

## **Alternativas ao uso de herbicidas na gestão de infestantes em pomar de pereiras (*Pyrus communis* L.)**

**João Filipe Fachadas Pessoa**

Dissertação para a obtenção do grau de mestre em

**Engenharia Agronómica**

Orientadores:

Professora Doutora Francisca Constança Frutuoso de Aguiar

Doutor Miguel António Leão de Sousa

**Júri:**

Presidente: Doutor Henrique Manuel Filipe Ribeiro, Professor Auxiliar, Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogal: Doutor João Martim de Portugal e Vasconcelos Fernandes, Professor Coordenador, Escola Superior Agrária de Beja do Instituto Politécnico de Beja

Vogal: Doutora Francisca Constança Frutuoso de Aguiar, Professora Auxiliar, Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

2021



*Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas.*

*Muito faz com que se sintam humildes.*

*É assim que as espigas sem grão erguem desdenhosamente a cabeça para o céu,  
enquanto as cheias as baixam para a Terra, sua mãe.*

*Leonardo da Vinci*



## Agradecimentos

“Se vi mais longe, foi porque estava aos ombros de gigantes.” Esta frase imortalizada por Isaac Newton é atribuída a Bernardo de Chartres que em 1159 comparava quem via mais longe que os outros, não por ter uma visão mais aguçada ou maior altura, mas por ser um anão sentado aos ombros de um gigante. Esta dissertação teve o apoio de verdadeiros gigantes.

Com enorme paciência sempre que lhe aparecia no gabinete com infestantes por identificar, a Engenheira Teresa Vasconcelos foi decisiva nesta tese contribuindo com vários conselhos sobre a forma mais eficaz de as combater. Devo igualmente muito à professora Ana Monteiro. Não sendo por ela orientado, mostrou-se totalmente disponível para ajudar em tudo, tendo mesmo participado no planeamento do ensaio. Forneceu, em conjunto com o professor Carlos Lopes, a Tela refletora que usámos. Este trabalho só foi possível com o apoio incondicional da *Terramotriz*, que disponibilizou o equipamento de monda térmica. Na pessoa do Engenheiro Luís Castanheiro fez-se sempre representar nos trabalhos e ajudou em tudo. Ofereceu a Tela verde ajudando a enriquecer a minha dissertação.

Agradeço à Doutora Cristiana Vieira pela identificação dos Briófitos presentes no pomar.

Este ensaio decorreu na Estação Nacional de Fruticultura, tendo por isso que agradecer a várias pessoas: Engenheiro Rui de Sousa, Engenheira Patrícia Vicente e Senhor Carlos. Engenheira Marta Gonçalves, a quem devo um agradecimento especial, imprescindível para que este trabalho chegasse a bom porto. Esteve presente em todos os tratamentos e “coorientou-me” nos meses em que tive a oportunidade única de estagiar na Estação.

Dizem que sem família não temos história, mas que sem amigos não temos futuro. Tenho de agradecer ao Pedro Beato e ao André Marçal pela ajuda que deram na parte prática deste trabalho. Agradeço também à Maria João Rodelo pela valiosa revisão que deu na reta final desta dissertação.

Deixei propositadamente para último as duas pessoas mais importantes para que esta dissertação fosse possível, os meus orientadores. Tive uma sorte imensa ao ter comigo duas pessoas jovens, dinâmicas e irreverentes que despertaram a vontade de fazer melhor, fazer diferente. A Professora Francisca Aguiar incansável a corrigir, a dar sugestões e conselhos, trabalhadora e empenhada, rigorosa com os detalhes e de uma enorme bondade. O Doutor Miguel Leão, uma pessoa inovadora, sempre com vontade de fazer mais e melhor, que não tem medo de pensar fora da caixa e de remar contra a maré para seguir as suas convicções. Tive o privilégio de ser orientado por dois “gigantes”!

Todas estas pessoas foram importantes para as páginas que se seguem e é importante que pensem nelas enquanto leem esta dissertação. A todas o meu mais sincero obrigado.

## Resumo

Atualmente, a sociedade exige mudanças em resposta à crise climática que atravessamos. Os agricultores devem adequar as suas práticas, balanceando boas produções com a diminuição dos impactos das práticas agrícolas nos ecossistemas. No controlo de infestantes estão a ser testadas alternativas ao uso de herbicidas, as quais são o tema desta dissertação. Este estudo teve como objetivo estudar a eficácia nas infestantes, em sete modalidades de tratamento nas linhas dum pomar de pereiras, em Alcobaça, Portugal. Realizaram-se inventários florísticos entre janeiro e julho de 2020 nas modalidades: telas refletoras e não refletoras de luz, monda térmica com vapor de água com e sem corte prévio de infestantes, controlo químico com os herbicidas flazassulfurão e mistura de glifosato + diflufenicão + MCPA, e controlo (testemunha não tratada). O efeito dos tratamentos na quantidade e qualidade da produtividade, foi estudado em frutos colhidos em agosto de 2020. Procedeu-se ainda a uma análise económica dos custos por modalidade.

As telas tiveram eficácias médias globais acima de 90%, no entanto o custo da sua instalação e aquisição é bastante elevado. Nestas modalidades obtiveram-se maiores produções. O flazassulfurão teve uma eficácia média global de 75%, e de 100% para as infestantes do género *Equisetum*. Os custos desta modalidade são bastante elevados comparativamente à modalidade com glifosato + diflufenicão + MCPA, que teve eficácia média de 56%, mas com custo de aplicação muito inferior. A eficácia média global da monda térmica com e sem corte prévio das infestantes foi de 45% e 57%, respetivamente. O elevado gasto de água e baixa velocidade de trabalho são aspetos negativos a sublinhar. Estes métodos poderão ser alternativos aos herbicidas embora seja aconselhável o tratamento com infestantes em estados iniciais de desenvolvimento. A integração da monda térmica com outros métodos de controlo de infestantes deverá ser objeto de futura investigação.

## Palavras-chave

Redução de herbicidas; Monda térmica; Telas anti-infestantes; Análise económica.

## **Abstract**

Nowadays, society demands change in response to the climate crisis we are experiencing. Farmers must adapt their practices, balancing good productions and the reduction of the impacts of agricultural practices on ecosystems. Concerning the control of weeds, alternative weed-management strategies to herbicides are being experimented and these are the theme of this dissertation. This study aimed to investigate the efficacy of seven treatments for weed control in a pear orchard, in Alcobaça, Portugal. Weed observations were made between January and July 2020 in orchard rows subjected to the following treatments: reflective and non-reflective light mulching tarps, thermal weed control by hot steam with and without previous cutting of weeds, herbicide based on flazassulfuron and another based on glyphosate + diflufenican + MCPA, and a non-treated control. An economic analysis was made to compare costs between treatments. Fruit samples were collected in August 2020 and analyzed to verify whether the treatments led to differences in quantity and quality of productivity.

Mulching tarps displayed average efficacies on weed control above 90%, however, the cost of their installation and acquisition is high. The highest fruit productions were obtained on rows with mulching. Flazassulfuron had a global average efficacy of 75% and 100% for weeds of the genus *Equisetum*. The costs of this treatment are high compared to glyphosate + diflufenican + MCPA, which had an average efficacy of 56%, but a much lower cost of application. The average overall efficacy of thermal weed control with and without previous weed cuttings was 45% and 57%, respectively. The high expenditure of water and the low working velocity are negative aspects to be underlined. These methods were confirmed as alternatives to herbicides although is advisable to treat when weeds are smaller. The integration of various management methods of weed control should be object of further investigation.

## **Key-words**

Herbicides reduction; Thermal weed control; Mulching tarps; Economic analysis.

# Índice

Resumo.....	4
Lista de Figuras.....	9
Lista de Quadros.....	12
Lista de Siglas e Abreviações.....	13
1. Introdução .....	14
2. Estado de arte.....	16
2.1 A problemática do controlo de infestantes .....	16
2.2 O Uso dos Produtos Fitofarmacêuticos.....	16
2.3 Métodos alternativos para controlo de infestantes .....	18
2.3.1 – Mulching .....	19
2.3.2 - Monda Térmica.....	21
3. Métodos e Materiais .....	26
3.1 Caracterização do campo experimental.....	26
3.2 Delineamento experimental e execução dos tratamentos.....	27
3.3 Metodologia de amostragem de infestantes .....	31
3.4 Tratamento das infestantes com Monda Térmica .....	32
3.5 Instalação das telas.....	33
3.6 Produtividade e Qualidade dos frutos .....	33
3.7 Tratamento e análise de dados .....	34
3.7.1 – Construção das matrizes de dados.....	34
3.7.2 – Análise comparativa de eficácias entre modalidades .....	34
4. Resultados e discussão.....	36
4.1 Comunidade infestante.....	36
4.2 Testemunhas.....	37
4.3 Aplicação da Monda Térmica .....	40
4.3.1 – Aspeto após tratamento.....	40
4.3.2- Temperaturas registadas na câmara térmica.....	41
4.4 Evolução da vegetação nas telas .....	42
4.5 Eficácias dos tratamentos.....	44

4.5.1 – Análise global das modalidades.....	44
4.5.2 – Análise por tipo de infestante (anual/perene).....	45
4.5.3 – Época do ano.....	45
4.6 Eficácia dos tratamentos nas principais infestantes.....	46
4.7 Análise do peso dos rebentos do porta enxerto.....	52
4.8 Produtividade e Qualidade.....	53
4.9 Análise Económica.....	55
4.9.1- Telas Anti - infestantes.....	55
4.9.2- Monda Térmica.....	56
5. Conclusões.....	59
6. Linhas futuras de trabalho.....	62
Referências Bibliográficas.....	64
Anexos.....	68
Anexo 1 – Croqui do pomar onde foi realizado o ensaio.....	68
Anexo 2 – Relatório de Análise de Terra do pomar onde foi realizado o ensaio, produzido pelo INIAV – Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária a 3 de setembro de 2018.....	69
Anexo 3 – Ficha Técnica da Tela verde anti-infestantes.....	72
Anexo 4 – Exemplo da matriz de dados usados no Excel. Mono – monocotiledónea, dict – dicotiledónea.....	73
Anexo 5 – Quadro onde estão registados os tempos de aplicação do método térmico, com e sem corte prévio das infestantes, numa linha de 10 metros com 1 metro de largura (corresponde a 5 árvores). Estes tempos foram registados nos dias 25 de maio e 26 de junho de 2020).....	73
Anexo 6 - Quadro onde estão discriminados os pesos dos rebentos do porta enxerto pesados em grupos de cinco árvores nas diferentes modalidades bem como o peso médio em cada modalidade e respetivo desvio-padrão. TR - Tela refletora; TV – Tela verde; glif - glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz – flazassulfurão; TermC - monda térmica com corte das infestantes; TermS – Monda térmica sem corte das infestantes.....	74
Anexo 7 – Resultados da ANOVAS (teste de Welch) para as eficácias globais dos tratamentos e resultados 'post-hoc' (teste de Games-Howell).....	75
7.1 - Eficácias Globais dos Tratamentos.....	75

7.2 - <i>Bromus catharticus</i> .....	77
7.3 - <i>Cirsium arvense</i> .....	78
7.4 - <i>Convolvulus arvensis</i> .....	80
7.5 - <i>Equisetum ramosissimum</i> .....	82
7.6 - <i>Equisetum telmateia</i> .....	83
7.7 – Rebentos do Porta Enxerto.....	85
7.8 - Produtividade .....	87
7.9 - Teor de Sólidos Solúveis .....	87



## Lista de Figuras

Figura 1- Mapa onde se insere o pomar em estudo (delimitado a azul, com uma área de nove hectares) bem como as árvores do ensaio (delimitadas a verde). A sede da Estação Nacional de Fruticultura Vieira de Natividade, instituição gestora do pomar está assinalada a amarelo.....	27
Figura 2- Ilustração esquemática do delineamento experimental das diferentes modalidades de controlo de infestantes no pomar – na horizontal as linhas das árvores e na vertical o seu número. As quatro repetições são indicadas por números romanos. TR.- Tela refletora; TV – Tela verde; glif glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz – flazassulfurão; TermC – Monda térmica com corte de infestantes; TermS – Monda térmica sem corte de infestantes; Test – testemunha.....	30
Figura 3- Vista geral das telas anti - infestantes instaladas, a 20 de janeiro de 2020: Tela verde (esquerda) e refletora (direita). ....	31
Figura 4- Vista geral e detalhes do equipamento Belle Île OliaTec (Terramotriz, Alcobaça, Portugal) de monda térmica.....	32
Figura 5- Instalação das telas, a 20 de janeiro de 2020.....	33
Figura 6- Processo de calibração das peras colhidas nas diferentes modalidades, a 25 de agosto de 2020.....	33
Figura 7 - Evolução do crescimento das infestantes na Testemunha I: a) 7/5/2020, b) 26/6/2020, c) 24/7/2020 e na Testemunha III: d) 7/5/2020, e) 26/6/2020, f) 24/7/2020. ....	39
Figura 8 – Contraste entre o tratamento térmico (assinalado a laranja) e a testemunha (assinalada a azul), a 26 de junho de 2020. ....	39
Figura 9- Aplicações do método térmico, foto da esquerda a 20 de fevereiro e foto da direita a 25 de maio de 2020. ....	40
Figura 10 – Aspeto da linha da monda térmica sem corte (Linha 2) seis horas após o tratamento, aplicação feita a 25 de maio de 2020.....	41
Figura 11 - Comparação na Monda Térmica sem corte (Linha 2), antes do tratamento (imagem da esquerda) e seis horas após o mesmo (imagem da direita), aplicação feita a 25 de maio de 2020. ....	41
Figura 12 – Fotografias tiradas com a câmara térmica (25 de maio de 2020) imediatamente após o tratamento em dois locais distintos por onde passou o equipamento de monda térmica.....	42
Figura 13- Aspeto das telas verde e refletora, cerca de 4 meses após instalação (25 de maio de 2020) e 6 meses após instalação (dia 24 de julho 2020). ....	43
Figura 14- Aspeto do solo sob coberto das telas (tela verde e tela refletora após o ensaio a 2 de setembro de 2020.....	43

Figura 15 – Gráfico de caixas de bigodes para a eficácia global dos tratamentos. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda Térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades (p<0,05).....	44
Figura 16 – Eficácias dos diferentes tratamentos em infestantes anuais e perenes. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda Térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. ....	45
Figura 17 – Média das densidades das espécies inventariadas nas várias repetições nas diferentes modalidades e ao longo do ensaio. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda Térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes; Test – testemunha.....	46
Figura 18- Eficácia das modalidades relativamente à espécie <i>Bromus catharticus</i> . TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades (p<0,05).....	47
Figura 19 – Média das densidades da infestante <i>Bromus catharticus</i> e ao longo do período do ensaio. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Test – testemunha.....	47
Figura 20- Eficácia das modalidades relativamente à espécie <i>Cirsium arvense</i> . TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades (p<0,05).....	48
Figura 21 - Média das densidades da infestante <i>Cirsium arvense</i> e ao longo do período do ensaio. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Test – testemunha.....	48
Figura 22- Eficácia das modalidades relativamente à espécie <i>Convolvulus arvensis</i> . TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades (p<0,05).....	49

