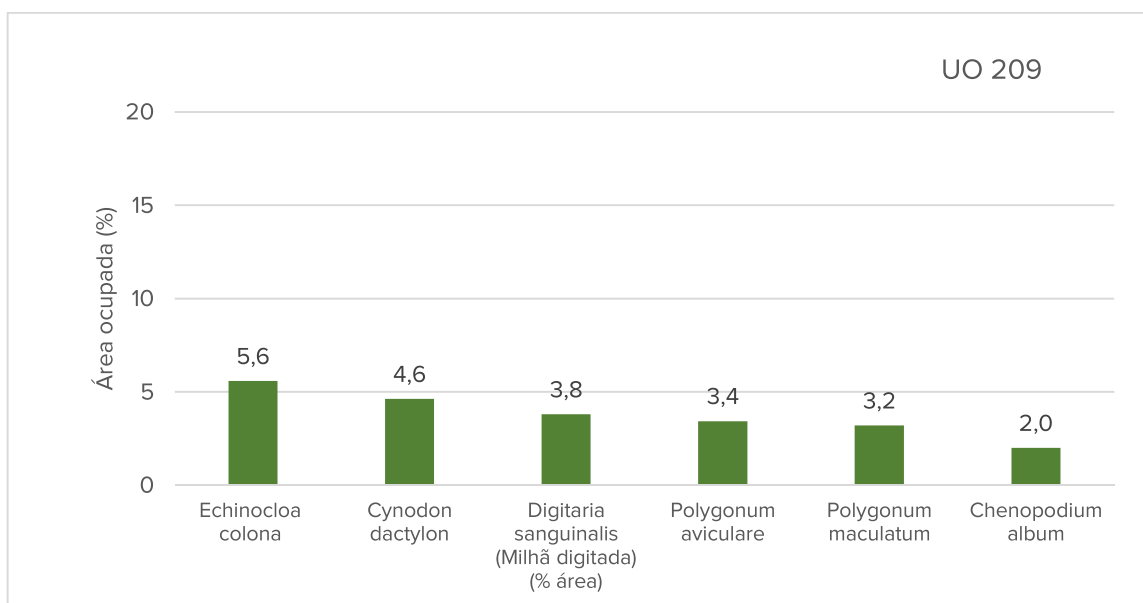


Figura 3.4.22 – Infestantes com maior expressão (% de área ocupada) na UO 209, para a modalidade testemunha, no ciclo 2015 (média de 5 observações ao longo do ciclo).

No ciclo 2015, as infestantes com maior expressão na UO 206 foram *Paspalum dilatatum* (gramichão) (8,3%), *Conyza* sp. (5,7%), *Anthemis praecox* (3,2%), *Cynodon dactylon* e *Rumex acetosella* (2,7%). Nesta UO apareceu com alguma expressão a espécie *Lithospermum arvense* (2,7%), não se observando a sua presença em nenhum outro pomar (Figura 3.4.19).

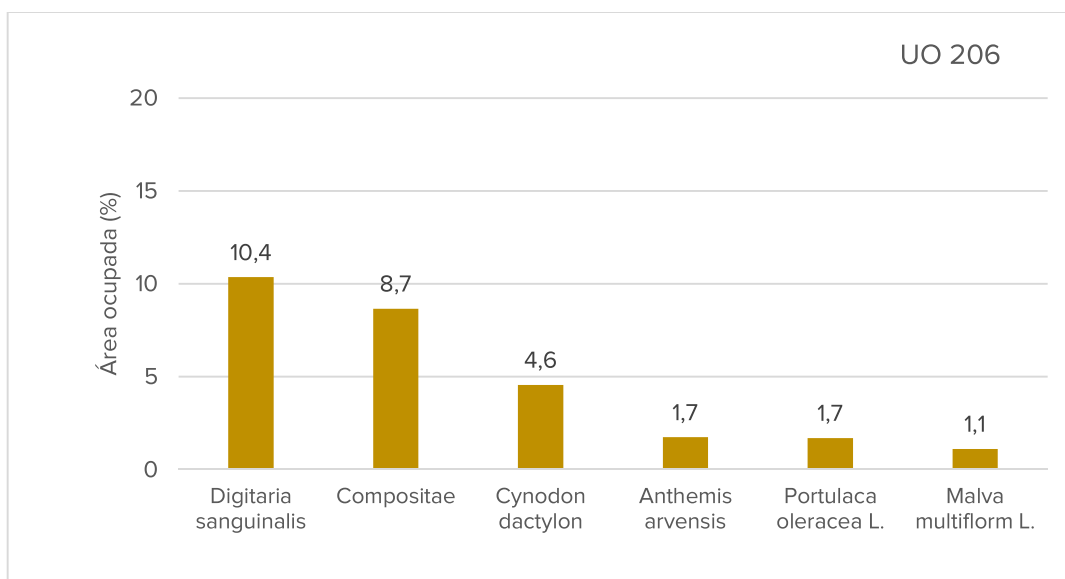
Na UO 207, as infestantes com maior expressão foram *Polygonum aviculare* (16,9%), *Echinochloa colona* (14,6%) e *Digitaria sanguinalis* (12,4%). Foram ainda observadas diversas plantas da família *Compositae* que, globalmente, corresponderam a uma área de 2,1% (Figura 3.4.20).

Na UO 208, as infestantes com maior expressão foram as *Vicias* (7,5%), *Cynodon dactylon* (4,7%) e *Solanum nigrum* (2,6%), e com menor expressão as infestantes do género *Trifolium* sp. e as espécies *Polygonum aviculare* e *Chenopodium album* (Figura 3.4.21).

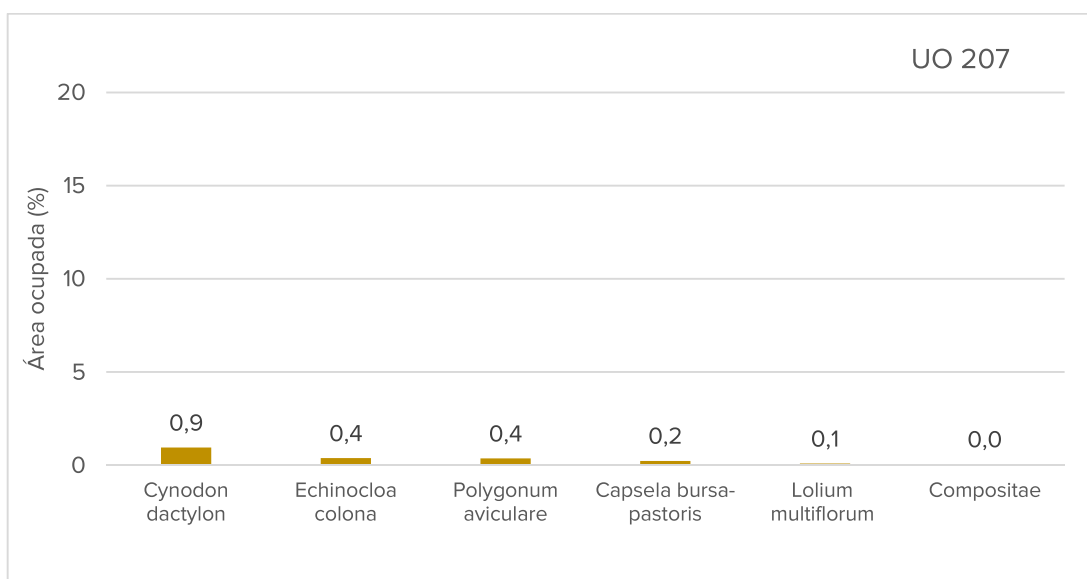
Na UO 209, as milhãs, *Echinochloa colona* e *Digitaria sanguinalis*, e a grama (*Cynodon dactylon*) foram as infestantes com maior expressão, ocupando conjuntamente uma área de 14%, seguindo-se *Polygonum aviculare* e *Polygonum maculatum* que, conjuntamente, ocuparam 6,6% (Figura 3.4.22).

Globalmente pode referir-se que cada UO apresenta uma população de infestantes distinta, mas a grama (*C. dactylon*) e sempre noiva (*P. aviculare*) são infestantes ubíquas, tendo sido observadas em todas as UO e em todas as datas de observação. Estas infestantes colonizam a superfície do solo em períodos de tempo bastante curtos formando mantos contínuos de vegetação.

Nas Figuras 3.4.23 e 3.4.26 apresentam-se as infestantes com maior expressão no 2º ciclo vegetativo (2016), para cada UO.



**Figura 3.4.23** – Infestantes com maior expressão (% de área) na UO 206, para a modalidade testemunha, no ciclo 2016 (média de 6 observações ao longo do ciclo).



**Figura 3.4.24** – Infestantes com maior expressão (% de área) na UO 207, para a modalidade testemunha, no ciclo 2016 (média de 6 observações ao longo do ciclo).

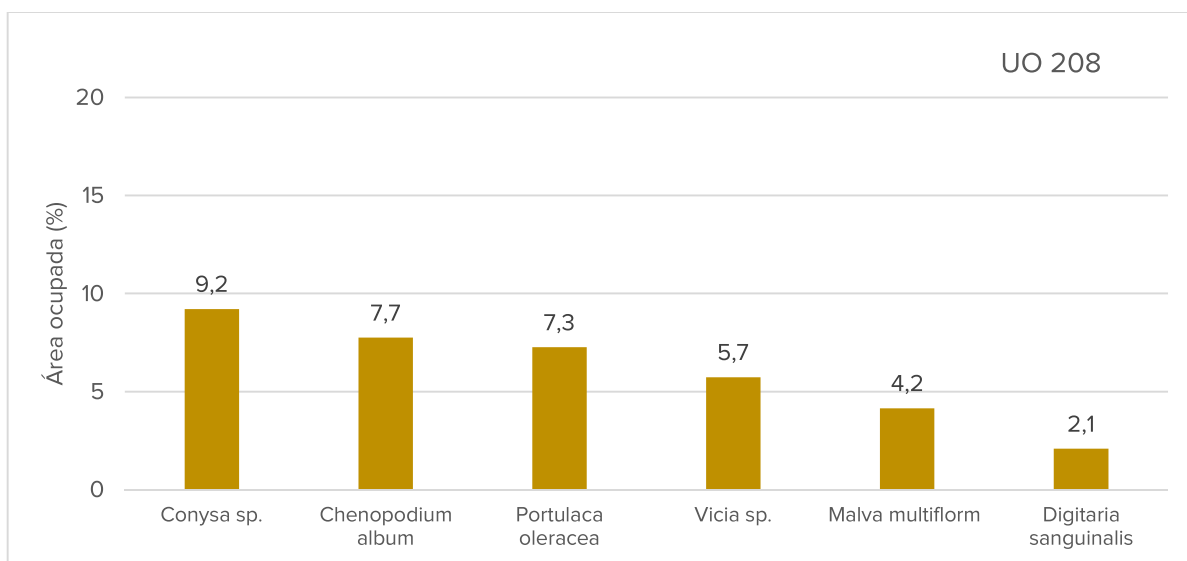


Figura 3.4.25 – Infestantes com maior expressão (% de área) na UO 208, para a modalidade testemunha, no ciclo 2016 (média de 6 observações ao longo do ciclo).

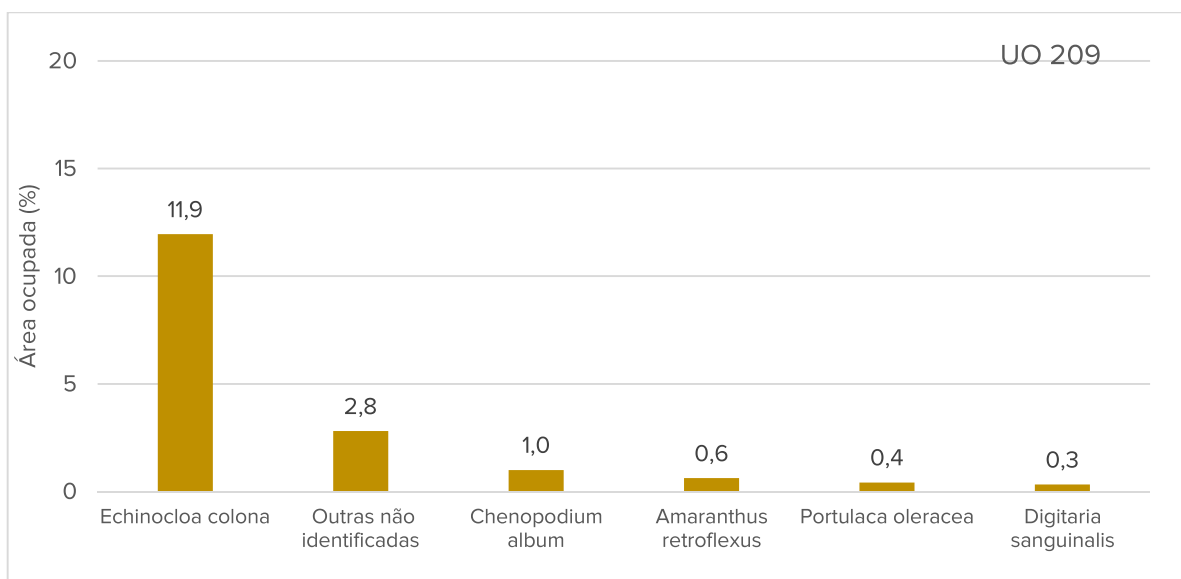


Figura 3.4.26 – Infestantes com maior expressão (% de área) na UO 209, para a modalidade testemunha, no ciclo 2016 (média de 6 observações ao longo do ciclo).

No ciclo 2016, na UO 206, as infestantes com maior expressão foram *Digitaria sanguinalis*, com 10,4%, o conjunto de plantas da família das Compostas, com 8,7% e *C. dactylon* com 4,6%. Comparativamente ao ciclo 2015, observou-se um aumento de expressão da grama, infestante difícil de controlar e que se vai assenhorando do terreno (Figura 3.4.23).

Na UO 207 observou-se um controlo das infestantes muito regular e eficaz, com uma área ocupada com infestantes muito diminuta, e uma grande redução da expressão de *E. colona* e *P. aviculare* que apresentaram apenas uma área de 0,4% (Figura 3.4.24).

Na UO 208, as infestantes com maior expressão foram as *Conyza* sp. (9,2%) e *C. album* (7,7%). Nesta UO as infestantes atingiram um porte muito elevado, como se pode observar na figura 3.4.15, exercendo uma competição pela luz, tendo conseguido completar o seu ciclo e



Figura 3.4.23 – Desenvolvimento de grama na linha das plantas.

produzir elevada quantidade de sementes (Figura 3.4.25). Na UO 209, as infestantes dominantes foram as milhãs, sendo *E. colona* a infestante com maior expressão, com 11,9% de área ocupada. Nesta UO, com solos com maior humidade e com declive praticamente nulo, observou-se uma elevada diversidade de espécies de infestantes que globalmente foram incluídas no grupo genérico – não identificadas. Nesta UO (209), em 2016, *C. dactylon* não se encontra no grupo das infestantes com maior expressão, indicando um controlo eficaz desta infestante, comparativamente ao registado no ciclo 2015 em que esta era a segunda com maior expressão (Figura 3.4.26).

## A RETER

*Polygonum aviculare*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa colona*, *Digitaria sanguinalis* e *Chenopodium album* foram as infestantes que apresentaram maior expressão nas UO acompanhadas.

### 3.4.4 Considerações finais

A manta Ecoblanket, utilizada como cobertura do solo em pomares de pessegueiro e colocada logo após a plantação, foi eficaz no controlo do desenvolvimento das infestantes durante os 1º e 2º ciclos vegetativos.

Contudo, a manta não é estanque e permite a emergência das infestantes que devem ser controladas, através do seu arranque ou aplicação localizada de herbicida, durante a fase inicial do seu desenvolvimento, onde apresentam um sistema radicular débil. Esta prática é fundamental para conseguir a máxima eficácia da utilização da manta, impedindo, dessa forma, o estabelecimento das infestantes que a atravessam deteriorando-a.

A falta de controlo na fase inicial do desenvolvimento das infestantes que crescem sobre a manta, ou das infestantes que se desenvolvem na bordadura da mesma, produzindo sementes que se depositam sobre esta, anula a capacidade da manta no controlo das infestantes, observando-se, no 2º ciclo, um desenvolvimento destas semelhante à modalidade testemunha, situação que caracterizou a UO 209.

Nos pomares com o terreno armado em camalhão, a manta revela-se mais eficaz na medida em que, não só não há acumulação de terra sobre a manta, como as sementes que eventualmente caem sobre ela são arrastadas para fora sempre que ocorre precipitação. Pelo contrário, terrenos planos ou a linha das plantas em depressão induz à acumulação de diversos materiais sobre a manta, como terra e folhas, que constituem condições propícias à germinação de sementes e consequente desenvolvimento das infestantes.

Embora as espécies de infestantes difiram entre os pomares, as mais comuns em pomares de pessegueiro na região da Beira Interior foram *Polygonum aviculare*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa colona*, *Digitaria sanguinalis* e *Chenopodium album*.

## Referências bibliográficas

- Goh, K.M., Pearson, D.R. e Daly, M.J. (2001). Effects of apple orchard production systems on some important soil physical, chemical and biological quality parameters. *Biol. Agric. Hortic.* 18: 269-292.
- Marques, A.S. (2011). Avaliação do efeito da manta de protecção do solo na produção de alface. Escola Superior Agrária de Castelo Branco.
- Merwin, I.A. e Stiles, W. (1994). Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Vol. 119 (2): 209-215
- Oliveira, A.E. (2012). Avaliação do efeito da cobertura do solo Ecoblanket na temperatura do solo e na produção de alface na época de Outono – Inverno. Escola Superior Agrária de Castelo Branco.
- Simões, M.P. (2016). Manutenção do Solo. *In* Simões, M.P. (coord). +pêssego – Guia prático da produção. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional, 214 pp.
- Soares, S.S. (2015). Técnicas de manutenção do solo na cultura do dióspiro. Escola Superior Agrária de Castelo Branco.
- Thakur, A., Singh, H., Jawandha, S.K. e Kaur, T. (2012). Mulching and herbicides in peach: weed biomass, fruit yield, size, and quality. *Biological Agriculture & Horticulture*, 28 (4): 280-290.
- Twoorkoski, T.J. e Glenn, D.M. (2008). Orchard Floor Management Systems. *In* Layne, D. e Bassi, D. The peach, botany, production and uses. Cab International, Cambridge, MA-USA.
- Veiga, C., Lourenço, C. e Vieira, F. (2014). Avaliação da eficácia dos meios de controlo das infestantes do olival e seus efeitos sobre os artrópodes do solo.
- Velarde, F. Gil-Albert (2003). Tratado de arboricultura frutal, Vol IV –Técnicas de mantenimiento del suelo en plantaciones frutales Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 106 pp.





## 3.5.

### Efeito da manta Ecoblanket na atividade microbológica ao nível do solo

**Abel Veloso<sup>(1)</sup>, Dora Ferreira<sup>(1)</sup>, Maria Paula Simões<sup>(1)</sup>, Anabela Barateiro<sup>(2)</sup>, Preciosa Fragoso<sup>(2)</sup>, Paulo Silvino<sup>(3)</sup>, Isabel Castanheira<sup>(1)</sup> e Amarilis de Varennes<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

<sup>(2)</sup> Associação de Proteção Integrada e Agricultura Sustentável do Zêzere

<sup>(3)</sup> Associação de Agricultores para Produção Integrada de Frutos de Montanha

<sup>(4)</sup> Universidade de Lisboa | Instituto Superior de Agronomia

#### 3.5.1 Introdução

Os microrganismos do solo concentram-se maioritariamente na camada mais superficial, até cerca de 30 cm, diminuindo o seu número com a profundidade (Das e Varma, 2011). Apresentam diversos papéis na atividade biológica do solo, realçando-se a sua intervenção na decomposição da matéria orgânica, nos ciclos dos nutrientes e no estabelecimento de relações simbióticas com algumas plantas. Através da sua atividade são responsáveis pela libertação de elementos minerais essenciais às plantas como o azoto, o fósforo ou o enxofre, sendo essa atividade geralmente mediada por enzimas. Paralelamente melhoram a estrutura do solo através da libertação de polissacáridos e de outros constituintes celulares, potenciando a absorção de água e nutrientes (García-Gil *et al.*, 2000; Das e Varma, 2011; Costa *et al.*, 2013). No conjunto dos microrganismos do solo destacam-se os fungos micorrízicos e as bactérias fixadoras de azoto, por apresentarem uma relação simbiótica com as plantas (Bezemer *et al.*, 2006).

Os microrganismos do solo, que são maioritariamente fungos e bactérias, são indicadores do impacto de diversas atividades antropogénicas, tais como fertilizações e técnicas de mobilização, uma vez que essa população tem, em geral, uma resposta rápida a eventuais alterações das técnicas de manutenção do solo e das condições ambientais (Deng e Tabatabai, 1996; Das e Varma, 2011; Boeddinghaus *et al.*, 2015).

Fungos e bactérias têm diferentes papéis na degradação da matéria orgânica não só porque ocupam diferentes habitats no solo, como também têm preferências específicas no tipo de matéria orgânica (Abbot, s/data).

A parede celular das células fúngicas é composta maioritariamente por quitina e melanina, compostos com uma elevada percentagem de carbono, e a membrana celular das bactérias contém essencialmente fosfolípidos, menos ricos em carbono (Abbot, s/data). Assim, os fungos tendem a acumular uma maior percentagem de carbono na sua constituição do que as bactérias.

A organização dos fungos e das bactérias é distinta. Enquanto as bactérias estão presentes no solo maioritariamente como células isoladas, os fungos apresentam uma organização multicelular em hifas, o que lhes permite deslocar nutrientes de zonas onde se encontram em excesso para outras onde existe um défice desses nutrientes (Strickland e Rousk, 2010; Malik *et al.*, 2016). Essas hifas contribuem para a agregação do solo com vantagens não só associadas a uma melhoria das condições de drenagem e de arejamento, mas também a uma maior estabilidade da matéria orgânica. Fatores que conduzam a uma redução da população fúngica estão relacionados com uma menor capacidade de sequestro de carbono pelos solos, dada a influência dos fungos na estabilidade da matéria orgânica (Strickland e Rousk, 2010; Malik *et al.*, 2016).

Os fungos são capazes de degradar a lenhina e são os principais decompositores da celulose e da hemicelulose, ao contrário da generalidade das bactérias. A presença de resíduos vegetais ricos em celulose (materiais mais lenhosos) favorece a população fúngica, ao contrário de fertilizações azotadas que beneficiam as bactérias, uma vez que o azoto entra em maior proporção na sua constituição (De Vries *et al.*, 2006; Strickland e Rousk, 2010; Abbot, s/data).

Embora uma predominância de fungos no solo esteja associada a menores taxas de mineralização do azoto, isso não resulta necessariamente em menores produtividades, devido ao papel dos fungos na assimilação de nutrientes pelas raízes. As micorrizas são disso um bom exemplo (De Vries *et al.*, 2006).

A organização filamentar dos fungos torna-os mais vulneráveis a práticas de mobilização do solo, uma vez que provocam a sua fragmentação, podendo levar à diminuição da sua população. Contudo, a mobilização do solo pode favorecer o crescimento das bactérias através da fragmentação dos resíduos vegetais e do conseqüente aumento da área de contacto da matéria orgânica com a população bacteriana (De Vries *et al.*, 2006; Strickland e Rousk, 2010).

A população microbiana é ainda influenciada pela temperatura e disponibilidade de água do solo (Yuste *et al.*, 2007). Em solos com baixo teor de água o crescimento dos microrganismos é fortemente restringido, o que também acontecerá se esse teor for suficientemente elevado a ponto de criar condições de anaerobiose. A temperatura pode ter um efeito contraditório, de acordo com o intervalo preferido por diferentes

microrganismos. Sem a presença de outros fatores condicionantes, a temperatura ótima para o crescimento microbiano situa-se entre 25°C e 30°C (Pietikäinen *et al.*, 2005).

Em geral, os fungos tendem a ser mais resistentes a alterações de temperatura e humidade do solo do que as bactérias, devido à proteção conferida pela sua parede celular de quitina. No entanto, essa resistência depende também de fatores, como a disponibilidade de nutrientes (Strickland e Rousk, 2010).

Quanto ao pH, verifica-se que os fungos toleram melhor a acidez do solo do que as bactérias que preferem solos neutros ou alcalinos (Strickland e Rousk, 2010).

Considerando que a população microbiana é condicionada por parâmetros físicos como a temperatura e humidade, por parâmetros químicos como a fertilidade do solo e disponibilidade de nutrientes, e considerando ainda que a técnica de manutenção do solo interfere com esses parâmetros (Merwin e Stiles, 1994), foi objetivo do projeto +pêssego, na ação Manutenção do Solo, avaliar o efeito da utilização da manta de cobertura do solo Ecoblanket na população microbiana do solo.

### 3.5.2 Material e métodos

Para avaliação da atividade microbológica do solo foi realizada a colheita de amostras de terra em cada Unidade de Observação (UO), não só na data da instalação, como ao longo do ciclo 2015 e ciclo 2016, de acordo com o Quadro 3.5.1. Para cada data e UO, foram recolhidas 8 amostras para determinação da população microbiana e atividade enzimática, correspondente a cada modalidade e repetição (2 modalidades x 4 repetições (blocos)). Cada amostra resultou da mistura de 4 subamostras retiradas junto às quatro plantas úteis numa profundidade 0-20 cm. As datas das colheitas de amostras não são semelhantes para todas as UOs uma vez que, em termos logísticos de capacidade de análise laboratorial, só seria possível processar as amostras referentes a uma UO por semana. Para análise de resultados, as datas de colheita foram agrupadas em épocas, utilizando a designação 2015.0 para a instalação, 2015.1 e 2016.1 para o período de primavera, 2015.2 e 2016.2 para o período de verão e 2015.3 e 2016.3 para o período de outono, respetivamente para 2015 e 2016, ajustando assim as datas ao ciclo da cultura e condições ambientais. De notar que, para as UO 208 e UO 209, não há resultados correspondentes ao período de primavera de 2015, ou seja 2015.1, pois a plantação destes pomares foi realizada em março, nomeadamente 9 de março para a UO 208 e 17 de março para a UO 209. Contudo, a diferença temporal entre a plantação e a amostragem seguinte é de aproximadamente três meses, à semelhança do que se verifica para a UO 206 e UO 207.

**Quadro 3.5.1** – Datas de colheita de amostras de terra para quantificação da população microbiana do solo.

UO	2015				2016		
	2015.0	2015.1	2015.2	2015.3	2016.1	2016.2	2016.3
	1 <sup>a</sup> Colheita	2 <sup>a</sup> Colheita	3 <sup>a</sup> Colheita	4 <sup>a</sup> Colheita	5 <sup>a</sup> Colheita	6 <sup>a</sup> Colheita	7 <sup>a</sup> Colheita
206	19-jan	9-mar	13-jul	28-set	11-abr	27-jun	5-set
207	9-fev	18-mai	20-jul	21-set	18-abr	4-jul	12-set
208	9-mar		29-jun	14-set	25-abr	11-jul	19-set
209	17-mar		6-jul	7-set	2-mai	18-jul	26-set

As amostras foram recolhidas por técnicos da APPIZÊZERE no caso das UO 206 e UO 207 e por técnicos da AAPIM na UO 208 e UO 209, e, logo de seguida acondicionadas em malas térmicas e enviadas para o Laboratório de Química Agrícola do Instituto Superior de Agronomia, onde foi realizada a quantificação da população microbiana distinguindo população de bactérias e de fungos. O procedimento laboratorial foi o seguinte:

- Pesou-se 2,5 g de solo fresco (em duplicado) e realizou-se uma suspensão em 25 ml de solução aquosa de cloreto de sódio de concentração 8,5 g/L;
- A mistura foi agitada durante 60 minutos e centrifugada durante 10 minutos;
- Pipetou-se 1 ml do sobrenadante para um tubo de ensaio com 9 ml de água desionizada;
- Realizaram-se diluições consecutivas de  $10^{-1}$  a  $10^{-10}$ ;
- Retiraram-se 200  $\mu$ l de cada diluição para placas de Petri (em triplicado) com meio rico (LB ou PDA), que foram incubadas a 30°C;
- Procedeu-se à contagem do número de colónias ao fim de 4 e de 10 dias.

Os resultados foram posteriormente sistematizados e, para avaliar as diferenças entre as modalidades, Unidades de Observação e épocas do ciclo, relativamente à população bacteriana e fúngica recorreu-se à ANOVA unifactorial seguida do teste de comparações múltiplas de *Scheffé*. As análises estatísticas foram executadas com o *software SPSS Statistics* (v.21, IBM SPSS, Chicago, IL) tendo sido considerado um nível de significância igual a 0,05.

## 3.5.3 Resultados

### 3.5.3.1 População de bactérias

A avaliação da população microbiana do solo no âmbito da ação Manutenção do Solo permitiu, numa primeira análise, verificar que a população de bactérias apresentou um intervalo de variação muito grande entre as Unidades de Observação acompanhadas.

O valor mais elevado foi  $15,41 \times 10^6$  UFC/g de solo, e o valor mais baixo foi 157 UFC/g de solo, o que indica condições muito distintas entre as diferentes Unidades de Observação, e grande variabilidade deste parâmetro de caracterização do solo.

Considerando os resultados obtidos, não se observaram diferenças significativas na população bacteriana do solo entre modalidades, quer considerando o valor médio de todas as Unidades de Observação e todas as datas, quer considerando cada Unidade de Observação isoladamente (Quadro 3.5.2). Este resultado indica que a manta Ecoblanket não teve efeitos significativos na população microbiana do solo.

Quadro 3.5.2 – População de bactérias do solo (UFC/g de solo) por modalidade relativamente a cada UO.

UO	206	207	208	209
Modalidade 0	$12,90 \times 10^6$	4269	4644	3200
Modalidade 1	$12,40 \times 10^6$	4063	3968	3227
Sig.	0,933	0,825	0,313	0,973

## A RETER

A manta Ecoblanket não influenciou significativamente a população bacteriana do solo.

Retirando o fator modalidade e comparando a população bacteriana entre Unidades de Observação (Quadro 3.5.3), verifica-se que a UO 206 apresenta uma população muito superior ( $12,65 \times 10^6$  UFC/g de solo), sendo diferente das restantes UO que, no conjunto, não diferem entre si. Retirando a UO 206 da análise estatística continua a não se observar diferenças significativas entre as restantes UO, que têm uma população bacteriana do solo entre, aproximadamente, 3200 e 4300 UFC/g de solo.

Quadro 3.5.3 – População de bactérias do solo (UFC/g de solo) relativamente a cada UO.

UO	População de bactérias do solo (UFC/g de solo)	
	(considerando todas as datas)	(excluindo a UO 206)
206	$12,65 \times 10^6$ a	-
207	4166 b	4166
208	4306 b	4306
209	3214 b	3214
Sig.	0,000	0,133

Nota: letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

A elevada população bacteriana da UO 206 não está associada a teores elevados de matéria orgânica do solo, uma vez que os valores obtidos no âmbito da análise de terra

realizada logo após a instalação do pomar foram de 0,9% para a camada de 0-20 cm e de 0,5% para a camada de 20-50 cm. O valor elevado da população bacteriana do solo está relacionada com a aplicação de composto orgânico (obtido de lamas de depuração de ETAR, casca de pinheiro e cinza) à plantação (figura 3.3.1) que, apesar de compostadas,

representam uma fonte externa de bactérias.

Considerando o conjunto das UO 207, 208 e 209 e todas as datas de amostragem, verificou-se que foi na UO 209 que se observou a população bacteriana mais baixa, com 3214 UFC/g de solo. Este resultado pode estar relacionado com um teor de matéria orgânica mais elevado, respetivamente 2,9% e 2,7% nas camadas de 0-20 cm e 20-50 cm,



**Figura 3.5.1** – Abundância de composto orgânico, que inclui lamas de depuração de ETAR, incorporado na plantação (UO 206).

que poderá favorecer a população fúngica em detrimento da bacteriana. Por outro lado, poderá também estar relacionada com a textura fina do solo que, conjugada com a sua localização nas margens do rio Zêzere (Figura 3.1.1) e um declive praticamente inexistente, proporciona condições de menor arejamento e temperatura do solo. Apesar destas circunstâncias será importante referir que não se observaram condições de encharcamento no pomar.

## A RETER

À instalação, a UO 206 apresenta uma população bacteriana aproximadamente 10 000 vezes superior às restantes UO devido, provavelmente, à aplicação de composto orgânico obtido com lamas de depuração de ETAR.

No Quadro 3.5.4 apresenta-se a variação da população bacteriana ao longo do tempo.

**Quadro 3.5.4 – Variação da população de bactérias do solo (UFC/g de solo) ao longo do ciclo 2015 e 2016.**

	2015.0	2015.1	2015.2	2015.3	2016.1	2016.2	2016.3	Sig.
Todas as UO	9,79x 10 <sup>6</sup> b	23,37x 10 <sup>6</sup> a	0,26x10 <sup>6</sup> b	4197 b	5050 b	4841 b	7246 b	0,000
Sem a UO 206	4839 ab	2242 b	3794 ab	2176 b	3735 ab	3399 ab	6068 a	0,000

Nota: letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas para p≤0,05.

Analisando a evolução da população bacteriana e considerando globalmente todas as UO (1ª linha do Quadro 3.5.4), verifica-se que, após a plantação (2015.0), há um aumento da população bacteriana atingindo o valor máximo (23,37 x 10<sup>6</sup> UFC/g de solo) na primavera seguinte (2015.1). No período 2015.3 até 2016.3, a população decresce para valores na ordem de 4000 a 7300 UFC/g de solo, sem que se verifiquem diferenças significativas entre os valores referentes a esse período de 2015.2 a 2016.3.

Tendo em consideração que a população bacteriana da UO 206 é de uma dimensão muito superior à das restantes UO, aproximadamente 10 000 vezes superior, foi realizada separadamente a análise para o conjunto das UO 207, 208 e 209 (2ª linha Quadro 3.5.4). Os resultados obtidos mostram que a população bacteriana se mantém estável durante todo o período da plantação até ao verão de 2016 (2016.2), com exceção da última avaliação (outono de 2016), em que se verificou um aumento significativo da população bacteriana.

Quando consideramos a evolução da população bacteriana do solo por UO (Quadro 3.5.5), verifica-se que na UO 206 se contabilizaram 39,16 x 10<sup>6</sup> UFC/g de solo à plantação (2015.0), aumentando ligeiramente em 2015.1 mas sem diferenças significativas para a plantação e decrescendo aproximadamente 1000 vezes até uma população de 9000 a 10 000 UFC/g de solo no final do ciclo 2016, valor que se aproxima da ordem de grandeza das restantes UO. Este resultado, correspondente a uma população bacteriana inicialmente muito elevada, seguido da sua forte diminuição, pode estar relacionado com o facto de as bactérias introduzidas através do composto orgânico que inclui lamas de depuração de ETAR serem exógenas e não se terem adaptado às condições do pomar, acrescido do facto de esta matéria orgânica ser de fácil decomposição.

**Quadro 3.5.5** – Variação da população de bactérias do solo (UFC/g de solo) por UO ao longo do ciclo 2015 e 2016.

	2015.0	2015.1	2015.2	2015.3	2016.1	2016.2	2016.3	Sig.
206	39,2x10 <sup>6</sup> a	46,7x10 <sup>6</sup> a	1,2x10 <sup>6</sup> b	10258 b	8992 b	9164 b	10781 b	0,000
207	1310 c	2242 bc	3841 bc	2231 bc	4972 b	3783 bc	10780 a	0,000
208	5803	---	3832	2443	4663	4383	4711	0,082
209	7404 a	---	3707 b	1854 b	1571 b	2031 b	2711 b	0,000

Nota: letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas para  $\alpha \leq 0,05$ .

A população bacteriana do solo na UO 207 tem um valor inicial de 1310 UFC/g de solo (Quadro 3.5.5), aumentando para 3841 UFC/g de solo em 2015.2, e apresentando alguma oscilação ao longo do ciclo 2016. Globalmente há um incremento da população bacteriana relativamente à plantação, o que poderá estar associado a uma boa gestão ao nível da manutenção do solo. Com efeito, neste pomar observou-se uma cobertura vegetal do solo desde o início do pomar com forte deposição de resíduos vegetais resultantes de técnicas de corte de vegetação, fatores que poderão conduzir ao aumento da população bacteriana.

A UO 208 apresentou o valor mais elevado à plantação, 5803 UFC/g de solo, não apresentando variações significativas ao longo do ciclo 2015 e 2016.

Na UO 209, o valor mais elevado da população bacteriana ocorreu à plantação, com 7404 UFC/g de solo, diferindo significativamente dos valores observados em 2015 e ao longo de 2016, que se situam aproximadamente entre 1500 e 3700 UFC/g de solo, ou seja, os valores mais baixos de todas as Unidades de Observação. O valor elevado à plantação poderá advir da incorporação de matéria orgânica pouco maturada que resultou num aumento pouco duradouro da população bacteriana.

A variação da população bacteriana do solo parece estar mais relacionada com a matéria orgânica incorporada à instalação do pomar do que com o teor de matéria orgânica do solo. O decréscimo da população bacteriana estará associado à mineralização da matéria orgânica adicionada e não ao teor de matéria orgânica indicado na análise de terra que é considerado mais estável.

## A RETER

A variação da população bacteriana do solo durante os dois primeiros ciclos vegetativos diferiu muito entre as Unidades de Observação. Observou-se uma diminuição significativa dessa população nas UO 206 e UO 209, um aumento da população, na UO 207, e ainda uma manutenção da população bacteriana na UO 208.

### 3.5.3.2 População de fungos

Através da metodologia laboratorial foi possível distinguir fungos e bactérias. Os resultados obtidos na avaliação da população microbiana constituída por fungos indicam que a população de fungos é muito inferior à população bacteriana, estando compreendida entre 1,0 e 5,2 UFC/g de solo (Quadro 3.5.6).

Quadro 3.5.6 – População de fungos do solo (UFC/g de solo) por modalidade.

UO	Todas as UOs	206	207	208	209
Modalidade 0	2,88	1,06	5,13	2,35	2,91
Modalidade 1	2,82	1,48	4,42	2,25	3,13
Sig.	0,859	0,268	0,236	0,824	0,703

À semelhança do que ocorreu na população bacteriana não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre modalidades, para qualquer das UO, indicando que a manta Ecoblanket não influenciou a população fúngica do solo.

## A RETER

A manta Ecoblanket não influenciou a população de fungos do solo.

Considerando os resultados obtidos da plantação até setembro de 2016, verificou-se a existência de diferenças significativas entre a população de fungos das diferentes UO (Quadro 3.5.7).

A UO 207 é a que apresenta uma população de fungos mais elevada, com 4,78 UFC/g de solo, seguindo-se as UO 208 e 209 com 2,30 e 3,02 UFC/g de solo (respetivamente) e, por último, a UO 206 que apresenta a população de fungos mais baixa com 1,27 UFC/g de solo.

**Quadro 3.5.7 – População de fungos do solo (UFC/g de solo) relativamente a cada Unidades de Observação.**

UO	População de fungos do solo (UFC/g de solo)
206	1,27 c
207	4,78 a
208	2,30 b
209	3,02 b
Sig.	0,000

Nota: letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

A população de fungos mais baixa na UO 206 pode estar associada à elevada população bacteriana presente nesta UO. Este resultado está de acordo com o referido por De Vries *et al.* (2006) que mencionam que a incorporação de materiais ricos em azoto provoca a diminuição da população de fungos.

O valor mais elevado de fungos apresentado pela UO 207 poder-se-á relacionar com o facto de se tratar de uma replantação de pomar, podendo a população fúngica ter sido beneficiada pela existência de resíduos lenhosos que ficam após o arranque de um pomar e que apresentam uma degradação mais lenta comparativamente a dos estrumes provenientes de explorações pecuárias.

#### A RETER

Na UO 206 observou-se a população de fungos mais baixa, 1,27 UFC/g de solo, que poderá estar relacionada com a introdução de materiais ricos em azoto (composto orgânico que inclui lamas de depuração de ETAR) que favorecem a população bacteriana em detrimento da população fúngica.

Na UO 207 observou-se a população de fungos mais elevada, 4,78 UFC/g de solo) que poderá estar associada à existência de resíduos lenhosos deixados pela cultura anterior.

Analisando a evolução da população fúngica ao longo do tempo (Quadro 3.5.8), observa-se um aumento da população até 2015.2 (verão de 2015) onde atinge o valor máximo de 3,81 UFC/g de solo, seguida por uma diminuição no final do ciclo de 2015 onde se verifica o valor mais baixo, 1,65 UFC/g de solo.

Em 2016, os valores oscilam entre 2,80 e 3,21 UFC/g de solo, sendo da mesma ordem de grandeza dos observados em 2015.1. Globalmente pode referir-se que a população de fungos é mais estável que a população de bactérias.

**Quadro 3.5.8** – Variação da população de fungos do solo (UFC/g de solo) ao longo do ciclo 2015 e 2016.

	2015.0	2015.1	2015.2	2015.3	2016.1	2016.2	2016.3	Sig.
Todas as UOs	2,33 ab	3,40 ab	3,81 a	1,65 b	3,01 ab	3,21 ab	2,80 ab	0,004

Nota: letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

O Quadro 3.5.9 apresenta a variação da população de fungos ao longo dos dois primeiros ciclos vegetativos do pomar, para cada UO.

**Quadro 3.5.9** – Variação da população de fungos do solo (UFC/g de solo) por UO ao longo dos ciclos 2015 e 2016.

UO	2015.0	2015.1	2015.2	2015.3	2016.1	2016.2	2016.3	Sig.
206	0,50 b	0,83 b	1,18 b	0,68 b	1,38 b	0,52 b	3,80 a	0,000
207	3,80 b	5,97 ab	7,24 a	3,33 b	5,0 ab	4,94 ab	3,09 b	0,000
208	2,68 ab	---	3,05 ab	0,80 b	3,40 a	2,11 ab	1,75 ab	0,008
209	2,33 b	---	3,78 ab	1,79 b	2,10 b	5,28 a	2,55 ab	0,001

Nota: letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

A variação da população de fungos no período em estudo (Quadro 3.5.9) permite verificar que houve uma diminuição da população de fungos no outono de cada ciclo (2015.3 e 2016.3), sendo nesta época que se registaram os valores mais baixos. Uma exceção a este padrão é a UO 206 em 2016.3, mas que pode estar associado ao facto da colheita de terra ter sido realizada em 5 de setembro (Quadro 3.3.1), que se aproxima da época 2016.2. Durante o período de primavera e verão observaram-se os valores mais elevados, o que pode estar associado a temperatura e humidade elevadas frequentemente observados num pomar de pessegueiros que é abundantemente regado neste período de crescimento dos frutos.

A UO 206 é a que apresenta a população de fungos mais baixa, entre 0,5 e 1,4 UFC/g de solo, com exceção da última data de observação em que se observam 3,8 UFC/g de solo, significativamente mais elevada que o período anterior. A baixa população de fungos nesta UO pode estar associada à baixa relação carbono/azoto do composto orgânico (constituído por lamas de depuração de ETAR, casca de pinheiro e cinza) que não é favorável ao desenvolvimento dos fungos (De Vries *et al.*, 2006).

A UO 207 foi a que apresentou os valores mais elevados da população de fungos, com os valores mais altos na primavera- verão de 2015, 5,97 e 7,24 UFC/g de solo, e

primavera-verão de 2016, 5,00 e 4,94 UFC/g de solo, decrescendo significativamente a população no final dos ciclos (2015.3 e 2016.3) com a população de fungos a não diferir significativamente do valor observado à plantação, na ordem de 3 a 4 UFC/g de solo.

Na UO 208 a população de fungos do solo apresentou os valores mais baixos em setembro de 2015 e de 2016, respetivamente 0,80 e 1,75 UFC/g de solo, à semelhança do observado na UO 207 mas com uma amplitude de variação menor e, portanto, com diferenças significativas menos acentuadas.

Na UO 209 observaram-se os valores mais elevados no verão de 2015 (2015.2) e no verão de 2016 (2016.2), respetivamente, 3,78 e 5,28 UFC/g de solo. O valor mais baixo também ocorreu no final do ciclo (2015.3) com 1,79 UFC/g de solo, à semelhança das restantes UO, sendo idêntico ao observado à plantação e na primavera de 2016.

## A RETER

O padrão de variação da população de fungos do solo, para o conjunto das UO, sugere que as condições de humidade e temperatura são determinantes na dimensão da população. No período de primavera-verão observam-se populações de fungos mais elevadas e no final do ciclo, onde a temperatura ainda é elevada mas a humidade é baixa devido a uma redução da rega, observam-se os valores mais baixos.

### 3.3.4 Conclusões

A manta Ecoblanket não influenciou a população de bactérias nem a população de fungos do solo.

À plantação, a UO 206 é a que apresenta uma população bacteriana mais elevada, numa ordem de grandeza 10 000 vezes superior quando comparada com as restantes UO, o que está associado à incorporação de composto orgânico obtido com lamas de depuração de ETAR, na instalação do pomar. Por outro lado, a UO 209 foi a que apresentou a população bacteriana mais baixa.

A variação da população bacteriana do solo durante os dois primeiros ciclos vegetativos diferiu muito entre as Unidades de Observação, tendo-se observado situações de decréscimo (UO 206 e UO 209), acréscimo (UO 207), ou manutenção da população

bacteriana (UO 208), o que sugere que as condições edáficas e de manutenção de solo sejam os fatores determinantes.

A UO 207 foi a que apresentou a população de fungos mais elevada devido, provavelmente, à presença de resíduos lenhosos da cultura anterior.

O padrão de variação da população de fungos do solo para o conjunto das UO sugere que as condições de humidade e temperatura sejam determinantes na dimensão da população. No período de primavera-verão observaram-se as populações de fungos mais elevadas e no final do ciclo, onde a temperatura ainda é elevada mas a humidade pode ser baixa devido a uma redução da rega, observaram-se os valores mais baixos da população fúngica.

## Referências bibliográficas

- Abbot, L. (s/data). Soils are alive. Acedido a 2016-11-22 em <http://www.soilhealth.com/soils-are-alive/>
- Bezemer, T.M., Lawson, C.S., Hedlund, K., Edwards, A.R., Brook, J.M., Igual, J.M., Mortimer, S.R. e Putten, W.H. (2006). Plant species and functional group effects on abiotic and microbial soil properties and plant-soil feedback responses in two grasslands. *Journal of Ecology*, Vol. 94: 893-904.
- Boeddinghaus, R.S., Nunan, N., Berner, D., Marhan, S. e Kandeler, E. (2015). Do general spatial relationships for microbial biomass and soil enzyme activities exist in temperate grassland soils? *Soil Biology & Biochemistry*, Vol. 88: 430-440.
- Costa, D., Freitas, H. e Sousa, J.P. (2013). Influence of seasons and land-use practices on soil microbial activity and metabolic diversity in the “Montado ecosystem”. *European Journal of Soil Biology*, Vol. 59: 22-30.
- Das, S.K. e Varma, A. (2011). Role of enzymes in maintaining soil health. *In* Shukla, G. e Varma, A. (ed.). *Soil enzymology*. Springer.
- Deng, S.P. e Tabatabai, M.A. (1996). Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils. *Biol. Fertil. Soils*, Vol. 22: 202-207.
- De Vries, F.T., Hoffland, E., van Eekeren, N., Brussard, L. e Bloem, J. (2006). Fungal/bacterial ratios in grasslands with contrasting nitrogen management. *Soil Biology & Biochemistry*, Vol. 38: 2092-2103.
- García-Gil, J.C., Plaza, C., Soler-Rovira, P. e Polo, A. (2000). Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. *Soil Biology & Biochemistry*, Vol. 32: 1907-1913.
- Malik, A.A., Chowdhury, S., Schlager, V., Oliver, A., Puissant, J., Vazquez, P.G.M., Jehmlich, N., von Bergen, M., Griffiths, R.I. e Gleixner, G. (2016). Soil fungal: bacterial ratios are linked to altered carbon cycling. *Front. Microbiol.* Vol. 7: 1247.
- Merwin, I.A. e Stiles, W. (1994). Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Vol. 119 (2): 209-215.
- Pietikäinen, J., Pettersson, M. e Bååth, E. (2005). Comparison of temperature effects on soil respiration and bacterial and fungal growth rates. *FEMS Microbiol. Ecol.*, Vol. 52 (1): 49-58.

Strickland, M.S. e Rousk, J. (2010). Considering fungal:bacterial dominance in soils – methods, controls and ecosystem implications. *Soil Biology & Biochemistry*, Vol. 42, 1385-1395.

Yuste, J.C., Baldocchi, D.D., Gershenson, A., Goldstein, A., Misson, L. e Wong, S. (2007). Microbial soil respiration and its dependency on carbon inputs, soil temperature and moisture. *Global Change Biology*, Vol. 13: 2018-2035.







## 3.6.

### Efeito da manta Ecoblanket na atividade enzimática ao nível do solo

**Abel Veloso<sup>(1)</sup>, Dora Ferreira<sup>(1)</sup>, Maria Paula Simões<sup>(1)</sup>, Cristina Ramos<sup>(2)</sup>, Sandra Lopes<sup>(2)</sup>, Francisco Vieira<sup>(3)</sup>, Isabel Castanheira<sup>(1)</sup> e Amarilis de Varennes<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

<sup>(2)</sup> Associação de Proteção Integrada e Agricultura Sustentável do Zêzere

<sup>(3)</sup> Associação de Agricultores para Produção Integrada de Frutos de Montanha

<sup>(4)</sup> Universidade de Lisboa | Instituto Superior de Agronomia

#### 3.6.1 Introdução

As enzimas presentes no solo são responsáveis pela catálise de inúmeras reações químicas estando relacionadas com a decomposição da matéria orgânica, os ciclos de nutrientes e a disponibilidade de elementos minerais para absorção pelas raízes. Estas enzimas, produzidas por plantas e animais, mas sobretudo pelos microrganismos, estão constantemente a ser sintetizadas e degradadas, sendo a sua atividade no solo muito variável e influenciada por fatores não só biológicos mas também climáticos (Hai-Ming *et al.*, 2014). Em geral são tidas como bons indicadores da qualidade de um solo, não só devido à sua relação com diversos processos biológicos, como também pela facilidade de medição e resposta rápida a alterações das técnicas de manutenção do solo. Assim, a avaliação da atividade enzimática é frequentemente utilizada como indicador da atividade microbiológica e do resultado de práticas de manutenção do solo como sejam mobilizações, aplicação de pesticidas e fertilizações (Deng e Tabatabai, 1996; Bandick e Dick, 1999; Balota *et al.*, 2004; Herencia, 2015).

A atividade enzimática está intimamente relacionada com a dinâmica das populações microbianas do solo, uma vez que os microrganismos são uma das principais origens

destas enzimas, que podem ser excretadas ativamente por células vivas ou libertadas quando as células se desintegram. Muitas enzimas continuam ativas na matriz do solo de uma forma independente para além do tempo de vida dos microrganismos, ficando frequentemente adsorvidas à superfície de compostos orgânicos ou inorgânicos do solo formando, por exemplo, complexos com colóides húmicos. Dessa forma, embora alterações na população microbiana do solo influenciem a respetiva atividade enzimática, esta é considerada por diversos autores como um melhor indicador de alterações de longo prazo (Bandick e Dick, 1999; Stott *et al.*, 2010).

## A RETER

A atividade das enzimas do solo pode ser usada para avaliar o efeito de alterações na manutenção do solo.

A presença de resíduos vegetais também influencia a atividade de diversas enzimas que, em geral, aumenta com a prática de *mulching* e com a ausência de mobilizações do solo. Compreensivelmente, a atividade enzimática diminui com a profundidade, devido à menor atividade biológica (Herencia, 2015).

As principais enzimas utilizadas na caracterização da atividade biológica do solo são a desidrogenase, associada à atividade da população microbiana, a  $\beta$ -glucosidase, associada ao ciclo do carbono, a fosfatase, associada ao ciclo do fósforo e a urease, associada ao ciclo do azoto.

A incorporação de matéria orgânica no solo não tem necessariamente o mesmo efeito em todas as enzimas. De acordo com um estudo efetuado por García-Gil *et al.* (2000), a incorporação de lamas de ETAR e de estrume estimulou a atividade da desidrogenase e da  $\beta$ -glucosidase e inibiu a atividade da fosfatase e da urease.

### 3.6.1.1 Desidrogenase

A desidrogenase é uma enzima que pertence à classe das oxidorreduções e está relacionada com a oxidação da matéria orgânica. Tem origem microbiana, sendo essencial em processos metabólicos como a respiração, o ciclo do citrato e o metabolismo do azoto (Kumar *et al.*, 2013). Como existe apenas associada a células vivas (Kumar *et al.*, 2013), não se acumula no meio extracelular, pelo que a sua quantificação é utilizada como indicador da atividade metabólica microbiana no momento do teste (Buzinaro *et al.*, 2009; Kumar *et al.*, 2013).

A atividade da desidrogenase pode ser avaliada através da incubação do solo com uma solução de cloreto de trifeniltetrazólio e posterior quantificação espectral da trifenilformazana (TPF) formada (Kumar *et al.*, 2013).

Em virtude da sua origem e localização microbiana, a atividade desta enzima depende dos mesmos fatores que influenciam o crescimento dos microrganismos, como a temperatura, a humidade, o grau de arejamento do solo, o seu pH e, por conseguinte, com a época do ano e o tipo de solo. É também sensível a quaisquer práticas agrícolas que influenciem o crescimento microbiano, como mobilizações, fertilizações, incorporação de matéria orgânica e aplicações de pesticidas (Kumar *et al.*, 2013).

O pH ótimo para a atividade da desidrogenase é entre 6,6 e 7,2. Ao longo do ciclo anual, a atividade da desidrogenase é menor durante o período de inverno e maior em épocas chuvosas, desde que se mantenham boas condições de arejamento (Das e Varma, 2011; Costa *et al.*, 2013; Kumar *et al.*, 2013).

Por estar intimamente relacionada com o crescimento microbiano, a desidrogenase pode ser usada como um indicador do impacto de diversas atividades antropogénicas no solo que influenciam as condições físicas e químicas (Das e Varma, 2011).

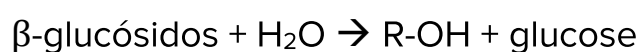
## A RETER

A desidrogenase é sintetizada por microrganismos e está relacionada com a oxidação da matéria orgânica e, como não existe fora do meio celular, é utilizada como indicador da atividade microbiana.

### 3.6.1.2 $\beta$ -Glucosidase

A  $\beta$ -glucosidase tem origem microbiana mas encontra-se com alguma frequência de forma independente na matriz do solo. De acordo com Bandick e Dick (1999), é frequentemente usada como indicador dos efeitos de diferentes técnicas de manutenção do solo, uma vez que alterações do meio através daquelas práticas afetam a atividade da  $\beta$ -glucosidase.

Tem um papel fundamental na decomposição de resíduos vegetais e na degradação e estabilização da matéria orgânica, uma vez que catalisa a hidrólise de  $\beta$ -D-glucósidos (resultantes da decomposição da celulose) em glucose.



A glucose constitui uma fonte de energia fundamental para os microrganismos e, por essa razão, a atividade da  $\beta$ -glucosidase está relacionada com a biomassa de microrganismos do solo, refletindo a capacidade para a decomposição de resíduos vegetais e, conseqüente, libertação de nutrientes para as culturas (Stott *et al.*, 2010).

A  $\beta$ -glucosidase está relacionada com a flora microbiana do solo. Por isso, depende de fatores edafoclimáticos, como a temperatura, a humidade e a textura do solo, que influenciam a população microbiana. Como está relacionada com a decomposição da celulose, a sua atividade depende também da presença de resíduos vegetais no solo (Balota *et al.*, 2004; Stott *et al.*, 2010; Herencia, 2015).

Segundo Stott *et al.* (2010), a  $\beta$ -glucosidase apresenta geralmente uma maior atividade em ecossistemas com pouca ou nenhuma intervenção humana. A mobilização (ou a ausência dela) é uma técnica com grande influência na atividade desta enzima. Os autores referem que sistemas agrícolas com reduzidas ou nenhuma mobilizações do solo apresentam atividades desta enzima 1,5 a 3 vezes superiores a sistemas mais convencionais onde existem mobilizações (Stott *et al.*, 2010). A presença de resíduos vegetais e a melhoria das condições de infiltração da água e de arejamento do solo resultam também num aumento da atividade da  $\beta$ -glucosidase (Balota *et al.*, 2004; Stott *et al.*, 2010; Herencia, 2015).

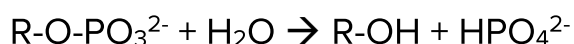
A atividade desta enzima pode ser medida através da quantificação espectrofotométrica do p-nitrofenol (PNP) formado após a incubação do solo com p-nitrofenil-D-glucósido (Stott *et al.*, 2010; Das e Varma, 2011; Fareleira, 2013; Herencia, 2015).

## A RETER

A  $\beta$ -glucosidase tem origem microbiana, pode existir na matriz do solo e está envolvida no processo de decomposição da celulose.

### 3.6.1.3 Fosfatase ácida

A fosfatase ácida está associada ao ciclo do fósforo e é responsável pela hidrólise de diversos compostos orgânicos fosfatados em compostos inorgânicos, compostos esses capazes de serem absorvidos pelas plantas (Fareleira, 2013; Herencia, 2015).



Esta enzima é sintetizada por microrganismos do solo e pelas plantas e está associada à absorção de fósforo pelas raízes. Dessa forma, a atividade da fosfatase ácida depende de fatores que influenciam a disponibilidade do fósforo no solo, como por exemplo o pH e eventuais fertilizações ricas em fósforo. A atividade da fosfatase tende a aumentar quando o teor de fósforo disponível é baixo (Bandick e Dick, 1999; Balota *et al.*; 2004; Das e Varma, 2011; Nannipieri *et al.*, 2011).

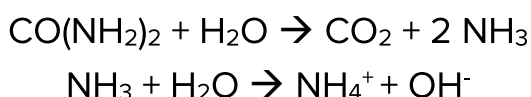
Como também é produzida por fungos e bactérias, a sua atividade depende dos fatores que influenciam esta população, quer sejam climáticos ou antropogénicos (Nannipieri *et al.*, 2011; Costa, *et al.*, 2013).

#### A RETER

A fosfatase ácida pode ter uma origem microbiana ou vegetal e está relacionada com a degradação de compostos orgânicos fosfatados em compostos de fósforo inorgânico que podem ser assimilados pelas raízes.

#### 3.6.1.4 Urease

A urease é uma enzima associada ao ciclo do azoto. O azoto é o macronutriente principal sendo altamente dinâmico na natureza. Este elemento apresenta perdas que podem ser bastante pronunciadas devido quer à elevada solubilidade da maioria dos seus compostos (e consequentes perdas por lixiviação), quer à sua volatilização sob a forma de amoníaco, com perdas para a atmosfera. A urease é uma enzima pertencente à classe das amido-hidrolases, que desempenha um papel muito importante no ciclo do azoto pois catalisa a hidrólise da ureia ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) em amoníaco, que por sua vez pode ser transformado posteriormente em ião amónio ( $\text{NH}_4^+$ ) ou perder-se por volatilização.



A urease pode ser produzida por bactérias e fungos do solo ou ser excretada pelas raízes. A urease é um indicador importante do potencial que um solo apresenta para a mineralização do azoto ou seja, para a conversão do azoto orgânico em azoto mineral, passível de ser absorvido pelas plantas. O amoníaco resultante da decomposição da ureia, para além da referida redução a ião amónio, pode ainda ser incorporado e imobilizado pelos microrganismos, diretamente absorvido pelas raízes das plantas,

oxidado a nitrato ou perder-se por volatilização para a atmosfera. A atividade desta enzima pode, por isso, estar relacionada com a atividade de microrganismos ureolíticos e indicar perdas de azoto por volatilização (Lanna *et al.*, 2010).

A atividade da urease diminui com a adição de azoto amoniacal e depende dos fatores que influenciam a população microbiana, como a temperatura, a humidade e as condições de arejamento do solo (Deng e Tabatabai, 1996; Bandick e Dick, 1999; Das e Varma, 2011).

No solo, a urease pode ser degradada por enzimas proteolíticas. A urease apresenta uma atividade máxima entre pH 8,5 e 9,0 e o  $K_m$  aparente para a ureia varia entre 1,1 e 3,4 mmol L<sup>-1</sup> (Lanna *et al.*, 2010).

A atividade da urease pode ser feita por determinação colorimétrica do ião amónio formado após incubação do solo com uma solução de ureia (Bandick e Dick, 1999; Lanna *et al.*, 2010; Das e Varma, 2011; Fareleira, 2013).

## A RETER

A urease pode ter uma origem microbiana ou vegetal existindo nos exsudados das raízes, sendo responsável pela transformação da ureia (composto orgânico) em amoníaco e, portanto, pela mineralização do azoto, que é posteriormente absorvido pelas plantas.

### 3.6.2 Material e métodos

A avaliação da atividade enzimática foi realizada com base em amostras de solo recolhidas em cada uma das Unidades de Observação caracterizadas em 3.2, com início à instalação do pomar e ao longo dos ciclos 2015 e 2016, de acordo com as datas indicadas no Quadro 3.6.1.

Quadro 3.6.1 – Datas de colheita das amostras de terra para quantificação da população microbiana do solo.

UO	2015				2016		
	2015.0	2015.1	2015.2	2015.3	2016.1	2016.2	2016.3
	1ª Colheita	2ª Colheita	3ª Colheita	4ª Colheita	5ª Colheita	6ª Colheita	7ª Colheita
206	19-jan	9-mar	13-jul	28-set	11-abr	27-jun	5-set
207	9-fev	18-mai	20-jul	21-set	18-abr	4-jul	12-set
208	9-mar		29-jun	14-set	25-abr	11-jul	19-set
209	17-mar		6-jul	7-set	2-mai	18-jul	26-set

Em cada uma das UO e para cada data de amostragem, foi recolhida uma amostra de terra por bloco e por modalidade por técnicos da APPIZÊZERE nas UO 206 e 207 e por técnicos da AAPIM nas UO 208 e 209. Como em cada UO foram estabelecidas 2 modalidades, cada uma com 4 repetições (blocos), isso resulta num total de 8 amostras de terra recolhidas por UO. Cada amostra foi obtida a partir da mistura de 4 subamostras, uma por cada árvore útil, numa profundidade variável entre os 0 e os 20 cm e enviada para análise no Laboratório de Química Agrícola do Instituto Superior de Agronomia, acondicionada em mala térmica. Para cada época de análise foram definidas datas de recolha de amostras distintas de forma a não exceder a capacidade de análise do laboratório que estava limitada a uma análise por semana.

No sentido de sistematizar as diversas épocas de colheita de amostras, adotou-se a seguinte designação:

**2015.0** – instalação do pomar;

**2015.1 e 2016.1** – primavera, respetivamente para 2015 e 2016;

**2015.2 e 2016.2** – verão, respetivamente para 2015 e 2016;

**2015.3 e 2016.3** – outono, respetivamente para 2015 e 2016.

A época 2015.1 está ausente nas UO 208 e 209 devido ao facto de, nestas UO, o pomar ter sido instalado já na primavera de 2015, ao contrário do que aconteceu nas UO 206 e 207, em que a plantação ocorreu em janeiro e fevereiro. Apesar disso, o intervalo de tempo entre a época 2015.0 e a 2015.2 nas UO 208 e 209 foi semelhante ao decorrido entre as épocas 2015.0 e 2015.1 nas UO 206 e 207.

Para medir a atividade de desidrogenase, 3 g de solo fresco (em triplicado) foram colocados num tubo a que se adicionou 3 ml de 2,3,5-trifeniltetrazolio (1% em tampão

Tris) em dois dos tubos e 3 ml de tampão Tris (0.1 M, pH 7.8) no terceiro tubo. Os tubos foram incubados durante 16-18 h no escuro a 25°C. Foram adicionados 6 ml de acetona, misturados com vortex e incubado mais 2 h no escuro, à temperatura ambiente. Depois de filtrados (0,45 µm) foi medida a absorvância a 546 nm. Os resultados foram expressos em µg of triphenylformazan (TPF) g<sup>-1</sup> solo 16 h<sup>-1</sup>, baseado numa curva de regressão relacionando a absorvância com concentrações conhecidas de TPF.

Para medir a atividade de β-glucosidase, 1g de solo foi misturado com 0,25 ml de toluene, 4 ml de tampão (MUB, pH 6.0) e 1 ml de p-nitrofenil-β-D-glucoside (PNG), seguindo-se uma incubação por 1 h a 37°C. Após a incubação, foram adicionados 1 ml de CaCl<sub>2</sub> 0,5 M e 4 ml de Tris (0,1 M, pH 12) e a mistura foi filtrada. A absorvância da amostra foi medida a 400 nm.