Figura 23 – Média da densidade da infestante <i>Convolvulus arvensis</i> ao longo do período do ensaio. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes; Test - testemunha.....	50
Figura 24 - Eficácia das modalidades relativamente à espécie <i>Equisetum ramosissimum</i> . TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif - glifosato+diflufenicão+MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p<0,05$ ).....	50
Figura 25 – Média das densidades da infestante <i>Equisetum ramosissimum</i> ao longo do período do ensaio. TR - Tela refletora; TV – Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes; Test – testemunha. ....	50
Figura 26 - Eficácia das modalidades relativamente à espécie <i>Equisetum telmateia</i> . TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p<0,05$ ).....	51
Figura 27 – Média das densidades da infestante <i>Equisetum telmateia</i> ao longo do período em análise. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes; Test – testemunha.....	51
Figura 28 - Eficácia nas diferentes modalidades relativamente aos rebentos do porta enxerto. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p<0,05$ ).....	53
Figura 29 – Produtividade ( $\text{ton ha}^{-1}$ ) entre as diferentes modalidades. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes Test - Testemunha. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p<0,05$ ).....	54
Figura 30- Teor de Sólidos Solúveis (%brix) nas diferentes modalidades. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes Test - Testemunha. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p<0,05$ ).....	55

## Lista de Quadros

Quadro 1 – Datas dos tratamentos aplicados durante o período do ensaio.....	28
Quadro 2 – Resumo das aplicações de herbicida diflufenicão + glifosato + MCPA no pomar. A dose aplicada corresponde a litros de produto comercial por cada 100 L de água. ....	29
Quadro 3- Lista de espécies inventariadas no pomar, família, grupo taxonómico, frequência relativa (%) – FR e densidade média (ind m <sup>-2</sup> ) – DM.....	36
Quadro 4- Média das densidades (ind m <sup>-2</sup> ) nas diferentes repetições da testemunha. Média e desvio padrão das densidades no total das repetições.....	38
Quadro 5- Comparação do peso médio dos rebentos do porta enxerto de 5 árvores nas diferentes modalidades e respetivo desvio-padrão. ....	52
Quadro 6 – Distribuição do nº de frutos colhidos por calibre (mm), em cada modalidade e total de frutos por modalidade e calibre. TR - Tela refletora; TV - verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes; Test - Testemunha.....	54
Quadro 7 – Custos de instalação da Tela verde.....	56
Quadro 8 – Custos de instalação da Tela refletora.....	56
Quadro 9 – Custos de realizar uma aplicação de monda térmica com corte prévio das infestantes na linha. Combustível + energia inclui o combustível gasto para aquecimento da água, para carregamento das baterias elétricas do sistema e para movimentar o veículo o veículo que reboca a máquina de Monda Térmica. O Custo do aplicador considera o tempo despendido para aplicação da Monda Térmica bem como do corte com a roçadora.....	57
Quadro 10 - Custos de realizar uma aplicação de monda térmica sem corte prévio das infestantes na linha. Combustível + energia inclui o combustível gasto para aquecimento da água, para carregamento das baterias elétricas do sistema e para movimentar o veículo que reboca a máquina de Monda Térmica.....	57
Quadro 11 - Custos de realizar uma aplicação da mistura de herbicidas diflufenicão + MCPA + glifosato.....	58
Quadro 12 - Custos de realizar uma aplicação do herbicida flazassulfurão.....	58

## Lista de Siglas e Abreviações

DAT – Dias

após tratamento

EUA – Estados Unidos da América

FR – Frequência relativa

s.a. – Substância ativa

SARS-CoV-2 – Nome oficial do novo coronavírus

°Brix – Unidade de medida do teor de sólidos solúveis, através do índice de refração

μmol – Micromoles

glif. – glifosato + diflufenicão + MCPA

μmol m<sup>-2</sup> – Micromoles por metro quadrado

inv – Época de amostragem no inverno (fevereiro)

prim – Época de amostragem na primavera (maio)

ver1 – Época de amostragem no verão (junho)

ver2 – Época de amostragem no verão (julho)

TV – Tela verde

TR – Tela refletora

TermC – Método térmico com corte prévio das infestantes

TermS - Método térmico sem corte prévio das infestantes

flaz – flazassulfurão

Test – testemunha

ANOVA – análise de variâncias

ppm – partes por milhão

ind m<sup>-2</sup> – número de indivíduos por metro quadrado

## 1. Introdução

Consideram-se infestantes as populações de uma espécie vegetal que, acima de determinados níveis e sob condicionalismos ecológicos particulares sejam responsáveis por prejuízos “líquidos” (balanço benefícios-prejuízos negativo) inaceitáveis em termos económicos, ecológicos ou sociais (Amaro & Bagiolini, 1982; Portugal *et al.*, 2017).

Devido à pressão da sociedade e dos governos tem aumentado a procura de alternativas para o uso de produtos fitofarmacêuticos na agricultura. Vários países estão a implementar legislação no sentido de limitar o uso de herbicidas (Merfield *et al.*, 2017). Assim, é de enorme importância o estudo de alternativas eficazes, fáceis de aplicar, economicamente viáveis e sustentáveis do ponto de vista ambiental, num contexto de combate às alterações climáticas e mitigação dos seus efeitos.

Existem várias alternativas ao uso de herbicidas, de onde se destacam a rotação de culturas, as falsas sementeiras, coberturas do solo (*mulching*), a monda mecânica e a monda térmica.

A monda térmica consiste no aquecimento das infestantes a altas temperaturas, levando ao colapso das suas células (Ascard, 1995). Os primeiros métodos de monda térmica começaram a ser patenteados em 1852 e foram bastante usados nos Estados Unidos na cultura do milho e do algodão até aos anos sessenta do século passado, altura em que apareceram os primeiros herbicidas seletivos. Na Europa, com o aparecimento da Agricultura Biológica nos anos oitenta, este método começou a ganhar relevância (Collins, 2013). Apesar disso, poucos trabalhos têm sido publicados nas últimas décadas sobre estes métodos, devido sobretudo à ineficiência das técnicas até então usadas. Nos dias de hoje, em Portugal, não se conhecem aplicações em grande escala na agricultura, encontrando-se alguns trabalhos no controlo de infestantes em espaços urbanos, podendo destacar-se o de Santos (2016) e de Palma (2020).

Algumas das empresas que têm usado métodos de monda térmica em espaços urbanos estão neste momento a experimentar a sua eficácia em ambientes agrícolas, estando para isso a desenvolver aparelhos e técnicas inovadoras. Com a revolução tecnológica surge, assim, uma nova janela de oportunidade para a monda térmica.

Os métodos de monda térmica incluem água e vapor de água, ar quente, espuma e queimadores de chama (Collins, 2013; Ascard *et al.*, 2007). Este último é o mais usado, tendo, no entanto, algumas desvantagens relevantes como o elevado risco de incêndio (Leon & Ferreira, 2008) que é ainda mais agravado em países mediterrânicos, como Portugal. Outro método de monda térmica a que se recorre frequentemente é a

utilização de água quente ou vapor de água. Vários autores garantem que o vapor de água tem a vantagem de tornar mais eficiente a transferência de calor para as plantas em comparação com o ar seco (Merfield *et al.*, 2017; Rask & Kristoffersen, 2007).

Outros métodos alternativos são a monda mecânica e o uso de *mulching* com telas anti-infestantes. Enquanto os métodos mecânicos têm alguns problemas quando usados na linha de plantações (caso dos pomares), o uso de telas é ainda pouco estudado, até pelo elevado custo que a sua instalação e manutenção acarretam.

O objetivo deste trabalho consistiu em estudar a eficácia de um método de monda térmica com vapor de água, e de telas anti - infestantes refletoras e não refletoras de luz, na gestão de infestantes em linhas num pomar de pereiras (*Pyrus communis* L.) em Alcobaça, por comparação com o método de controlo químico glifosato + diflufenicão + MCPA e flazassulfurão, e uma modalidade de controlo (sem tratamento) para servir de testemunha. Estudou-se a viabilidade económica dos tratamentos. Por fim colheram-se peras no ensaio para averiguar se os diferentes tratamentos tinham consequências na produtividade, nomeadamente na quantidade e qualidade da fruta.

Importa ainda destacar que este ensaio foi afetado pelo confinamento imposto pela pandemia provocada pelo vírus da COVID-19. Os primeiros tratamentos realizados em fevereiro carecem de amostragem da vegetação 30 dias após os tratamentos como inicialmente planeado, tendo sido adiados para maio, após o levantamento do estado de Emergência Nacional. Deste modo, há um intervalo de mais de dois meses entre o primeiro tratamento e a respetiva observação, tendo sido repostos o plano inicial entre maio e agosto.

## **2. Estado de arte**

### **2.1 A problemática do controlo de infestantes**

O controlo de infestantes é essencial para a agricultura e terá um papel fundamental na forma como vamos produzir alimentos para as gerações futuras (Westwood *et al.*, 2018). Existem várias razões que levam os agricultores a necessitar de controlar as infestantes, mas na maioria dos casos estas prendem-se com a competição direta com a cultura por recursos como água, luz e nutrientes (Lopes, 2016). Embora sejam difíceis de quantificar, as perdas de produção associadas às infestantes podem chegar a 20% (Rifai *et al.*, 2000). Também Oerke (2006) refere que as perdas nas produções associadas às infestantes, podem chegar a 29% na cultura do trigo, a 47% no arroz ou 44% no milho, sendo estas o maior inimigo nestas culturas. Na União Europeia, segundo o Eurostat – European Statistics (acedido em 10.02.2021), entre 2011 e 2018 venderam-se 360 milhões de quilogramas de produtos fitofarmacêuticos, sendo destes, 32% herbicidas.

Existem diversos métodos para controlar as infestantes, incluindo métodos mecânicos, térmicos, biológicos, culturais, genéticos e legislativos (Amaro, 2003). Apesar disto, pela simplicidade na sua aplicação, pela sua elevada eficácia e baixo custo, os herbicidas continuam a ser o método de controlo preferido pelos agricultores (Portugal *et al.*, 2017; Sahin, 2019). Os problemas com o uso de herbicidas são, no entanto, diversos e vão desde a contaminação de águas subterrâneas aos resíduos nos alimentos, decréscimo nas populações de auxiliares e polinizadores, entre outros (Rifai *et al.*, 2000).

### **2.2 O Uso dos Produtos Fitofarmacêuticos**

O combate a pragas, doenças e infestantes é fundamental para garantir boas produções. Oerke (2006) estima que as perdas produtivas causadas pelos inimigos das culturas podem chegar a 50% na cultura do trigo e mais de 80% no algodão. Nos vinte e cinco anos que se seguiram à 2ª Guerra Mundial, foram registados e colocados no mercado numerosos pesticidas sintéticos, que tiveram um grande impacto no aumento da produtividade e na qualidade dos alimentos produzidos pelos agricultores, devido ao enorme aumento da eficácia no controlo dos inimigos das culturas (Amaro, 2003; Oerke, 2006).

O uso excessivo e muitas vezes irracional de produtos fitofarmacêuticos, aliado à ausência de conhecimentos sobre os seus efeitos secundários, levaram a diversas consequências nos ecossistemas. Destaca-se o desastre ecológico denunciado em 1962 por Rachel Carson no seu livro *Silent Spring* que, pelo impacto que teve na opinião



pública mundial, mudou para sempre a forma como entidades públicas e empresas privadas olhavam para os produtos fitofarmacêuticos (Amaro, 2003).

Dos anos cinquenta aos oitenta do século XX, um produto fitofarmacêutico com um novo modo de ação era posto à venda a cada três anos (Duke, 2012). Foi um tempo de grande desenvolvimento de novos pesticidas o que promoveu também negligências quanto ao seu uso. Durante décadas os agricultores usaram estes produtos, entre os quais os herbicidas, sem quaisquer preocupações, não havendo sensibilidade para os seus efeitos negativos a longo prazo. Atualmente, o problema das resistências das infestantes aos herbicidas é uma preocupação mundial, ainda mais porque nenhum novo modo de ação foi descoberto nos últimos trinta anos (Davis & Frisvold, 2017; Westwood *et al.*, 2018).

Embora novos herbicidas com modos de ação antigos fossem bem-vindos, a verdade é que até estes têm aparecido cada vez com menor frequência no mercado e quando aparecem funcionam apenas como “pensos rápidos” pois rapidamente as infestantes lhes ganham resistência (Jeschke, 2016). O aumento da resistência aos herbicidas utilizados atualmente, aliados à falta de novos modos de ação, fazem prever que poucos herbicidas estejam aptos para controlar infestantes num futuro a médio prazo (Westwood *et al.*, 2018).

As primeiras resistências a herbicidas reportadas terão sido no ano de 1957, relativas ao uso da substância 2,4-D, em plantas das espécies *Daucus carota* L. e de *Commelina difusa* Burm. no Havai, EUA e no Canadá, respetivamente (Heap, 1997; Roman *et al.*, 2005; Burgos *et al.*, 2013). Nos anos 70 do século XX, foram reportadas resistências a herbicidas da família das triazinas em indivíduos da espécie *Senecio vulgaris* L., no estado de Washington, EUA. Nos anos 80, espécies como *Chenopodium album* L. ou *Amaranthus powelli* S.Wats. também desenvolveram resistência a esta família (Amaro (ed), 2004; Roman *et al.*, 2005). A resistência aos herbicidas tem aumentado substancialmente os custos de produção aos agricultores e as consequências para com o meio ambiente. Com a introdução de culturas tolerantes ao glifosato nos anos 90, este tornou-se o herbicida mais produzido em todo o mundo (Cressey, 2015). Atualmente, só nos EUA, o custo do tratamento das infestantes resistentes a este herbicida já supera um bilião de dólares por ano (Frisvold *et al.*, 2017).

A contaminação de água, meio ambiente e solos com produtos fitofarmacêuticos têm levado a grande mortalidade de peixes e aves. As águas superficiais são contaminadas pela lavagem do solo por enxurradas e pela ação do vento. A presença de resíduos de pesticidas em alimentos, em doses acima dos níveis legalmente aceites, para além dos

riscos para os consumidores, prejudica as relações comerciais entre países (Sanches *et al.*, 2003).

Por tudo isto, a opinião pública, os governos e entidades europeias, grupos de cidadãos e diversas organizações não-governamentais têm pressionado os agricultores a reduzir drasticamente o uso de produtos fitofarmacêuticos na produção de alimentos.

Em Portugal o Plano de Ação Nacional para o Uso Sustentável dos Produtos Fitofarmacêuticos 2018-2023, refere no ponto 2.5.2: “(...) Pretende-se promover a redução do uso dos produtos fitofarmacêuticos a níveis considerados aceitáveis do ponto de vista económico e ecológico e bem assim, a adoção de modos de produção sustentáveis, nomeadamente a Agricultura Biológica e a Produção Integrada.” (DGAV, 2018). Segundo dados do Eurostat (acedido em 10.02.2021), Portugal teve, entre 2011 e 2018, a maior redução da venda de produtos fitofarmacêuticos da União Europeia (-43%).

Nos últimos anos, têm surgido fortes pressões no sentido de incentivar os agricultores a mudarem a forma como produzem alimentos, mas não é a primeira vez que isto acontece: no século XVIII, o economista britânico, Thomas Malthus (1766-1834) alertou o mundo para o risco da sobrepopulação e da incapacidade de os agricultores produzirem alimentos em quantidade suficiente para alimentarem todos os seres humanos no futuro (Malthus, 1798). Hoje sabemos que Malthus falhou as suas previsões, embora todas as suas premissas estivessem certas. Malthus desprezou o efeito do progresso tecnológico e a capacidade de inovação e adaptação dos seres humanos. Não é, então, a primeira vez que os agricultores são pressionados no sentido de mudarem de estratégias, haja arrojo, criatividade e vontade para se encontrarem novas formas de controlar as infestantes.

### **2.3 Métodos alternativos para controlo de infestantes**

Existem vários métodos para controlar infestantes. Desde os legislativos, genéticos, culturais, mecânicos, térmicos, biológicos, biotécnicos e químicos, há uma diversidade de opções mais ou menos viáveis a que os agricultores podem recorrer (Amaro, 2003; Mia *et al.*, 2020).

Dos métodos não químicos destacam-se a monda térmica com chama e vapor de água, o uso de infravermelhos, métodos mecânicos, uso de laser, eletrochoques e micro-ondas (Astatkie *et al.*, 2007; Sahin, 2019). Segundo Sahin (2019) os métodos de controlo de infestantes não químicos têm sido um dos temas mais investigados nos últimos anos pelos investigadores que se dedicam ao controlo de infestantes.

Os efeitos adversos dos herbicidas e o aumento da popularidade da agricultura biológica têm levado à necessidade de melhorias nos métodos mecânicos de controlo. Alguns destes métodos estão associados a diferentes sistemas de mobilização e de corte, como por exemplo equipamentos conhecidos como 'finger weeders'. Esta alfaia consiste em discos com dentes de borracha que ao passarem na linha permitem retirar as infestantes à volta da planta. Este equipamento além de ser ambientalmente sustentável tem uma alta eficiência de trabalho. Permite ainda minimizar os efeitos negativos associados à monda mecânica, designadamente na estrutura, qualidade e biodiversidade do solo (Mia *et al.*, 2020).

As novas tecnologias mudaram o mundo de uma forma sem precedentes e da qual, muitas vezes, ainda não temos bem noção. Estas têm, também, servido de base a soluções inovadoras para o controlo de infestantes. Um bom exemplo disso foi um robot desenvolvido nos anos noventa na Universidade de Davis, que consegue aplicar micro-doses de herbicida em plantas individuais num campo aberto, montado numa plataforma móvel (Zhang *et al.*, 2012). Atualmente, a maior dificuldade em utilizar equipamentos totalmente automáticos para combater as infestantes deriva da falta de um sensor robusto que as detete e as consiga distinguir da cultura. No presente, as tecnologias mais promissoras para controlo automático de infestantes recorrem a imagens espectrais e a sistemas baseados em sensores que detetam a cultura (Westwood *et al.*, 2018). Mesmo assim, os elevados preços destes robots tornam-nos pouco competitivos para uso em grandes parcelas. Assim, esta alternativa parece estar ainda muito distante.

### 2.3.1 – Mulching

O *mulching*, também conhecido por empalhamento, consiste na cobertura do solo com materiais diversos, entre os quais, aparas de madeira, cascas de árvores, cascalho, palha, serraduras, telas de diversos materiais que são utilizados como medidas preventivas contra infestantes e pragas, como lesmas e caracóis (Amaro, 2003). Este método é considerado das melhores alternativas aos métodos químicos, minimizando os problemas com infestantes nos pomares. O principal objetivo deste método de controlo é conservar a estrutura do solo e suprimir o crescimento de infestantes (Mia *et al.*, 2020).

O empalhamento com resíduos vegetais evita o desenvolvimento das infestantes, reduz a evaporação direta do solo e fornece matéria orgânica em abundância (Cerqueira, 1994). Mia *et al.* (2020) sugere *Mulching* à base de aparas de madeira, quando este material está disponível, pois suprime a incidência de infestantes perenes. No entanto, tem como principais desvantagens ser relativamente caro, dificultar as fertilizações e

servir de abrigo a pragas, como os roedores. Para além disto, espalhar palha seca nos pomares no verão pode aumentar de forma considerável o risco de incêndio (Cerqueira, 1994).

Outra alternativa que tem vindo a ser estudada são as coberturas vivas, ou enrelvamento, que é composto por plantas que cobrem a linha impedindo o crescimento de outras. Para além de aumentarem o teor de matéria orgânica no solo e a biodiversidade, se estas plantas forem leguminosas fixam azoto atmosférico, aumentando a fertilidade do solo (Mia *et al.*, 2020).

O uso de *mulches* à base de telas tem como principais benefícios o aumento da temperatura e manutenção da humidade no solo e a redução do aparecimento de infestantes, que se traduzem em produtividades mais elevadas. O uso de telas à base de plásticos é, no entanto, uma fonte de poluição, o que tem levado ao desenvolvimento de diversas alternativas orgânicas e biodegradáveis (Kasirajan & Ngouajio, 2012). Os *mulchings* plásticos oferecem controlo eficaz no longo prazo, mas podem dificultar a nutrição, necessitando de mais correções para equilibrar os níveis de nutrientes presentes no mesmo (Mia *et al.*, 2020).

As telas opacas escuras são bastante eficazes no controlo de infestantes por impedirem que a radiação solar chegue ao solo e por consequência, às infestantes. Também têm um efeito de aquecimento do solo, levando a algum efeito de solarização. Desta forma, a germinação, crescimento e desenvolvimento das infestantes ficam fortemente limitados (Chang *et al.*, 2016).

O uso de telas tem ainda outra vantagem: se forem refletoras, em pomares, para além do controlo de infestantes, podem aumentar a reflexão de luz com as vantagens que daí poderão advir em termos de qualidade dos frutos produzidos. Por este motivo, Leão *et al.* (2018) investigaram o uso destas telas para aumento da coloração vermelha em maçãs e verificaram que o uso de telas brancas na entrelinha aumentou de 9,1 para 53,6% a Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR) refletida, medida com um ceptómetro a um metro do solo. Após analisarem o efeito das telas na coloração das maçãs, verificaram que as mais vermelhas se localizavam nas árvores cuja entrelinha tinha a tela branca. Reforçam ainda, que os frutos no interior das árvores cujas entrelinhas tinham telas apresentavam uma coloração semelhante aos frutos exteriores das árvores de controlo, o que, segundo os autores, é um indicador que revela perspectivas muito positivas. Como o estudo ainda estava a decorrer na altura em que apresentaram estes resultados não foi possível tirar conclusões definitivas, mas os autores afirmam que esta tecnologia poderá vir a ser uma ferramenta muito interessante

para aumentar a coloração, teor de sólidos solúveis ou mesmo antecipar colheitas nestes pomares.

As vantagens descritas, aliadas ao controlo de infestantes que as telas proporcionam tornam-nas métodos de controlo muito interessantes para o uso em pomares. Também Mia *et al.* (2020) referem que o uso de telas plásticas no futuro deverá ser com recurso a plástico branco em cima e escuro em baixo. Desta forma, o plástico escuro bloqueia a luz, suprimindo as infestantes, enquanto o branco ajuda a refletir luz para o interior das árvores, além de proteger o solo de sobreaquecimento.

### 2.3.2 - Monda Térmica

A monda térmica é uma alternativa a considerar no controlo de infestantes, especialmente quando há restrições ao uso de herbicidas, como no caso da agricultura biológica. (Mojžiš, *et al.*, 2015; Leon & Ferreira, 2008). Existem diversos métodos de monda térmica, destacando-se a chama, água quente e vapor de água, congelação, radiação com micro-ondas, infravermelhos, ultravioletas e eletrochoques. Alguns destes têm também sido usados para tentar controlar pragas e doenças (Ascard *et al.*, 2007). Ascard (1995), considerado um dos maiores investigadores no que toca a alternativas ao uso de herbicidas, usa frequentemente a expressão “flaming is not burning”, ou seja, o uso da monda térmica não queima as plantas, apenas as aquece a grandes temperaturas levando à destruição das suas células. O mesmo autor concluiu que a desnaturação começa normalmente a 45 °C e que tempos de contacto entre 0,065 e 0,13 segundos deverão ser suficientes para matar os tecidos vegetais. Kerpauskas e Sirvydas *et al.*, (2006) afirmam, por seu lado, que as células vegetais devem atingir temperaturas de, pelo menos 58 °C, por forma a causar danos irreparáveis nos seus tecidos.

Vários autores referem que um dos fatores essenciais no sucesso da monda térmica está relacionado com o estado de desenvolvimento das plantas (Ascard, 1995; Leon & Ferreira, 2008; Mojžiš *et al.*, 2015). Leon & Ferreira (2008) consideram que o grande desafio da monda térmica é precisamente a forma como se transfere o calor para os tecidos vegetais, equilibrando eficácia e eficiência, ou seja, obter as melhores eficácias enquanto se minimizam os custos do tratamento. As taxas de sucesso destes métodos dependem determinadamente da morfologia das infestantes, da localização dos meristemas de crescimento, da natureza dos órgãos de reserva, das características da cutícula que protege as folhas, da presença de pelos ou do estado de stress hídrico. Estes são alguns dos fatores que afetam a sensibilidade das infestantes à passagem da fonte de calor (Collins, 2013; Ascard *et al.*, 2007). Também Leon & Ferreira (2008)

afirmaram que a espessura das folhas é determinante para prever os danos, com plantas com folhas mais espessas a sofrerem menos danos.

Outro fator, que é sistematicamente referido como sendo fulcral para o sucesso do tratamento, é o local onde as plantas têm os seus meristemas de reserva e a proteção dos mesmos. Meristemas que se desenvolvem abaixo do solo não são afetados pela chama (Ascard, 1995; Merfield *et al.*, 2017; Mojžiš *et al.*, 2015). A explicação para isto reside no facto de o solo ser um bom isolante térmico, conseguindo absorver uma grande quantidade de energia térmica sem variar a sua temperatura (Reeder, 1971), como tal, as plantas que têm os meristemas enterrados no solo estão muito menos suscetíveis ao efeito da monda térmica.

Ascard (1995) refere ainda que o fator mais importante para garantir elevadas taxas de sucesso no controlo térmico é a capacidade de as plantas recrescerem após o tratamento e isso está diretamente relacionado, quer com a capacidade acumulação de reservas nos órgãos subterrâneos, quer com o local onde os meristemas se encontram na planta, como já foi explicado anteriormente.

O controlo térmico das infestantes requer um grande conhecimento da sensibilidade das plantas ao calor (Dress & Balah, 2016). Estes autores investigaram a sensibilidade ao calor de três espécies, consideradas das mais abundantes nas plantações em que desenvolveram os seus trabalhos: *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik, *Senecio vulgaris* L. e *Stellaria media* (L.) Vill. Neste ensaio concluíram, que este método é interessante para controlo de infestantes em pomares orgânicos. Recomendam, no entanto que se deve trabalhar no sentido de melhorar o design do equipamento e incluir sensores para evitar danificar a cultura (Dress & Balah, 2016).

A chama tem sido o método de monda térmica mais difundido, mas o vapor de água é uma alternativa que aumenta a eficiência de transferência de calor e tem baixo risco de incêndio (Leon & Ferreira, 2008). A água quente é eficiente especialmente quando usada em plantas jovens. Se a energia for corretamente transferida para as infestantes, a sua estrutura celular é destruída rapidamente (Muscalue *et al.*, 2019). Existem duas formas principais de aplicar a água quente, em forma de vapor de água e em estado líquido. Os melhores resultados nos tratamentos de monda térmica com água podem ser obtidos com uma mistura de água em estado líquido e vapor (Collins, 2013). A água quente tem um alto conteúdo energético, mas, não podendo a temperatura ser superior a 100 °C, resulta numa baixa taxa de transferência de calor para a planta, sendo necessário maior tempo de contacto (Collins, 2013).

Ascard, (1995) conseguiu eliminar 95% das infestantes anuais entre as zero e quatro folhas, com doses de propano entre os 10 e os 20 kg ha<sup>-1</sup>. No entanto, doses consideravelmente mais elevadas foram necessárias para controlar infestantes mais resistentes e mais desenvolvidas. Também Leon & Ferreira (2008) concluíram que o melhor resultado se obtém quando as infestantes têm menos de seis folhas verdadeiras e as raízes menos de 10 cm de comprimento.

O vapor de água é útil na medida em que torna mais eficiente a transferência de calor para as plantas (Rask & Kristoffersen, 2007; Leon & Ferreira, 2008; Merfield *et al.*, 2017). A grande desvantagem deste método tem que ver com a quantidade de água necessária, que pode chegar a 30.000 L ha<sup>-1</sup>, para um controlo completo das infestantes (Collins, 2013). O uso desta quantidade de água não é viável em agricultura.

Merfield e colaboradores (2017) compararam um equipamento de monda térmica com vapor de água e um equipamento com recurso a chama e concluíram que o vapor de água tem um efeito superior na transferência de calor para as plantas em comparação com o ar seco da chama. Concluíram, ainda, que é essencial haver uma proteção no equipamento que permita aumentar o tempo de contacto entre a planta e a fonte de calor. Para combater este problema, Collins (2013) sugere o recurso a espumas que, quando misturadas com a água mantenham durante mais tempo as temperaturas elevadas sobre as plantas. No entanto, afirma que será sempre difícil conseguir boas taxas de tratamento devido a limitações de natureza termodinâmica.

Quanto à eficiência no controlo dos vários métodos de controlo térmico de infestantes, Merfield e colaboradores (2017), usaram um equipamento de monda térmica, com um débito de 3,5 L min<sup>-1</sup> e temperatura de 90 °C à saída do bocal do equipamento, com a água a sair da máquina a 90 °C. O trabalho consistiu em avaliar os efeitos em plantas de mostarda (*Brassica juncea* L.), entre as fases cotiledonar e de duas folhas. Foram ensaiadas velocidades de trabalho entre os 3 e os 7 km h<sup>-1</sup>. Os resultados obtidos por estes investigadores mostram que a taxa de sobrevivência média das plântulas de mostarda foi de 75% para a chama e de 40% para o vapor de água. Por outro lado, num grupo mais vasto de infestantes, concluíram que não havia diferenças significativas entre os dois tratamentos, sendo então o vapor de água uma alternativa equivalente à chama no controlo de infestantes.

Para além do trabalho de Merfield *et al.* (2017), outros autores concluíram que há uma relação entre a velocidade de trabalho e a taxa de sobrevivência das infestantes (Ascard, 1995; Mojžiš *et al.*, 2015). Segundo demonstraram Mojžiš *et al.* (2015), em

velocidades trabalho de 3 km h<sup>-1</sup> o tempo de transferência de calor é quatro vezes maior do que à velocidade de 4 km h<sup>-1</sup>.

Apesar disto, o tratamento com água quente num estado inicial de desenvolvimento, ou quando as infestantes são poucas, pode ser realizado com menor gasto de energia e com maior velocidade de trabalho, baixando o custo do controlo de infestantes (Ascard *et al.*, 2007; Astatkie *et al.*, 2007; Collins, 2013).

Rifai *et al.* (2000) compararam a eficiência e os custos da monda com chama, vapor de água, *mulching* e herbicida no controlo de infestantes em pomares de macieiras. Fizeram dois tratamentos, a uma velocidade de 1 km h<sup>-1</sup>, com sete dias de intervalo, com vapor de água a 150 °C. Neste ensaio concluíram que o vapor de água teve as mais baixas eficácias, as quais não ultrapassaram os 70%. Estes investigadores, referem ainda, que este sistema é mais eficiente quando usado num programa com outras práticas, como mecânicas, biológicas e mesmo químicas (Rifai *et al.*, 2000). Também Muscalu *et al.* (2019) concluíram que o uso de água quente combinado com uma monda mecânica pode constituir um meio para aumentar a eficiência e a eficácia destes métodos de combate.