Para medir a atividade de urease, 5 g de solo foi misturado com 2,5 ml de ureia (0,48%) e 20 ml de tampão borato (pH 10) e incubado durante 2 h a 37°C. Após a incubação, foram adicionados 30 ml de KCl (74.6g L<sup>-1</sup>), agitado durante 30 min e filtrado. A 1 ml do filtrado foi adicionado 9 ml de água, 5 ml de Na salicilato/NaOH(1:1) e 2 ml de dicloroisocianida de sódio (0,1%), seguindo-se incubação durante 1 h a temperatura ambiente. A absorvância da amostra foi medida a 690 nm.

Para avaliar a atividade da fosfatase, 1g de solo foi misturado com 0,25 ml de tolueno, 4 ml de tampão universal modificado (MUB, pH 6.0) e 1 ml de p-nitrofenil fosfato (PNP), seguindo-se incubação por 1 h a 37°C. Após a incubação foram adicionados 1 ml de CaCl<sub>2</sub> (0,5M) e 4 ml de NaOH (0,5M) e depois filtrados e a absorvância lida a 400 nm.

Os resultados foram posteriormente sistematizados e, para avaliar as diferenças entre as modalidades, Unidades de Observação e épocas do ciclo, relativamente à atividade das enzimas recorreu-se à ANOVA unifactorial seguida do teste de comparações múltiplas de *Scheffé*. As análises estatísticas foram executadas com o *software SPSS Statistics* (v.21, IBM SPSS, Chicago, IL) tendo sido considerado um nível de significância igual a 0,05.

### 3.6.3 Resultados

A utilização da manta Ecoblanket em pomares de pessegueiros apresentou uma influência significativa na atividade da desidrogenase, não se observando efeito significativo na atividade da β-glucosidase, fosfatase e urease (Quadro 3.6.2).

**Quadro 3.6.2** – Atividade da desidrogenase,  $\beta$ -glucosidase, fosfatase ácida e urease por modalidade.

	Desidrogenase ( $\mu\text{g TPF g}^{-1}$ de solo $16\text{h}^{-1}$ )	$\beta$ -Glucosidase ( $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$ de solo $\text{h}^{-1}$ )	Fosfatase ácida ( $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$ de solo $\text{h}^{-1}$ )	Urease ( $\mu\text{mol N-NH}_4^+$ $\text{g}^{-1}$ de solo $2\text{h}^{-1}$ )
Mod. 0	18,48 a	0,77	1,35	0,57
Mod. 1	10,39 b	0,69	1,22	0,52
Sig.	0,000	0,280	0,114	0,090

Nota: letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

A utilização da manta Ecoblanket induziu a menor atividade da desidrogenase, com uma redução de aproximadamente 40% relativamente à modalidade sem manta. Como esta enzima microbiana está associada aos processos oxidativos da matéria orgânica, a diminuição da atividade da desidrogenase na modalidade com manta poderá estar relacionada com condições de menor arejamento resultantes da cobertura da manta.

A análise da atividade da desidrogenase por UO (Quadro 3.6.3) permite verificar que o efeito significativo de diminuição da sua atividade se observou na UO 206 e na UO 207, e que há um comportamento semelhante na UO 208, embora neste último caso não se observem diferenças significativas para o nível de significância considerado.

**Quadro 3.6.3** – Atividade da desidrogenase ( $\mu\text{g TPF g}^{-1}$  de solo  $16\text{h}^{-1}$ ) por modalidade, para cada uma das UO.

	206	207	208	209
Mod. 0	38,20 a	18,17 a	9,01	3,50
Mod. 1	19,58 b	11,25 b	5,20	3,58
Sig.	0,000	0,002	0,065	0,933

Nota: letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

É interessante assinalar que na UO 209 não se observa esse efeito de redução da atividade da desidrogenase, existindo valores semelhantes nas duas modalidades. Este resultado pode ajudar a reforçar a explicação da redução da atividade da desidrogenase pela diminuição das condições de arejamento. Com efeito a UO 209, situada junto ao rio Zêzere (Figura 3.1.1), caracteriza-se por solos de textura mais argilosa e com declive reduzido, apresentando os valores mais baixos de atividade da desidrogenase, entre 3,5 e 3,6  $\mu\text{g TPF g}^{-1}$  de solo  $16\text{h}^{-1}$ , comparativamente às restantes UO. Nas condições da UO 209 a manta pode não ter apresentado um efeito relevante no arejamento pois as condições locais prevalecem causando um maior efeito na

redução da atividade da desidrogenase comparativamente ao efeito da utilização da manta.

Na UO 206 a atividade da desidrogenase apresentou os valores mais elevados (19,58 e 38,20  $\mu\text{g TPF g}^{-1}$  de solo  $16\text{h}^{-1}$ ), sendo a atividade da desidrogenase sensivelmente o dobro na modalidade sem Ecoblanket relativamente à modalidade com manta. Esta UO caracteriza-se por elevada população bacteriana (ponto 3.5) resultante da incorporação de composto orgânico que inclui lamas de depuração de ETAR, o que influenciou positivamente a atividade da desidrogenase. A modalidade com manta, associada a condições de solo franco, com elevada proporção de limo, poderá ter causado um efeito mais notório das condições de arejamento com influência significativa na diminuição da atividade da desidrogenase. Tendo em consideração que o teor de oxigénio determina o potencial de oxidação e redução de um solo (Varenes, 2003), a menor disponibilidade de oxigénio por ação da manta poderá estar na origem da atividade da desidrogenase que é uma oxidorreductase.

Na UO 207, a redução da atividade da desidrogenase na modalidade com manta foi de aproximadamente 39% relativamente à modalidade testemunha, respetivamente 18,17 e 11,25  $\mu\text{g TPF g}^{-1}$  de solo  $16\text{h}^{-1}$ . Nesta UO o pomar está armado em camalhão, com uma sobrelevação da linha das plantas relativamente à entrelinha, o que se pode ter traduzido numa redução das condições de arejamento.

As diferenças entre modalidades poderão estar relacionadas com uma menor atividade microbiana condicionada pela restrição imposta pela manta nas trocas gasosas entre o solo e a atmosfera.

## A RETER

A manta Ecoblanket conduziu a uma diminuição da atividade da desidrogenase, associando-se essa redução a menores condições de arejamento do solo.

Considerando o conjunto das enzimas estudadas observaram-se diferenças significativas nestas enzimas entre as diversas Unidades de Observação (Quadro 3.6.4).

**Quadro 3.6.4 – Atividade da desidrogenase,  $\beta$ -glucosidase, fosfatase ácida e urease por UO.**

UO	Desidrogenase ( $\mu\text{g TPF g}^{-1}$ de solo $16\text{h}^{-1}$ )	$\beta$ -Glucosidase ( $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$ de solo $\text{h}^{-1}$ )	Fosfatase ácida ( $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$ de solo $\text{h}^{-1}$ )	Urease ( $\mu\text{mol N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}$ de solo $2\text{h}^{-1}$ )
206	28,89 a	0,36 b	0,72 c	0,54 ab
207	14,71 b	1,12 a	1,71 a	0,62 a
208	6,98 bc	0,93 a	1,35 b	0,55 ab
209	3,54 c	0,47 b	1,36 ab	0,46 b
Sig.	0,000	0,000	0,000	0,002

Nota: letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

A maior atividade da desidrogenase foi registada na UO 206 ( $28,89 \mu\text{g TPF g}^{-1}$  de solo  $16\text{h}^{-1}$ ), na qual se observou elevada atividade bacteriana (ponto 3.5.1), relacionada com a incorporação de composto orgânico, com base em lamas de depuração de ETAR, à instalação do pomar. Considerando o conjunto das UO, os valores da atividade da desidrogenase são sempre mais baixos do que os referidos por Järvan *et al.* (2014),  $55 \mu\text{g TPF g}^{-1}$  de solo  $16\text{h}^{-1}$ , referentes a culturas arvenses em solo franco-arenoso.

Relativamente à  $\beta$ -glucosidase os valores variam entre 0,36 e  $1,12 \mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ , encontrando-se dentro do intervalo referido por Stott *et al.* (2010) para solos franco-limosos com culturas arvenses, que se situam entre 0,1 e  $2,7 \mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ , mas ultrapassando o intervalo de 0,1 a  $0,6 \mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ , referido por Bandick e Dick (1999) para consociações de gramíneas-leguminosas em solos franco-limosos.

Considerando o conjunto das UO, a enzima  $\beta$ -glucosidase apresenta a atividade mais baixa na UO 206 e na UO 209, com  $0,36$  e  $0,47 \mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ , respetivamente, que não diferem significativamente entre si. Uma vez que a  $\beta$ -glucosidase está relacionada com a degradação da celulose, o baixo valor de atividade desta enzima na UO 206 pode ser facilmente associado ao baixo teor de matéria orgânica nesta UO, com 0,9% na camada 0-20 cm (Quadro 3.1.1). Mas, essa associação entre baixo teor de matéria orgânica do solo com baixa atividade de  $\beta$ -glucosidase não se observa na UO 209, uma vez que nesta UO é onde se regista o teor de matéria orgânica mais elevado, com 2,9% na camada 0-20 cm. O valor mais alto da atividade da

$\beta$ -glucosidase observa-se nas UO 207 e 208, respetivamente 1,12 e 0,93  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ , podendo estes resultados estarem relacionados com a presença de resíduos vegetais mais lenhosos, uma vez que se trata de replantações de pomares.

A fosfatase ácida apresentou uma atividade entre 0,72 e 1,71  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ , valores da mesma ordem de grandeza dos encontrados por Piotrowska-Dlugosz e Wilczwski (2014) que variam entre 0,9 e 1,9  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$  para culturas extensivas num solo franco-arenoso.

A atividade da fosfatase ácida tem o seu valor mais baixo na UO 206, com 0,72  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ . Esta enzima estando associada ao ciclo do fósforo, é segregada pelas raízes das plantas para facilitar a absorção deste nutriente. Como o solo da UO 206 apresenta valores muito altos de fósforo na camada 0-20 cm (213  $\text{mg kg}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$ ), é de esperar que as plantas segreguem menor quantidade desta enzima uma vez que este elemento está mais disponível. Os valores mais elevados da atividade da fosfatase ácida observaram-se nas UO 207 e UO 209, com 1,71 e 1,36  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ , respetivamente. Por oposição à UO 206, nestas UO observaram-se os teores mais baixo de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), com 75  $\text{mg kg}^{-1}$  para a UO 207 e 35  $\text{mg kg}^{-1}$  para a UO 209.

Relativamente à urease verifica-se que o intervalo de variação desta enzima é menor do que o observado para as restantes enzimas, situando-se entre 0,46 e 0,62  $\mu\text{mol N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}$  de solo  $2\text{h}^{-1}$ , valores bastante inferiores aos referidos por Vahed *et al.* (2011) para a cultura do arroz, cuja média é de 1,5  $\mu\text{mol N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}$  de solo  $2\text{h}^{-1}$ .

A UO 207 foi a que apresentou a atividade da urease mais elevada, 0,62  $\mu\text{mol N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}$  de solo  $2\text{h}^{-1}$ , diferindo significativamente da UO 209, que apresenta o valor mais baixo, 0,46  $\mu\text{mol N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}$  de solo  $2\text{h}^{-1}$ . Uma possível explicação é o facto de a UO 207 ser um pomar de replantação no qual se tenha verificado a aplicação de ureia em anos/ciclo anteriores.

A análise da evolução da atividade enzimática ao longo do tempo permitiu verificar que existem variações estatisticamente significativas para todas as enzimas estudadas (Quadro 3.6.5).

**Quadro 3.6.5 – Atividade da desidrogenase,  $\beta$ -glucosidase, fosfatase ácida e urease por época.**

	2015.0	2015.1	2015.2	2015.3	2016.1	2016.2	2016.3	Sig.
Desidrogenase	19,04 ab	28,21 a	13,88 a	10,80 b	10,41 b	18,32 ab	6,30 b	0,000
$\beta$ -glucosidase	0,44 c	0,62 bc	0,43 c	0,44 c	1,05 a	1,08 a	0,97 ab	0,000
Fosfatase ácida	1,02 b	1,64 a	1,08 b	1,31 ab	1,10 b	1,36 ab	1,70 a	0,000
Urease	0,63 a	0,50 ab	0,61 ab	0,56 ab	0,42 b	0,57 ab	0,49 ab	0,001

Nota: letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

A atividade da desidrogenase varia entre o valor mínimo de 6,30  $\mu\text{g TPF g}^{-1}$  de solo  $16\text{h}^{-1}$  (na época 2016.3) e o valor máximo de 28,21  $\mu\text{g TPF g}^{-1}$  de solo  $16\text{h}^{-1}$ , na época 2015.1, correspondente ao início de desenvolvimento do pomar. A atividade desta enzima segue aproximadamente o padrão da atividade bacteriana, sendo maior na primavera de 2015.

A atividade da  $\beta$ -glucosidase registou um aumento no ciclo 2016. Estando esta enzima associada à degradação da celulose, este aumento poderá eventualmente estar associado à degradação do material lenhoso proveniente da lenha de poda, que é triturada sobre o solo com o auxílio de destroçadores. A continuação da monitorização poderia validar esta hipótese. No entanto, embora o ciclo 2016 não corresponda aos maiores valores da população fúngica, registou-se um aumento dessa população entre a época 2015.3 e a época 2016.1 que coincide com o aumento registado na atividade da  $\beta$ -glucosidase: de 0,44  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$  em 2015.3 para 1,05  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$  em 2016.1.

A atividade da fosfatase ácida não apresentou grande oscilação, sendo o valor mínimo registado à plantação, 1,02  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$  (época 2015.0), quando não havia atividade por parte das raízes das plantas que tinham acabado de ser plantadas. Para o conjunto das enzimas, a atividade da urease apresenta a menor amplitude de variação, sendo o valor mais elevado registado à instalação do pomar com 0,63  $\mu\text{mol N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}$  de solo  $2\text{h}^{-1}$ .

Para maior detalhe da evolução da atividade enzimática realizou-se a análise da evolução da atividade de cada enzima relativamente a cada UO, que se apresenta nos Quadros 3.6.6 a 3.6.10.

Quadro 3.6.6 – Atividade da desidrogenase ( $\mu\text{g TPF g}^{-1}$  de solo  $16\text{h}^{-1}$ ) por época e UO.

UO	2015.0	2015.1	2015.2	2015.3	2016.1	2016.2	2016.3	Sig.
206	48,47 a	35,44 ab	31,34 ab	21,47 ab	22,52 ab	31,69 ab	11,31 b	0,008
207	14,20 ab	20,97 a	7,75 b	13,99 ab	12,08 ab	23,31 a	10,67 ab	0,001
208	7,84 ab		8,84 ab	4,79 b	1,60 b	15,70 a	1,47 b	0,000
209	3,72 ab		7,58 a	2,21 b	4,35 ab	2,59 b	0,42 b	0,000

Nota: letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

A variação da atividade da desidrogenase na UO 206 (Quadro 3.6.6), segue o padrão de variação da atividade bacteriana, ou seja, apresenta globalmente uma trajetória decrescente de 2015.0 a 2016.1, verificando-se posteriormente a esta última data um aumento seguido de novo decréscimo.

O padrão de variação é semelhante na UO 208, verificando-se também nesta UO um pico da atividade da desidrogenase na época 2016.2 seguido de uma diminuição acentuada.

Na UO 209, a atividade da desidrogenase apresentou um decréscimo durante o ciclo de 2016 de 4,35 para 0,42  $\mu\text{g TPF g}^{-1}$  de solo  $16\text{h}^{-1}$ .

Sendo a atividade da desidrogenase utilizada como um indicador da atividade microbiana, os resultados obtidos na UO 207 vêm contrariar a tendência então observada. Com efeito, na UO 207, o valor mais baixo da atividade da desidrogenase, 7,75  $\mu\text{g TPF g}^{-1}$  de solo  $16\text{h}^{-1}$ , ocorreu na época 2015.2, não estando de acordo com o valor de população bacteriana observada nesta mesma época. Na UO 207, a população bacteriana mais baixa ocorre à instalação (2015.0) aumentando em 2015.1 e 2015.2 (Quadro 3.5.4 do ponto 3.5.1) e, em consequência, deveria esperar-se um aumento da atividade da desidrogenase, no período referido.

## A RETER

A evolução da desidrogenase acompanha a evolução da população bacteriana, apresentando uma diminuição ao longo do 1º ciclo vegetativo e início do 2º ciclo vegetativo. No final do 2º ciclo vegetativo observa-se um acréscimo da atividade da desidrogenase em concordância com o acréscimo de população bacteriana.

A evolução da atividade da  $\beta$ -glucosidase segue um padrão semelhante em todas as UO, observando-se os valores mais elevados no ciclo 2016 (Quadro 3.6.7).

Quadro 3.6.7 – Atividade da  $\beta$ -glucosidase ( $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ ) por época e UO.

UO	2015.0	2015.1	2015.2	2015.3	2016.1	2016.2	2016.3	Sig.
206	0,16 b	0,33 b	0,20 b	0,23 b	0,20 b	0,93 a	0,50 b	0,000
207	0,48 c	0,90 c	0,62 c	0,89 c	1,74 a	1,84 a	1,41 b	0,000
208	0,77 b		0,56 bc	0,30 c	1,39 a	1,34 a	1,22 a	0,000
209	0,36 b		0,35 b	0,33 b	0,89 a	0,21 b	0,71 a	0,000

Nota: letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

Estando a  $\beta$ -glucosidase associada ao ciclo de degradação da celulose o aumento da atividade desta enzima no 2º ciclo vegetativo poderá estar relacionado com a deposição de material vegetal resultante da condução do pomar, nomeadamente à deposição de material proveniente do corte de infestantes e dos resíduos da poda. Contudo, esta hipótese deveria corresponder a diferenças significativas entre as modalidades com manta e sem manta, uma vez que na modalidade com manta não se verifica a deposição de material vegetal, facto que não foi observado. Com efeito observa-se maior atividade da  $\beta$ -glucosidase na modalidade 0 relativamente à modalidade 1, mas sem que haja diferenças significativas entre elas.

## A RETER

A atividade da  $\beta$ -glucosidase apresentou uma evolução crescente do ciclo 2015 para o ciclo 2016, possivelmente como resultado da existência de maior quantidade de resíduos vegetais que se vão depositando no solo. Com efeito, em nenhum pomar se observou qualquer mobilização, sendo as infestantes controladas através do corte com destroçador ou através da aplicação de herbicidas, o que corresponde à deposição de resíduos vegetais.

Relativamente à fosfatase ácida (Quadro 3.6.8), verifica-se que, em termos globais, a atividade desta enzima apresenta os valores mais elevados em 2015.1 e 2015.2. A UO 206 apresenta valores baixos de atividade da fosfatase, o que deverá estar correlacionado com um teor de fósforo alto nesta UO.

**Quadro 3.6.8 – Atividade da fosfatase ácida ( $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ ) por época e UO.**

UO	2015.0	2015.1	2015.2	2015.3	2016.1	2016.2	2016.3	Sig.
206	0,54 b	1,12 a	0,57 b	0,74 ab	0,73 ab	0,76 ab	0,64 ab	0,002
207	1,39 c	2,16 ab	0,39 d	1,91 bc	1,54 bc	1,98 abc	2,59 a	0,000
208	1,10 b		1,66 a	1,17 b	1,39 b	1,34 b	1,22 a	0,000
209	1,04 b		1,68 a	1,43 a	0,95 b	1,44 a	1,60 a	0,000

Nota: letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

A atividade da fosfatase ácida apresenta um padrão semelhante para o conjunto das UO. Os valores mais elevados ocorrem nas UO 206 e 207, na época 2015.1, respetivamente 1,12 e 2,16  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ , e nas UO 208 e 209, na época 2015.2, que corresponde ao período de verão, respetivamente 1,66 e 1,68  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ . Estas épocas correspondem ambas ao início do ciclo após a plantação em que se verifica grande crescimento das plantas. Os valores mais baixos ocorrem à plantação em que é inexistente atividade por parte das raízes das plantas recém-plantadas.

Uma exceção a este padrão é a UO 207 que, para a época 2015.2 apresenta o valor mais baixo de todo o conjunto das observações realizadas, 0,39  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ . Mais estranho é que esta baixa atividade em 2015.2 sucede a valores elevados em 2015.1, 2,16  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$  e precede também um valor elevado, 1,19  $\mu\text{mol p-nitrofenol g}^{-1}$  de solo  $\text{h}^{-1}$ .

É nesta UO 207 que se observaram os valores mais elevados de atividade da fosfatase ácida o que deverá estar relacionada não só com uma disponibilidade média de fósforo (75 a 85  $\text{mg kg}^{-1}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), mas também com o elevado crescimento das plantas que se observou neste pomar.

No final do ciclo (época 2015.3), a atividade da fosfatase apresenta uma diminuição relativamente à época 2015.2, aproximando-se do valor registado à plantação. Esta diminuição poderá estar associada a alguma fertilização ou a maior dispersão das raízes das plantas. Essa diminuição não se observou no final do ciclo 2016.

## A RETER

A evolução da atividade da fosfatase ácida foi globalmente semelhante em todas as UO, observando-se elevada atividade na época após plantação, que corresponde a um período de elevado crescimento das plantas e, portanto, elevada necessidade de nutrientes. A atividade da fosfatase é mais baixa no início do ciclo vegetativo.

No Quadro 3.6.9 apresentam-se os resultados referentes à evolução da atividade da urease ao longo do período estudado nas diferentes UO acompanhadas.

Quadro 3.6.9 – Atividade da urease ( $\mu\text{mol N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}$  de solo  $2\text{h}^{-1}$ ) por época e UO.

UO	2015.0	2015.1	2015.2	2015.3	2016.1	2016.2	2016.3	Sig.
206	0,54	0,48	0,54	0,58	0,53	0,54	0,55	0,967
207	1,04 a	0,51 b	0,54 b	0,66 b	0,49 b	0,56 b	0,54 b	0,000
208	0,49 ab		0,78 a	0,55 ab	0,33 b	0,72 ab	0,41 ab	0,002
209	0,47 ab		0,57 a	0,44 ab	0,33 b	0,45 ab	0,47 ab	0,006

Nota: letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

A atividade da urease variou entre 0,33 e 1,04  $\mu\text{mol N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}$  de solo  $2\text{h}^{-1}$ , para a globalidade das UO e das épocas de amostragem. Na UO 206 a atividade da urease é semelhante ao longo do 1º e 2º ciclos do pomar. Relativamente à UO 207 após um valor elevado na amostragem correspondente à instalação (1,04  $\mu\text{mol N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}$  de solo  $2\text{h}^{-1}$ ), a atividade desta enzima é constante ao longo do restante período estando compreendida entre 0,49 e 0,66  $\mu\text{mol N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}$  de solo  $2\text{h}^{-1}$ . Nas UO 208 e 209 a atividade da urease é mais elevada na época 2015.2, correspondente ao verão do 1º ciclo vegetativo, com 0,78 e 0,57  $\mu\text{mol N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}$  de solo  $2\text{h}^{-1}$ , respetivamente. A atividade da urease apresenta os valores mais baixos nas épocas 2015.1 e 2016.1 que correspondem ao período de primavera.

## A RETER

A atividade da urease apresenta uma pequena amplitude de variação ao longo do tempo. Contudo, observaram-se os valores mais baixos na época de primavera tanto no 1º como no 2º ciclo vegetativo.

### 3.4.4 Conclusões

A manta Ecoblanket provocou uma diminuição da atividade da desidrogenase, não afetando a atividade de mais nenhuma das enzimas avaliadas. Essa diminuição (ocorrida apenas nas UO 206 e 207) poderá estar relacionada com menores condições de arejamento do solo e conseqüente restrição do crescimento dos microrganismos aeróbios.

Observaram-se diferenças na atividade de todas as enzimas entre as diversas UO. A atividade da desidrogenase apresenta o maior valor na UO 206 o que estará associado à aplicação de composto orgânico que inclui lamas de depuração de ETAR.

A  $\beta$ -glucosidase apresenta menor atividade na UO 206, devido provavelmente ao baixo teor de celulose neste pomar, que apresenta um teor de matéria orgânica do solo muito baixo e foi instalado em terrenos onde não só a cultura anterior era pastagem como se observou uma forte movimentação de terras para atingir uma uniformização e suavização de declives. Pelo contrário, as UO 207 e 208 correspondem a replantações, pressupondo-se a existência e incorporação de resíduos mais lenhosos provenientes do pomar anterior.

A fosfatase ácida tem o menor valor da sua atividade associado à UO 206, provavelmente como resultado dos teores de fósforo muito altos, resultantes da aplicação de fertilizantes.

A atividade da urease apresenta um intervalo de variação menor, comparativamente às restantes enzimas, mostrando o valor mais elevado na UO 207 e o menor na UO 209.

A evolução da desidrogenase acompanha a evolução da população bacteriana, apresentando uma diminuição ao longo do 1º ciclo vegetativo e início do 2º ciclo vegetativo. Neste ciclo, observa-se um acréscimo da atividade da desidrogenase até ao verão, em concordância com o acréscimo de população bacteriana.

A atividade da  $\beta$ -glucosidase apresentou uma evolução crescente do ciclo 2015 para o ciclo 2016, possivelmente como resultado da existência de maior quantidade de resíduos vegetais que se vão depositando no solo, uma vez que em nenhum pomar se observou qualquer mobilização.

A evolução da atividade da fosfatase ácida foi globalmente semelhante em todas as UO, observando-se a atividade mais elevada na época após plantação, que corresponde a um período de elevado crescimento das plantas e, portanto, de elevada necessidade de nutrientes. Após a primavera-verão de 2015 a atividade da fosfatase ácida foi decrescendo, o que poderá estar associado também a maior dispersão das raízes.

A atividade da urease apresenta uma pequena amplitude de variação ao longo do tempo. Contudo observaram-se os valores mais baixos na época de primavera tanto no 1º como no 2º ciclo vegetativo.

## Referências bibliográficas

- Balota, E. L., Kanashiro, M., Colozzi Filho, A., Andrade, D. S. e Dick, R. P. (2004). Soil Enzyme Activities under Long-Term Tillage and Crop Rotation Systems in Subtropical Agro-Ecosystems. *Brazilian Journal of Microbiology*, 35: 300-306.
- Bandick, A. K. e Dick, R. P. (1999). Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry*, 31: 1471-1479.
- Buzinaro, T. N., Barbosa, J. C. e Nahas, E. (2009). Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. *Rev. Bras., Frutic.*, 31 (2), 408-415.
- Costa, D., Freitas, H. e Sousa, J. P. (2013). Influence of seasons and land-use practices on soil microbial activity and metabolic diversity in the “Montado ecosystem”. *European Journal of Soil Biology*, 59, 22-30.
- Das, S. K. e Varma, A. (2011). Role of enzymes in maintaining soil health. In Shukla, G. e Varma, A. (ed.). *Soil enzymology*. Berlin Springer.
- Deng, S. P. e Tabatabai, M. A. (1996), Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils. *Biol. Fertil. Soils*, 22: 202-207.
- Fareleira, P. (2013). *A dinâmica microbiana no solo cultivado com arroz por alagamento em diferentes condições ambientais*. Acedido a 16-05-2016 em [http://www.inia.pt/fotos/editor2/4\\_ppt\\_paula\\_fareleira\\_seminario\\_2013\\_05\\_30.pdf](http://www.inia.pt/fotos/editor2/4_ppt_paula_fareleira_seminario_2013_05_30.pdf)
- García-Gil, J. C., Plaza, C., Soler-Rovira, P. e Polo, A. (2000). Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. *Soil Biology & Biochemistry*, 32: 1907-1913.
- Hai-Ming, T., Xiao-Ping, X., Wen-Guang, T., Ye-Chun, L., Ke, W. e Guang-Li, Y. (2014). Effects of winter cover crops residue returning on soil enzyme activities and soil microbial community in double-cropping rice fields. *Plos One*, 9 (6): 1-8.
- Herencia, J. F. (2015). Enzymatic activities under different cover crop management in a Mediterranean olive orchard. *Biological Agriculture & Horticulture*, 31 (1): 45-52.
- Järvan, M., Edesi, L., Adamson, A. e Vösa, T. (2014). Soil microbial communities and dehydrogenase activity depending on farm systems, *Plant Soil Environ*, 60: 459-463.
- Kumar, S., Chaudhuri, S. e Maiti, S. K. (2013), Soil dehydrogenase enzyme activity in natural and mine soil – a review. *Middle-East J. Sci. Res*, 13 (7): 898-906.
- Lanna, A. C., Silveira, P. M., Silva, M. B., Ferraresi, T. M. e Kliemann, H. J. (2010). Atividade da urease no solo com feijoeiro influenciada pela cobertura vegetal e sistemas de plantio. *R. Bras. Ci. Solo*, 34: 1933-1939.
- Nannipieri, P., Giagnoni, L., Landi, L. e Renella, G. (2011). Chapter 9 – Role of phosphatase enzymes in soil. In Bünemann, E. K., Oberson, A. e Frossard, E. (ed.). *Phosphorus in action – biological processes in soil phosphorus cycling*. Berlin: Springer.

Piotrowska-Dlugosz, A. e Wilczewski, E. (2014). Soil phosphatase activity and phosphorus content as influenced by catch crops cultivated as green manure. *Pol. J. Environ. Stud*, 23 (1): 157-165.

Stott, D. E., Andrews, S. S., Liebig, M. A., Wienhold, B. J. e Karlen, D. L. (2010). Evaluation of b-glucosidase activity as a soil quality indicator for the soil management assessment framework. *Publications from USDA-ARS/UNL Faculty*, 74 (1): 107-119.

Vahed, H. S., Shahinrokhsar, P. e Rezaei, M. (2011). Influence of some soil properties and temperature on urease activity in wetland rice soils. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*, 11 (3): 310-313.

Varenes, A. (2003). Produtividade dos Solos e Ambiente. Escolar Editora, 490 pp.







## 3.7.

### Efeito da manta Ecoblanket no estado de nutrição do pessegueiro

**Fátima Calouro<sup>(1)</sup>, Pedro Jordão<sup>(1)</sup>, Anabela Veloso<sup>(1)</sup>, Cristina Sempiterno<sup>(1)</sup>, Maria da Encarnação Marcelo<sup>(1)</sup> e Maria Paula Simões<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup>Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. | Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva

<sup>(2)</sup>Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

#### 3.7.1 Introdução

No âmbito da realização do projeto + pêssego, foi testada, como já amplamente referido no presente capítulo, a manta *Ecoblanket* para cobertura do solo em pomares jovens de pessegueiro. Trata-se de um tipo de material produzido na região a partir de desperdícios têxteis, sendo espetável que se degrade, dada a sua natureza.

Pretendia avaliar-se a sua eficácia na manutenção do solo, em particular no controlo das infestantes na linha e verificar o seu efeito ao nível do teor de humidade e temperatura do solo e do crescimento das plantas, bem como em alguns parâmetros biológicos do solo e no estado de nutrição das árvores.

Os resultados existentes na literatura da especialidade relativamente à possível influência da cobertura do solo em pomares sobre o estado de nutrição das árvores, são escassos e referem-se, sobretudo, a estudos realizados com diferentes tipos de cobertura de proteção do solo, nomeadamente com filme de polietileno. Alguns autores mencionam que a presença deste tipo de coberturas influencia o estado de nutrição de diferentes culturas frutícolas, designadamente os teores foliares de azoto, fósforo, cálcio e magnésio em pomares de citrinos (Soares et al., 2004) e de cerejeira (Yin, et al., 2007; Yin e Clark, 2012), bem como os de cobre e zinco em jovens pomares de macieira (Lakatos e Bubán, 2001).

### 3.7.2 Material e métodos

O efeito da manta Ecoblanket sobre o estado de nutrição das árvores foi avaliado nas quatro Unidades de Observação (UO 206, UO 207, UO 208 e UO 209) instaladas, em 2015, em explorações de produção de pêssego na região da Beira Interior. A sua localização, a descrição do dispositivo experimental instalado e as características da manta Ecoblanket são aspetos referidos em 3.2.

Incluído nos trabalhos de instalação dos ensaios, foram colhidas amostras compósitas de terra às profundidades de 0 – 0,20 m e 0,20 m – 0,50m, tendo sido as respetivas análises realizadas nos laboratórios do Instituto Superior de Agronomia.