Martelloni *et al.* (2019), estudaram o método de monda térmica com espuma quente e vapor de água em infestantes de culturas hortícolas. Avaliaram o recrescimento das infestantes, com cinco doses de espuma, variando entre 1,7 e 8,3 L m<sup>-2</sup>, mediram a biomassa seca e as variações de temperatura. Estes autores concluem que o uso de espuma quente pode ser usado para limpar a parcela antes da plantação, dando-lhes vantagem competitiva em relação às infestantes. Por outro lado, o avanço da tecnologia de sensores pode ajudar a reduzir as áreas em que a espuma quente é necessária, aumentando muito a eficiência no uso deste.

Em 2007, Astatkie *et al.* compararam a eficiência de três métodos de monda térmica: vapor/água quente, chama e radiação infravermelha, em quatro espécies, variando o estado de desenvolvimento das plantas e a velocidade de trabalho. As velocidades de trabalho variaram ente 1 e 3,5 km h<sup>-1</sup>. O desempenho do equipamento de vapor de água nos estados avançados de desenvolvimento e nas maiores velocidades de trabalho foi muito baixo, entre 0 e 48% de controlo. Estes resultados foram inferiores aos obtidos com a radiação infravermelha em qualquer velocidade e aos da chama nas velocidades de 1,5 e 2,5 km h<sup>-1</sup>. Os autores concluíram que a velocidade de trabalho usada tenha sido alta demais para o equipamento de vapor de água. Demonstraram ainda a importância de fazer o controlo em estados iniciais de desenvolvimento das infestantes.



O balanço que se pode fazer da análise destes trabalhos é de que é necessária investigação com tecnologias mais recentes, testadas em situações reais de campo, e com maior diversidade de infestantes. É também de realçar que muito está por fazer na investigação da eficiência no controlo de infestantes perenes que regeneram por reprodução vegetativa.

Mia *et al.* (2020) referem que a chave do sucesso na gestão de infestantes em pomares é alternar os meios de controlo. A alternância com integração de vários meios de luta pode não só contribuir para um eficaz controlo de infestantes, mas também otimizar o desempenho da cultura e a biodiversidade do solo.

Outra falha que se verifica na literatura da especialidade é a falta de análises dos custos dos tratamentos. Para que os agricultores, sendo agentes económicos, adotem métodos alternativos aos herbicidas para controlo de infestantes, terão que estar otimizadas três condições: eficácia do tratamento, o seu custo e a facilidade da sua aplicação.

Pretende-se, com este trabalho, fazer um ensaio de alternativas aos herbicidas, num pomar em produção, com o objetivo de testar a eficácia destas alternativas, bem como comparar os seus custos para fornecer respostas consistentes aos agricultores. Assim, realizaram-se ensaios num pomar de pereiras em Alcobaça, com herbicidas, cuja eficácia foi comparada com monda térmica (vapor de água quente) e diferentes telas anti-infestantes.

### 3. Métodos e Materiais

#### 3.1 Caracterização do campo experimental

O ensaio foi instalado num pomar de pereiras da cultivar 'Rocha' da Quinta Nova pertencente ao Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, na Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade, em Alcobaça (Figura 1).

O esquema de distribuição de árvores no pomar é apresentado no Anexo 1. O pomar foi plantado em 1998, sendo as polinizadoras das cultivares 'Passe Crassane' e 'Carapinheira'. É regado com fertirrega recorrendo a fita gota a gota com dois gotejadores por árvore. As árvores são conduzidas em eixo central revestido e estão organizadas num compasso de 2 m na linha por 4,5 m entrelinhas. Estas árvores estão enxertadas em BA29. Este pomar tem 1111 árvores ha<sup>-1</sup>.

A localização do ensaio situa-se nas seguintes coordenadas: N<sup>o</sup> 39.551499, W<sup>o</sup> - 8.959860.

O clima da região está classificado como do tipo Csb, segundo a classificação de Koppen e Geiger, ou seja, é um clima do tipo mediterrânico com verão fresco ([www.ipma.pt](http://www.ipma.pt)).

A temperatura média anual em Alcobaça é de 15,7 °C. A média anual da pluviosidade é de 729 mm ([www.climate-data.org](http://www.climate-data.org)). A temperatura média do mês mais quente (agosto) é de 20,6 °C do mais frio (janeiro) é de 11,1 °C.

O solo no pomar é do tipo Aluviosolos Moderno (Ac), calcário e de textura franca ([www.dgadr.gov.pt](http://www.dgadr.gov.pt)). Segundo o Relatório de Análise de Terra efetuado pelo Instituto de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV) em 2018 (Anexo 2) pode observar-se que o teor de matéria orgânica no solo é de 1,15%, considerado baixo pela mesma entidade. Segundo a mesma análise os teores de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potássio (K<sub>2</sub>O) e magnésio (Mg) extraíveis são considerados muito elevados. Importa ainda destacar desta análise que o pH do solo amostrado é pouco alcalino (7,6).

Entre 2017 e 2020, neste pomar, o controlo das infestantes foi feito com recurso a herbicidas baseados nas seguintes substâncias ativas: glifosato, diflufenicão, MCPA e glufosinato-amónio.



Figura 1- Mapa onde se insere o pomar em estudo (delimitado a azul, com uma área de nove hectares) bem como as árvores do ensaio (delimitadas a verde). A sede da Estação Nacional de Fruticultura Vieira de Natividade, instituição gestora do pomar está assinalada a amarelo.

### 3.2 Delineamento experimental e execução dos tratamentos

O ensaio, que decorreu entre novembro de 2019 e julho de 2020, foi conduzido com um delineamento em blocos casualizados com sete modalidades de tratamento e quatro repetições por modalidade, à exceção da testemunha, onde se optou por 5 repetições, uma por cada linha ocupada pelo ensaio (Figura 2).

As modalidades foram as seguintes:

- Monda térmica com vapor de água com corte prévio das infestantes em maio.
- Monda térmica com vapor de água sem corte prévio das infestantes em maio.
- Mistura de herbicidas sistémicos foliares e residual: glifosato + diflufenicão + MCPA.
- Herbicida sistémico residual e foliar: flazassulfurão.
- Tela verde.
- Tela branca refletora.
- Testemunha não tratada.

Cada repetição ocupou uma área de 20 m<sup>2</sup>, correspondendo a 10 árvores por repetição, à exceção das modalidades das telas que só foi possível instalar em 24 árvores por cada modalidade (6 árvores por repetição).

Quadro 1 – Datas dos tratamentos aplicados durante o período do ensaio

data	tratamento aplicado
27/11/2019	glifosato+diflufenicão+MCPA
20/01/2020	instalação das telas
20/02/2020	monda térmica flazassulfurão
22/05/2020	aplicação de glifosato corte das infestantes (linha 3)
26/05/2020	monda térmica flazassulfurão
26/06/2020	monda térmica

As datas dos três tratamentos de monda térmica estão no Quadro 1. O intervalo cerca de 3 meses entre aplicações deveu-se a dificuldades relacionadas com o confinamento imposto pela pandemia provocada pelo vírus SARS-CoV-2. Uma vez que houve um grande crescimento das infestantes desde o primeiro tratamento, quer em altura quer em abundância, foi decidido testar a monda térmica com e sem corte de infestantes. Assim, procedeu-se ao corte da vegetação na linha, com recurso a uma roçadora manual, no dia 22 de maio. A monda térmica com e sem corte prévio das infestantes em maio foi efetuada na Linha 2 e Linha 3, respetivamente (Figura 2).

A modalidade com a mistura de substância ativas: glifosato + diflufenicão + MCPA foi instalada nas Linhas 5 e 6 (Figura 2). Fizeram-se duas aplicações (Quadro 1). A primeira foi realizada com uma mistura de glifosato + diflufenicão + MCPA. A segunda aplicação só ocorreu a 22 de maio de 2020 (foi atrasada cerca de 1 mês devido às chuvas do mês de abril) e consistiu apenas em glifosato. As doses aplicadas, bem como a percentagem de substância ativa no produto comercial utilizado, estão relatadas no Quadro 2. A aplicação decorreu com um pulverizador da marca Rocha (Pulverizadores Rocha, SA, Maia, Portugal) de 300 L. Com este pulverizador aplicam-se 310 L ha<sup>-1</sup>, a uma velocidade de trabalho de 6,5 km h<sup>-1</sup>.

A mistura das substâncias ativas diflufenicão + glifosato é de pré e pós-emergência das infestantes e atua principalmente por contacto. À ação sistémica do glifosato, junta-se a atividade de pré-emergência do diflufenicão sendo um herbicida especialmente recomendado para culturas lenhosas em tratamentos outonais ([www.agro.basf.pt](http://www.agro.basf.pt)). O glifosato pertence à família química da glicina substituída e o seu modo de ação é através da inibição da enzima EPSPS ([www.Roundup.com](http://www.Roundup.com)). O diflufenicão pertence à família química das carboxamidas e funciona através da inibição da síntese dos carotenóides a nível da fiteno desaturase ([www.cropscience.bayer.pt](http://www.cropscience.bayer.pt)).

Quadro 2 – Resumo das aplicações de herbicida diflufenicão + glifosato + MCPA no pomar. A dose aplicada corresponde a litros de produto comercial por cada 100 L de água.

Data de aplicação	Produto comercial	Substância ativa (s.a.)	Percentagem de s.a. no produto comercial	Dose aplicada
27-11-2019	'Zarpa' (BASF Portuguesa S.A., Prior Velho, Portugal)	diflufenicão + glifosato	3,4% + 13,7%	1
	'Herbinexa' (NuFarm, Lisboa, Portugal)	MCPA	44,25%	0,3
22-5-2020	'Roundup Ultra' (Bayer Portugal, LDA, Carnaxide, Portugal)	glifosato	28,85%	1

A MCPA é uma s.a. de herbicidas de ação sistémica seletiva, de pós-emergência indicado para combater as infestantes de folha larga. É um herbicida hormonal (auxínico) pertencente à família dos ácidos ariloxialcanóicos. É absorvido pelas folhas e desloca-se no interior das plantas até aos órgãos subterrâneos. No solo pode ser absorvido pelas raízes das plantas e translocado no floema para as folhas e caules. A sua ação é lenta, inibe o desenvolvimento celular, desregulando o crescimento das plantas, provocando-lhes a morte (www.Nufarm.com). Este herbicida foi aplicado numa das modalidades com o intuito de aumentar o espetro de ação da aplicação e combater algumas espécies resistentes resultantes da aplicação frequente de glifosato.

O método com aplicação do herbicida constituído por flazassulfurão, foi feito na Linha 4 (Figura 2). O método à base de flazassulfurão foi aplicado duas vezes (Quadro 1). Das duas vezes seguiu-se a recomendação de aplicar 200 g de produto comercial por hectare.

O herbicida utilizado, o 'Orfeu' (Selectis, Produtos para Agricultura S.A.) é constituído por 25% de substância ativa e 75% de adjuvantes. O flazassulfurão pertence à família das sulfonilureias. É um herbicida de largo espetro, para infestantes anuais e perenes, monocotiledóneas e eudicotiledóneas, com atividade residual. O seu modo de ação é através da inibição da enzima sintetase de acetolactase, o que conduz à paragem da divisão celular e conseqüente crescimento das infestantes, provocando o bloqueio dos meristemas, levando à descoloração, necrose e morte dos tecidos (www.Selectis.pt).

A escolha do flazassulfurão, não homologado para pomares, foi definida pela existência de um problema recorrente com o controlo do género *Equisetum*. Este táxone não estava a ser devidamente controlado com o método usualmente aplicado no pomar (mistura de glifosato, diflufenicão e MCPA). Por isso, foi programado ensaiar este herbicida dado que já mostrou boas eficácias no controlo destas infestantes em situações não agrícolas (Lavrador, 2011).

A Tela verde é constituída por polipropileno, soldado termicamente, tem uma gramagem de 240 g m<sup>-2</sup> e uma espessura de 0,64 mm. É permeável à água, permite a circulação gasosa e a absorção de nutrientes, as suas características estão descritas no catálogo anexo (Anexo 3).

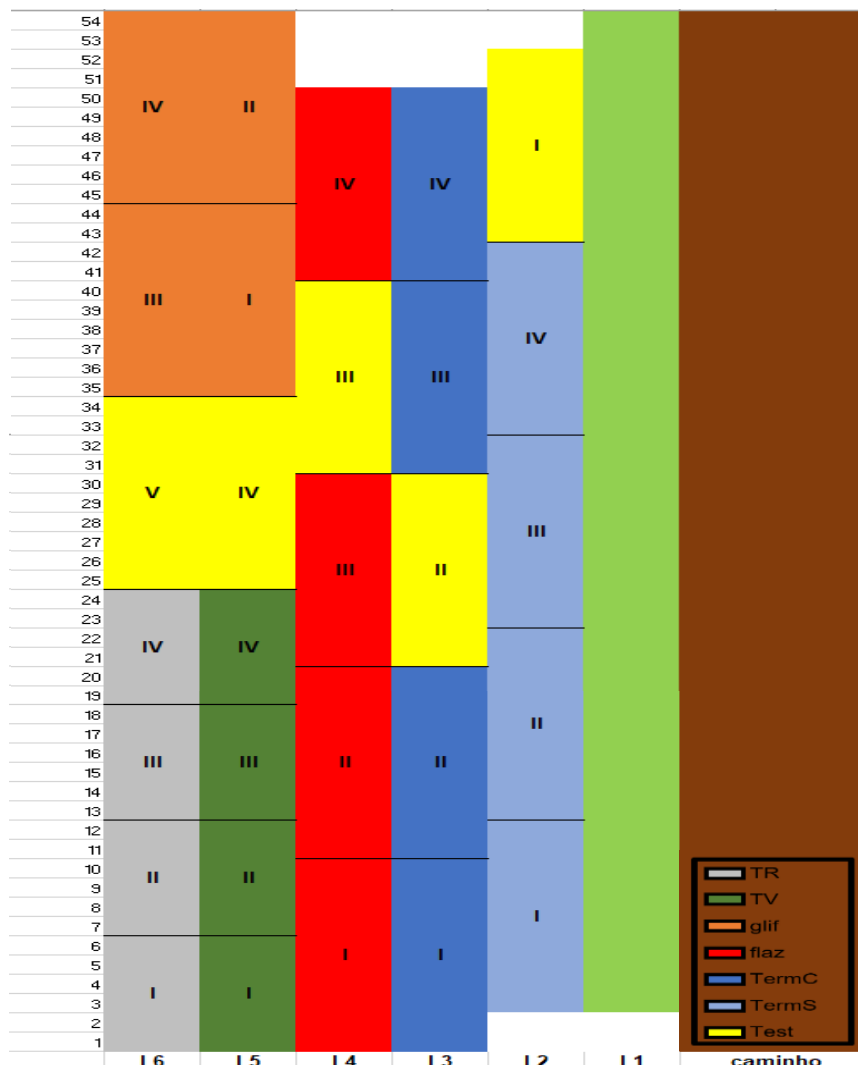


Figura 2- Ilustração esquemática do delineamento experimental das diferentes modalidades de controlo de infestantes no pomar – na horizontal as linhas das árvores e na vertical o seu número. As quatro repetições são indicadas por números romanos. TR.- Tela refletora; TV – Tela verde; glif glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz – flazassulfurão; TermC – Monda térmica com corte de infestantes; TermS – Monda térmica sem corte de infestantes; Test – testemunha

É comercializada em rolos com um metro de largura e 100 metros de comprimento. Para aplicação foi cortada e aplicada na linha em cada um dos lados das árvores, ocupando, no total 24 pereiras (cerca de 50 m de comprimento).

A Tela refletora é comercializada em rolos de 0,5 m de largura. Para que ocupasse uma área semelhante à da Tela verde, foi aplicada uma faixa central, recortada para abraçar as árvores e uma de cada lado da primeira faixa. Para aumentar o ensombramento às infestantes colocaram-se mais duas faixas desta tela parcialmente sobrepostas,

totalizando cinco faixas, conforme se pode observar na Figura 3. Esta tela tem uma espessura de 1,32 mm e uma gramagem de 161,4 g m<sup>-2</sup>.

As telas foram fixadas ao solo com grampos de metal com 17 cm de comprimento. Foram usados de 144 grampos em cada modalidade (Tela verde e Tela refletora).



Figura 3- Vista geral das telas anti - infestantes instaladas, a 20 de janeiro de 2020: Tela verde (esquerda) e refletora (direita).

### 3.3 Metodologia de amostragem de infestantes

As amostragens foram realizadas entre os meses de janeiro e julho de 2020. O plano inicial do ensaio programava uma amostragem 30 dias após os tratamentos (30 DAT) em cada modalidade. No caso das telas proceder-se-ia a amostragens nas mesmas datas das restantes modalidades. Este plano não foi totalmente cumprido, como já se referiu, devido à pandemia provocada pelo vírus SARS-CoV-2 que inviabilizou as idas ao campo entre março e maio. Assim fizeram-se as contagens nos dias 20 de janeiro (aquando da instalação das telas), 20 de fevereiro (1<sup>a</sup> aplicação da monda térmica e do flazassulfurão) e depois no dia 7 de maio, 26 de junho e 24 de julho de 2020.

As amostragens foram feitas por dois observadores que foram avançando ao longo da linha e para cada modalidade e repetição registaram a densidade de cada espécie bem como o seu estado fenológico.

A densidade de infestantes foi avaliada pela escala de Barralis (1976) em número de indivíduos por m<sup>-2</sup>:

1. (-) de 1 ind m<sup>-2</sup>,
2. 1-2 ind m<sup>-2</sup>,
3. 3-20 ind m<sup>-2</sup>,
4. 21-50 ind m<sup>-2</sup>,
5. (+) de 50 ind m<sup>-2</sup>.

Para o estado fenológico usou-se a seguinte escala:

1. plântula,
2. roseta/ afillamento,
3. crescimento máximo,
4. floração,
5. maturação do fruto.

Quando não foi possível a identificação no local, colheram-se espécimes que foram devidamente etiquetados e prensados no campo e identificados no Herbário João Carvalho e Vasconcellos, no Instituto Superior de Agronomia. As espécies inventariadas foram depois classificadas em anuais e perenes, eudicotiledóneas e monocotiledóneas, e pteridófitos. Foram ainda identificados dois briófitos.

Para além das infestantes foi registado o desenvolvimento dos rebentos do porta enxerto. No dia 7 de maio procedeu-se à colheita e pesagem de uma amostra destes. Foram colhidos, em todas as modalidades, rebentos de 20 árvores, e pesados em grupos de cinco.

### 3.4 Tratamento das infestantes com Monda Térmica

A Monda térmica foi aplicada com recurso ao equipamento 'Belle Île OlliaTec' (cedido pela empresa *Terramotriz*, Alcobaça, Portugal). A água é aquecida com recurso a um gerador próprio que consome 5 L de diesel por hora de funcionamento. O tanque do aparelho tem capacidade para armazenar 500 L de água. É ainda composto por um conjunto de baterias elétricas que alimentam o ecrã tátil digital. Estas baterias têm uma duração de 8 h e demoram 4 h a carregar. O sistema de aplicação da água quente é composto por uma mangueira que liga a uma pistola de plástico que por sua vez liga a um equipamento semelhante a um "aspirador" com cinco bicos (Figura 4, fotografia da direita). A água sai destes bicos a uma temperatura média de 120 °C nos estados líquidos (micro gotículas) e gasoso (vapor).



Figura 4- Vista geral e detalhes do equipamento Belle Île OlliaTec (*Terramotriz*, Alcobaça, Portugal) de monda térmica.



### 3.5 Instalação das telas

As telas anti - infestantes foram aplicadas no dia 20 de janeiro de 2020, e permaneceram sem qualquer intervenção desde essa altura até ao término do ensaio, no dia 24 de julho de 2020. Na Figura 5, é possível observar, as telas no dia da sua instalação.



Figura 5- Instalação das telas, a 20 de janeiro de 2020.

### 3.6 Produtividade e Qualidade dos frutos

No dia 26 de agosto de 2020, foram colhidos frutos de quatro árvores por modalidade, selecionadas ao acaso ao longo da linha. Estes frutos foram separados por calibre e pesados (Figura 6) para averiguar se a modalidade afetava a produtividade. Foi recolhida uma amostra de cinco frutos por árvore, do mesmo calibre (70-75 mm), num total de 20 frutos por modalidade para serem feitas análises de qualidade, designadamente pela determinação do Teor de Sólidos Solúveis ( $^{\circ}$ Brix) e dureza ( $\text{kg } 0,5\text{cm}^{-2}$ ). Calculou-se o peso e multiplicou-se pelo número de árvores num hectare (1111), para se obter a produtividade ( $\text{ton ha}^{-1}$ ).



Figura 6- Processo de calibração das peras colhidas nas diferentes modalidades, a 25 de agosto de 2020.

### 3.7 Tratamento e análise de dados

Para análise da importância das infestantes, calculou-se a abundância média (AM), a frequência absoluta (FA) e relativa (FR) das infestantes:

$$\text{Abundância média (AM)} = \frac{0,5n_1 + 1,5n_2 + 11,5n_3 + 35,5n_4 + 75,5n_5}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5}$$

sendo  $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5$  o número de inventários onde foi atribuído à espécie o coeficiente de abundância de 1, 2, 3, 4 e 5.

$$\text{Frequência absoluta (FA)} = n - a$$

$$\text{Frequência relativa (FR)} = \frac{100 * (n - a)}{n}$$

sendo  $n$  o número total de amostras e  $a$  o número de amostras onde a espécie está ausente.

Para efeito de tratamento de dados, foi utilizado o valor central de cada um dos graus da escala de Barralis (1976). Efetuou-se a classificação das espécies em anuais e perenes para testar as diferenças de resposta nestes dois grupos de infestantes aos vários tratamentos.

#### 3.7.1 – Construção das matrizes de dados

Os dados recolhidos foram organizados numa folha de cálculo *Excel*, incluindo todas as repetições das modalidades, bem como a classificação das espécies consoante o ciclo de vida e a classe taxonómica (exemplo da matriz de dados no Anexo 4).

Depois de calculada a soma do valor central das abundâncias por classe, calculou-se a média. Fez-se em seguida a casualização das testemunhas para a obtenção das eficácias, ou seja, para cada valor obtido da média nas modalidades usou-se uma repetição (dentro das cinco possíveis) da testemunha aleatória correspondente à mesma data que a modalidade (quatro repetições). Foi desta forma que se obteve o valor das eficácias dos tratamentos, de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Eficácia do tratamento (\%)} = \frac{100 - (100 * \text{Média da modalidade})}{\text{Média da testemunha casualizada}}$$

#### 3.7.2 – Análise comparativa de eficácias entre modalidades

Foram produzidos gráficos, do tipo “Caixa de Bigodes”, para comparação dos dados das eficácias em relação às diferentes modalidades de tratamento. As caixas estão limitadas pelo primeiro e terceiro quartis e incluem a mediana representada por uma linha horizontal. As linhas verticais (bigodes) indicam os extremos e os círculos abertos os ‘outliers’.

Fizeram-se os referidos gráficos para as eficácias das modalidades das espécies consideradas problemáticas no pomar e para as espécies anuais e perenes. Utilizaram-se gráficos de linhas para ilustrar a variação da densidade média destas espécies ao longo do ensaio, utilizando a média da densidade das repetições. Seguiram-se os seguintes critérios para seleccionar as infestantes principais: abundância total da espécie (em todas as modalidades e repetições) superior a 45; abundância máxima superior a 35,5 (o que equivale a um 4 na escala de Barralis), pelo menos uma vez e frequência relativa superior a 40%.

Realizaram-se Análises de variância (ANOVA) para testar se existem ou não diferenças significativas nas médias das eficácias das modalidades ou nas densidades das principais infestantes entre as modalidades ensaiadas. Estas análises foram realizadas para o conjunto dos tratamentos e por época de tratamento. A análise de variância, testa a hipótese da igualdade das médias de duas ou mais populações, verificando se existe uma diferença significativa entre as médias. São avaliadas as hipóteses nulas e alternativa: i) Hipótese nula ( $H_0$ ), as médias populacionais são iguais; ii) Hipótese alternativa ( $H_1$ ): as médias populacionais são diferentes, ou seja, pelo menos uma das médias é diferente das outras. Os pressupostos básicos da análise de variância são: as amostras são aleatórias e independentes; as populações têm distribuição normal e as variâncias populacionais são iguais.

Previamente à realização das ANOVA, os dados foram transformados utilizando a raiz quadrada para diminuir a heterogeneidade de variâncias. Uma vez que no ensaio há amostras desiguais e as variâncias são heterogéneas, optou-se pela realização de uma Welch's ANOVA usando um fator (modalidade) e o respetivo teste 'post-hoc' recomendado, ou seja, o teste de Games-Howell (equivalente ao teste Tukey na ANOVA clássica). Os testes 'post-hoc' são parte integrante das ANOVA, e permitem saber a significância das diferenças médias entre modalidades. Não foi realizada a ANOVA a dois fatores para a significância das médias de infestantes anuais e perenes para as várias modalidades, devido a não ser possível ultrapassar as premissas para a realização desta.

Em relação à produtividade realizou-se uma análise da distribuição do número de frutos colhidos por modalidade e por calibre (mm). Quanto à produtividade ( $\text{ton ha}^{-1}$ ) foi realizada uma ANOVA através do teste de Kruskal-Wallis sendo o teste 'post-hoc' de Dunn's. A qualidade, medida através do teor de sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), foi analisada graficamente e as diferenças entre modalidades foram testadas com recurso a uma ANOVA clássica com teste 'post-hoc' de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 4. Resultados e discussão

### 4.1 Comunidade infestante

Foram identificadas nas linhas do pomar 39 táxones de plantas vasculares e duas espécies de briófitos, uma hepática: *Lunularia cruciata* (L.) Dumort. ex Lindb. e um musgo do género *Didymodon* sp. Os táxones identificados estão organizados no Quadro 3. Importa referir que não foi possível identificar as diferentes espécies do género *Conyza*, pois o seu estado vegetativo não o permitia.

Dos 39 táxones de plantas vasculares identificadas, 38% eram anuais e 62% perenes. Esta diferença deve-se essencialmente à gestão que tem sido feita no pomar. Os herbicidas aplicados durante anos suprimiram a ocorrência de maior diversidade florística, promovendo espécies perenes de controlo mais difícil. Observou-se que 12 espécies eram monocotiledóneas, pertencendo às famílias *Poaceae* e *Araceae*. As restantes espécies são Pteridófitos (duas espécies do género *Equisetum*, Classe Plipodiopsida) e Angiospérmicas eudicotiledóneas (Classe Magnoliopsida) perfazendo cerca de 64% do elenco florístico do local. A família com mais espécies identificadas foi a família das *Poaceae* com dez espécies distribuídas por sete géneros.

Quadro 3- Lista de espécies inventariadas no pomar, família, grupo taxonómico, frequência relativa (%) – FR e densidade média (ind m<sup>-2</sup>) – DM.

Phylum-Classe Taxon	Família	Ciclo de vida	FR (%)	DM (ind m <sup>-2</sup> )
<b>Bryophyta- Bryopsida</b> ('Briófito-musgo')				
<i>Didymodon</i> sp.	Pottiaceae	-	28,4	33
<b>Marchantiophyta-Marchantiopsida</b> ('Hepática')				
<i>Lunularia cruciata</i> (L.) Dumort. ex Lindb.	Lunulariaceae	-	19,8	23
<b>Tracheophyta-Polypodiosida</b> ('Pteridófito')				
<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	Equisetaceae	Perene	45,7	53
<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.	Equisetaceae	Perene	40,5	47
<b>Tracheophyta - Liliopsida</b> ('Monocotiledónea')				
<i>Arisarum simorrhinum</i> Durieu	Araceae	Perene	9,5	11
<i>Arum italicum</i> Mill	Araceae	Perene	42,2	49
<i>Avena strigosa</i> Schreb.	Poaceae	Anual	7,8	9
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	Poaceae	Perene	59,5	69
<i>Bromus diandrus</i> Roth.	Poaceae	Anual	17,2	20

<i>Bromus hordeaceus</i> L.	Poaceae	Anual	7,8	9
<i>Holcus lanatus</i> L.	Poaceae	Perene	35,3	41
<i>Hordeum murinum</i> L.	Poaceae	Anual	20,7	24
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Poaceae	Anual	36,2	42
<i>Lolium perenne</i> L.	Poaceae	Perene	26,7	31
<i>Piptatherum miliaceum</i> (L.) Coss.	Poaceae	Perene	4,3	5
<i>Poa annua</i> L.	Poaceae	Perene	6,0	7
<b>Tracheophyta – Magnolipsida ('Eudicotiledónea')</b>				
<i>Anagallis arvensis</i> L.	Primulaceae	Anual	4,3	5
<i>Aster squamatus</i> (Spreng.) Hieron.	Asteraceae	Perene	1,7	2
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Asteraceae	Perene	77,6	90
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	Perene	76,7	89
<i>Conyza</i> sp.	Asteraceae	Anual	23,3	27
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér.	Geraniaceae	Anual	14,7	17
<i>Fumaria officinalis</i> L.	Papaveraceae	Anual	1,7	2
<i>Geranium dissectum</i> L.	Geraniaceae	Anual	25,0	29
<i>Hedera hibernica</i> (G.Kirchn.) Bean	Araliaceae	Perene	18,1	21
<i>Lythrum junceum</i> Banks & Sol.	Lythraceae	Perene	1,7	2
<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvaceae	Perene	0,9	1
<i>Melilotus segetalis</i> (Brot.) Ser.	Fabaceae	Anual	1,7	2
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.	Lamiaceae	Perene	47,4	55
<i>Picris echioides</i> L.	Asteraceae	Perene	6,0	7
<i>Plantago major</i> Arcang.	Plantaginaceae	Perene	0,9	1
<i>Quercus suber</i> L.	Fagaceae	Perene	1,7	2
<i>Rubia peregrina</i> L.	Rubiaceae	Anual	24,1	28
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Asteraceae	Anual	17,2	20
<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	Perene	0,9	1
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Asteraceae	Perene	29,3	34
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link	Apiaceae	Anual	6,9	8
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	Fabaceae	perene	3,5	4
<i>Trifolium repens</i> L.	Fabaceae	Perene	6,0	7
<i>Verbena officinalis</i> L.	Verbenaceae	Anual	3,5	4

## 4.2 Testemunhas

A flora das cinco testemunhas (parcelas sem tratamento) foi inventariada nas várias repetições ao longo dos tratamentos. A variação de densidades (ind m<sup>-2</sup>) pode ser observada no Quadro 4. Na Figura 7 é possível verificar o desenvolvimento das

infestantes ao longo do período em estudo. Na Figura 8 é ainda possível ver o contraste entre os resultados do tratamento térmico e a testemunha.

No Quadro 4 é possível observar a grande diversidade de valores das médias nas cinco repetições da testemunha. Por exemplo, na primeira observação, o valor mais baixo é de 0,9 (repetição IV) e o mais alto de 5,0 (repetição II). Isto é particularmente relevante, pois a eficácia das modalidades está diretamente relacionada com estes valores. A casualização das testemunhas permitiu diluir esta influência no cálculo das eficácias das modalidades.