As UO encontram-se instaladas em solos de um modo geral ácidos ou pouco ácidos, de textura fina (variando entre franco-argilosa a argilosa), com teores de matéria orgânica baixos ou muito baixos, níveis de fósforo baixos a muito altos, de potássio muito altos e de magnésio muito baixos a muito altos (LQARS, 2006). Os níveis mais elevados dos referidos nutrientes verificaram-se, sempre, na camada de solo mais superficial, com exceção dos de potássio que apresentam níveis elevados nas duas camadas de solo amostradas.

As amostras de folhas foram colhidas em 2016, no terço médio dos lançamentos do ano das árvores úteis, aproximadamente aos 130 dias após a plena floração (DAPF). Cada amostra era constituída por 25 folhas, num total de 32 amostras (4 UO x 2 modalidades x 4 repetições).

Todas as análises laboratoriais foram efetuadas de acordo com os métodos em uso no Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P..

A análise estatística dos dados experimentais foi realizada utilizando testes de comparação de médias *a posteriori*, por forma a avaliar o efeito da manta Ecoblanket sobre os teores foliares dos pessegueiros.

### 3.7.3 Resultados

Os resultados obtidos, relativamente ao efeito da manta Ecoblanket sobre os teores foliares médios de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e de micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu e B) das jovens árvores, encontram-se, respetivamente, nos Quadros 3.7.1 e 3.7.2. De notar que os referidos resultados se reportam apenas a um ciclo cultural (2016 – 2º ciclo vegetativo das árvores), pelo que deverão ser considerados preliminares.

**Quadro 3.7.1 – Comparação de médias para os teores foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) observados em cada uma das UO, em 2016.**

Origem da variação	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
<b>UO 206</b>					
Mod 0	4,10	0,23	3,22 a	1,20	0,36 b
Mod 1	4,02	0,22	2,90 b	1,40	0,45 a
$s_m (\pm)$	0,0338	0,0083	0,0530	0,0577	0,0176
<b>UO 207</b>					
Mod 0	2,68	0,19 a	2,92	1,70 b	0,46
Mod 1	2,58	0,17 b	2,95	1,95 a	0,45
$s_m (\pm)$	0,0577	0,0053	0,0338	0,0456	0,0102
<b>UO 208</b>					
Mod 0	2,98	0,34	2,78 b	1,92	0,43
Mod 1	2,78	0,25	3,02 a	2,05	0,44
$s_m (\pm)$	0,0645	0,0289	0,0354	0,106	0,0117
<b>UO 209</b>					
Mod 0	2,82	0,18	2,00	1,60	0,50
Mod 1	2,72	0,18	1,97	1,72	0,49
$s_m (\pm)$	0,2560	0,0144	0,169	0,0604	0,0308

Mod 0 – modalidade sem manta; Mod 1 – modalidade com manta;  $s_m (\pm)$  – desvio padrão da média; médias seguidas de letras diferentes na mesma UO diferem entre si de forma significativa ( $p=0,05$ ).

A observação dos resultados permite constatar que, de um modo geral, o efeito da manta Ecoblanket se fez sentir nos teores foliares dos macronutrientes, embora a variação observada não se tenha verificado, sempre, no mesmo sentido.

No caso dos teores foliares de azoto (N), a presença da manta Ecoblanket não fez variar, de forma significativa ( $p \geq 0,05$ ), os teores foliares das jovens árvores, ao contrário do que é referido por alguns autores, em pomares de outras espécies frutícolas, que mencionam o aumento das concentrações foliares do nutriente devido à cobertura do solo na linha, com diferentes materiais (Soares *et al.*, 2004; Yin *et al.*, 2007; Yin e Clark, 2012).

**Quadro 3.7.2 – Comparação de médias para os teores foliares de micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu e B) observados em cada uma das UO em 2016.**

Origem da variação	Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	B (mg.kg <sup>-1</sup> )
<b>UO 206</b>					
Mod 0	127	218	15	12	44
Mod 1	176	204	16	10	43
s <sub>m</sub> (±)	33,1	49,20	0,784	0,888	1,88
<b>UO 207</b>					
Mod 0	64	151	14	10	36
Mod 1	66	177	15	8,0	34
s <sub>m</sub> (±)	0,677	15,60	0,707	0,559	1,04
<b>UO 208</b>					
Mod 0	82	54	15	7,7	46
Mod 1	81	50	13	7,6	47
s <sub>m</sub> (±)	5,15	4,52	1,17	0,176	1,31
<b>UO 209</b>					
Mod 0	109	34	9,1	8,2	42
Mod 1	98	32	8,6	9,0	40
s <sub>m</sub> (±)	13,8	6,84	0,438	0,753	2,77

Mod 0 – modalidade sem manta; Mod 1 – modalidade com manta; s<sub>m</sub> (±) – desvio padrão da média; médias seguidas de letras diferentes na mesma UO diferem entre si de forma significativa (p=0,05).

Relativamente ao fósforo (P), na UO 207, a cobertura do solo com a manta Ecoblanket fez descer, de forma significativa (p≤0,05), o teor foliar médio observado. Nas restantes UO não se registaram diferenças significativas entre os teores foliares médios deste nutriente (p≥0,05), embora a tendência observada fosse idêntica.

Estes resultados são análogos aos observados pelos autores supracitados, no caso do fósforo, com coberturas de plástico preto, na linha.

Quanto ao teor foliar de potássio (K), embora se tivesse observado variação significativa (p≤0,05) entre as duas modalidades de manutenção do solo (com e sem manta) em duas UO, os resultados obtidos variaram em sentido contrário, não permitindo retirar qualquer conclusão sobre o efeito da cobertura do solo.

A concentração de cálcio (Ca) apresentou uma tendência para ser mais elevada na modalidade experimental com cobertura do solo, é significativa (p≤0,05) na UO 207.

Relativamente aos teores foliares de magnésio (Mg), a tendência observada também não foi clara, não se registando diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre as duas modalidades experimentais, à exceção da UO 206, em que a manta Ecoblanket proporcionou um aumento significativo do teor de Mg nas folhas.

No caso dos teores foliares de micronutrientes, não se verificou qualquer efeito significativo ( $p \geq 0,05$ ) da manta Ecoblanket.

### 3.7.4 Considerações finais

Os resultados obtidos sugerem que a utilização da manta Ecoblanket poderá interferir na absorção dos nutrientes pelas raízes das árvores. No entanto, dado que os resultados obtidos se reportam apenas a um ciclo cultural, de pomares muito jovens (2ºano), será necessário continuar as observações, a fim de obter resultados que permitam confirmar quais os nutrientes e em que sentido a cobertura do solo com a referida manta os faz variar.

Tal poderá ter influência na eventual correção das fertilizações a efetuar, de modo a manter o equilíbrio nutricional das árvores.

### A RETER

As práticas de gestão da conservação do solo poderão afetar o estado de nutrição dos pomares de pessegueiro. Os estudos com a manta Ecoblanket deverão continuar, a fim de confirmar se a sua utilização implica a alteração das recomendações de fertilização para as culturas em que é utilizada.

## Referências bibliográficas

- Lakatos, T., Bubán, T. e Helmecezi, B. (2001). Effects on the number of soil microorganisms and tree nutrition of groundcover management systems. *Acta Hort.* 564:201-207.  
[http://www.actahort.org/books/564/564\\_22.htm](http://www.actahort.org/books/564/564_22.htm)
- LQARS (2006). Manual de Fertilização das Culturas. INIAP – Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (Ed.). ISBN: 989-95131-0-5. 282 p.
- Soares, I., Candeias, M.F., Correia, P.J. e Pestana, M. (2004). Citrinos e agricultura biológica: efeito da cobertura do solo na composição mineral das folhas e flores e na qualidade do fruto. *In Actas do X Simpósio Ibérico de Nutrição Mineral das Plantas: Nutrição Mineral – Causas e consequências da dependência da fertilização.* M. A. M. Loução C. Cruz (Ed.): 212-216. ISBN: 972-9348-11-1.
- Yin, X. e Seavert, C. (2012). Feasibility of using polypropylene ground cover upon consideration of long-term responses of sweet cherry nutrition and profitability. *Agricultural Science*, 3(4): 594-601. <http://dx.doi.org/10.4236/as.2012.34072>
- Yin, X., Seavert, C.F., Turner, J., Nuñez, R. e Cahn, H. (2007). Effects of polypropylene groundcover on soil nutrient availability, sweet cherry nutrition and cash costs and returns. *HortScience*, 42 (1): 147-151.





## 3.8.

# Efeito da manta Ecoblanket no crescimento das plantas

**Maria Paula Simões e Dora Ferreira**

Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

### 3.8.1 Introdução

A produção de pêsego assenta no abrolhamento, floração e vingamento dos gomos florais e conseqüente desenvolvimento dos frutos. Por sua vez, os gomos florais localizam-se em ramos que se formam no ciclo vegetativo anterior (Simões, 2016a). Assim, todos os anos, a planta emite e desenvolve crescimento de ramos (crescimento vegetativo) sobre os quais se desenvolverão os frutos no ciclo seguinte, devendo, na fase de produção, observar-se um equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a frutificação. Nos primeiros anos do pomar (1º e 2º ciclo) predomina o crescimento vegetativo, constituindo-se como objetivo do produtor, atingir o porte adulto o mais rapidamente possível, diminuindo o período juvenil da planta e, por conseguinte, diminuindo o período improdutivo inicial. A densidade do pomar e as práticas culturais realizadas apresentam uma influência determinante na extensão desse período (Strand, 1999; Layne, 2008). Assim, as práticas culturais realizadas no 1º ano, após plantação, visam um crescimento vegetativo elevado com o objetivo de formar plantas robustas, com a emissão de lançamentos capazes de assegurar a produção de frutos.

Uma vez que a medição do comprimento de todos os ramos emitidos por uma planta num determinado ciclo é inexequível (Simões, 2016a), a avaliação do vigor de uma planta é realizada pela Área de Seção de Tronco (AST)

No conjunto das práticas culturais com forte influência no crescimento durante o 1º e 2º ciclos destacam-se a fertilização, a rega e a manutenção do solo, podendo todas elas contribuir para uma maior ou menor disponibilidade de nutrientes e das condições para a sua assimilação, com reflexos diretos no crescimento das plantas (Merwin e Stiles, 1994; Simões, 2016b; Duarte, 2016).

Como está referido em 3.5 e 3.6 a manta Ecoblanket não influenciou a população microbiana do solo nem a atividade enzimática mas, observou-se um efeito altamente

significativo no desenvolvimento das infestantes (ponto 3.4) e também no estado de nutrição, embora com aspetos contraditórios e de pequena amplitude (ponto 3.7). Embora com diferenças entre as Unidades de Observação, a cobertura do solo com manta Ecoblanket impediu o desenvolvimento das infestantes, à semelhança do referido por Velarde (1991) e Yin *et al.* (2007) reduzindo, por isso, a competição que estas exercem sobre as árvores, podendo essa redução resultar em maior crescimento dos jovens pessegueiros.

Assim, foi objetivo desta ação, avaliar o efeito da utilização da manta Ecoblanket no crescimento das plantas.

### 3.8.2 Material e métodos

Para avaliar o efeito da utilização da manta Ecoblanket no vigor das plantas, foi avaliado o seu crescimento, desde a plantação até ao final de cada ciclo vegetativo. Para tal, em três datas, foi calculada a Área de Secção de Tronco (AST) de cada planta, aproximadamente 10 cm acima da zona de enxertia.

Na UO 206 e na UO 207 as plantas utilizadas na plantação eram plantas de vareta (Figura 3.8.1-A), e nas UO 208 e 209, as plantas eram borbuhadas (Figura 3.8.2-B), pelo que, nestas últimas UO, não existia nenhum lançamento proveniente da enxertia.

Quando as plantas utilizadas na plantação são plantas de vareta, e sendo a forma de condução habitual a forma em vaso, as plantas são



Figura 3.8.1 – Tipos de plantas utilizadas na plantação: A-Planta de vareta; B-Planta borbuhada.

atarracadas a 40 – 60 cm do solo (Figura 3.8.2-A), de acordo com a decisão do produtor relativa à altura a que pretende que as plantas se ramifiquem. Quando a plantação é realizada com plantas borbuhadas, as plantas são atarracadas acima da borbulha logo após a plantação, forçando a planta a crescer a partir da enxertia (Figura 3.8.2-B).

mar - 2015

nov - 2015

nov - 2015

nov - 2016



**Figura 3.8.2** – Avaliação do crescimento das plantas através da medição do diâmetro ou perímetro do tronco em plantas borbulhadas. Realça-se a marcação com tinta para avaliação posterior no final do ciclo. **A**-planta borbulhada (instalação do pomar, março 2015), **B**-avaliação do perímetro do tronco abaixo da enxertia (fim do 1º ciclo vegetativo); **C**-avaliação do perímetro do tronco acima da enxertia (fim do 1º ciclo vegetativo); **D**-avaliação do perímetro do tronco acima da enxertia (fim do 2º ciclo vegetativo).

Assim, no caso das plantas de vareta (UO 206 e UO 207), para a avaliação do seu crescimento foi realizada uma marcação com tinta aproximadamente 10 cm acima da enxertia e avaliado o diâmetro das plantas nessa marcação, avaliação essa que foi realizada novamente no final de cada ciclo, nomeadamente novembro de 2015 e novembro de 2016. Nas UO com plantas borbulhadas (UO 208 e UO 209), foi marcado e avaliado o diâmetro do tronco aproximadamente 10 cm abaixo da enxertia, e, no final do 1º ciclo, o diâmetro do tronco foi medido na zona da marcação e, simultaneamente, foi realizada nova marcação e respetiva avaliação aproximadamente 10 cm acima da zona da enxertia, marcação utilizada para avaliação do crescimento correspondente ao 2º ciclo vegetativo (Figura 3.8.2).

O acréscimo de AST foi calculado com base no aumento da AST relativo ao mesmo local do caule da planta observado entre o início e fim de cada ciclo. No caso das plantas de vareta a AST refere-se sempre acima da enxertia. No caso das plantas borbulhadas, o acréscimo de AST no 1º ciclo (2015) é avaliado na zona abaixo da enxertia e, no 2º ciclo é determinado acima da enxertia.

### 3.8.3 Crescimento das plantas

A manta Ecoblanket induziu a maior crescimento das plantas apenas na UO 206, sem que se tenham verificado diferenças significativas entre as modalidades nas restantes UO (Figura 3.8.3).

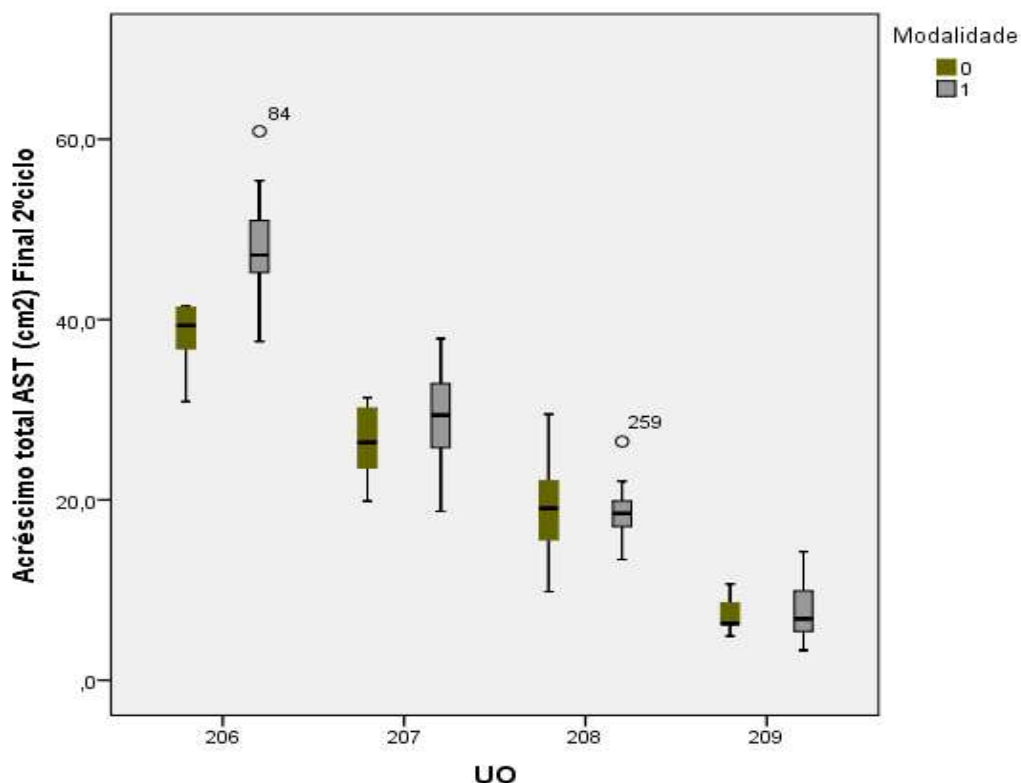


Figura 3.8.3 – Acréscimo total de Área de Secção de Tronco por modalidade e UO.

A análise dos resultados referente ao crescimento das plantas (Figura 3.8.3) permite verificar que, não só há grandes diferenças entre as UO, como existe bastante heterogeneidade entre as plantas, observando-se uma dispersão elevada dos valores do Acréscimo de AST no conjunto das plantas da mesma UO e modalidade.

Os resultados alcançados indicam que, apenas em condições muito favoráveis ao crescimento das plantas, como foi o caso da UO 206, a manta majorou esse mesmo crescimento. Para a cultura da macieira Wash *et al.* (1996) referem maior crescimento das plantas com a utilização de cobertura com geotêxtil e Merwin e Stiles (1994) referem também maior crescimento com a utilização de cobertura com feno. Em pomar de diospireiro, a manta Ecoblanket proporcionou maior crescimento das plantas comparativamente à modalidade de aplicação de herbicida (Soares, 2015).

## A RETER

A manta Ecoblanket apresentou um efeito positivo no aumento do vigor das plantas apenas para a UO 206 onde se registou maior crescimento.

No conjunto das UO observou-se uma elevada diferença no crescimento das plantas (Quadro 3.8.1). À instalação, nas UO 206 e 207, as plantas são menos vigorosas, apresentando uma AST inferior a 1 cm<sup>2</sup>, respetivamente 0,9 cm<sup>2</sup> e 0,7 cm<sup>2</sup>. Nas UO 208 e 209, as plantas eram mais vigorosas, com uma AST de 1,4 e 1,1 cm<sup>2</sup>. É importante realçar esta diferença entre os dois tipos de plantas. Um conjunto formado pelas plantas da UO 206 e UO 207, com plantas mais pequenas e de vareta e outro conjunto formado pelas plantas da UO 208 e da UO 209, com plantas mais vigorosas mas apenas borbulhadas.

As plantas borbulhadas apresentam desvantagens relativamente às plantas de vareta, no que respeita à homogeneidade dos pomares, pelo facto de se verificar sempre a morte de algumas enxertias, exigindo a reenxertia. Assim, para além de ser necessário a realização dessa operação de reenxertia, verificar-se-á sempre um atraso no desenvolvimento dessas plantas.

Frequentemente observa-se ainda, nas plantas onde a enxertia não vingou, a realização de duas ou mais enxertias, localizadas nas pernas em detrimento do tronco, que já se encontra muito vigoroso (Figura 3.8.4). Essa prática conduz a plantas mal formadas contribuindo também para uma heterogeneidade não desejada. A utilização de plantas de vareta conduz a pomares mais homogéneos.

No final do 1º ciclo as plantas das UO 206 e 207 apresentavam uma AST com cerca de 11 cm<sup>2</sup>, aproximadamente o dobro da observada na UO 208 e 6 vezes superior à UO 209 (Quadro 3.8.1).



Figura 3.8.4 – Planta reenxertada e desequilibrada por falta de pegamento da enxertia realizada numa das pernas.

**Quadro 3.8.1 – Área de seção de tronco**

UO	Área de seção de tronco (AST)			
	À instalação	Final 1º ciclo		Final 2º ciclo
		Acima da enxertia		
206	0,9 ± 0,3	11,4 ± 3,4		42,8 ± 8,9
207	0,7 ± 0,3	11,5 ± 2,9		28,8 ± 5,0
UO	À instalação	Final 1º ciclo		Final 2º ciclo
	Abaixo da enxertia	Abaixo da enxertia	Acima da enxertia	Acima da enxertia
208	1,4 ± 0,4	6,5 ± 3,7	4,9 ± 3,0	17,7 ± 5,3
209	1,1 ± 0,4	2,5 ± 0,9	1,7 ± 0,9	±7,3 ± 3,4

No final do 2º ciclo vegetativo acentuaram-se as diferenças entre as UO, registrando-se uma média de AST de aproximadamente 43 cm<sup>2</sup> na UO 206, 29 cm<sup>2</sup> na UO 207, 18 cm<sup>2</sup> na UO 208 e 7 cm<sup>2</sup> na UO 209.

Considerando o Acréscimo de AST determinado para os dois ciclos, observaram-se diferenças significativas entre quase todas as UO no final dos dois ciclos (Quadro 3.8.2). No final do 1º ciclo vegetativo, há um comportamento muito semelhante entre a UO 206 e UO 207, com um acréscimo de AST na ordem de 10 cm<sup>2</sup>. No 2º ciclo, observaram-se diferenças significativas entre todas as UO, conduzindo a um resultado global de diferenças significativas entre todas as UO no conjunto dos dois ciclos, destacando-se a UO 206 com um acréscimo total de AST de 42,8 cm<sup>2</sup>. A UO 209 foi a que apresentou consistentemente menor acréscimo de AST, tanto no 1º como no 2º ciclo, do qual resultam plantas aproximadamente cinco vezes menos vigorosas que na UO 206.

**Quadro 3.8.2 – Acréscimo de AST por UO.**

	1º ciclo (2015)	2º ciclo (2016)	Total (jan-2015 a nov-2016)
206	10,5 ± 3,4 a	31,8 ± 7,4 a	42,3 ± 8,9 a
207	10,8 ± 3,0 a	17,3 ± 3,0 b	28,1 ± 5,0 b
208	5,7 ± 3,1 b	13,3 ± 3,0 c	19,0 ± 5,1 c
209	1,6 ± 0,8 c	6,0 ± 2,2 d	7,6 ± 2,7 d

## A RETER

No final dos dois primeiros ciclos vegetativos observou-se uma elevada diferença de vigor entre as plantas das diferentes UO, realçando o facto do Homem, através das técnicas culturais, ter um papel determinante no abreviar do período juvenil, com a consequente diminuição do período improdutivo inicial e indução de maior capacidade produtiva desde a plantação.

Embora não tenha sido quantificado o volume da copa das plantas, pois é muito influenciado pela realização de operações culturais como a poda em verde, as observações realizadas no campo permitiram constatar uma elevada correspondência entre a AST e o porte da planta, como se pode ver pela Figura 3.8.5.



Figura 3.8.5 – Porte das plantas no final do 2º ciclo (26-nov-2016).

Nota: Na mesma coluna imagens correspondentes à mesma UO.

É interessante realçar que o vigor das plantas também se manifesta pelo atraso na queda das folhas, observando-se na Figura 3.8.5, não só uma clara distinção na abundância da folhagem, como também na sua própria coloração, com uma gradação de coloração semelhante ao vigor médio observado. A UO 206, que apresentou o maior crescimento, mostrou também o maior volume de copa das plantas e, em novembro, a copa ainda apresentava muitas folhas e de coloração verde. Em oposição, as plantas da UO 209, que apresentaram o menor crescimento, estavam praticamente sem folhas. Na UO 207 o terreno encontra-se armado com um camalhão, sobreelevando as plantas numa altura aproximada de 30 cm, correspondente à altura do camalhão. Nesta UO, em novembro, ainda a planta tinha abundante folhagem mas a sua coloração já era predominantemente amarela.

## A RETER

As plantas com maior vigor apresentam um atraso na queda das folhas.

### 3.8.4 Conclusões

O crescimento das plantas no período correspondente aos dois primeiros ciclos foi determinado pelas condições de cada pomar e, essencialmente, pelas práticas culturais realizadas pelos produtores, observando-se diferenças significativas entre todas as UO relativamente ao acréscimo de Área de Seção de Tronco das plantas.

A manta Ecoblanket apresenta um efeito residual no crescimento das plantas comparativamente ao efeito do conjunto das práticas culturais.

À plantação é vantajosa a utilização de plantas de vareta, comparativamente às borbulhadas, permitindo não só maior crescimento das plantas como maior homogeneidade do pomar. Paralelamente, as plantas borbulhadas induzem a maior heterogeneidade no desenvolvimento das mesmas, pois há sempre uma proporção de plantas onde não há vingamento da enxertia, exigindo a reenxertia e o conseqüente atraso de um ano no desenvolvimento das árvores.

## Referências bibliográficas

- Duarte, A.C. (2016). A rega da cultura do pessegueiro. *In* Simões, M.P. (coord). +pêssego – Guia prático da produção. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional, 214 pp.
- Merwin, I.A. e Stiles, W.C. (1994). Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 119 (2): 209-215.
- Simões, M.P. (2016a). Ciclo biológico do pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch]. *In* Simões, M.P. (coord). +pêssego – Guia prático da produção. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional, 214 pp.
- Simões, M.P. (2016b). Manutenção do solo. *In* Simões, M.P. (coord). +pêssego – Guia prático da produção. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional, 214 pp.
- Soares, S.S. (2015). Técnicas de manutenção do solo na cultura do dióspiro. Escola Superior Agrária de Castelo Branco.
- Strand, L.L. (1999). Integrated pest management for stone fruits. University of California, 264 pp.
- Velarde, F. Gil-Albert (1991). Técnicas de mantenimiento del suelo en plantaciones frutales. Ediciones Mundi-prensa, Madrid. 109 pp.
- Yin, X., Seavert, C.F., Turner, J., Núñez-Elisea, R. e Cahn, H. (2007). Effects of polypropylene groundcover on soil nutrient availability, sweet cherry nutrition, and cash costs and returns. *HortScience*, 42 (1): 147-151.







## 3.9.

### Avaliação económica da utilização da manta Ecoblanket

**Maria Paula Simões <sup>(1)</sup>, Dora Ferreira <sup>(1)</sup>, Anabela Barateiro <sup>(2)</sup>, Cristina Ramos <sup>(2)</sup>, Francisco Vieira <sup>(3)</sup>, Paulo Silvino <sup>(3)</sup> Preciosa Fragoso <sup>(2)</sup> e Sandra Lopes <sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

<sup>(2)</sup> Associação de Proteção Integrada e Agricultura Sustentável do Zêzere

<sup>(3)</sup> Associação de Agricultores para Produção Integrada de Frutos de Montanha

#### 3.9.1 Introdução

A atividade agrícola é complexa dependendo o resultado final da conjugação dos fatores climáticos, edáficos, genéticos (associados ao potencial de cada espécie e cultivar explorada), e do conjunto de técnicas culturais realizadas pelo produtor estritamente associadas ao seu saber técnico, dedicação e capacidade de intervenção. A atividade frutícola ainda se torna mais complexa e exigente de saber, por se tratar de culturas plurianuais, com ciclos de vida de 10 a 20 anos.

Associada ao desenvolvimento das competências técnicas dos produtores aparece a procura constante de inovação, quer ao nível das plantas a utilizar, quer ao nível das técnicas culturais que compreendem não só o modo de realização como a procura de maquinaria e equipamentos novos.

Considerando o carácter plurianual das culturas a avaliação de qualquer a inovação revela-se complexa mas aliciante, pois será necessário planear o modo de o fazer,

delinear estratégias e ensaios para atingir tal objetivo. Mas, simultaneamente, é preciso valorizar e desenvolver uma especial capacidade de observação e monitorização, para detetar e quantificar possíveis fatores condicionantes do êxito da inovação.

Paralelamente será necessário integrar diferentes perspetivas e efeitos, para uma avaliação global final que nunca deve perder de vista o objetivo superior de um produtor que é a obtenção de mais-valias económicas, territoriais e sociais, pela sua atividade.

### 3.9.2 Material e métodos

Para a avaliação económica da utilização da manta Ecoblanket como técnica de manutenção do solo, utilizaram-se:

- a) os registos de todas as intervenções realizadas pelos produtores para o controlo de infestantes na linha das plantas;
- b) os custos das operações culturais calculados no âmbito do projeto +pêssego – ação Estudo Económico (a publicar);
- c) o compasso do pomar para o cálculo da quantidade de manta necessária.

### 3.9.3 Avaliação económica

No Quadro 3.9.1 apresenta-se um cálculo aproximado dos custos das operações culturais realizadas pelos produtores, do custo da aplicação da manta, e a indicação do custo limite da manta para se constituir como técnica alternativa de manutenção do solo.

O custo das operações realizadas pelos produtores na modalidade testemunha situaram-se entre 816,00€ e 2012,00€, sendo o valor mais baixo registado na UO 208 e o mais elevado na UO 207. O menor custo observado na UO 208 corresponde também a maior presença de infestantes, com uma média de 35,1% (Quadro 3.4.1), e o custo mais elevado na UO 207, está associada a uma taxa global de ocupação baixa, 25,2%, com um controlo de infestantes muito elevado no 2º ciclo vegetativo (Figura 3.4.9), apesar de se ter observado um grande desenvolvimento das infestantes nos primeiros meses após instalação.

A quantidade de manta necessária varia entre 3330 m/ha para uma entrelinha de 5 m e 4000 m/ha para uma entrelinha de 4,5 m, sendo 4,5 m a largura da entrelinha mais frequente nos pomares de pessegueiro da região da Beira Interior (Simões, 2008).

**Quadro 3.9.1 – Custo das operações de controlo de infestantes**

Data	UO 206	custo	UO 207	custo	UO 208	custo	UO 209	custo
	tubos protetores	230,00	Tubos protetores	230,00			tubos protetores	230,00
2015-03-15			Aplicação herbicida	272,00				
2015-05-11			Aplicação herbicida	272,00				
2015-05-20			Corte com motorroçadora	150,00				
2015-06-15	Corte com motorroçadora	150,00					Aplicação herbicida	272,00
2015-07-23	Aplicação herbicida	272,00			Aplicação herbicida	272,00		
2015-08-18							Aplicação herbicida	272,00
2015-08-30			Aplicação herbicida	272,00				
2016-03-21			Aplicação herbicida	272,00				
2016-04-05								
2016-05-17	Aplicação herbicida	272,00		272,00	Aplicação herbicida	272,00	Aplicação herbicida	272,00
2016-06-05			Aplicação herbicida					
2016-06-22								
2016-08-01			Aplicação herbicida	272,00				
2016-07-20					Aplicação herbicida	272,00	Aplicação herbicida	272,00
2016-08-17	Sacha manual	175,00						
<b>TOTAL na Mod. 0</b>		<b>1099,00</b>		<b>2012,00</b>		<b>816,00</b>		<b>1318,00</b>
Quantidade de manta (m)	3330		4000		4000		4000	
Aplicação manta		100,00		120,00		120,00		120,00
Aplicação localizada herbicida		150,00		150,00		150,00		150,00
<b>TOTAL na Mod. 1</b>		<b>250,00</b>		<b>270,00</b>		<b>270,00</b>		<b>270,00</b>
Diferencial Mod 0-Mod 1		849,00		1742,00		546,00		1048,00
Limite do custo unitário da manta (€/m)		0,25		0,44		0,14		0,26

Em resultado das observações efetuadas durante o trabalho de monitorização das infestantes (ponto 3.4), considerou-se que, na modalidade com manta, haverá sempre necessidade de fazer uma aplicação de herbicida de modo a impedir o desenvolvimento das infestantes sobre esta, pelo que o seu custo foi introduzido nos cálculos apresentados no Quadro 3.9.1. Será de realçar que essa aplicação deverá ser dirigida e posicionada na fase inicial de desenvolvimento das infestantes, sendo a vigilância a atitude fundamental para o sucesso da inovação.

O diferencial entre os custos da modalidade 0 e os custos de aplicação e manutenção da modalidade 1 permitiu calcular o custo unitário da manta, para que esta se possa constituir como alternativa viável no conjunto das técnicas de manutenção do solo, que deverá estar compreendido entre 0,25 €/m e 0,44 €/m.

## A RETER

A manta Ecoblanket poderá constituir-se como alternativa viável às técnicas de manutenção do solo tradicionais de aplicação de herbicida e corte de infestantes com motorroçadora se o custo unitário máximo for de 0,44 €/m.