Quadro 4- Média das densidades (ind m<sup>-2</sup>) nas diferentes repetições da testemunha. Média e desvio padrão das densidades no total das repetições.

Época	Repetição (ind m <sup>-2</sup> )					Média ± Desvio-padrão (ind m <sup>-2</sup> )
	I	II	III	IV	V	
Inverno (fevereiro)	3,28	5,00	1,83	0,90	1,50	2,50 ± 1,65
Primavera (maio)	6,10	3,00	1,90	1,65	7,07	3,94 ± 2,49
Verão (junho)	5,50	5,95	3,86	8,59	5,12	5,80 ± 1,74
Verão (julho)	4,39	4,83	3,83	7,68	5,77	5,30 ± 1,51

Importa ainda referir que a técnica de campo responsável pelo pomar detetou muito mais focos de infeção por estenfiliose (*Stemphylium vesicarium* Wall.) nas árvores da testemunha, em comparação com as restantes.



Figura 7 - Evolução do crescimento das infestantes na Testemunha I: a) 7/5/2020, b) 26/6/2020, c) 24/7/2020 e na Testemunha III: d) 7/5/2020, e) 26/6/2020, f) 24/7/2020.



Figura 8 – Contraste entre o tratamento térmico (assinalado a laranja) e a testemunha (assinalada a azul), a 26 de junho de 2020.

### 4.3 Aplicação da Monda Térmica

#### 4.3.1 – Aspeto após tratamento

Realizaram-se três aplicações de monda térmica (Quadro 1), a primeira no dia 20 de fevereiro, cuja aplicação a fotografia da esquerda da Figura 9 ilustra. A fotografia da direita por sua vez mostra a aplicação na linha que não teve corte prévio a 25 de maio, sendo visível a dificuldade em tratar as vigorosas infestantes.



*Figura 9- Aplicações do método térmico, foto da esquerda a 20 de fevereiro e foto da direita a 25 de maio de 2020.*

Antes da aplicação da monda térmica foi necessário encher o tanque, o que nas condições do ensaio, demorou cerca de 30 minutos. Depois procedeu-se ao aquecimento da água, bastando colocar o aparelho a debitá-la durante uns minutos até esta atingir a temperatura de 120 °C. Durante a aplicação da monda térmica foram retirados os tempos de tratamento de uma faixa de 10 metros para estimativa da velocidade de trabalho média para este método (Anexo 5). A velocidade média de trabalho estimada para a aplicação da monda térmica com e sem corte prévio das infestantes é de 0,22 km h<sup>-1</sup> e 0,14 km h<sup>-1</sup>, respetivamente. O tempo médio é de 2,71 e 4,31 minutos para tratar 10 metros nas modalidades com corte e sem corte.

Nas Figura 10 e 11 é possível ver o aspeto das linhas após o tratamento térmico. É de realçar que as duas imagens da Figura 11 retratam o mesmo local (primeira árvore da Linha 2), antes do tratamento térmico e seis horas após o mesmo. Em ambas as figuras é visível que o tratamento térmico levou ao colapso das células das infestantes, levando a que secassem em poucas horas, o que é uma vantagem em relação aos tratamentos químicos que normalmente demoram mais tempo a fazer efeito.





Figura 10 – Aspeto da linha da monda térmica sem corte (Linha 2) seis horas após o tratamento, aplicação feita a 25 de maio de 2020.



Figura 11 - Comparação na Monda Térmica sem corte (Linha 2), antes do tratamento (imagem da esquerda) e seis horas após o mesmo (imagem da direita), aplicação feita a 25 de maio de 2020.

#### 4.3.2- Temperaturas registadas na câmara térmica

No dia 25 de maio mediram-se as temperaturas imediatamente após a passagem do equipamento de monda térmica com recurso a uma Câmara Térmica 'Flir E5' (FLIR Systems, Inc., Wilsonville, EUA). Como se pode ver na Figura 12, a temperatura máxima registada é de 70,4 °C à superfície e a mínima 31,9 °C, a cerca de 10 cm de profundidade. Observou-se que a temperatura baixa consideravelmente logo a partir dos primeiros centímetros do solo. Este facto é frisado por Reeder (1971), que justifica que o solo consegue absorver uma grande quantidade de energia térmica sem variar a sua temperatura. Esta variação de 40 °C em 10 cm de profundidade valida o referido por vários autores (Ascard, 1995; Ascard *et al.*, 2007; Mojžiš *et al.*, 2015; Collins, 2013;

Merfield *et al.*, 2017) quando afirmam que meristemas que se desenvolvem abaixo do solo são muito menos afetados pelo tratamento térmico. O que reduz drasticamente o sucesso do tratamento térmico, pois as infestantes que possuem meristemas enterrados no solo conseguem recrescer. Estas infestantes, com meristemas de reserva enterrados no solo, são maioritariamente as que se encontram no pomar, como a *Convolvulus arvensis*, o *Bromus catharticus* ou as infestantes do género *Equisetum*.

As temperaturas médias atingidas durante o tratamento térmico, medidas através da Câmara térmica (47,8 e 51,3 °C) vão de encontro ao do que é referido por vários autores (Ascard, 1995; Kerpauskas e Sirvydas *et al.*, 2006) como suficiente para causar a desnaturação das células vegetais e causar danos irreparáveis nos tecidos.

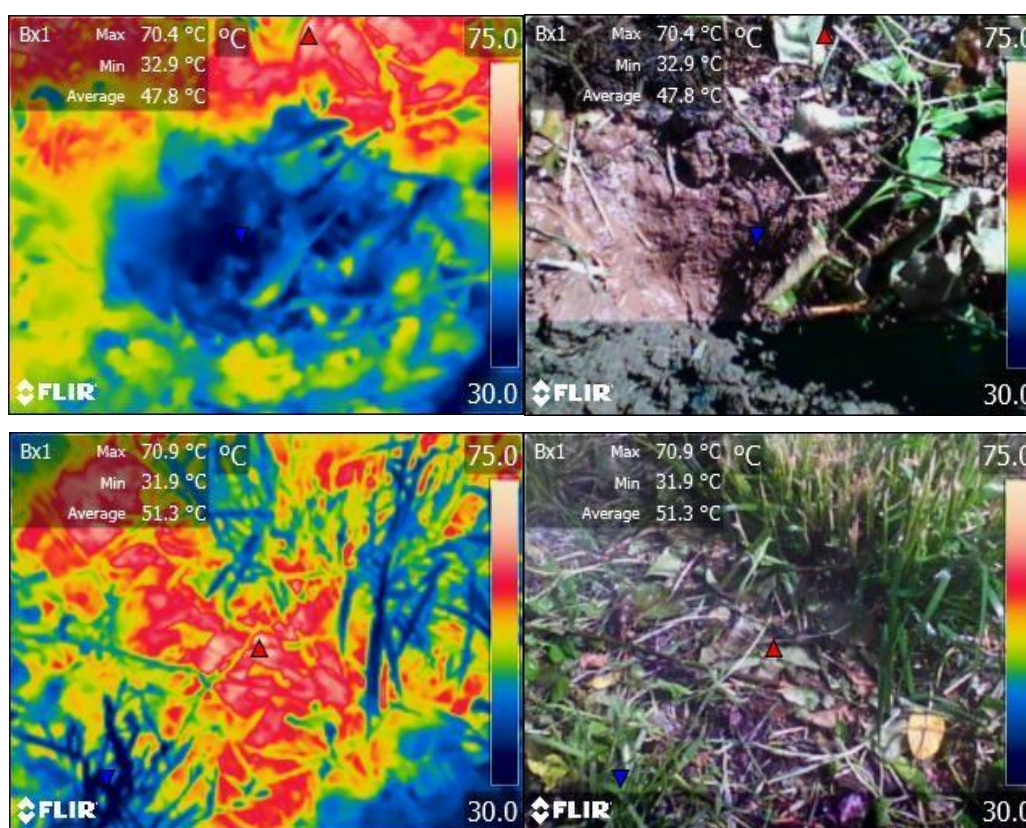


Figura 12 – Fotografias tiradas com a câmara térmica (25 de maio de 2020) imediatamente após o tratamento em dois locais distintos por onde passou o equipamento de monda térmica.

#### 4.4 Evolução da vegetação nas telas

Na Figura 13 pode observar-se o aspeto das telas no decurso do ensaio. As espécies que apareceram com maior frequência nas telas foram: *Convolvulus arvensis*, *Bromus catharticus* e *Equisetum* sp.

A Figura 14 mostra o aspeto do solo após terem sido levantadas as telas, observando-se que poucas infestantes tinham sobrevivido. Debaixo da Tela verde os rebentos do

porta enxerto estavam secos e apenas algumas infestantes da espécie *Cirsium arvense* estavam vivas. Debaixo da Tela refletora apenas sobreviviam ainda que com pouco desenvolvimento, *Convolvulus arvenses* e *Cirsium arvense*.



Figura 13- Aspeto das telas verde e refletora, cerca de 4 meses após instalação (25 de maio de 2020) e 6 meses após instalação (dia 24 de julho 2020).



Figura 14- Aspeto do solo sob coberto das telas (tela verde e tela refletora após o ensaio a 2 de setembro de 2020)

## 4.5 Eficácias dos tratamentos

### 4.5.1 – Análise global das modalidades

A análise global integra todos os tratamentos efetuados nas várias épocas e todas as infestantes. O teste *Welch's ANOVA* realizado rejeitou a hipótese  $H_0$ , ou seja, que as médias das eficácias seriam todas iguais. O resultado do teste 'post-hoc' de *Games-Howell* determinou que havia diferenças significativas entre as modalidades Tela refletora (TR) e glifosato + diflufenicão + MCPA (glif) e entre a TR e Térmica com corte de infestantes (TermC). Há também diferenças significativas entre as modalidades Tela verde (TV) e glif e entre a TV e TermC (Figura 15, Anexo 7).

Através da observação do gráfico da Figura 15 é possível verificar que as telas foram as modalidades com maiores eficácias médias, entre os 80 e os 100% de sucesso no controlo de infestantes. Os restantes tratamentos tiveram uma grande dispersão de eficácias, variando entre 0 e 93%. Nas telas o valor médio está acima de 90%, sendo ligeiramente superior na TR, o que deverá ser resultado da melhor união desta tela em relação à TV. Em relação aos herbicidas, a eficácia média foi de 55% para o método geralmente utilizado no pomar em estudo (glif) e de 75% na modalidade do flazassulfurão. Os tratamentos de monda térmica foram os que apresentaram eficácias médias mais baixas. A monda térmica com corte teve uma eficácia média de 45% enquanto a monda térmica sem corte teve uma eficácia média de 57%.

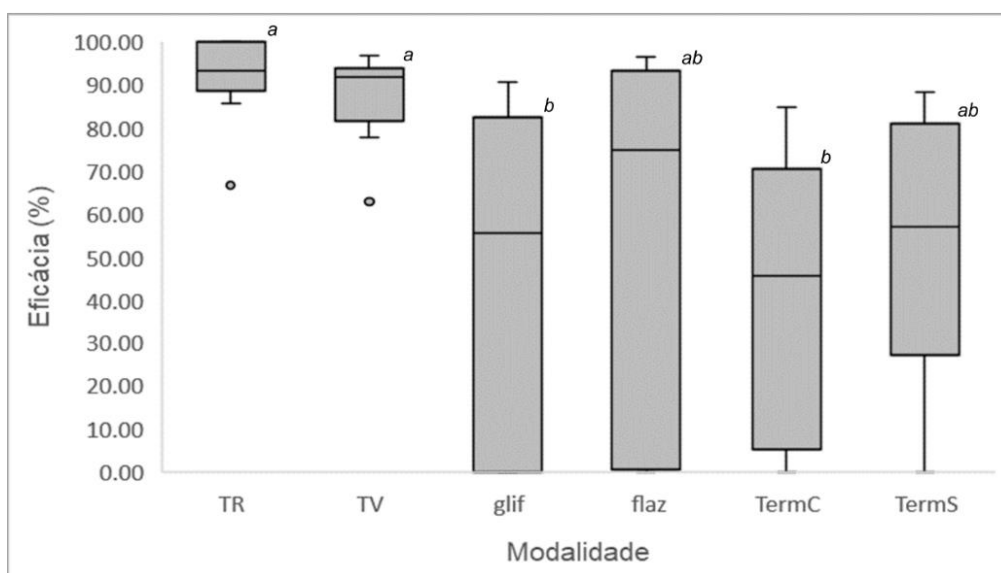


Figura 15 – Gráfico de caixas de bigodes para a eficácia global dos tratamentos. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda Térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p < 0,05$ ).

#### 4.5.2 – Análise por tipo de infestante (anual/perene)

Na Figura 16, podem ser observadas as diferenças nas eficácias entre espécies anuais e perenes. Na modalidade glif não são visíveis diferenças assinaláveis nas eficácias de combate a infestantes anuais e perenes. A TR foi a mais eficaz a controlar espécies as espécies perenes, ao contrário da TV que controlou 100% das espécies anuais. No que diz respeito aos tratamentos térmicos é possível verificar que, cortando as infestantes anuais, a eficácia do seu controlo é superior por comparação com a modalidade sem corte. A modalidade flaz foi em média mais eficaz a controlar infestantes anuais do que perenes.

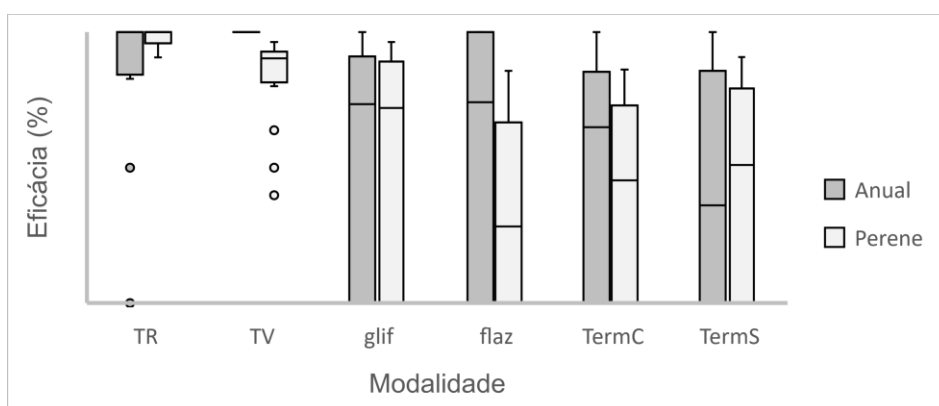


Figura 16 – Eficácias dos diferentes tratamentos em infestantes anuais e perenes. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda Térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes.

#### 4.5.3 – Época do ano

No gráfico de linhas apresentado na Figura 17 é possível analisar como evoluiu a densidade de infestantes ao longo do decorrer do ensaio, nomeadamente nas quatro épocas em que se efetuaram inventários de densidade. Através da observação deste gráfico pode notar-se que a vegetação infestante teve um grande aumento de densidade, diminuindo antes de agosto, provavelmente devido a grande competição por água e por haver alteração na dominância de espécies de infestantes. As telas mantiveram as infestantes a um nível de densidade nulo a muito baixo em todo o período do ensaio. Na modalidade flazassulfurão são visíveis as respostas das infestantes aos tratamentos de fevereiro e junho, realçando-se que houve um aumento de densidade destas da primavera ao fim do ensaio.

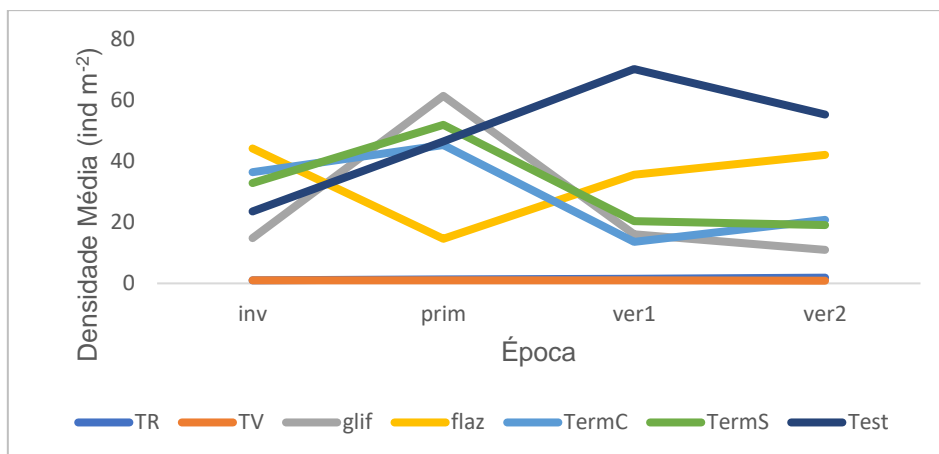


Figura 17 – Média das densidades das espécies inventariadas nas várias repetições nas diferentes modalidades e ao longo do ensaio. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda Térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes; Test – testemunha.

#### 4.6 Eficácia dos tratamentos nas principais infestantes

Cinco espécies cumpriram os critérios de seleção de maior abundância e frequência: *Bromus catharticus* Vahl, *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Convolvulus arvensis* L., *Equisetum ramosissimum* Desf. e *Equisetum telmateia* Ehrh. Cumpriram ainda os critérios os rebentos do porta enxerto, daí que também este tenha sido alvo de uma análise detalhada.

Observando a Figura 18 pode verificar-se que a forma mais eficaz de controlar a espécie *Bromus catharticus* é recorrendo a telas anti-infestantes, com eficácias muito perto de 100%. O método composto por glifosato + diflufenicão + MCPA foi o que obteve menores eficácias, com uma eficácia média de 53%. O flazassulfurão teve uma eficácia média de 84% para esta espécie, apesar da grande variação nas várias repetições e épocas de tratamento. A monda térmica com corte prévio das infestantes teve uma eficácia média ligeiramente superior à do flazassulfurão, apesar desta diferença não ter significado estatístico. Os testes estatísticos efetuados apenas permitem afirmar que as diferenças nas médias são significativas entre TV e glif sendo esta última a pior opção para controlar esta infestante (Anexo 7). Observando-se o gráfico da Figura 19 é possível constatar que *Bromus catharticus* teve uma grande redução em todas as modalidades ao longo do ensaio. No entanto, a testemunha teve densidades médias inferiores nas modalidades flaz e TermC na época de inverno, levando a algum enviesamento dos resultados.

Na Figura 20, relativamente à espécie *Cirsium arvense*, pode observar-se que a eficácia média da Tela refletora (100%) é superior à da Tela verde (91%). Os restantes

tratamentos têm eficácias médias muito semelhantes, entre os 74% e os 80% de controlo. No entanto, importa realçar que o método térmico sem corte foi o que teve menores eficácias, ainda que as diferenças não sejam significativas entre quaisquer modalidades (Anexo 7). Através da observação do gráfico da Figura 21, pode verificar-se que esta infestante teve um aumento de densidade na testemunha a partir da época da primavera, com menores densidades na modalidade glif e telas na observação do verão.

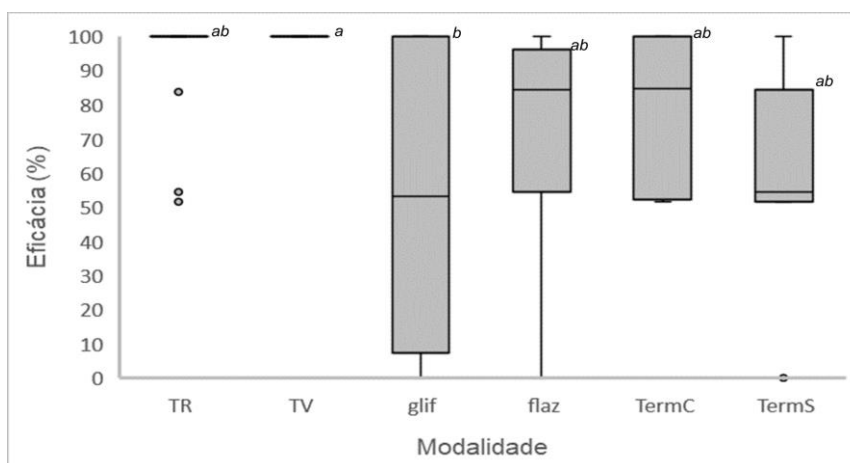


Figura 18- Eficácia das modalidades relativamente à espécie *Bromus catharticus*. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p < 0,05$ ).

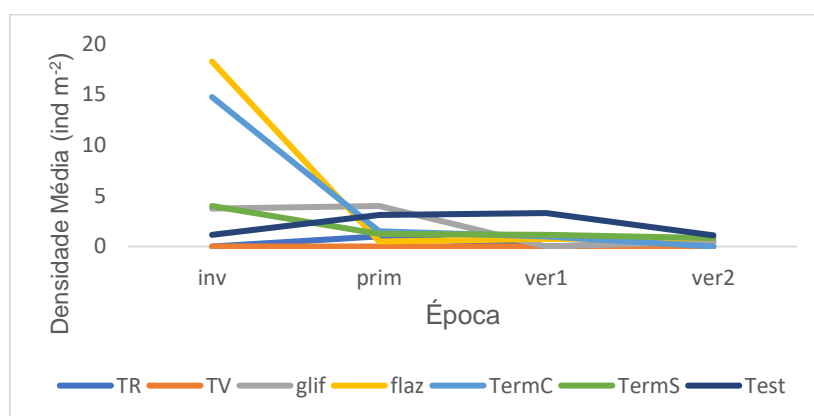


Figura 19 – Média das densidades da infestante *Bromus catharticus* e ao longo do período do ensaio. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Test – testemunha.

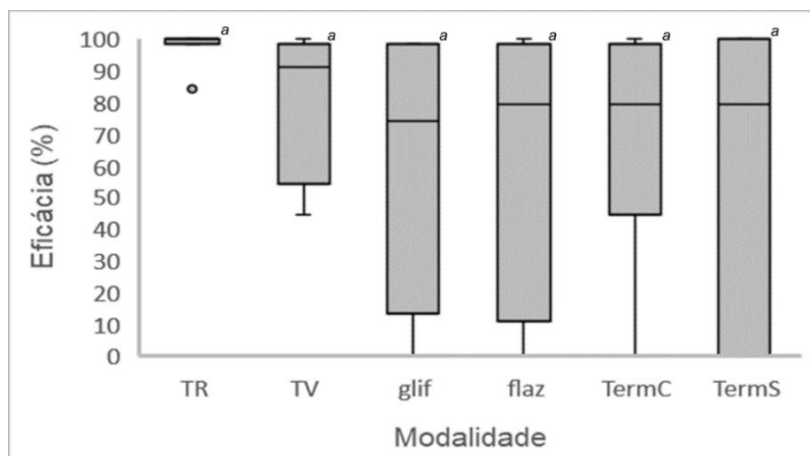


Figura 20- Eficácia das modalidades relativamente à espécie *Cirsium arvense*. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p < 0,05$ ).

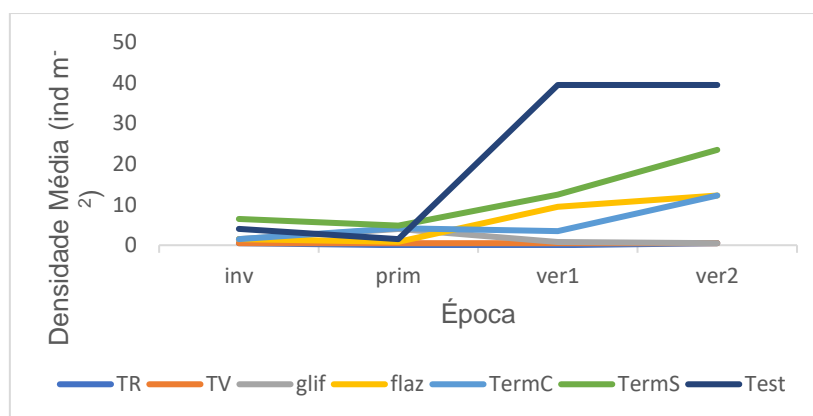


Figura 21 - Média das densidades da infestante *Cirsium arvense* e ao longo do período do ensaio. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Test – testemunha.

Através da observação do gráfico da Figura 22, relativo à espécie *Convolvulus arvensis*, constata-se que é nas telas que se verificam melhores eficácias. Para esta infestante, a modalidade glif teve eficácia média de 83%. É visível ainda que esta infestante parece ser tolerante ao flazassulfurão. Os métodos térmicos tiveram resultados semelhantes, independentemente de se cortar ou não a infestante previamente, com eficácias relativamente modestas. Os testes estatísticos efetuados admitem que há diferenças significativas entre: TV e TermC, TV e TermS, TR e TermC, TR e TermS, TR e flaz, TV e flaz e, glif e flaz (Anexo 7). Observando-se o gráfico da Figura 23 é notório que o maior desenvolvimento desta infestante se deu na modalidade flaz. Nas restantes modalidades, no período das amostragens, esta infestante manteve densidades baixas a médias, entre 0 e 8,2 indivíduos  $m^{-2}$  no verão.



No gráfico da Figura 24, referente à infestante *Equisetum ramosissimum*, as telas tiveram eficácias de 100%. O método baseado no herbicida flazassulfurão teve também uma eficácia média muito elevada, superior a 90%, embora com alguma variabilidade entre repetições. Os métodos térmicos tiveram um comportamento semelhante, tendo a média da eficácia da monda térmica sem corte sido ligeiramente superior à monda térmica com corte. A modalidade glif teve a eficácia mais baixa de todas (38%). Os testes estatísticos efetuados às médias revelaram que se admitem diferenças significativas entre as seguintes modalidades: TR e glif, TV e glif e, glif e flaz (Anexo 7). No gráfico da Figura 25 observa-se que a infestante tinha maior densidade nas linhas dos tratamentos térmicos no início do ensaio, revelando um certo desequilíbrio nas densidades das testemunhas entre modalidades para esta espécie. A casualização das testemunhas permitiu uma diluição desta diferença de densidades.

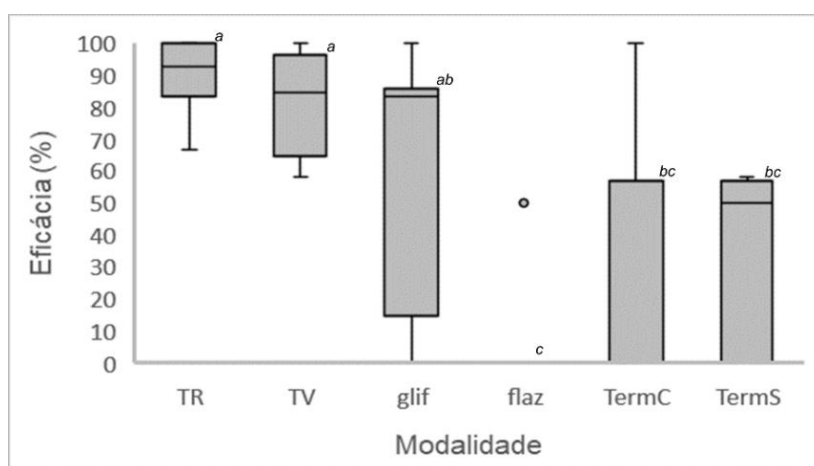


Figura 22- Eficácia das modalidades relativamente à espécie *Convolvulus arvensis*. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif - glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p < 0,05$ ).

Quanto à infestante *Equisetum telmateia*, cujas eficácias estão explanadas na Figura 26, todos os métodos, com a exceção da modalidade glif (eficácia média de 32%), se mostraram bastante eficazes, com eficácias médias superiores a 90%. Os testes estatísticos efetuados permitem afirmar, com 95% de confiança, que há diferenças significativas entre a eficácia do glif e todas as restantes modalidades (Anexo 7). Na Figura 27 é possível observar que esta infestante teve uma diminuição de densidade em praticamente todos os tratamentos, com exceção do método glif, onde houve um aumento de densidade que veio a diminuir após o tratamento de maio.

Em ambas as espécies do género *Equisetum* o flaz mostrou-se bastante eficaz, tal como já tinha sido indicado por Lavrador (2011).

Importa frisar que nenhuma infestante rompeu a Tela verde durante o decorrer do ensaio. As infestantes que apareceram fizeram-no através das zonas de ligação da tela e nos buracos deixados na zona das árvores.

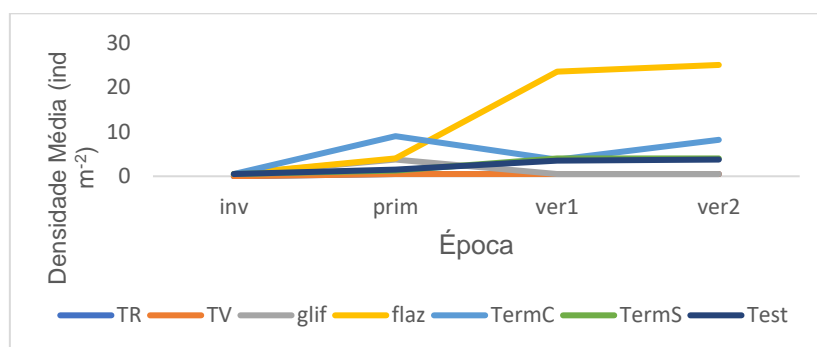


Figura 23 – Média da densidade da infestante *Convolvulus arvensis* ao longo do período do ensaio. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif - glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes; Test - testemunha.

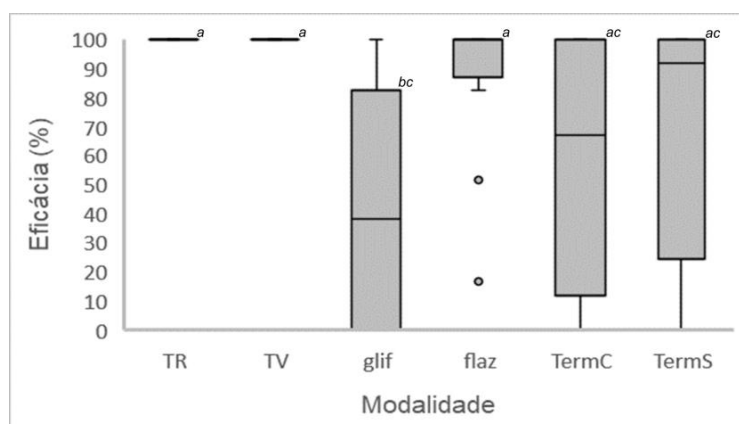


Figura 24 - Eficácia das modalidades relativamente à espécie *Equisetum ramosissimum*. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif - glifosato+diflufenicão+MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p < 0,05$ ).