### 3.9.4 Considerações finais

Apesar da perspetiva de durabilidade ser de dois anos, no final do 2º ciclo a manta mantém-se ainda em razoáveis condições. A manutenção por um período mais longo colocaria novos desafios ao nível da fertilização, exigindo que a aplicação dos fertilizantes fosse feita integralmente via fertirrega. Quando se consideram apenas os dois primeiros anos, a disponibilidade de nutrientes é elevada em virtude da fertilização de fundo ser habitualmente elevada.

Ao longo do período de monitorização observaram-se algumas ruturas causados por roedores, nomeadamente coelhos, e, a grama consegue perfurar a manta e fundir-se com ela.

A armação do terreno em camalhão potencia a eficácia da manta pelo que, em situações de locais com temperaturas elevadas, e escassez de água, a manta poderá apresentar vantagens adicionais para além da paridade de custos com as técnicas de manutenção do solo frequentemente adotadas. Nessas condições a cobertura do solo com a manta pode proporcionar maior crescimento das plantas, como o alcançado na UO 206 e referido por Soares (2015), e, portanto, reduzir o período improdutivo inicial. A monitorização da produção do 3º ciclo vegetativo poderia acrescentar nova informação,

e avaliar a mais-valia da utilização deste material e técnica durante um período mais longo.

## Referências bibliográficas

Simões, M.P. (2008). A fertilização azotada em pessegueiros: influência no estado de nutrição, produção e susceptibilidade a *Phomopsis amygdali*. Instituto Superior de Agronomia, 272 pp.

Soares, S.S. (2015). Técnicas de manutenção do solo na cultura do dióspiro. Escola Superior Agrária de Castelo Branco.





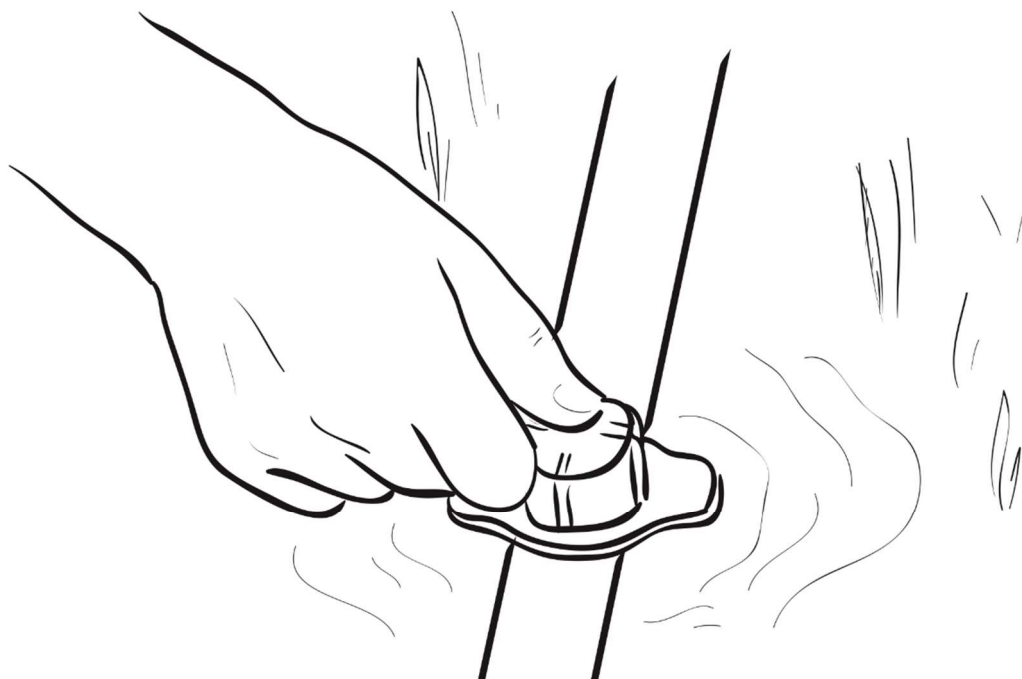


**4.**

## **Rega deficitária na cultura do pessegueiro**

**Abel Veloso, António Canatário Duarte e António dos Santos Ramos**

Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária





## 4.

# Rega deficitária na cultura do pessegueiro

**Abel Veloso, António Canatário Duarte e António Ramos**

Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

### 4.1. Introdução

A população mundial está a aumentar prevendo-se que ultrapasse os 9 mil milhões de pessoas em 2050. Por outro lado, espera-se um acréscimo de 70% na procura mundial de alimentos e fibras na primeira metade do século XXI (FAO, 2009). Apesar desse aumento da população ocorrer sobretudo nos países em desenvolvimento, a agricultura nos países desenvolvidos estará também sob uma grande pressão, não só devido à necessidade de produzir alimentos com uma elevada qualidade, mas também em quantidade suficiente e garantindo a sustentabilidade ambiental, social e económica. Neste contexto, a água é um recurso essencial, embora a sua previsível escassez obrigue a repensar os termos da sua utilização. Para justificar este facto basta considerar que os regadios correspondem apenas a 5% da superfície agrícola mundial e contribuem com 35% do total da produção (FAO, 2010).

Sendo a água um recurso simultaneamente essencial e escasso, a sua adequada gestão adquire uma especial pertinência, tanto mais que o regadio envolve diversos fatores, não só técnicos e ambientais, como também políticos, sociais e económicos, que interagem entre si, por vezes de forma bastante complexa (Malano e Burton, 2001).

A ação da rega, integrada no projeto +pêssego, teve como principais objetivos:

- (1) caracterizar as práticas de rega em dois pomares de pessegueiro localizados na Beira Interior, a sul da Serra da Gardunha;
- (2) avaliar a adequação de dois métodos utilizados para a determinação do teor de água no solo (a sonda capacitiva – DIVINER 2000 – e o balanço de água no solo considerando as entradas e saídas);
- (3) avaliar o efeito de diferentes dotações de rega na produção e qualidade dos frutos.

#### 4.1.1 Eficiência no uso da água

A agricultura é vista frequentemente como um exemplo de baixa eficiência no uso dos recursos naturais e, em particular, da água (Costa *et al.*, 2007). Este facto, aliado ao aumento da procura, às reservas limitadas e à competição com setores como a indústria e o turismo, fazem com que o aumento da eficiência do uso da água na agricultura seja essencial para garantir a sustentabilidade da produção alimentar (Costa *et al.*, 2007).

O aumento da eficiência nos sistemas agrícolas de regadio tem sido estimulado por diversos fatores, tais como (Malano e Burton, 2001):

- (1) competição pela água não só dentro do sector agrícola, mas também com outros sectores de atividade;
- (2) alargamento das áreas regadas para se obterem acréscimos de produtividade, não só em função do aumento dos rendimentos, mas também pelo crescimento da população mundial;
- (3) diminuição de custos, mantendo ou aumentando a produtividade;
- (4) crescente pressão política e social para a proteção dos recursos hídricos.

Existem diversas formas de quantificar a eficiência no uso da água. Neste contexto, esta eficiência pode ser definida como o quociente entre parâmetros associados à produção (como o peso total de frutos colhidos ou a produtividade) e o total de água fornecido à cultura (Costa *et al.*, 2007).

De acordo com Costa *et al.* (2007), a eficiência no uso da água tem vindo a aumentar lentamente nos sistemas agrícolas devido não só ao uso de genótipos com melhor eficiência da utilização da água, mas também pela adoção de práticas agrícolas e de regadio mais eficazes. Entre estas técnicas destacam-se a prática de *mulching*, o uso de sistemas gota-a-gota, o ajuste da dotação em função das necessidades da cultura e a prática de estratégias de rega deficitária.

### 4.1.2 Rega deficitária

A rega deficitária consiste no fornecimento de água abaixo das necessidades da cultura expressas, por exemplo, pela sua evapotranspiração (Fereres e Soriano, 2006). Existem diversas abordagens àquela técnica, entre as quais se destacam a Rega Deficitária de Alta Frequência e a Rega Deficitária Controlada. A primeira consiste num fornecimento de água consistentemente abaixo das necessidades da cultura, mas praticando regas com uma frequência suficiente de forma a limitar os sinais de *stress* hídrico (Duarte, 2007). Por outro lado, a Rega Deficitária Controlada caracteriza-se por restringir o fornecimento de água apenas nas fases de desenvolvimento da cultura em que esse déficit tem um menor impacto na produção e na qualidade (Duarte, 2007; Costa *et al.*, 2007). Todas estas estratégias, se forem corretamente implementadas, permitem aumentar a eficiência no uso da água e são especialmente úteis, quando aquele recurso é escasso e limitante da produção (Duarte, 2007).

Adicionalmente, a restrição no fornecimento de água à cultura pode até ter consequências positivas em determinados parâmetros da qualidade dos frutos, podendo contribuir para o aumento do teor em sólidos solúveis totais (Reddy, 2016; Simões e Ferreira, 2016).

### 4.1.3 Quantificação de teores de água no solo e nas plantas

Para ser adequadamente implementada, uma estratégia de rega (deficitária ou não) deve ser programada com base no balanço hídrico do solo, que poderá fornecer informações não só acerca das dotações a aplicar, como também da oportunidade ideal para o fazer (Petillo, 2008). O balanço de água no solo pode ser determinado a partir do cálculo da evapotranspiração cultural ( $ET_c$ ), através da medição de teores de humidade do solo ou estimado pelo conhecimento do estado de *stress* (ou do estado de conforto) hídrico das plantas, sendo útil combinar várias destas estratégias (Quadro 4.1) (Petillo, 2008; Duarte, 2016).

Entre os métodos de quantificação da água destacam-se, pela sua facilidade de utilização, disponibilidade e/ou baixo custo, o cálculo do balanço hídrico através da  $ET_c$ , as sondas baseadas na capacidade de um material não condutivo (solo) para transmitir ondas ou impulsos eletromagnéticos de alta frequência (sondas TDR e FDR) e o potencial hídrico foliar.

**Quadro 4.1** – Classificação dos principais métodos de quantificação da água. Adaptado de Petillo (2008).

Medidas no solo		Medidas na planta		
Medidas do teor de água	Medidas do potencial hídrico	Medidas do potencial hídrico	Medidas indiretas	Avaliação visual
a. Método gravimétrico	a. Tensiómetro	a. Potencial hídrico foliar	a. Temperatura do coberto vegetal	
b. Sonda de neutrões	b. Psicrómetro de solo	b. Potencial xilemático	b. Condutância estomática	
c. Refletometria no domínio do tempo (TDR)	c. Blocos de resistência elétrica	c. Psicrometria de termocúpula	c. Fluxo de seiva	
d. Refletometria no domínio das frequências (FDR)	d. Sensores de matriz granular	d. Método de coloração de Shardaikov	d. Cavitação	
e. Atenuação de raios gama			e. Efeito Doppler	
			f. Dendrometria	

#### 4.1.4 Balanço de água no solo

O balanço hídrico tem a vantagem de não exigir a aquisição de equipamentos dispendiosos, podendo ser calculado de forma automatizada numa folha de cálculo a partir de valores tabelados e de dados meteorológicos.

A equação que resume este processo é a seguinte (Allen *et al.*, 2006):

$$\theta_i = \theta_{i-1} + P_i - ES_i + I_i + AC_i - PP_i - ET_{C_i}$$

em que:

$\theta_i$  – teor de água no solo no dia i

$\theta_{i-1}$  – teor de água no solo no dia i-1

$P_i$  – precipitação no dia i

$ES_i$  – escoamento superficial no dia i

$I_i$  – água fornecida pela rega no dia i

$AC_i$  – ascensão capilar a partir do nível freático no dia i

$PP_i$  – percolação profunda no dia i

$ET_{C_i}$  – evapotranspiração cultural no dia i

No caso de muitas fruteiras, em particular do pessegueiro, o balanço hídrico tem como principal utilidade determinar a oportunidade da rega e quantificar as necessidades de

água. Para teores baixos de humidade no solo, a ascensão capilar (*AC*) e a percolação profunda (*PP*) podem ser ignoradas sem apreciáveis perdas de fiabilidade do método. Por outro lado, considerando o sistema de rega gota-a-gota (que é o mais comum em fruteiras) e a baixa probabilidade de ocorrência de episódios de chuva intensa, o escoamento superficial também pode ser ignorado. Deste modo, a equação simplificada do balanço de água no solo será a seguinte:

$$\theta_i = \theta_{i-1} + P_i + I_i - ET_{C_i}$$

O teor de água inicial, necessário para começar o balanço, pode ser considerado igual à capacidade de campo após um período de rega ou de precipitação intensas (Allen *et al.*, 2006).

A evapotranspiração consiste no fluxo total de vapor de água entre uma superfície vegetal e a atmosfera. Esta definição abrange as perdas de água, por transpiração e por evaporação, quer a partir do solo quer a partir do coberto vegetal molhado (Ferreira, 1996). A evapotranspiração cultural,  $ET_c$ , pode ser determinada multiplicando o coeficiente cultural  $K_c$  (tabelado) pela evapotranspiração de referência,  $ET_0$ :

$$ET_c = K_c \cdot ET_0$$

Quando o défice hídrico no solo ultrapassa um certo limite crítico, a partir do qual as plantas entram em estado de *stress*, é necessário acrescentar à expressão anterior um coeficiente de *stress* ( $K_s$ ):

$$ET_c = K_c \cdot K_s \cdot ET_0$$

Existem diversas metodologias para determinar a evapotranspiração de referência, sendo o método de Penman-Monteith o que conduz a resultados mais exatos, quando comparados com resultados de métodos diretos (lisímetros). Estão disponíveis *softwares* livres que calculam este parâmetro a partir de dados meteorológicos (FAO, 2015).

#### 4.1.5 Sondas FDR (Frequency Domain Reflectometry)

As sondas FDR, também designadas sondas capacitivas ou de capacitância, são constituídas por dois elétrodos que, juntamente com o solo adjacente, formam um condensador. A respetiva constante dielétrica é função do teor de água no solo. Os equipamentos podem ser fixos (como é o caso do EnviroSCAN) ou portáteis (por exemplo, a Diviner 2000) (Petillo, 2008; Duarte, 2016).

#### 4.1.6 Câmara de pressão (ou de Schölander)

A câmara de pressão é usada para avaliar o potencial hídrico foliar, sendo constituída por: i) uma câmara onde se coloca a amostra vegetal a pressurizar; ii) uma garrafa com ar comprimido ou um gás inerte (usada para aumentar a pressão na câmara); iii) uma válvula para regular a entrada do gás na câmara, outra para a despressurizar e, iv) um manómetro para efetuar as leituras (Petillo, 2008).

O potencial hídrico, medido em unidades de pressão (normalmente bar ou MPa), é um conceito que permite explicar a ascensão da água no sentido oposto ao da força gravítica desde a raiz até às folhas. Assim, a água na planta desloca-se no contínuo solo-planta-atmosfera de uma zona em que o potencial hídrico é mais elevado (raízes) para outra de potencial mais baixo (folhas), sendo este potencial hídrico foliar baixo decorrente da evapotranspiração através dos estomas (Pennsylvania State University, 2003). O potencial hídrico foliar é normalmente negativo, representando a força de sucção responsável pela ascensão da coluna de água dentro da planta. Como a diminuição do seu valor indica o aumento do défice de água entre o solo (junto à raiz) e as folhas, a medição do potencial hídrico foliar é um indicador do eventual *stress* hídrico da planta (Pennsylvania State University, 2003; Ferreira *et al.*, 2008).

Embora esteja relacionado com o grau de abertura ou fecho dos estomas, o potencial hídrico foliar não é o único fator a controlá-lo. O funcionamento dessas estruturas foliares é mediado também por substâncias químicas endógenas como o ácido abscísico (Ferreira, 1996; Ferreira *et al.*, 2008).

O potencial hídrico foliar varia ao longo do dia sendo mínimo 1 a 2 horas após o meio-dia solar (quando a temperatura é mais elevada). Após o anoitecer, os estomas fecham devido à falta de luz, o que permite a reposição das reservas hídricas nas folhas (se o teor de água no solo for adequado), resultando num aumento do potencial hídrico foliar que será máximo (mais próximo de 0) pouco antes do amanhecer (Ferreira *et al.*, 2008).

Assim, existem dois momentos geralmente usados para a medição do potencial hídrico foliar: imediatamente antes do nascer do sol (potencial hídrico foliar de base) e ao meio-dia solar. O primeiro corresponde a um momento de equilíbrio entre o potencial da água no solo junto às raízes e na planta. Um valor abaixo de determinado nível (cerca de -0,4 MPa para a maior parte das espécies), indica que a planta não conseguiu repor as reservas hídricas perdidas ao longo do dia, o que normalmente está associado a um défice de água no solo. Ao meio dia solar, esperam-se valores mais negativos para o potencial hídrico foliar uma vez que a

perda de água pelos estomas é mais rápida do que a sua entrada pelas raízes. Quanto menor for o teor de água no solo e mais intensa a demanda evaporativa, mais lenta será essa reposição (McCutchen e Shackel, 1992; Ferreira *et al.*, 2008). Por vezes, o potencial ao meio dia solar é medido em folhas previamente colocadas em condições de obscuridade, para que esse valor se equilibre com o do ramo onde se insere, de modo a ser menos perturbado pelas condições ambientais. Como a folha em obscuridade tem os estomas fechados, o potencial medido resulta da evapotranspiração de toda a planta e da condutividade hídrica do solo em volta das raízes. Pelo contrário, o potencial medido numa única folha em condições normais de luminosidade reflete a combinação de diversos fatores como a radiação intercetada e a regulação dos estomas. A pertinência de cada um destes tipos de medição depende do tipo de planta em causa (McCutchen e Shackel, 1992; Sdoodee e Somjun, 2008; Ferreira *et al.*, 2008).

Todas as plantas superiores exercem algum controlo sobre a perda de água dos tecidos através, por exemplo, da abertura ou fecho dos estomas. No entanto, a extensão desse controlo é variável, pelo que as plantas podem ser classificadas em iso-hídricas ou aniso-hídricas, segundo a extensão do controlo que exercem sobre a perda de água dos tecidos.

As plantas iso-hídricas evidenciam um limite mais alto do potencial hídrico (i.e. menos negativo) necessário ao fecho dos estomas do que as aniso-hídricas, pelo que o défice hídrico tolerado antes de ocorrer o fecho daquelas estruturas tende a ser maior nas segundas. Dessa forma, as diferenças encontradas entre o potencial hídrico de base de plantas sujeitas a *stress* hídrico e o de plantas em conforto hídrico são semelhantes entre indivíduos de ambos os grupos. No entanto, isso não acontece quando o potencial hídrico foliar é medido ao meio-dia solar. Neste caso, as diferenças são menores nas plantas iso-hídricas, dificultando a estimativa do défice de água disponível e indicando a maior pertinência do uso do potencial hídrico foliar de base na avaliação do eventual défice de água no solo (Ferreira *et al.*, 2008; Limpus, 2009).

## 4.2 Material e métodos

Para a prossecução dos objetivos deste estudo foram instaladas duas Unidades de Observação (UO), uma na freguesia da Soalheira (UO 404) e outra na freguesia da Póvoa de Atalaia (UO 405), ambas pertencentes ao concelho do Fundão e localizadas a sul da serra da Gardunha (Figura 4.1).

Em cada uma das UO o compasso de plantação é de aproximadamente 2,5 m na linha por 5 m na entrelinha. As cultivares utilizadas foram duas, a 'Catherine' na UO 404 e a 'Sweet Dream' na UO 405.

As condições meteorológicas vigentes na zona de estudo durante o período de desenvolvimento da cultura encontram-se resumidas na Figura 4.2.

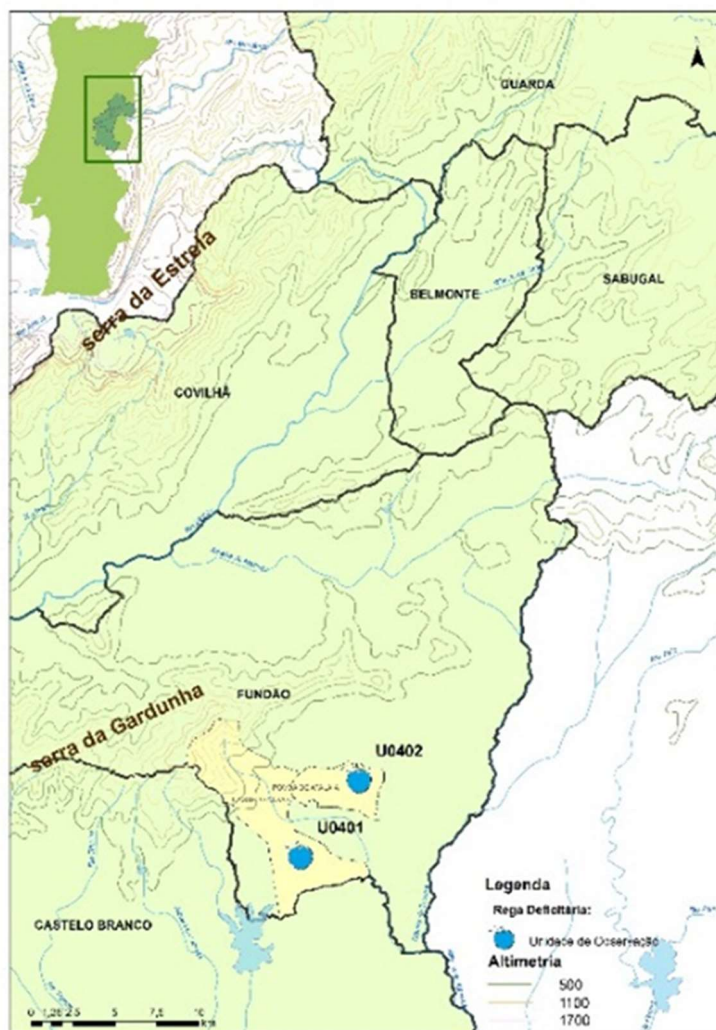


Figura 4.1 – Localização das UO 404 e 405.

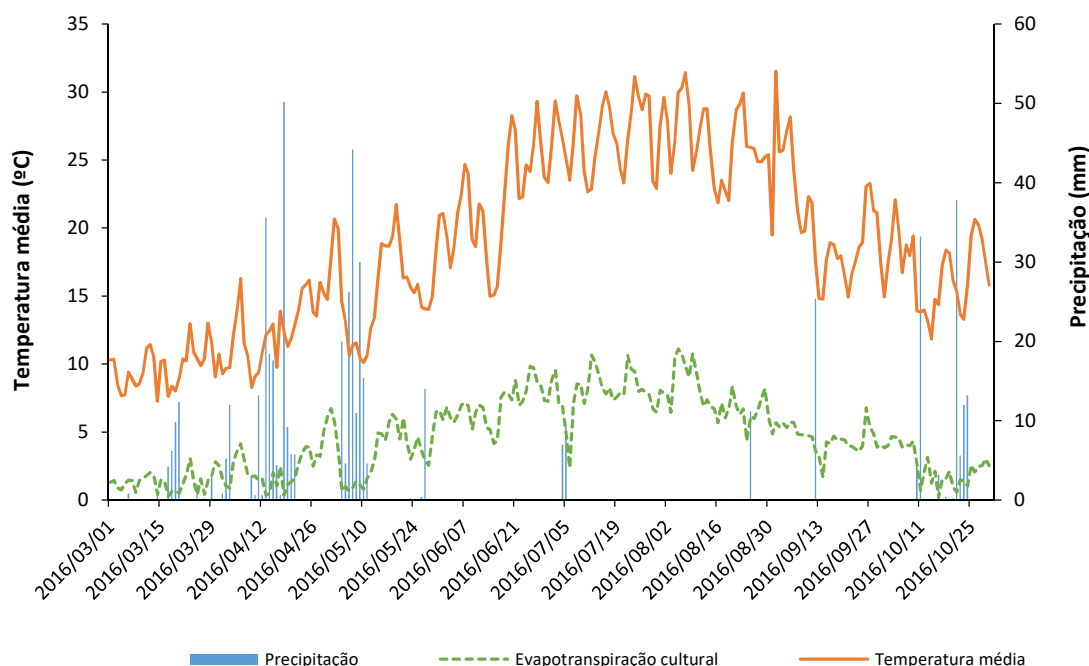


Figura 4.2 – Evolução da precipitação, temperatura e evapotranspiração cultural desde 2016-03-01 até 2016-10-31 (Quinta da Fadagosa, Soalheira).

O ensaio envolveu três tratamentos correspondentes a três débitos de água distintos por árvore: T8 (8 L/h), T12 (12 L/h) e T16 (16 L/h), conseguidos através da combinação de gotejadores de 4 e 8 l/h. Os débitos de todos os gotejadores foram verificados *in loco* por medição direta, tendo-se usado os valores médios para os cálculos subsequentes (Quadro 4.2). As diferenças entre os débitos previstos e os débitos reais poderão explicar-se por diferenças de pressão na água distribuída nas rampas que contêm os gotejadores.

Quadro 4.2 – Débitos correspondentes a cada um dos tratamentos.

Tratamento	UO 404		UO 405	
	Débito previsto (L/h.árvore)	Débito real (L/h.árvore)	Débito previsto (L/h.árvore)	Débito real (L/h.árvore)
T8	8	8,5	8	11,0
T12	12	14,6	12	16,8
T16	16	17,0	16	22,0
Agricultor	11,0	9,0	11	18,5

Cada tratamento foi composto por três repetições (Figuras 4.3 e 4.4), cada uma com cinco árvores: três para medições e duas de bordadura. As linhas de árvores adjacentes

à do ensaio continham rampas equipadas com gotejadores incorporados de 2,2 L/h, espaçados a 0,5 m (rega do agricultor).



Figura 4.3 – Esquema experimental da UO 404.

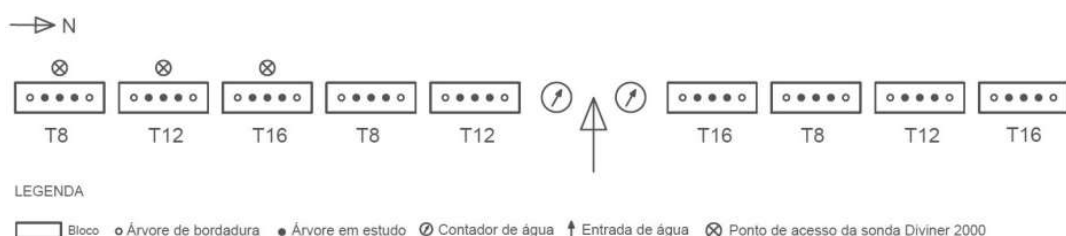


Figura 4.4 – Esquema experimental da UO 405.

A entrada de água para as rampas que alimentavam os gotejadores situava-se a meio da linha, derivando daí uma rampa de gotejadores para cada lado. À entrada de cada uma das rampas foi colocado um contador de água, cujas leituras foram registadas periodicamente, com o objetivo de se determinar o volume de água efetivamente fornecido a cada rampa, e por extensão a cada árvore em cada um dos tratamentos. Todos os tratamentos estiveram sujeitos aos mesmos tempos de rega, definidos pelo agricultor.

O teor de água do solo em cada um dos tratamentos foi medido periodicamente em três pontos da linha (um por tratamento), com uma sonda Diviner 2000, fabricada pela Sentek Sensor Technologies (Figura 4.5).



Figura 4.5 – Sonda Diviner 2000.

O balanço hídrico diário foi calculado considerando o teor de água no solo a 2016-05-12 igual à capacidade de campo, pois este dia foi antecedido por eventos de precipitação

mais ou menos intensa que totalizaram 151 mm desde o início de Maio. De acordo com a metodologia de cálculo do balanço de água no solo, ao armazenamento inicial de água de um dia foi somada a água fornecida pela precipitação e pela rega (iniciada a 2016-06-09 na UO 404 e a 2016-06-06 na UO 405) e subtraída a evapotranspiração cultural ( $ET_c$ ). Esta última foi calculada a partir do produto da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) pelo coeficiente cultural ajustado ( $K_c$ ) e pelo coeficiente de *stress* ( $K_s$ ), de acordo com a metodologia sugerida pela FAO (Allen *et al.*, 2006). A  $ET_0$  foi determinada com base nos dados meteorológicos recolhidos na Estação Meteorológica Automática (EMA) da Fadagosa, pertencente ao Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural (MAFDR).

Após as datas de colheita foram realizadas duas medições (cada uma em dias distintos) do potencial hídrico foliar de base, recorrendo-se, como já foi referido, a uma câmara de pressão fabricada pela PMS Instrument Company (modelo 600) (Figura 4.6).

As colheitas foram realizadas nos dias 22 e 28 de julho e 1 de agosto na UO 404, e 1 e 9 de agosto na UO 405. Em cada data de colheita contaram-se o número de frutos colhidos por árvore e peso total da produção. Adicionalmente, recolheu-se uma amostra de três frutos por árvore para determinação da respetiva dureza e teor de sólidos solúveis totais (TSS).

A dureza foi medida através do penetrómetro de bancada da marca Penefel (Figura 4.7) em dois pontos diametralmente opostos na linha equatorial de cada fruto, utilizando uma ponteira de 8 mm de diâmetro. Por sua vez, o teor de sólidos solúveis foi determinado com o refratómetro Palette PR 201 (Atago) (Figura 4.8), misturando uma pequena amostra de sumo retirada aproximadamente nos mesmos dois locais usados na determinação da dureza.



Figura 4.6 – Câmara de pressão.



Figura 4.7 – Penetrómetro Penefel.



Figura 4.8 – Refratómetro Palette PR201.

tratamento estatístico das variáveis produtividade, teor de sólidos solúveis e dureza foi feita através de uma análise de variâncias (ANOVA) a um nível de probabilidade de 5%. As médias foram ordenadas através do método de Scheffé.

## 4.3. Resultados e discussão

### 4.3.1. Balanço de água no solo

As Figuras 4.9 e 4.10 apresentam a evolução do teor de água no solo, previsto a partir do balanço diário, considerando o volume de água fornecido pela rega (linhas a cheio), e medido com a sonda Diviner 2000 (linhas a tracejado).

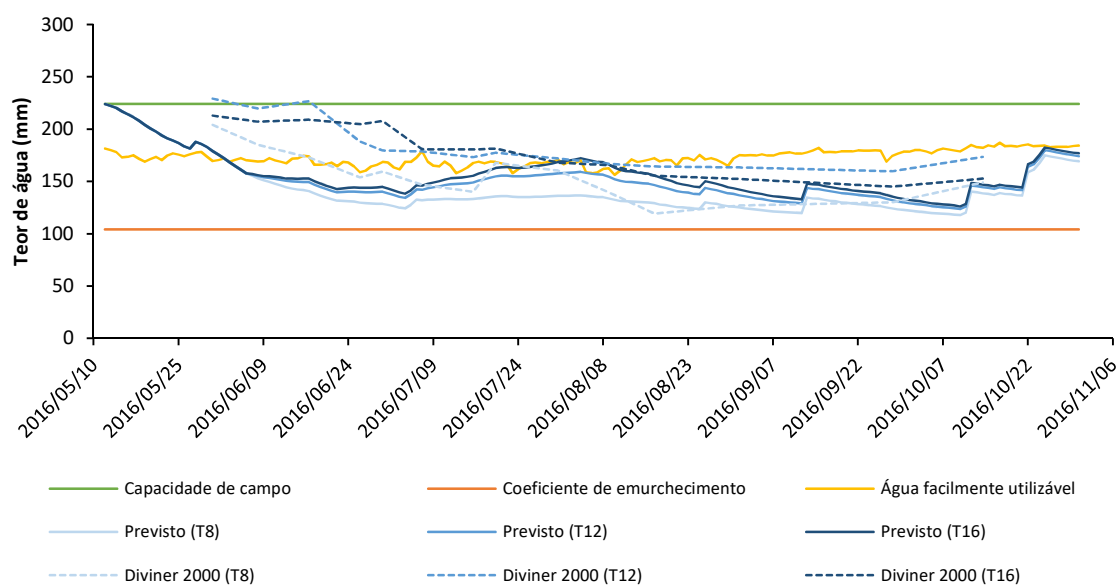


Figura 4.9 – Evolução do teor de água no solo na UO 404.

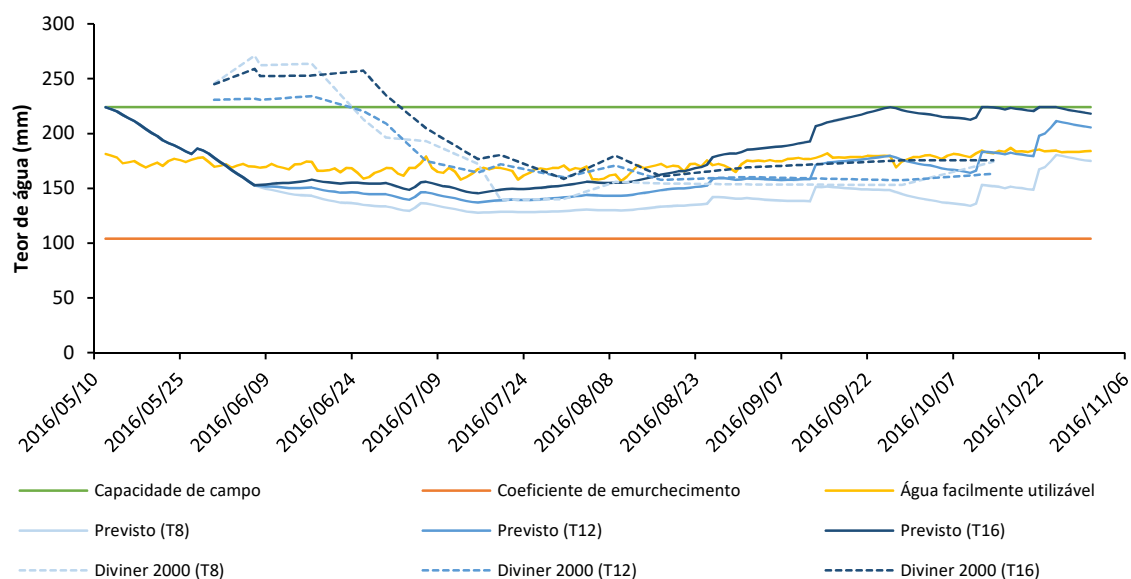


Figura 4.10 – Evolução do teor de água no solo na UO 405.

Na UO 404 verifica-se que o teor de água no solo se encontra abaixo do limite de água facilmente utilizável (AFU), desde o final de maio até ao final de agosto, após o que passa a estar acima do limiar de AFU apenas no tratamento a que corresponde a dotação de rega mais elevada (T16).

Considerando como critério indicador de início da rega, o momento em que o teor de água no solo atinge o limiar de AFU, o início da rega nesta UO verificou-se tardiamente. Por outro lado, sendo o tratamento T12 aquele que mais se aproxima do que é praticado pelo agricultor, o fornecimento de água à cultura foi deficitário, indicando que este poderá ser um fator limitante da produtividade da cultura.

As leituras da sonda Diviner 2000 são inicialmente mais elevadas e vão-se aproximando dos valores previstos pelo balanço hídrico à medida que a estação avança, ou seja, à medida que a água utilizada pelas plantas e o balanço da água no solo ficam fundamentalmente dependentes da água fornecida pela rega.

O afastamento inicial entre os valores do teor de água no solo indicados pela sonda e previstos pelo balanço hídrico poderão ser explicados pelo maior teor de água no solo nas proximidades dos tubos de acesso da sonda aos gotejadores, numa fase em que o solo fora do bolbo de rega ainda dispõe de humidade suficiente para fazer face a parte das necessidades da planta.

No que respeita à UO 405, os resultados das medições dos teores em água pela sonda Diviner 2000 e os estimados pelo balanço hídrico do solo mostraram um

comportamento semelhante ao da UO 404, mantendo-se predominantemente em torno do limite da AFU no tratamento T12 (com débitos semelhantes aos praticados pelo agricultor) e ligeiramente abaixo no tratamento T8. No entanto, é de referir que as medições iniciais feitas pela sonda Diviner 2000 foram superiores ao teor de água no solo considerado como capacidade de campo (CC), o que pode ser justificado por duas vias (alternativa ou complementarmente): i) os parâmetros utilizados para a determinação da CC não atenderam às condições específicas ao nível do solo, mormente a textura, nas duas UO; ii) drenagem interna da UO deficiente, da qual poderiam resultar algumas condições de solo saturado como consequência das chuvas mais ou menos intensas que ocorreram ainda em Maio.

#### 4.3.2. Determinação do teor de água no solo a partir do potencial hídrico foliar de base

Com a avaliação do potencial hídrico foliar, pretendeu-se comparar o teor de água no solo determinado pelo balanço de água, com o previsto a partir do potencial hídrico foliar de base ( $\Psi_{base}$ ). Para isso, mediu-se esta grandeza pelo procedimento já referido anteriormente, e através da equação de ajuste à curva de retenção de água no solo, calculou-se o teor de água no solo correspondente (Quadros 4.3 e 4.4).

Da leitura dos dois quadros anteriores, podemos constatar desvios mais elevados na UO 405 do que na 404. Por outro lado, o teor de água no solo determinado a partir do potencial hídrico foliar de base é sistematicamente menor do que o previsto, o que indica que as plantas, durante a noite, não conseguiram anular o diferencial entre o potencial da água nas folhas e o potencial da água no solo.

**Quadro 4.3** – Comparação entre o teor de água no solo determinado a partir do  $\Psi_{base}$  ( $\theta_{solo - \psi}$ ) e o previsto pelo balanço hídrico ( $\theta_{solo}$ ), na UO 404, para o dia 18 de agosto.

Tratamento	$\theta_{solo - \psi}$ (mm)	$\theta_{solo}$ (mm)	Desvio relativamente ao $\theta_{solo}$
T8	115	128	10%
T12	118	145	19%
T16	128	153	16%

**Quadro 4.4** – Comparação entre o teor de água no solo determinado a partir do  $\Psi_{base} (\theta_{solo} - \psi)$  e o previsto pelo balanço hídrico ( $\theta_{solo}$ ), na UO 405, para o dia 18 de agosto.

Tratamento	$\theta_{solo} - \psi$ (mm)	$\theta_{solo}$ (mm)	Desvio relativamente ao $\theta_{solo}$
T8	110	133	17%
T12	115	149	23%
T16	125	163	23%

### 4.3.3. Rega deficitária

O nível de rega em cada uma das modalidades determinou-se pela razão (expressa em percentagem) entre o total de água fornecida às plantas pela rega e pela precipitação natural e o valor da evapotranspiração cultural (ET<sub>c</sub>), calculado com base nos registos meteorológicos, desde o início da rega até ao dia da última colheita (Quadro 4.5).

**Quadro 4.5** – Relação entre a água fornecida à cultura e a evapotranspiração cultural, estabelecida para valores acumulados entre 2016-05-01 e 2016-09-30).

Tratamento	%ET <sub>c</sub> (UO 404)	%ET <sub>c</sub> (UO 405)
T8	58%	68%
T12	79%	89%
T16	88%	108%
Agricultor	75%	84%

Em geral, o fornecimento de água foi deficitário em todos os tratamentos nas duas UO, com exceção da modalidade T16 na UO 405. O nível do défice hídrico foi maior na UO 404 do que na UO 405 em todos os tratamentos e também na rega do agricultor, sendo o tratamento T12 o que mais se aproximou do praticado pelo agricultor em ambas as unidades de observação, tal como fora delineado.

A análise da evolução dos valores acumulados das entradas (rega e precipitação) e saídas de água (evapotranspiração) mostra que esse défice ocorreu em geral em todas as modalidades e durante todo o período considerado (Figuras 4.11 e 4.12). Apenas no tratamento T16, na UO 405, mostrou valores de entrada superiores aos de saída de água, mas tal só ocorreu numa fase final, a partir de outubro, muito para além da época de crescimento e colheita dos frutos.

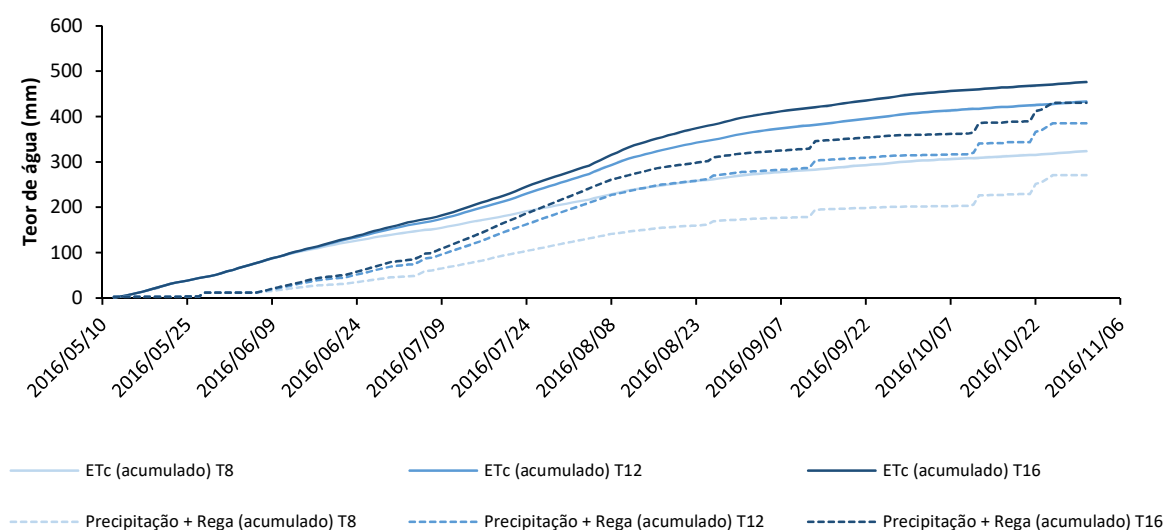


Figura 4.11 – Comparação entre as entradas de água (precipitação e rega) e a principal saída (evapotranspiração cultural), expressas em valores acumulados entre 2016-05-12 e 2016-10-31 na UO 404.

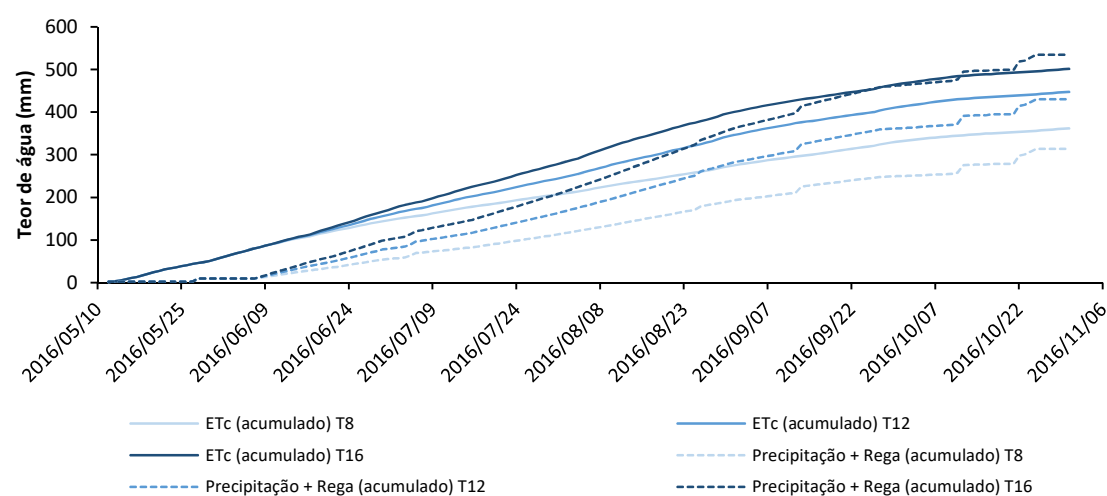


Figura 4.12 – Comparação entre as entradas de água (precipitação e rega) e a principal saída (evapotranspiração cultural), expressas em valores acumulados entre 2016-05-12 e 2016-10-31 na UO 405.

Apesar de existir um déficit de rega em ambas as UO, a evolução do volume diário médio de água fornecido às plantas tem um comportamento semelhante ao da evapotranspiração cultural (Figuras 4.13 e 4.14). Este comportamento mostra que os agricultores têm empiricamente a noção da oportunidade de regar, mas as dotações de

rega em alguns períodos foram insuficientes para suprir as perdas por evapotranspiração. Tal situação foi mais evidente na UO 404 (Soalheira).

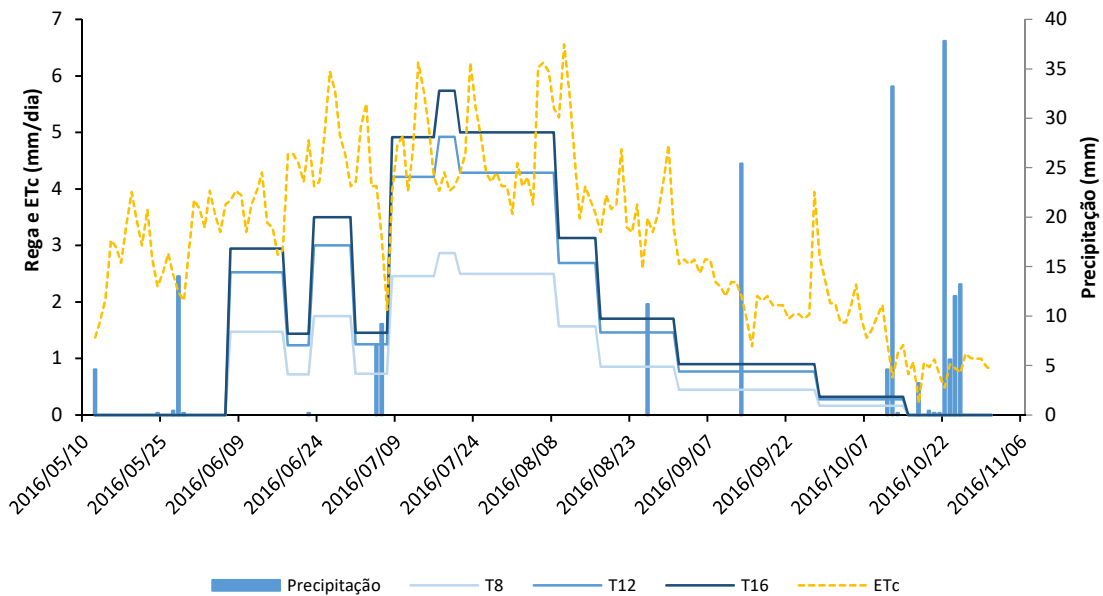


Figura 4.13 – Evolução do volume de água médio diário fornecido pela rega, relativamente à  $ET_c$  (UO 404).

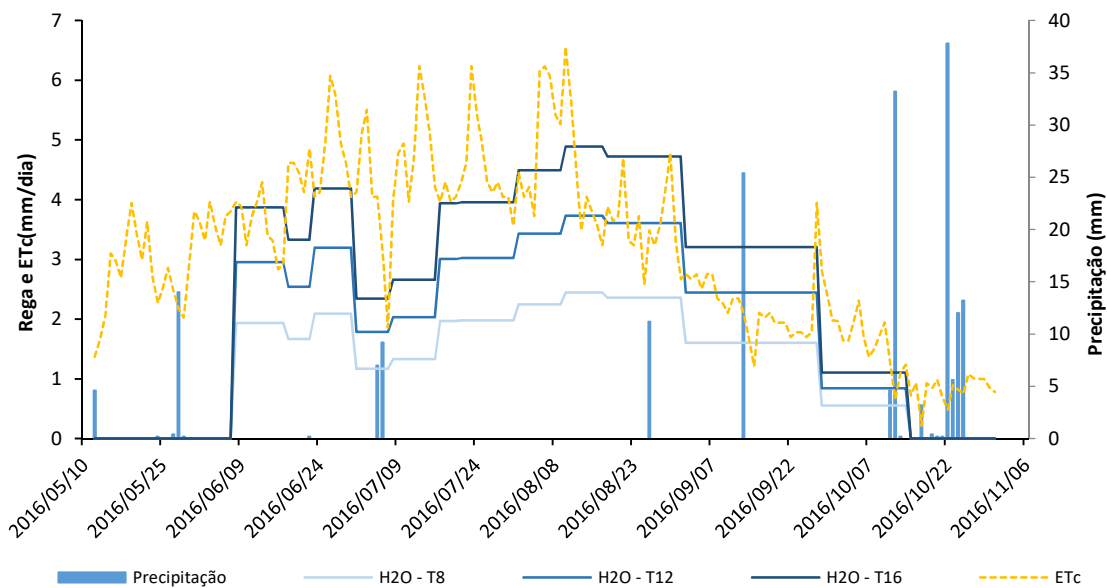


Figura 4.14 – Evolução do volume de água médio diário fornecido pela rega, relativamente à  $ET_c$  (UO 405).

#### 4.3.4. Avaliação da eficiência no uso da água

Neste estudo configurou-se também interessante avaliar a eficiência no uso da água para os diferentes tratamentos de rega instalados no ensaio. Para isso, utilizou-se a razão entre a produção das plantas e a quantidade de água aplicada nos três tratamentos em ambas as UO, ou seja, a produtividade por unidade de água aplicada (Figuras 4.15 e 4.16). Em ambas as UO a eficiência no uso da água é maior no tratamento T8 e menor no T16, o que está de acordo com Blum (2005), que refere uma maior eficiência associada frequentemente a produções mais baixas.

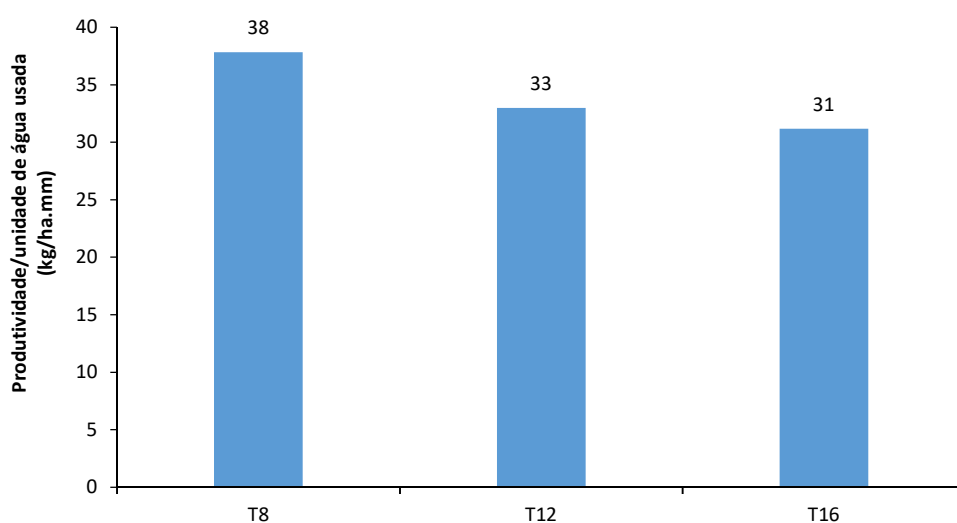


Figura 4.15 – Valores da eficiência no uso da água na UO 404.

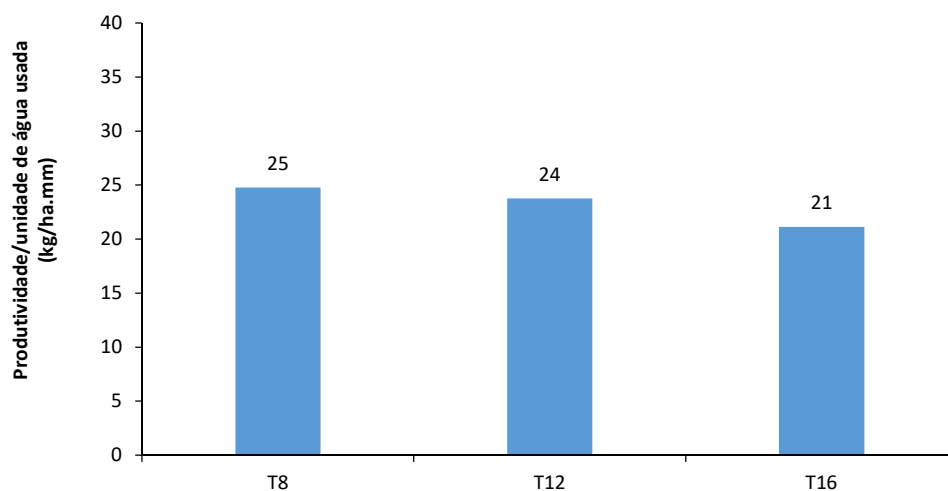


Figura 4.16 – Valores da eficiência no uso da água na UO 405.

#### 4.3.5. Efeitos dos diferentes tratamentos na produção

O tratamento estatístico da produtividade, do teor de sólidos solúveis totais e da dureza da polpa foi realizado através da análise de variâncias (ANOVA) a um nível de significância de 5% (Quadros 4.6 e 4.7; Figuras 4.17 e 4.18).

Quadro 4.6 – Valores da produtividade, dureza da polpa e teor de sólidos solúveis totais nas três modalidades de rega para a UO 404.

Tratamento	Produtividade (t/ha)	Dureza (kgf/0,5 cm <sup>2</sup> )	TSS (°Brix)
T8	23,2	3,8 a	13,1 a
T12	27,8	3,5 ab	12,1 b
T16	29,1	3,4 b	12,1 b
Sig.	0,418	0,034	0,002

Nota: letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

Quadro 4.7 – Valores da produtividade, dureza da polpa e teor de sólidos solúveis totais nas três modalidades de rega para a UO 405.

Tratamento	Produtividade (t/ha)	Dureza (kgf/0,5 cm <sup>2</sup> )	TSS (°brix)
T8	24,1	5,8	15,6 a
T12	24,2	5,9	15,5 ab
T16	22,2	5,8	14,8 b
Sig.	0,686	0,341	0,028

Nota: letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas para  $p \leq 0,05$ .

Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos na produtividade, em nenhuma das unidades de observação. No entanto, a UO 404 apresentou produtividades crescentes com o aumento da água fornecida: de 23,2 t/ha para o tratamento T8 a 29,1 t/ha para o tratamento T16. Considerando 0,45€/kg como o preço médio pago ao agricultor, esta diferença entre produtividades pode traduzir-se num acréscimo de 2 655€/ha para o tratamento T16 relativamente ao T8.

A dureza média dos frutos à colheita na UO 404 (entre 3,4 e 3,8 kgf/0,5 cm<sup>2</sup>) foi mais baixa do que seria desejável, indicando que as colheitas poderão ter sido tardias. No entanto, como se trata de uma cultivar vocacionada principalmente para indústria, esse valor de dureza mais baixo não é muito relevante. Já na UO 405, a dureza dos frutos,

que se encontra entre 5,8 e 5,9 kgf/0,5 cm<sup>2</sup>, está dentro do intervalo definido como ótimo por Simões e Ferreira (2016).

Observaram-se diferenças significativas na dureza entre tratamentos na UO 404, diminuindo de 3,8 para 3,4 kgf/0,5 cm<sup>2</sup> com o aumento da água fornecida às plantas. Isto poderá indicar que a maior disponibilidade de água no tratamento T16 levou a uma maior expansão do volume celular, provocando um abrandamento da textura da polpa. O teor de sólidos solúveis variou entre 12,1 e 13,1°Brix na UO 404 e entre 14,8 e 15,6°Brix na UO 405. Observaram-se diferenças significativas entre tratamentos no teor de sólidos solúveis em ambas as unidades de observação, decrescendo com o aumento da quantidade de água fornecida à cultura. De salientar o valor substancialmente superior do tratamento T8 na UO 404 e o valor substancialmente inferior da T16 na UO 405. O teor de sólidos solúveis pode ser influenciado não só pela disponibilidade de água, mas também pelo estado de maturação dos frutos. Na UO 404, a dureza diminuiu com o aumento da quantidade de água fornecida pelo que os frutos com uma dureza mais baixa eram os que tinham um teor de sólidos solúveis também mais baixo. Assim, o efeito de diluição provocado pelo aumento da incorporação de água nos frutos parece ter sido o fator preponderante na diminuição do teor de sólidos solúveis do tratamento T8 ao T16, o que está de acordo com o que é referido por Simões e Ferreira (2016). É de salientar que, atualmente, um aumento no teor de sólidos solúveis raramente está ligado a um aumento no rendimento do agricultor, ao contrário do que sucede com a produtividade. Por outro lado, embora esse aumento não seja muito importante em cultivares que naturalmente tenham um teor de sólidos solúveis elevado, pode ser útil em cultivares com valores mais baixos do teor de sólidos solúveis, como é o caso da generalidade dos pêssegos temporãos.

#### 4.4. Conclusões

A monitorização do teor de água no solo e o seu enquadramento no balanço hídrico são essenciais para uma gestão racional da água disponível, especialmente em regiões onde esse recurso é escasso. O cálculo do balanço de água a partir de dados meteorológicos, para cálculo da evapotranspiração e da quantidade de água fornecida pela rega é um método com um custo muito reduzido, facilmente automatizável e relativamente simples de aplicar. Apesar dos resultados obtidos neste trabalho configurarem a viabilidade desta metodologia, seria interessante continuar a aprofundar este tipo de estudos sobre a sua exatidão e os limites da sua aplicabilidade.

A água é evidentemente um fator limitante em algumas explorações agrícolas da zona onde se localizam as unidades de observação, mas deu-se conta de que as práticas dos

agricultores no fornecimento de água de rega seguem de perto a tendência de evolução da evapotranspiração.

O estudo da eficiência no uso da água, expressa através da produtividade por unidade de água fornecida pela rega, mostra que o tratamento com menor dotação de rega foi aquele que apresentou uma maior eficiência e que esta decresce com o aumento do fornecimento de água às plantas.

Não se observaram diferenças significativas na produtividade entre tratamentos em nenhuma das unidades de observação, embora uma delas tivesse apresentado produtividades crescentes e economicamente importantes com o aumento da água fornecida.

Observaram-se diferenças significativas na dureza da polpa entre tratamentos, mas apenas em uma das unidades de observação. Nesta unidade de observação a dureza da polpa diminuiu com o aumento da água fornecida devido, provavelmente, ao abrandamento da textura dos frutos.

O teor de sólidos solúveis diminuiu com o aumento da água fornecida em ambas as unidades de observação, o que está de acordo com outros estudos sobre a mesma temática.

## Referências bibliográficas

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. e Smith, M. (2006). *FAO irrigation and drainage paper n.º 56*. Acedido a 2016-12-05 em <https://www.kimberly.uidaho.edu/water/fao56/fao56.pdf>.
- Blum, A. (2005). *Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential – are they compatible, dissonant, or mutually exclusive?* Australian Journal of Agricultural Research, 56(11): 1159-1168.
- Costa, M., Ortuno, M.F. e Chaves, M.M. (2007). *Deficit Irrigation as a strategy to save water: physiology and potential application to horticulture*. Journal of Integrative Plant Biology, 49(10): 1421-1434.
- Duarte, A.C. (2007). *A técnica da rega deficitária controlada - opção ante situações de carência de água*. Agroforum, 15(19): 23-28.
- Duarte, A.C. (2016). *A rega da cultura do pessegueiro*. In Simões, M.P. (coord.). *+pêssego - Guia prático da produção*. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional, 214 pp.
- FAO. (2009). *How to feed the world in 2050*. Acedido a 2016-10-24 em [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How\\_to\\_Feed\\_the\\_World\\_in\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf).
- FAO. (2010). *AQUASTAT database*. Acedido a 2016-10-24 em <http://www.fao.org/nr/aquastat>.
- FAO. (2015). *Software*. Acedido a 2016-10-24 em <http://www.fao.org/nr/water/eto.html>.
- Fereres, E. e Soriano, M.A. (2006). *Deficit irrigation for reducing agricultural water use*. Journal of Experimental Botany, 58(2): 147-159.
- Ferreira, M.I. (1996). *Evapotranspiração e stress hídrico em cobertos arbóreo-arbustivos numa perspectiva de gestão da água em região mediterrânica*. An. Inst. Sup. Agron., 45: 343-385.
- Ferreira, M.I., Paço, T.A., Silvestre, J. e Silva, R.M. (2008). *Evapotranspiration estimates and water stress indicators for irrigation scheduling in woody plants*. In Sorensen, M.L. (ed.), *Agricultural water management research trends* (pp. 129-171). Nova Science Publishers, Nova Iorque.
- Limpus, S. (2009). *Isohydic and anisohydic characterization of vegetable crops*. Acedido a 2016-10-25 em [http://era.daf.qld.gov.au/3052/1/Iso-anisohydic\\_vegetable\\_report\\_PR09-4248-sec.pdf](http://era.daf.qld.gov.au/3052/1/Iso-anisohydic_vegetable_report_PR09-4248-sec.pdf).
- Malano, H. e Burton, M. (2001). *Guidelines for benchmarking performance in the irrigation and drainage sector*. Acedido a 2016-10-24 em [ftp://ftp.fao.org/agl/iptrid/bench\\_complete.pdf](ftp://ftp.fao.org/agl/iptrid/bench_complete.pdf).
- McCutchen, H. e Shackel, K.A. (1992). *Stem-water potential as a sensitive indicator of water stress in prune trees (Prunus domestica L. cv. French)*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 117: 607-611.
- Pennsylvania State University. (2003). *Simsphere: A Biosphere/Atmosphere Simulation*. Acedido a 2016-10-25 em <https://courseware.e-education.psu.edu/simsphere/workbook/ch10.html>.

Petillo, M.G. (2008). *Manejo del riego: uso de instrumentos de medición de agua del suelo y del estado hídrico de los cultivos, presentación de casos de estudio incluso en riego deficitario. Jornadas sobre "Ambiente y Riegos: Modernización y Ambientalidad", La Antigua (Guatemala), 11 al 14 de agosto de 2008, Red Riegos, CYTED y AECID.* Acedido a 2016-10-24 em <http://ceer.isa.utl.pt/cyted/2008/guatemala/cursos/Curso5-MGarcia>.

Reddy, P. (2016). *Sustainable intensification of crop production*. Springer, Singapore.

Sdoodee, S. e Somjun, J. (2008). *Measurement of stem water potential as a sensitive indicator of water stress in neck Orange (Citrus reticulata Blanco)*. Songklanakarin J. Sci. Technol, 30(5): 561-564.

Simões, M.P. e Ferreira, D. (2016). *Qualidade dos frutos*. In Simões, M.P. (coord.). *+pêssego – Guia prático da produção*. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional, 214 pp.





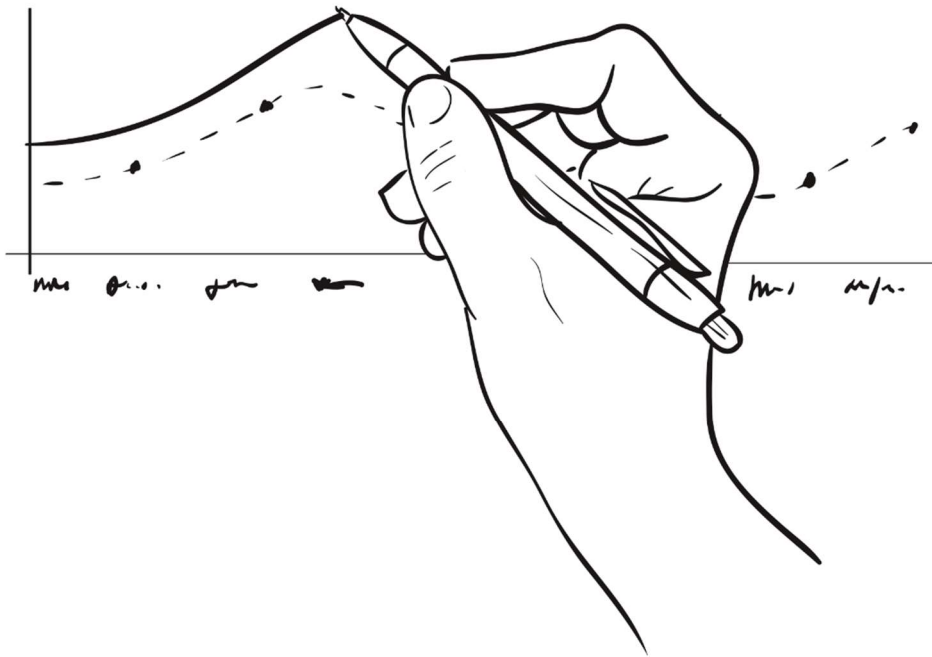


## 5.

# Avaliação da eficiência do pomar. Aplicação de modelos empíricos à produção de pêssigo

António Ramos

Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária





## 5.

# Avaliação da eficiência do pomar. Aplicação de modelos empíricos à produção de pêssego

**António Ramos**

Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

### 5.1. Introdução

A carga, ou seja, o número de frutos que permanece na árvore após o vingamento e a monda, influencia o crescimento vegetativo, a produção, o tamanho e a qualidade do fruto, o rendimento económico e a regularidade das produções. Muitos trabalhos experimentais e vários artigos de revisão bibliográfica têm mostrado consistentemente que cargas elevadas originam altas produções, mas com frutos pequenos e muitas vezes inadequados ao mercado, enquanto cargas baixas originam produções mais reduzidas e frutos de maior tamanho (calibre) ou peso médio (Dennis Jr., 2000; Link, 2000; Tromp, 2000; Whiting e Lang, 2004; Embree *et al.*, 2007).

A carga da árvore é influenciada pelos fatores naturais e tecnologias de produção que interagem com a fisiologia da árvore desde o ano anterior (determinando o resultado da diferenciação floral e do vingamento), pelas podas, pela monda e por outras quedas acidentais ou naturais de frutos. O tamanho do fruto é determinado por fatores naturais e tecnologias de produção que ocorrem ou se utilizam durante o período de desenvolvimento do fruto, geralmente após a realização da monda e/ou estabilização da carga. Como a carga da árvore influencia diversos processos fisiológicos durante o período de crescimento do fruto (Palmer, 1992; Giuliani *et al.*, 1997; Palmer *et al.*, 1997; Wünsche *et al.*, 2000), o tamanho dos frutos resultará do equilíbrio fisiológico entre o número de frutos na árvore e todos os outros fatores que influenciam as árvores ou o pomar ao longo de cada ciclo anual.

Com efeito, a carga influencia o crescimento e o vigor, o tamanho e o volume da árvore,

a posição das folhas e dos ramos e, portanto, a área e a densidade de área foliar, a interceção da radiação, as trocas gasosas, a respiração, a fotossíntese e a partição da matéria seca (Wünsche *et al.*, 2000), ou seja, todos os balanços biológicos e ecofisiológicos que regulam a produção e a partição dos fotoassimilados nas árvores ou pomares. Deste modo, poderá afirmar-se que, no limite, nenhum fator natural ou tecnologia de produção será capaz de influenciar o crescimento do fruto de forma independente em relação à carga, isto é, a produção da árvore ou do pomar será sempre o resultado da interação da carga com todos os outros fatores (condições naturais ou tecnologias de produção) que ocorrem ou se utilizam durante o ciclo produtivo.

As ferramentas estatísticas de análise dos resultados produtivos dos pomares baseiam-se fundamentalmente nas análises de variância (ANOVA) e em testes de comparação de médias. Para além de se limitarem em geral a identificar diferenças significativas entre médias, a sua aplicabilidade é condicionada pela variabilidade dos pomares e, dentro de cada pomar, pelas diferenças de tamanho e de carga entre árvores (Fernandez-Escobar *et al.*, 2010). Ao longo de várias décadas procurou-se ultrapassar esses problemas através, por um lado, do delineamento experimental com repetições constituídas por parcelas elementares de 3 a 5 árvores (para “eliminar” a variabilidade das árvores e comparar tratamentos dentro do mesmo pomar) e, por outro, criando índices que permitam comparar pomares com diferentes características.

Para comparar diferentes pomares, os valores da carga e da produção têm de ser estandardizados pelo tamanho da árvore, podendo este ser representado pela área da secção do tronco, pelo volume da árvore, da copa ou do copado (*canopy*), pela área foliar do copado, pela fração de luz intercetada ou pelo peso da lenha de poda (Robinson e Lakso, 1991; Wright *et al.*, 2006; Reginato *et al.*, 2007). A estandardização das árvores representa em geral uma mudança de escala, mas é referida na literatura científica como “normalização” (*normalizing*). A área da secção transversal do tronco (AST) foi inicialmente proposta por Lombard *et al.* (1988) e é a unidade de normalização mais utilizada (Reginato *et al.*, 2007). No entanto, à medida que as árvores envelhecem a relação entre a AST e o tamanho da árvore é modificada pela poda, a partir do momento em que as árvores ocupam o espaço disponível na sua totalidade (Robinson e Lakso, 1991; Autio *et al.*, 1996).

Como a produção depende primariamente da luz intercetada, a utilização desta variável como unidade de normalização incorporaria a eficiência da conversão da energia luminosa, sendo útil para comparar cultivares e sistemas de plantação (Robinson e Lakso, 1991). Não se dispondo dos equipamentos adequados para tal, o volume da

árvore pode ser uma alternativa viável para pomares com formas de condução idênticas (Robinson e Lakso, 1991), já que, por um lado, o volume também se relaciona com a interceção da luz e, por outro, o peso médio do fruto em função da carga normalizada por unidade de volume tenderá a ser independente das condições do ano e do local, como refere Wright *et al.* (2006) para o volume do copado (*canopy volume*).

## 5.2. Objetivos

Neste capítulo será apresentada uma metodologia de avaliação da eficiência da árvore ou do pomar baseada na análise dos resultados produtivos e económicos, através da utilização de funções não lineares (modelos empíricos) obtidas a partir de resultados de árvores individuais. Com estes modelos, procurará compreender-se melhor o desempenho das árvores ou dos pomares, os efeitos da carga e as interações da carga com outros fatores (condições naturais ou tecnologias de produção) que influenciam o processo produtivo.

A apresentação da metodologia será ilustrada com dados recolhidos, no âmbito do projeto +pêssego, pelos bolseiros e técnicos afetos ao mesmo, em dois pomares representativos da produção de pêssego na zona sul da serra Gardunha. À coordenadora do projeto, aos bolseiros, aos técnicos e aos produtores agradece-se desde já a iniciativa (do projeto e desta publicação), a disponibilização dos pomares e o esforço na recolha de dados (medições das árvores e contagem, pesagem e calibração dos frutos por árvore individual). Os dados dizem respeito aos dois pomares da ação da rega deficitária (UO 404 e UO 405) já descritos no capítulo anterior.

A metodologia pode ser utilizada para avaliar um caso (pomar) isoladamente, mas também se pode utilizar para comparar resultados experimentais de ensaios realizados numa determinada parcela de pomar. Neste capítulo serão utilizados os resultados por pomar e não por modalidade para exemplificar a aplicação dos modelos, discutindo-os em relação às diferenças entre pomares, com especial enfoque nas duas diferentes cultivares instaladas nesses pomares, embora os solos e algumas técnicas culturais também tenham sido distintas.

A apresentação de resultados dos dois pomares em 2015 e 2016 também pode ser útil para valorizar e amplificar a aplicação dos modelos e a discussão dos resultados.

Na apresentação e análise dos resultados a UO 404 irá ser identificada como CATH (de ‘Catherine’), enquanto a UO 405 será referida como SWDR (de ‘Sweet Dream’), para ser mais fácil identificar a principal abordagem da discussão: o potencial genético das duas cultivares.

### 5.3. Avaliação da produção (médias)

A produção das árvores de frutos pode ser determinada à colheita por pesagem direta dos frutos. Contando o número total de frutos em cada árvore é possível calcular o peso médio do fruto por árvore. Deste modo, como a produção da árvore se pode calcular pela multiplicação do número total de frutos da árvore pelo seu peso médio, a produção é o resultado de dois processos: a carga da árvore e o crescimento do fruto. Como a contagem de frutos é um trabalho exaustivo e oneroso, em muitos ensaios de natureza experimental apenas se registam as produções, o que torna difícil responder à seguinte questão: os efeitos (estatisticamente significativas ou não) dos tratamentos resultam das diferenças de carga das árvores, dos efeitos dos tratamentos sobre o processo de crescimento do fruto, dos efeitos dos tratamentos sobre ambos (carga e crescimento do fruto) ou da interação da carga com os tratamentos sobre o crescimento dos frutos?

A interpretação dos resultados médios da produção (kg/árvore) são muito limitativos, uma vez que pouco informam sobre a relação da carga da árvore com o crescimento do fruto. É o que ilustra na Figura 5.1 em que nada se pode concluir sobre o efeito da carga ou do crescimento do fruto nas diferenças (ligeiras e provavelmente não significativas) de produção. Olhando apenas para os valores das produções médias representadas na Figura 5.1 (relativamente superiores na cv. Catherine nos dois anos) poderia pensar-se em atribuir um potencial produtivo ligeiramente mais elevado a esta cultivar.

No entanto, se os frutos forem contados, pode ser calculado e comparado o peso médio do fruto, por árvore (Figura 5.2), verificando-se que, apesar das produções tendencialmente superiores na cv. Catherine (CATH), o peso médio do fruto foi superior na cv. Sweet Dream (SWDR) em ambos os anos. Neste caso, já se poderia pensar em atribuir um potencial de crescimento do fruto mais elevado da SWDR (determinado geneticamente: maior taxa de crescimento e/ou cultivar mais tardia).

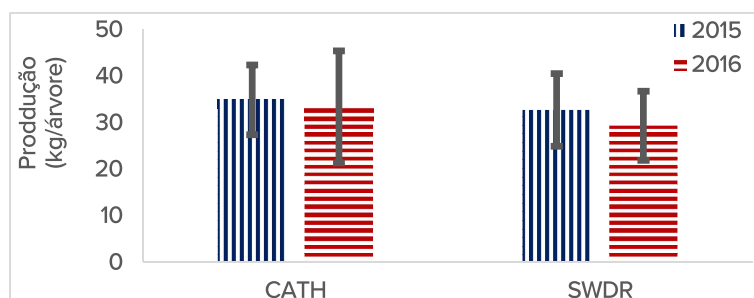


Figura 5.1 – Representação gráfica da produção (média e desvio-padrão) dos dois pomares de pêssego (n = 27 árvores por pomar e por ano).

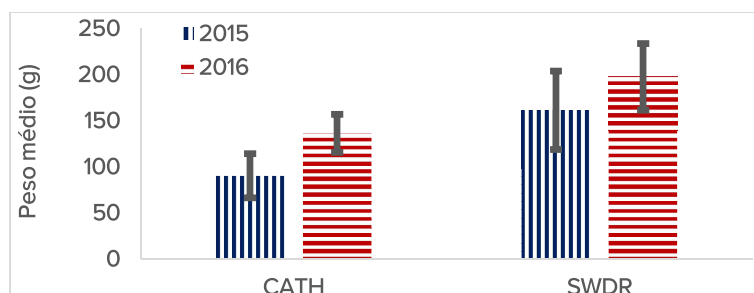


Figura 5.2 – Representação gráfica do peso médio do fruto por árvore (média e desvio-padrão) em dois pomares de pêssego (n = 27 árvores por pomar e por ano).

A Figura 5.3 por seu lado mostra que as cargas das árvores foram superiores na CATH em ambos os ciclos produtivos, evidenciando uma maior plasticidade climática provavelmente determinada também geneticamente (maior fertilidade/qualidade da flor e/ou maior tolerância a condições adversas).

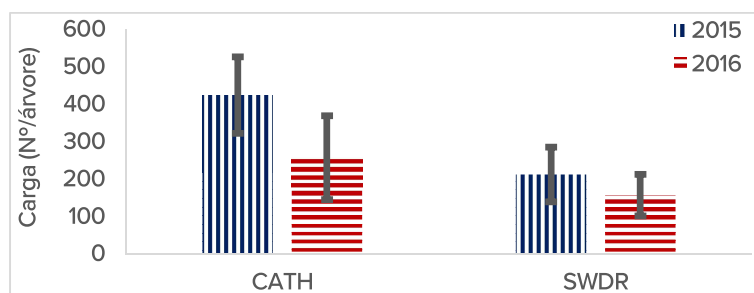


Figura 5.3 – Representação gráfica da carga (média e desvio-padrão) em dois pomares de pêssego (n = 27).

No entanto, há que referir que a carga final também é determinada pela intervenção humana através da monda de frutos, pelo que a conclusão anterior só será válida quando não se realiza a monda. Com estes resultados confirma-se o que é referido em geral na literatura: maior carga, mais produção e frutos mais pequenos; menor carga, menos produção e frutos maiores. Face à diferença de carga entre as árvores dos dois pomares nos dois anos, a única forma de retirar alguma conclusão mais definitiva sobre o potencial genético das duas cultivares seria a repetição de mais ensaios comparativos em diferentes locais e anos e proceder a análises estatísticas mais elaboradas (Robinson e Lakso, 1991; Reginato *et al.*, 2007).

Os Quadros 5.1 e 5.2 apresentam o conjunto completo dos resultados, “normalizados” em relação ao volume da árvore, obtidos nos dois pomares, em 2015 e 2016, respetivamente. O maior peso médio do fruto na SWDR resultou numa produção com

frutos de elevado calibre, enquanto a elevada carga na CATH em 2015 provocou uma redução tão drástica no calibre que a receita foi mínima. No entanto, os valores por unidade de volume confirmam que a carga influencia ao mesmo tempo a produção (positivamente) e o crescimento do fruto (negativamente), pelo que a comparação de médias não permite determinar se há apenas efeito da carga ou se também existem outros efeitos, como o potencial genético sobre o crescimento do fruto ou sobre a carga, ou se há interação entre a carga e as diferentes características das cultivares.

**Quadro 5.1 – Resultados globais da carga, produção, calibre e receita em 2015.**

POMAR	Volume (m <sup>3</sup> )	Carga (nº fr/m <sup>3</sup> )	Produtividade (kg/m <sup>3</sup> )	Peso médio (g)	Calibre (% ≥ A)	Produção (t/ha)	Receita* (€/ha)
CATH	18,5	24,0	2,0	90,1	3,5	29,8	720,00
SWDR	16,4	13,6	2,0	161,2	71,7	26,4	7913,40

\*Receita potencial, estimada para um pagamento ao produtor de 0,25 € (calibre B) e 0,40 € (calibre ≥ A). Inclui um custo de colheita de 0,005 €/fruto.

**Quadro 5.2 – Resultados globais da carga, produção, calibre e receita em 2016.**

POMAR	Volume (m <sup>3</sup> )	Carga (nº fr/m <sup>3</sup> )	Produtividade (kg/m <sup>3</sup> )	Peso médio (g)	Calibre (% ≥ A)	Produção (t/ha)	Receita* (€/ha)
CATH	20,6	12,4	1,6	136,2	50,8	26,5	6403,40
SWDR	17,3	9,2	1,7	197,6	87,1	24,0	8230,70

\*Receita potencial, estimada para um pagamento ao produtor de 0,25 € (calibre B) e 0,40 € (calibre ≥ A). Inclui um custo de colheita de 0,005 €/fruto.

Do mesmo modo, também nada se pode inferir sobre qual o nível de carga que origina os frutos com o tamanho mais adequado ao mercado ou qual o nível de carga cujo rendimento (máxima receita do produtor) represente a melhor solução de compromisso entre a produção (kg/árvore ou t/ha) e a valorização dos frutos (€/kg) pelo mercado. Por outro lado, o índice de produtividade (kg/m<sup>3</sup>), normalmente apontado como um indicador da eficiência do pomar (para fins de comparação de casos), também é obtido com cargas diferentes, pelo que não será lícito fazer comparações. Além disso, é praticamente idêntico nas duas cultivares em 2015 e ligeiramente superior na SWDR em 2016. Com índices de produtividade tão semelhantes, a maior produção (t/ha) na CATH acaba por estar relacionada com o maior tamanho (volume) das árvores.

## 5.4. Avaliação da eficiência (modelos)

Para ir mais além na análise dos resultados e na avaliação da eficiência dos pomares, pode recorrer-se à aplicação de modelos empíricos para avaliar tendências. Para tal, pode partir-se da mesma recolha de dados de contagem e pesagem dos frutos à colheita e representar cada árvore individual como coordenadas de um sistema cartesiano cujos eixos correspondem aos dois processos que caracterizam a produção (Figura 5.4): a carga (eixo das abcissas, variável independente) e o crescimento do fruto (eixo das ordenadas, variável dependente). Os fundamentos desta metodologia foram inicialmente desenvolvidos em pera ‘Rocha’ e propostos no *X International Pear Symposium* (Ramos *et al.*, 2008), em Peniche. Posteriormente, foi já apresentada no 2º e no 3º Simpósio Nacional de Fruticultura, em Castelo Branco (Ramos *et al.*, 2010) e Vila Real (Ramos *et al.*, 2014), respetivamente. Estão em fase de preparação três artigos para publicação em revista internacional da especialidade.

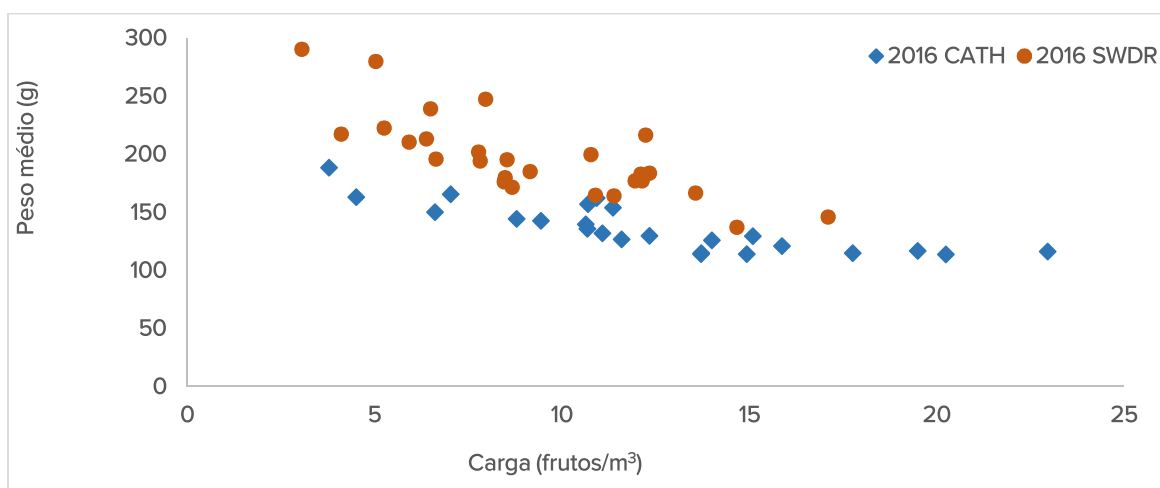


Figura 5.4 – Representação gráfica do peso médio do fruto num sistema de eixos cartesianos em função da carga (n = 27 árvores por pomar).

### 5.4.1. Modelo 1: eficiência do sistema produtivo

Para construir o modelo de eficiência produtiva do pomar, os resultados das contagens e pesagens dos frutos em árvores individuais são ajustados à seguinte equação não linear (Ramos *et al.* 2010; 2014):

$$Y = 1/(a.X + 1/b),$$

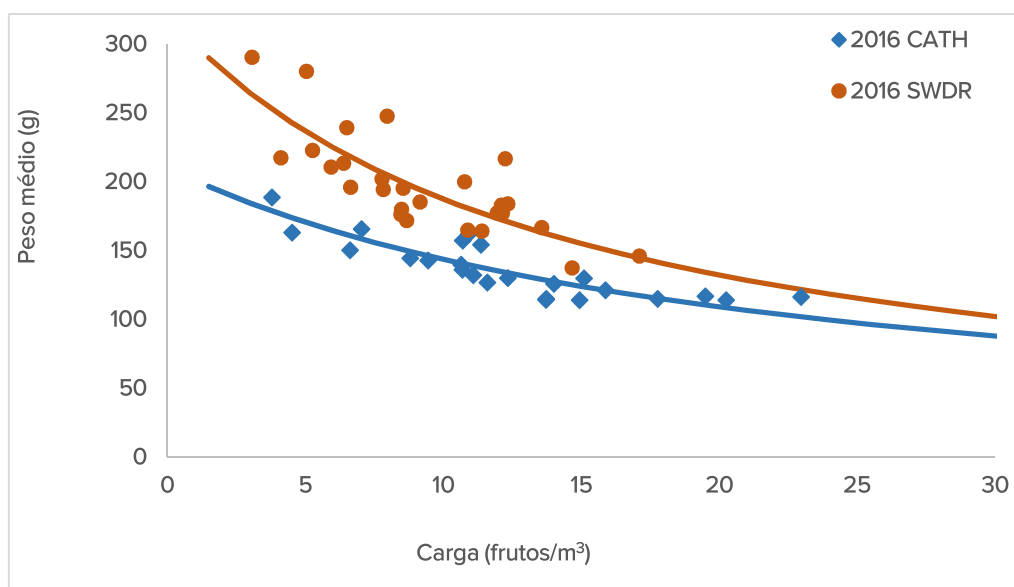
em que:

Y – peso médio do fruto (g/fruto ou kg/fruto);

X – carga (nº de frutos por unidade de volume da copa)

a e b – parâmetros empíricos.

O resultado gráfico do ajustamento a esta equação para os dois pomares em 2016 está representado pelas curvas da Figura 5.5.



**Figura 5.5** – Representação gráfica do ajustamento não linear do peso médio do fruto em função da carga ( $n = 27$  árvores por pomar). Ratio Obs./Est. = 0,99.  $R^2 = 0,713$  e  $0,453$  na CATH e na SWDR, respetivamente.

Apesar da relação linear entre a carga e o peso médio do fruto ser a mais referida, também têm sido sugeridas relações não lineares (Wright *et al.*, 2006; Reginato *et al.*, 2007). As relações lineares podem resultar de um baixo número de observações utilizados em muitos estudos experimentais. Com efeito, Hester e Cacho (2003) demonstraram que a relação entre a carga e o peso médio do fruto é não linear, particularmente evidente quando se considera um elevado número de dados (vários níveis de monda/carga repetidos ao longo de 15 ciclos produtivos). Wright *et al.* (2006) mostraram que o peso médio do fruto tinha um decréscimo não linear quando a carga era expressa por unidade de volume do copado, com uma tendência similar em dois anos consecutivos e em todos os locais. Quando a carga era expressa por unidade de área da secção do tronco, a relação entre o peso médio do fruto e a carga era linear e dependente do local. O primeiro aspeto que ressalta da observação da Figura 5.5 é a variabilidade marcadamente influenciada pela carga. Outro aspeto relevante diz respeito aos valores do peso médio do fruto, superiores na SWDR, ou seja, a maior produção observada na CATH (Fig. 5.1) foi devida, em grande parte, à diferença de cargas.

Além disso, parece haver interação da carga com o potencial genético em relação ao crescimento do fruto, uma vez que as equações representadas graficamente pelas

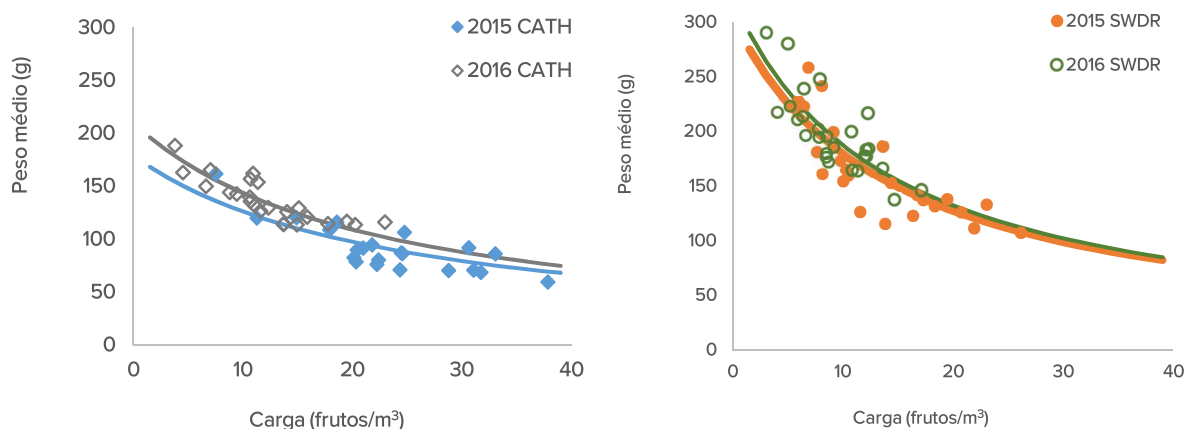
curvas tendem a convergir para cargas mais elevadas. De facto, com cargas baixas, o efeito da carga é reduzido, sendo preponderante o efeito de outros fatores, enquanto as cargas elevadas exercem um efeito de tal forma restritivo sobre o crescimento do fruto que anulam o efeito de qualquer outro fator.

As equações (modelos) não lineares que estão representadas pelas curvas da Figura 5.5, para além de permitirem caracterizar o sistema produtivo com variáveis contínuas, são o resultado da interação da carga com todos os fatores (naturais ou humanos) que influenciaram o desenvolvimento das árvores, em cada pomar, ao longo de todo o ciclo produtivo, pelo que se poderão chamar de “modelos de eficiência do sistema produtivo”. A variação ao longo das curvas (mesma equação) é o efeito da carga, enquanto a diferença entre curvas será o efeito do fator em estudo, neste caso, a diferença varietal (embora não esquecendo que as outras diferenças entre os dois pomares também podem determinar uma maior ou menor amplitude daquele efeito). A posição das curvas em relação ao eixo das ordenadas determina o desempenho da árvore (ou do pomar), pelo que terá melhor desempenho o tratamento ou fator que resulte num maior peso médio do fruto para a mesma carga. A diferença de desempenho ou o efeito de qualquer fator será tanto mais amplo quanto maior o afastamento entre as curvas, permitindo comparar resultados de ensaios experimentais, mesmo com cargas desiguais.

Deste modo, a eficiência dos sistemas produtivos avaliados pelo modelo põe em evidência os efeitos dos tratamentos ou fatores e os efeitos da carga sobre o peso médio do fruto (crescimento do fruto) e as interações da carga com os outros fatores que influenciam a produção. A Figura 5.6 mostra a aplicação do modelo aos resultados dos dois ciclos produtivos em cada pomar, verificando-se que a maior eficiência da SWDR é consistente em ambos os anos, o que parece ser suficiente para retirar uma ilação sobre o maior potencial genético da SWDR em relação à CATH. Fica, no entanto, por determinar se a maior eficiência da SWDR se deve ao maior potencial de crescimento do fruto *per se*, ao período de crescimento mais amplo ou à maior eficiência na interceção/captação da luz, características predominantemente de natureza genética.

Na Figura 5.6, também é possível observar que em ambas as cultivares o desempenho foi ligeiramente superior em 2016, provavelmente devido à primavera mais chuvosa e à consequente maior humidade do solo ou disponibilidade de água de rega, apesar das condições de temperaturas baixas terem sido problemáticas na época da floração, vingamento e crescimento inicial do fruto. De facto, pela observação dos pontos correspondentes às árvores individuais resulta que a carga foi um fator determinante

das diferenças entre os anos de 2015 e 2016.



**Figura 5.6** – Representação gráfica do ajustamento não linear do peso médio do fruto em função da carga nos dois pomares (n = 27 árvores por pomar e por ano).

O efeito da redução da carga, através da monda, pode ser caracterizado pela avaliação da eficiência (variação ao longo das curvas que representam a mesma equação). Inúmeros ensaios de monda (muitas vezes manual, difícil e onerosa) têm sido conduzidos para determinar o efeito do nível de monda na produção e no crescimento do fruto. No entanto, as equações da eficiência mostram que o único efeito da monda manual é a redução da carga e que os supostos efeitos da monda no crescimento do fruto e na produção não são mais do que o resultado do equilíbrio fisiológico que se estabelece, após a monda, entre os frutos que ficam na árvore e as condições nas quais as plantas se desenvolvem. Como a monda de frutos se centra nos frutos que se eliminam e não nos frutos que ficam na árvore, torna-se difícil interpretar os resultados da monda, contrastar os resultados da monda em diferentes anos e locais e determinar o nível de monda ótimo.

Desta forma, em vez de se falar em monda ótima, deve-se pensar em carga ótima. Os modelos de avaliação da eficiência do sistema produtivo, representados nas Figs. 5.5 e 5.6, já permitem estabelecer um certo tipo de objetivo de calibre (traduzido pelo peso médio do fruto) desejado, de acordo com o mercado. No entanto, tal abordagem poderá conduzir a resultados “perigosos”. Por exemplo, um objetivo de produção de frutos com peso médio de 160 g (calibre médio de 67-73 mm) seria atingido com uma carga de cerca de 13 e 14 frutos/m<sup>3</sup> ( $\approx$  27 e 31 t/ha) na SWDR em 2015 e 2016, respetivamente, enquanto os valores correspondentes para o mesmo objetivo na CATH só seriam possíveis com mondas muito severas ( $\approx$  3 e 6,5 frutos/m<sup>3</sup>) e uma produção bastante

reduzida ( $\approx 7$  e  $17$  t/ha), provavelmente demasiado baixa para ser rentável. Deste modo, cada pomar poderá ter uma carga ótima diferente, com peso médio do fruto diferente e determinado pelo seu desempenho específico, ou seja, pelo potencial de crescimento do fruto e pela resposta do crescimento dos frutos à redução da carga imposta pela monda.

Como tal, também se pode deixar de pensar em termos de “objetivo de calibre para a monda”, sendo preferível pensar em termos de “nível de carga a deixar na árvore correspondente ao máximo rendimento do produtor”. Isto implica construir um modelo económico para complementar o modelo produtivo, de modo a dar consistência à avaliação da eficiência de um modo mais abrangente. A falta de avaliação económica em muitos ensaios experimentais é a principal razão pela qual se utilizam modelos económicos muito básicos associados a modelos biológicos bastante complexos (Hester e Cacho, 2003), na literatura científica de carácter agronómico.

#### 5.4.2. Modelo 2: distribuição por classes de calibre

A principal dificuldade da avaliação do resultado económico dos pomares é a valorização dos frutos por classes de calibre, ou seja, como uma variável categórica. Mesmo quando se efetua a avaliação económica registando-se a distribuição por classes de calibre, os resultados da carga, da produção, do peso ou tamanho médio do fruto, da valorização do fruto ou do rendimento do produtor são geralmente tratados como variáveis independentes para realizar a análise de variância e os testes de comparação de médias.

Para ultrapassar a natureza dos dados, Zhang *et al.* (1995) comprovaram que havia uma correlação positiva entre a média do peso dos frutos individuais e os desvios-padrão, tendo proposto a utilização dos coeficientes de variação para estimar a distribuição por classes de calibre. Posteriormente, Zhang e Robson (2002) estudaram e validaram a distribuição normal para a distribuição dos frutos por classes de calibre.

A distribuição da produção por classes de calibre foi obtida por calibração manual dos pomares de pessegueiros da ESACB, nas cultivares ‘Crimson Lady’, ‘Rich Lady’ e ‘Diamond Princess’ e nos pomares dos ensaios da rega do projeto +pêssego (‘Catherine’ e ‘Sweet Dream’). A aplicação da função da distribuição normal acumulada a esses dados, para o peso médio do fruto por árvore correspondente aos limites das classes de calibre, está representada na Figura 5.7. A distribuição por classes de calibre pode assim ser estimada para qualquer valor do peso médio, ou seja, como uma função contínua. Para cada valor do peso médio do fruto por árvore (ou pomar), a distribuição

da produção em determinada classe de calibre resulta da diferença entre as curvas que determinam os seus limites.

A transformação da distribuição da produção por classes de calibre é bastante útil em trabalhos experimentais, não só porque permite trabalhar com variáveis contínuas, mas também porque evita a calibração dos frutos à colheita, bastando contar e pesar os frutos para obter o peso médio do fruto por árvore, por tratamento ou por pomar. O Quadro 5.3 mostra a aplicação do modelo a alguns exemplos de peso médio do fruto.

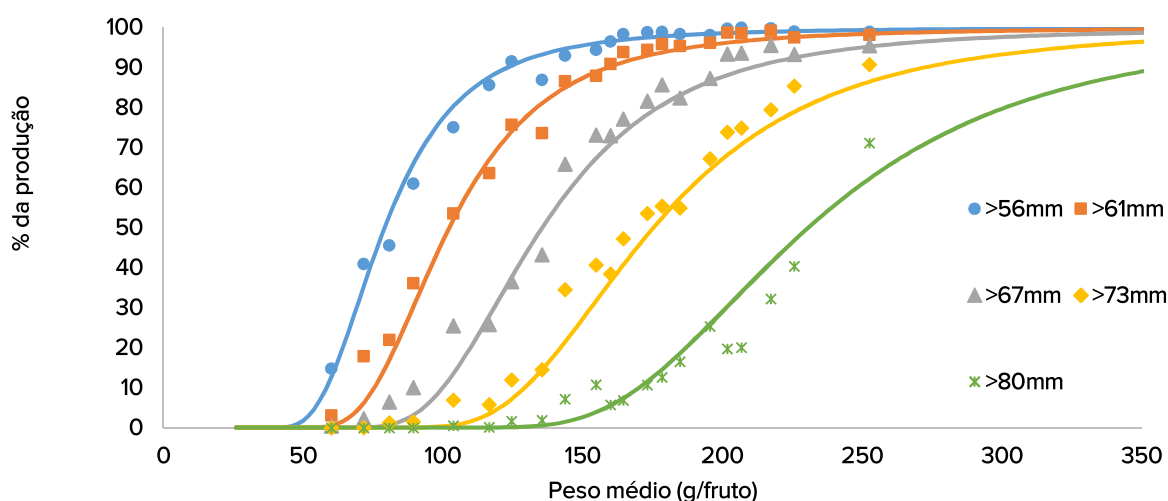


Figura 5.7 – Aplicação da função normal acumulada em função do peso médio do fruto, a partir da percentagem da produção acima do limite de cada classe de calibre.

Como se pode verificar, para ter uma elevada percentagem da produção no calibre A ou superior, é necessário que o peso médio do fruto seja da ordem dos 160 a 180 g ( $\approx$  72 a 83% da produção acima de 67 mm, respetivamente). Para atingir tal objetivo, é necessário apostar em cultivares com um elevado potencial de crescimento do fruto, como a SWDR, e utilizar uma tecnologia de produção bastante apurada, de modo a obter frutos de elevado calibre com cargas e produções compensadoras, mas sem perdas de qualidade. Em cultivares com baixo potencial de crescimento do fruto, como a CATH, tal objetivo só seria possível com mondas muito intensas e produções baixas, provavelmente não compensadoras, pelo que este tipo de cultivares será mais adequado para indústria, a não ser que se tratem de cultivares temporãs, cujos frutos são em geral mais valorizados.

**Quadro 5.3** – Exemplos da aplicação do modelo de distribuição da produção por classes de calibre.

Classe (mm)	< 56 (D)	56-61 (C)	61-67 (B)	67-73 (A)	73-80 (AA)	> 80 (AAA)
100 g	21%	32%	38%	9%	0%	0%
120 g	9%	19%	40%	28%	4%	0%
140 g	5%	10%	30%	38%	17%	1%
160 g	3%	6%	19%	36%	32%	5%
180 g	2%	3%	12%	28%	40%	15%
200 g	1%	2%	8%	21%	40%	29%

Outra utilidade do modelo de distribuição por classes de calibre é a possibilidade de “transformar” a escala de valorização por classes de calibre no preço médio ponderado a pagar ao produtor, em função do peso médio do fruto. O Quadro 5.4 mostra vários cenários de valorização do fruto e a Figura 5.8 mostra as curvas que resultam para o preço médio a pagar ao produtor para cada um desses cenários.

**Quadro 5.4** – Exemplos de valorização (€/kg) da produção por classes de calibre.

Calibre (mm)	< 56 (D)	56-61 (C)	61-67 (B)	67-73 (A)	73-80 (AA)	> 80 (AAA)
Cenário 1	0,00	0,20	0,30	0,50	0,55	0,60
Cenário 2	0,00	0,00	0,25	0,40	0,40	0,40
Cenário 3	0,00	0,05	0,25	0,50	0,50	0,50

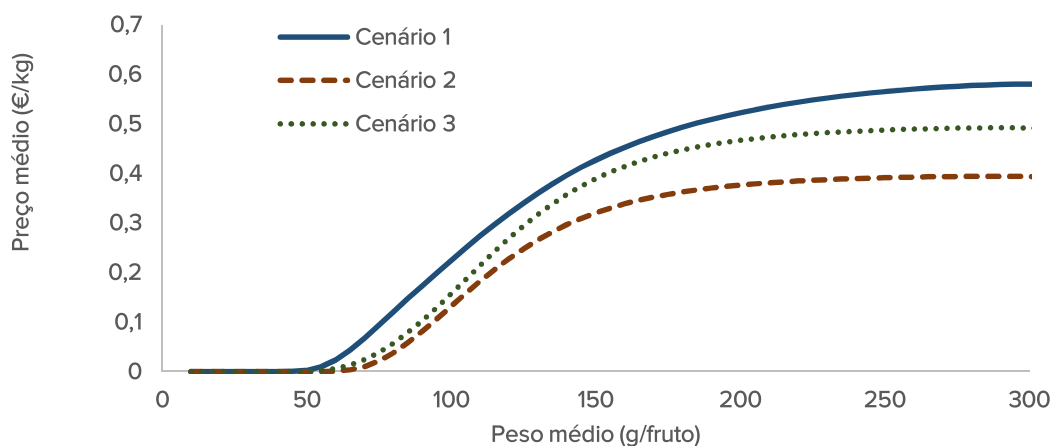


Figura 5.8 – Preço médio ponderado a pagar ao produtor em função do peso médio do fruto (por árvore, por tratamento ou por pomar) para os três cenários de valorização do Quadro 5.4.

### 5.4.3. Modelo 3: eficiência do processo produtivo

A eficiência do processo produtivo resulta da conjugação da avaliação produtiva (Modelo 1) com a avaliação económica (Modelo 2), ambas representadas no mesmo diagrama cartesiano em função da carga (Figura 5.9). Pela observação desta Figura, é possível comprovar que a melhor receita do produtor não se obtém com as produções mais elevadas, nem com os frutos de maior tamanho: é uma solução de compromisso entre a produção e a valorização do produto. Com efeito, a receita potencial do produtor é reduzida com cargas elevadas (correspondentes a altas produções e preponderância de frutos de calibre pequeno), vai aumentando com a redução da carga (pela monda) até um determinado limiar, abaixo do qual a receita volta a ser mais baixa (com cargas baixas, predominam os frutos de elevado calibre, mas as produções são tão reduzidas que não compensam). A carga correspondente ao limiar da máxima receita do produtor só pode ser considerada efetivamente como a “carga ótima” para um determinado cenário de valorização do fruto por classes de calibre.

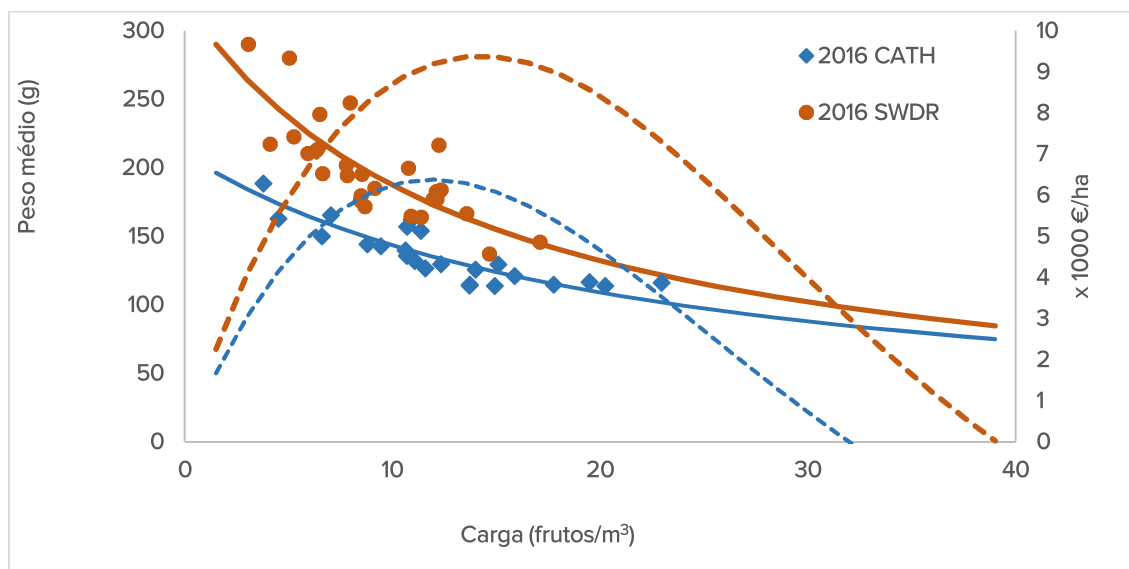


Figura 5.9 – Representação gráfica, em função da carga, do peso médio do fruto e da receita potencial (tracejado) estimada para um pagamento ao produtor de 0,25 € (calibre B) e 0,40 € (calibre  $\geq$  A) e incluindo um custo de colheita de 0,005 €/fruto.

Apesar do valor da receita potencial máxima não corresponder ao rendimento líquido do produtor, o lucro máximo ocorrerá com o mesmo nível de carga, uma vez que todos os custos de produção (à exceção do custo da colheita que já está incorporado no

modelo económico) são constantes em relação à área do pomar (por hectare), não variando com a carga (Johnson e Rasmussen, 1990). No caso de se efetuar monda de frutos, um custo em função da carga também será de supor, mas não entrou neste estudo, não só porque é difícil de pôr em prática, como também porque em geral muitos produtores não a praticam ou fazem uma monda ligeira (por causa do seu custo elevado), escoando os frutos de baixo calibre para a indústria. No entanto, há que relativizar o custo da monda, uma vez que a “poupança” por não fazer a monda acaba por ser um “gasto extra” para colher frutos sem valor (para refugo ou para indústria). As curvas da receita potencial (Figura 5.9) mostram também que os casos com melhor desempenho (maior peso médio do fruto para a mesma carga) são também os que dão uma receita potencial de valor mais elevado.

Para comparar a eficiência do processo produtivo não basta comparar para a mesma carga, mas sim para a carga ótima, ou seja, a carga correspondente à máxima receita potencial do produtor para cada caso. Os Quadros 5.5 e 5.6 mostram os resultados para os picos de receita máxima do produtor nos dois pomares CATH e SWDR nos anos de 2015 e 2016. Comparando com os resultados médios (Quadros 5.1 e 5.2) pode verificar-se que a CATH em 2016 e a SWDR em 2015 obtiveram resultados médios muito próximos dos ótimos (para o mesmo cenário de pagamento). A carga excessiva na CATH em 2015 e a carga relativamente baixa da SWDR em 2016 foram certamente reflexo do diferente comportamento das duas cultivares em relação às condições meteorológicas dos dois anos. Com efeito, as condições de temperatura na época de vingamento foram algo deficientes (principalmente as baixas temperaturas), pelos que as cargas médias foram mais baixas em 2016 (Figura 5.6), tendo a CATH demonstrado já (Figura 5.3) ser mais tolerante às adversidades meteorológicas.

**Quadro 5.5** – Resultados da carga, produção, calibre e receita estimados para o nível de carga ótima em 2015.

POMAR	Volume (m <sup>3</sup> )	Carga (nº fr/m <sup>3</sup> )	Produtividade (kg/m <sup>3</sup> )	Peso médio (g)	Calibre (% ≥ A)	Produção (t/ha)	Receita* (€/ha)
CATH	18,5	10,0	1,3	126,0	39,3	18,8	3880,3
SWDR	16,4	13,7	2,1	155,9	68,1	28,1	8218,3

\*Receita potencial, estimada para um pagamento ao produtor de 0,25 € (calibre B) e 0,40 € (calibre ≥ A). Inclui um custo de colheita de 0,005 €/fruto.

**Quadro 5.6** – Resultados da carga, produção, calibre e receita estimados para o nível de carga ótima em 2016.

POMAR	Volume (m <sup>3</sup> )	Carga (n <sup>o</sup> /m <sup>3</sup> )	Produtividade (kg/m <sup>3</sup> )	Peso médio (g)	Calibre (% ≥ A)	Produção (t/ha)	Receita* (€/ha)
CATH	20,6	11,9	1,6	135,4	49,8	26,5	6380,0
SWDR	17,3	14,3	2,3	158,9	70,2	31,4	9384,8

\*Receita potencial, estimada para um pagamento ao produtor de 0,25 € (calibre B) e 0,40 € (calibre ≥ A). Inclui um custo de colheita de 0,005 €/fruto.

Os valores dos Quadros 5.5 e 5.6 confirmam o maior potencial produtivo e económico da SWDR, desde que as condições de vingamento não sejam adversas e se a monda for executada criteriosamente. Também se confirma que a CATH tem cargas ótimas com frutos relativamente pequenos, pelo que se adaptará melhor como cultivar de indústria. Os valores das receitas potenciais “ótimas”, mesmo na SWDR, parecem ser relativamente baixos face aos custos associados às podas, às mondas e às colheitas manuais que caracterizam a cultura do pessegueiro, embora se tenha optado por utilizar um cenário de preços ao produtor relativamente baixo para valorizar a produção (cenário 2, do Quadro 5.4). Face ao estado atual do mercado, em que predomina a grande distribuição, a tendência dos preços é para a estabilização ou para a diminuição, pelo que o cenário utilizado poderá ser relativamente realista.

No sentido de perspetivar o futuro da cultura do pessegueiro na Beira Interior, parece evidente que os produtores devem planificar devidamente os pomares no sentido de tomar decisões conscientes sobre a escolha das cultivares e dos sistemas de produção. Se a opção é o mercado em fresco, a escolha deve recair sobre cultivares de elevado potencial de crescimento do fruto e sistemas culturais com tecnologias de produção bastante apuradas para se conseguirem bons desempenhos das árvores (e boa resposta à monda de frutos). Na zona a sul da Gardunha, onde o regadio apresenta limitações, pode ser mais difícil otimizar o sistema produtivo, mas não deixa de ser necessário dispor de cultivares com elevado potencial de crescimento do fruto e realizar mondas de fruto adequadas para atingir os melhores resultados. A aplicação dos modelos e das metodologias apresentadas neste capítulo podem ser ferramentas bastante úteis e discriminatórias para caracterizar as cultivares, os sistemas e tecnologias de produção e para determinar a necessidade, a oportunidade e a intensidade das mondas, já que as cargas ótimas tendem a ser relativamente constantes e dependentes fundamentalmente do volume da árvore (Ramos *et al.*, 2014).

Para além da escolha das cultivares, dos porta-enxertos e da otimização da monda de frutos, a melhoria da eficiência do processo produtivo em pomares de pessegueiro terá de passar por uma alteração mais profunda ao nível da estrutura dos pomares e da

arquitetura das árvores, de modo a aumentar a interceção e melhorar a eficácia da captação da radiação solar, ou seja, ter mais área produtiva por volume de copa. Isto poderá passar, entre outros aspetos, por aumentar a densidade de plantação, por obter copas mais compactas (eventualmente, mais estreitas e altas), por substituir os vasos tradicionais por sistemas do tipo “Y”, por realizar podas em verde para não deixar que os “ladrões” ganhem vigor e ocupem o interior das copas ensombrando os frutos e as folhas que os alimentam e pelo uso mais eficiente dos fatores de produção como a água e a fertilização.

## 5.5. Crescimento do fruto

Uma curva de crescimento é também uma função importante para caracterizar o crescimento do fruto ao longo do ciclo produtivo, sendo muito utilizado na modelação dos pomares. Para tal, é necessário marcar e medir periodicamente o diâmetro dos frutos no pomar para ajustar uma das várias equações que se podem utilizar como curvas de crescimento, como é o caso da função logística simples, cuja equação é a seguinte:

$$Y = wt / (1 + e^{-r \cdot (t - tm)})$$

em que:

$Y$  – peso médio do fruto (g)

$wt$  – peso máximo do fruto (assíntota da curva)

$r$  – taxa média de crescimento relativo

$t$  – tempo (nº dias)

$tm$  – tempo correspondente ao ponto de inflexão da curva.

No caso das prunóideas, a característica “dupla sigmoide” (Baldini, 1992) obtém-se pela soma de duas equações logísticas simples. A unidade de tempo considerada no modelo é em geral o número de dias após a plena floração (*DAFB* – *days after full bloom*) para permitir comparar os crescimentos em diversos locais ou cultivares no mesmo ano ou em diferentes anos para a mesma cultivar ou local. Como a temperatura é o fator que mais condiciona o crescimento do fruto, a utilização do chamado tempo térmico (baseado no somatório de temperaturas) torna as curvas de crescimento mais fiáveis para os modelos de base ecofisiológica (De Melo-Abreu *et al.*, 2015) e para comparações de múltiplos anos, locais ou sistemas produtivos. Por outro lado, como as

curvas de crescimento se expressam em peso e como no pomar se mede o diâmetro do fruto, é necessário transformar os diâmetros em peso, utilizando-se a relação linear que existe entre o cubo do diâmetro e o peso do fruto (Figura 5.10). Para tal, terão de se efetuar amostras destrutivas periódicas para medir e pesar os frutos individualmente. De um ponto de vista mais prático, como se pretende nesta publicação, apenas se pretende mostrar a utilidade das curvas de crescimento do fruto nos dois pomares em 2016, como se mostra na Figura 5.11, que ilustra a curva dupla sigmoide característica das prunóideas.

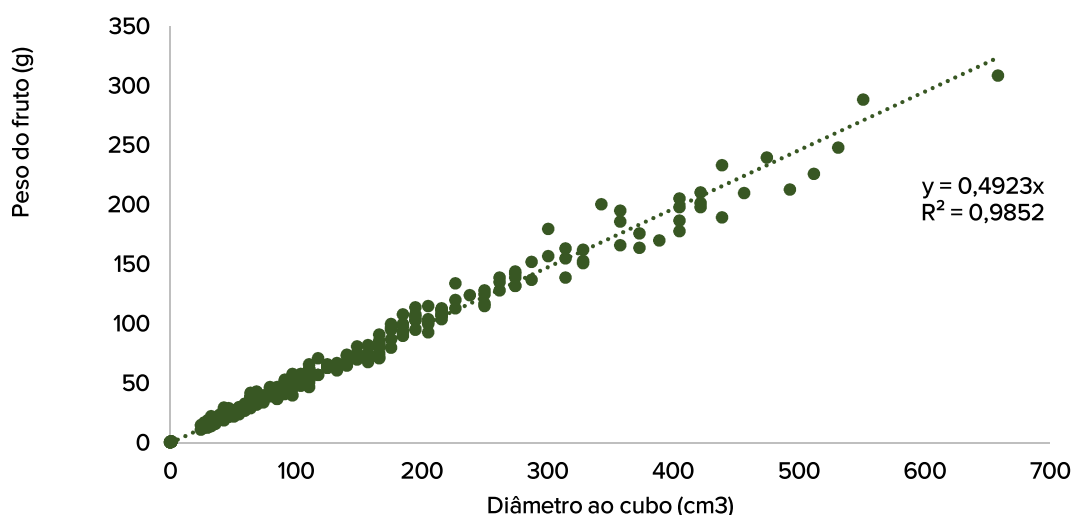


Figura 5.10 – Representação gráfica da relação linear entre o peso e o cubo do diâmetro do pêssego.

Pela observação da referida Figura, é possível confirmar que o maior crescimento do fruto na SWDR se manifesta relativamente cedo, mas apenas se torna mais evidente a partir do início da segunda sigmoide (por volta dos 80 a 90 DAFB, ou seja, em meados de junho do ano em causa). No entanto, pelas curvas de crescimento não é possível distinguir se o comportamento das cultivares se deveu apenas ao maior potencial da SWDR ou à conjugação deste fator com a menor carga (interação). A Figura 5.12 mostra que o crescimento do fruto varia de ano para ano, mormente a partir do início da segunda sigmoide, evidenciando as diferenças nas cargas, nas condições meteorológicas e, eventualmente, nas tecnologias de produção nos dois anos.

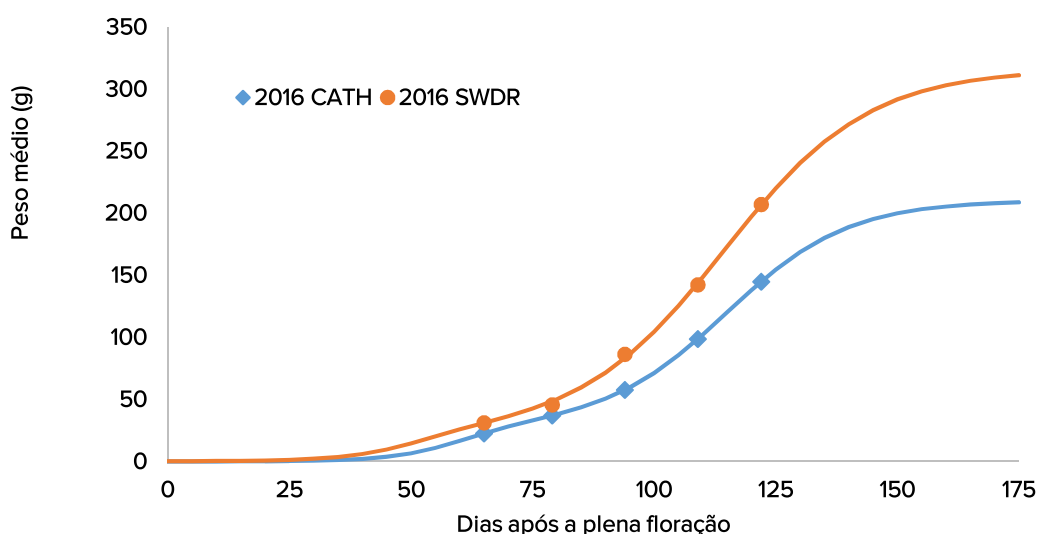


Figura 5.11 – Representação gráfica da dupla sigmoide característica do crescimento dos frutos das prunóideas, nos dois pomares em 2016.

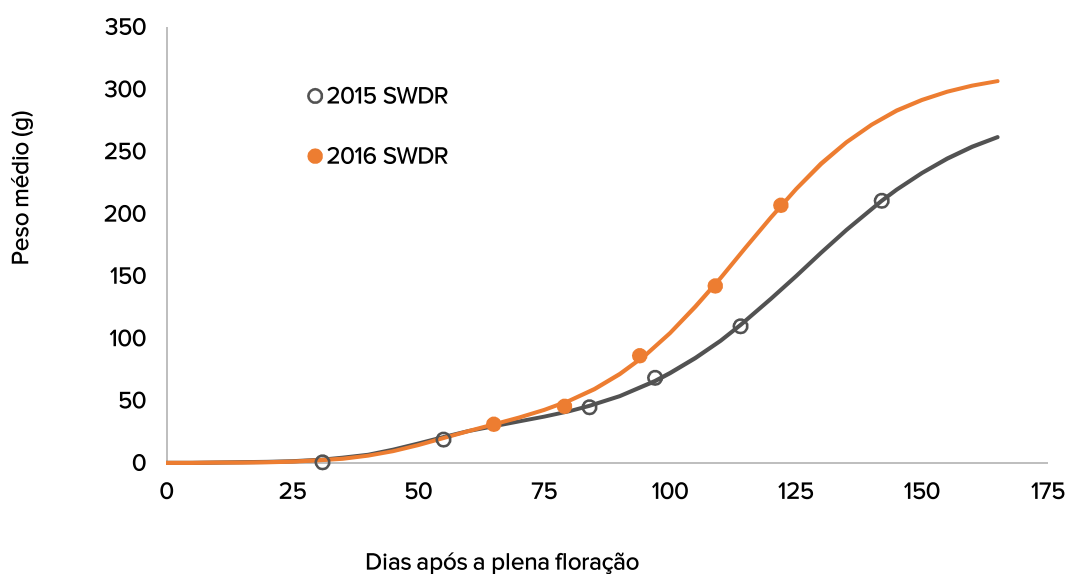
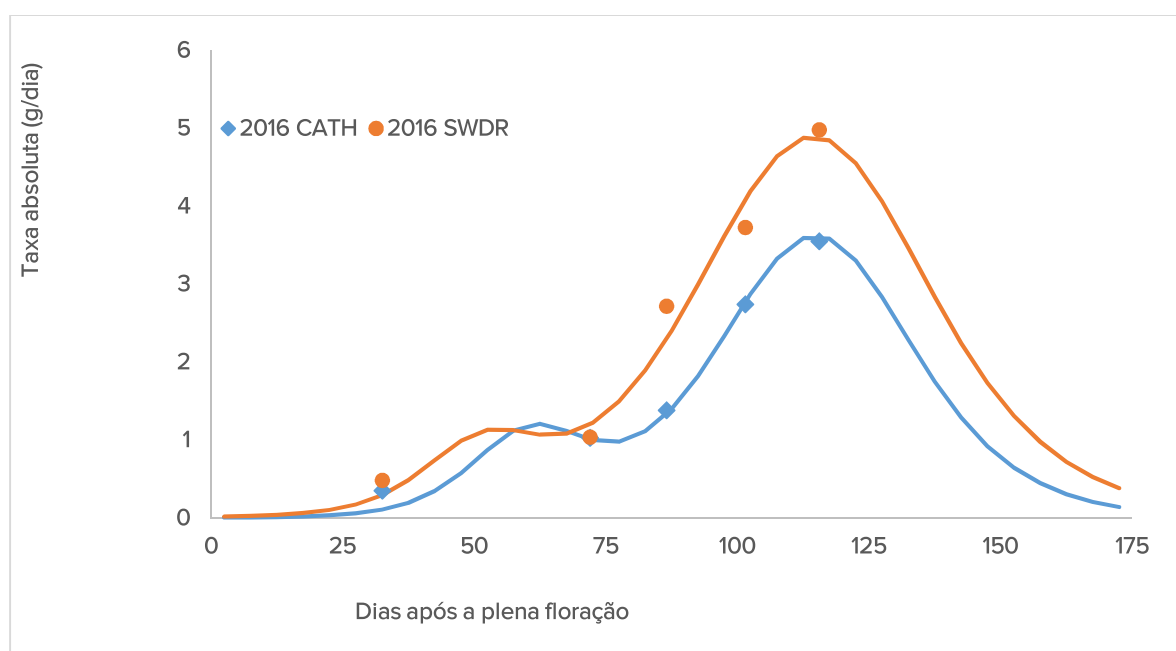


Figura 5.12 – Representação gráfica da dupla sigmoide característica do crescimento dos frutos das prunóideas, nos dois anos na SWDR.

A taxa absoluta de crescimento representa o ganho de peso médio diário e tem o seu pico no ponto de inflexão das curvas de crescimento. Também a partir destas taxas, representadas na Figura 5.13, é possível observar o maior potencial de crescimento do fruto na SWDR. Com as taxas de crescimento é também mais evidente o período de crescimento mais reduzido correspondente à fase de lenhificação do endocarpo e

desenvolvimento da semente, ou seja, o intervalo entre os períodos de crescimento mais ativo das duas sigmóides. Como se pode observar, essa fase ocorre entre os 60 e os 80 DAFB, abrangendo sensivelmente a última semana de maio e a primeira semana de junho (em 2016). Como essa data ocorre relativamente cedo no ciclo produtivo, quando ainda se dispõe de água armazenada no solo, a restrição de água nessa fase como parte de uma estratégia de rega deficitária controlada é difícil de pôr em prática.



**Figura 5.13** – Representação gráfica da taxa absoluta de crescimento (ganho de peso médio diário) nos dois pomares em 2016.

## Referências bibliográficas

- Autio, W.R., Greene, D.W. e Lord, W.J. (1996). Performance of 'Mcintosh' apple trees on seven rootstocks and a comparison of methods of productivity assessment. *HortScience*, 31 (7): 1160-1163.
- Baldini, E. (1992). *Arboricultura Frutal*. Ediciones Mundi Prensa, Madrid.
- Dennis Jr., F.G. (2000). The history of fruit thinning. *Plant Growth Regulation*, 31: 1-6.
- De Melo-Abreu, J.P., Sousa, M.L. e Lopes, J.S. (2015). *Css\_Pear*: a model to simulate growth, production and quality of pear (*Pyrus communis* L.). *Acta Horticulturae*, 1094: 223-231.
- Embree, C.G., Myra, M.T.D., Nichols, D.S. e Wright, A.H. (2007). Effect of blossom density and crop load on growth, fruit quality, and return bloom in 'Honeycrisp' apple. *HortScience*, 42 (7): 1622-1625.
- Fernandez-Escobar, R., Trapero, A. e Domínguez, J. (2010). *Experimentación en agricultura*. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Giuliani, R., Nerozzi, F., Magnanini, E. e Corelli-Grappadelli, L. (1997). Influence of environmental and plant factors on canopy photosynthesis and transpiration of apple trees. *Tree Physiology*, 17: 637-645.
- Hester, S.M. e Cacho, O. (2003). Modelling apple orchard systems. *Agricultural Systems*, 77: 137-154.
- Johnson, R.S. e Rasmussen, J. (1990). Peach optimization model. *Acta Horticulturae*, 276: 247-255.
- Link, H. (2000). Significance of flower and fruit thinning on fruit quality. *Plant Growth Regulation*, 31: 17-26.
- Lombard, P.B., Callan, N.W., Dennis, F.G., Looney, N.E., Martin, G.C., Renquist, A.R. e Mielke, E.A. (1988). Towards a standardized nomenclature in determining fruit and nut tree yield performance. *HortScience*, 23 (5): 813-817.
- Palmer, J.W., Giuliani, R. e Adams, H.M. (1997). Effect of crop load on fruiting and leaf photosynthesis of 'Braeburn'/M.26 apple trees. *Tree Physiology*, 17: 741-746.
- Palmer, J.W. (1992). Effects of varying crop load on photosynthesis, dry matter production and partitioning of Crispin/M.27 apple trees. *Tree Physiology*, 11: 19-33.
- Ramos A, Marques L, Lopes R, Ribeiro E e Martins JMS. (2008). The "yield potential" – a new methodology to relate orchard productivity and fruit quality. *Acta Horticulturae*, 800: 225-230.
- Ramos A, Ribeiro E, Fernandes B, Marques L, Dias JP, Duarte T, Lopes JP, Fialho D, Santa-Bárbara P, Martins JMS e De Melo-Abreu JP. 2014. Eficiência do pomar de pera 'Rocha' no Oeste (Portugal). I – modelo para avaliação da eficiência produtiva e económica. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 23: 174-178.

- Ramos A, Ribeiro E, Marques L, Lopes R e Martins JMS. 2010. A “metodologia do potencial produtivo” na gestão integrada do pomar. I – Carga ótima. Actas Portuguesas de Horticultura, 16: 7-15.
- Reginato GH, García de Cortázar V e Robinson TL. 2007. Predicted crop value for nectarines and cling peaches of different harvest season as a function of crop load. HortScience, 42 (2): 239-245.
- Robinson TL e Lakso AN. 1991. Bases of yield and production efficiency in apple orchard systems. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 (2): 188-194.
- Tromp J. 2000. Flower-bud formation in pome fruits as affected by fruit thinning. Plant Growth Regulation, 31: 27-34.
- Whiting MD e Lang GA. 2004. ‘Bing’ sweet cherry on the dwarfing rootstock ‘Gisela 5’: thinning affects fruit quality and vegetative growth but not net CO<sub>2</sub> exchange. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 129 (3): 407-415.
- Wright AH, Embree CG, Nichols DS, Prange RK, Harrison PA e DeLong JM. 2006. Fruit mass, colour and yield of ‘Honeycrisp’™ apples are influenced by manually-adjusted fruit population and tree form. J. Hort. Sci. & Biotech. 81 (3): 397-401.
- Wünsche JN, Palmer, JW e Greer, DH. 2000. Effects of crop load on fruiting and gas-exchange characteristics of ‘Braeburn’/M.26 apple trees at full canopy. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125 (1): 93-99.
- Zhang J e Robson A. 2002. Fitting normal distribution to apple fruit and its application. Acta Horticulturae, 584: 169-175.
- Zhang J, Thiele, GF e Rowe RN. 1995. Gala apple fruit size distribution. NZ J. Cr. Hort. Sci. 23 (1): 85-88.



Livro financiado por:



GOVERNO DE PORTUGAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA  
E DO MAR



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu Agrícola  
de Desenvolvimento Rural  
A Europa investe na tua zona rural

e elaborado no âmbito do projeto **+pêssego**.

Editor:



**COTHN**  
CENTRO OPERATIVO E TECNOLÓGICO  
HORTIFRUTÍCOLA NACIONAL

Entidades participantes no Projeto:



QUINTA DE  
LAMAÇAIS



**aapim**  
Instituição de utilidade pública



**APPIZERE**  
Associação de Proteção Integrada  
& Agricultura Sustentável do Zêzere



CENTRO DE APOIO  
TECNOLÓGICO  
AGRO ALIMENTAR



**COTHN**  
CENTRO OPERATIVO E TECNOLÓGICO  
HORTIFRUTÍCOLA NACIONAL



Instituto Nacional de  
Investigação Agrária e  
Veterinária, I.P.



Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior Agrária



INSTITUTO  
SUPERIOR DE  
AGRONOMIA  
Universidade de Lisboa



UNIVERSIDADE  
DE ÉVORA