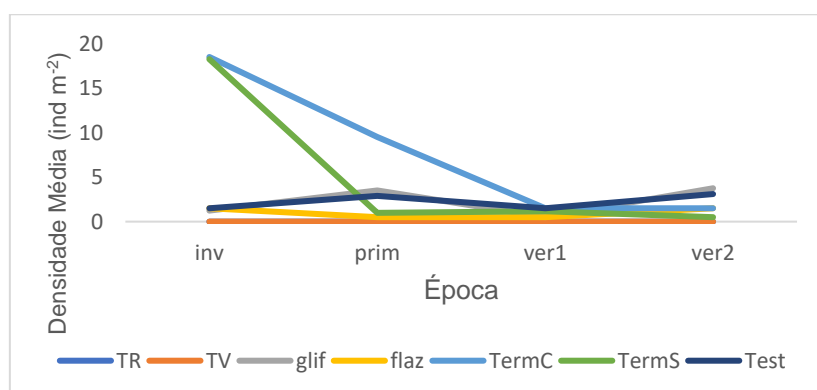


Figura 25 – Média das densidades da infestante *Equisetum ramosissimum* ao longo do período do ensaio. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif - glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes; Test - testemunha.

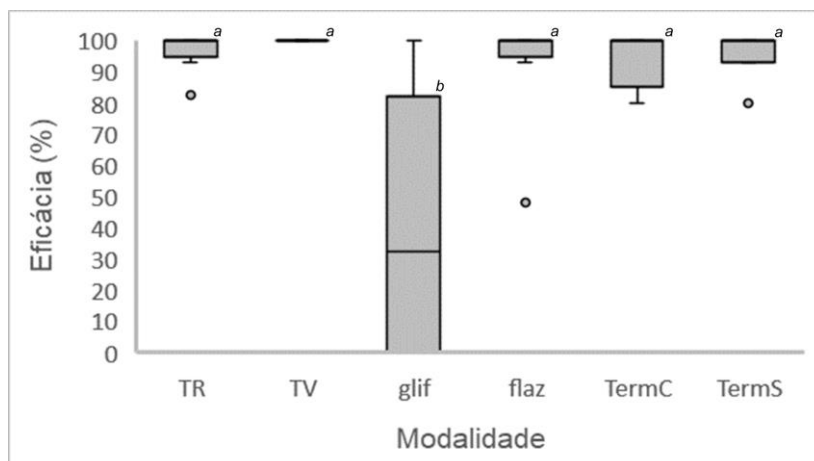


Figura 26 - Eficácia das modalidades relativamente à espécie *Equisetum telmateia*. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif - glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p < 0,05$ ).

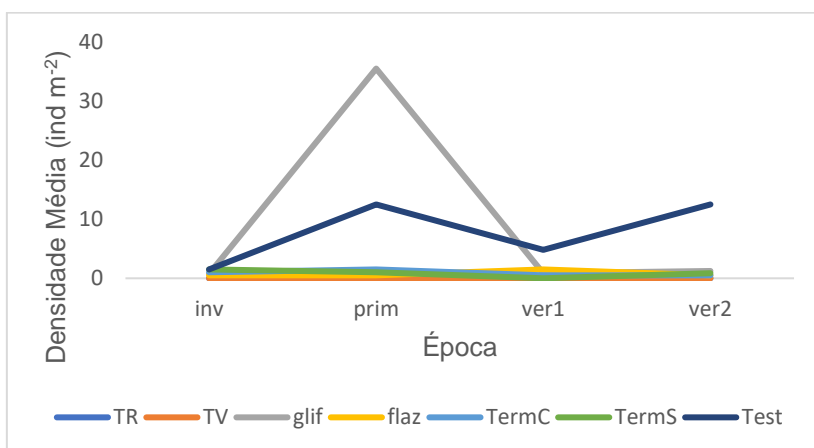


Figura 27 - Média das densidades da infestante *Equisetum telmateia* ao longo do período em análise. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif - glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes; Test - testemunha.

Com este estudo verificou-se que os métodos térmicos não responderam com eficácias significativamente superiores no controlo de infestantes. Tal como foi demonstrado no trabalho de diversos autores (Ascard *et al.*, 2007; Astatkie *et al.*, 2007; Collins, 2013) estes métodos são mais eficazes no controlo de plantas jovens. As espécies do ensaio eram maioritariamente perenes (62%) e já bastante desenvolvidas. Isto deve-se essencialmente ao tipo de controlo que tem sido feito no pomar. Os herbicidas (s.a. usadas desde 2017: glifosato, diflufenicão, MCPA e glufosinato-amónio) usados ao longo de anos reduziram o aparecimento de flora anual e promoveram o desenvolvimento das infestantes mais resistentes. Também é referido por vários investigadores (Ascard, 1995; Leon e Ferreira, 2008; Mojžiš *et al.*, 2015; Merfield *et al.*, 2017) que a resistência das infestantes ao tratamento térmico está diretamente

relacionado com a localização dos seus meristemas de reserva o que justifica os resultados obtidos neste ensaio.

#### 4.7 Análise do peso dos rebentos do porta enxerto

Avaliaram-se as diferenças entre o peso dos rebentos do porta-enxerto nas diversas modalidades.

Através da observação do Quadro 5 é possível verificar que o peso médio é muito inferior na Tela refletora, seguido da Tela verde.

No controlo dos rebentos do porta enxerto, e através da observação da Figura 28, é possível verificar que as telas são o método com maior eficácia média. A Tela refletora teve um desempenho ligeiramente superior ao da Tela verde (sem validação estatística da significância do resultado), sendo que esta diferença é ainda mais evidente na análise do peso destes rebentos radiculares, apresentada no Quadro 5 e Anexo 6. Este aspeto merece ser realçado na medida em que o controlo dos rebentos radiculares é difícil e muito dispendioso, apresentando tendência crescente sempre que o seu controlo é efetuado com corte superficial. Aliás, dado o custo desta operação, a mesma é muitas vezes preterida e o herbicida aplicado sobre estes rebentos, com consequências graves nas árvores. A confirmar-se esta alternativa e adaptando-se o tipo de tela e metodologia de instalação, a diluição do custo com a remoção destes rebentos proporcionada pelo uso das telas pode contribuir favoravelmente para reduzir o diferencial económico para as restantes modalidades em estudo. Os restantes métodos apresentam eficácias muito semelhantes destacando-se, no entanto, a monda térmica com corte, que teve uma eficácia média ligeiramente superior, de 70%. Também aqui deve ser destacado este método no controlo dos rebentos radiculares pois não apresenta os efeitos secundários nefastos resultantes da aplicação de herbicida (principalmente quando o mesmo é absorvido e translocado na planta). Os testes estatísticos aplicados permitem afirmar que há diferenças significativas entre: TR e glif, TR e TermS e, TV e TermS.

*Quadro 5- Comparação do peso médio dos rebentos do porta enxerto de 5 árvores nas diferentes modalidades e respetivo desvio-padrão.*

Modalidade	TR	TV	glif	flaz	TermC	TermS
Peso médio (kg) ±	0,15 ±	0,91 ±	1,55 ±	2,50 ±	2,45 ±	3,02 ±
desvio-padrão	0,09	0,05	0,67	0,85	0,26	0,55

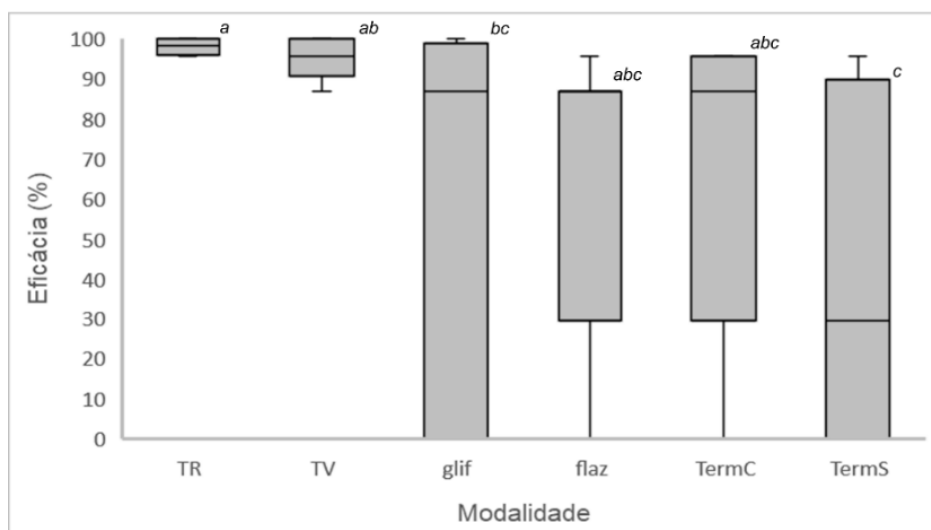


Figura 28 - Eficácia nas diferentes modalidades relativamente aos rebentos do porta enxerto. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif - glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p < 0,05$ ).

#### 4.8 Produtividade e Qualidade

Através da observação do gráfico da Figura 29 é possível comparar a produtividade nas modalidades. Os valores mais elevados foram obtidos nas telas, sendo a produtividade média da TV ( $32,8 \text{ ton ha}^{-1}$ ) ligeiramente mais elevada que a TR ( $30,2 \text{ ton ha}^{-1}$ ). Seguiu-se a modalidade flaz, com uma produtividade média de  $25,2 \text{ ton ha}^{-1}$ . A linha que teve o tratamento térmico com corte das infestantes teve uma produtividade média ligeiramente superior à linha sem corte respetivamente  $24,4 \text{ ton ha}^{-1}$  e  $19,9 \text{ ton ha}^{-1}$ . O corte das infestantes pode ter conduzido a maiores produtividades. Os testes estatísticos efetuados rejeitaram a hipótese de igualdade das médias entre a Test e as modalidades TR, TV, flaz e TermC. O mesmo teste estatístico detetou que glif é significativamente diferente das telas e do flaz (Anexo 7). Assim admite-se a hipótese de a produtividade ter sido influenciada pelas modalidades, sendo que a modalidade de controlo (Test), sem tratamento e a modalidade glif, com eficácia média mais baixa, produziram significativamente menos que as restantes modalidades.

Pela observação do Quadro 6 verifica-se que a TR tem maior número de frutos com calibres inferiores a 50 mm (246 contra 182 na modalidade flaz), que geralmente são resultado de florações tardias. As modalidades que tinham maior número de frutos foram as telas, seguidas da modalidade flazassulfurão e depois do método térmico com corte, que ainda tem uma diferença assinalável relativamente ao método térmico sem corte, 724 para 545 frutos, respetivamente. A modalidade que teve menor número de frutos foi a glif, que produziu 449 nas quatro árvores amostradas. É ainda assinalável que

foram na TV que se produziram mais frutos com grandes calibres (mais de 70 mm) com 109 frutos. As árvores colhidas na TR produziram 81 frutos dos referidos calibres, o mesmo número das árvores da TermS.

Quadro 6 – Distribuição do nº de frutos colhidos por calibre (mm), em cada modalidade e total de frutos por modalidade e calibre. TR - Tela refletora; TV - verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes; Test - Testemunha.

nº de frutos	TR	TV	glif.	flaz.	TermC	TermS	Test	Total
<50	246	167	58	182	162	89	101	1005
50-55	103	74	24	75	98	38	45	457
55-60	229	231	93	204	155	118	91	1121
60-65	218	229	175	212	188	129	122	1273
65-70	92	124	59	77	70	88	52	562
70-75	75	95	36	50	47	75	39	417
75-80	6	14	4	3	4	6	10	47
>80	0	0	0	1	0	2	0	3
<b>Total</b>	<b>969</b>	<b>934</b>	<b>449</b>	<b>804</b>	<b>724</b>	<b>545</b>	<b>460</b>	

As maiores produtividades nas modalidades das telas deverão estar relacionadas com a redução da competição com as infestantes, mas também com menores perdas de água no solo por evaporação sendo que este assunto merece ser aprofundado em futuras investigações.

Através da observação do gráfico da Figura 30 é possível observar as diferenças no teor de sólidos solúveis entre as diferentes modalidades testadas. Os frutos da testemunha têm um teor de sólidos solúveis mais elevado que nas restantes modalidades, o que faz sentido visto que produziram menos. Os testes estatísticos efetuados rejeitaram a igualdade entre a TR e o glif (modalidade que produziu mais face à que produziu menos). Da mesma forma rejeitaram a hipótese de igualdade da média da Test em relação a todas as outras modalidades.

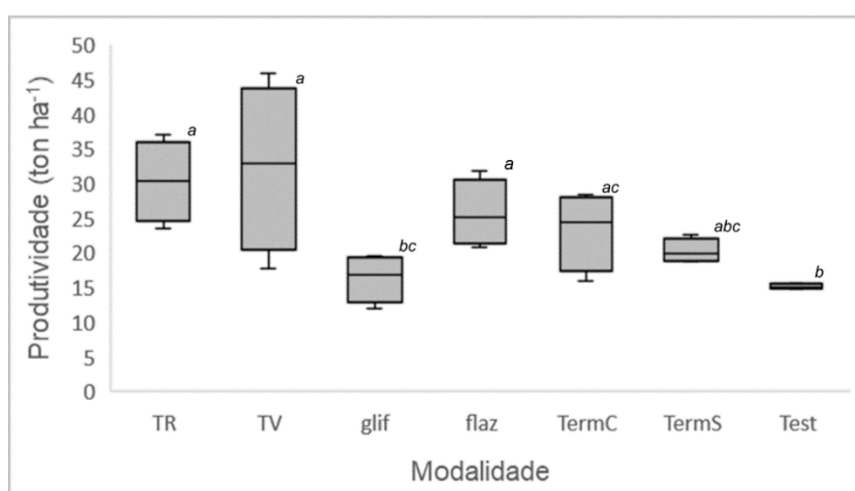


Figura 29 – Produtividade (ton ha<sup>-1</sup>) entre as diferentes modalidades. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes; Test - Testemunha.

infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes Test - Testemunha. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p < 0,05$ ).

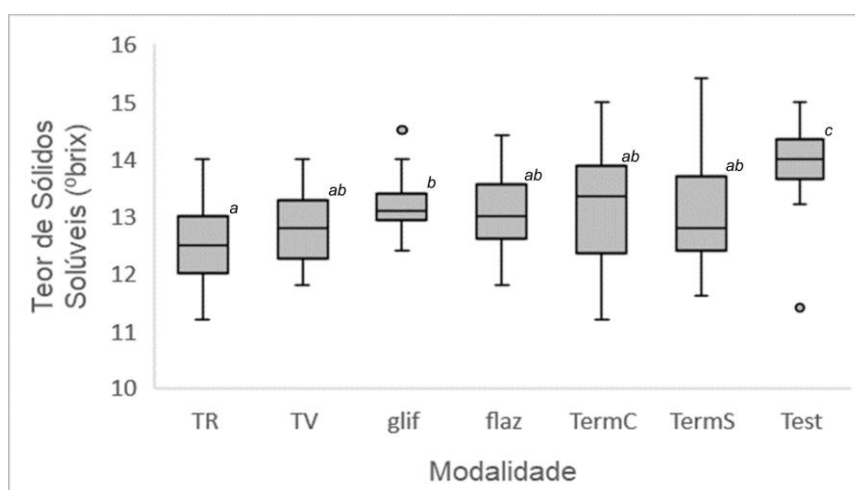


Figura 30- Teor de Sólidos Solúveis (°brix) nas diferentes modalidades. TR - Tela refletora; TV - Tela verde; glif – glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz - flazassulfurão; TermC - Monda térmica com corte prévio das infestantes; TermS - Monda térmica sem corte prévio das infestantes Test - Testemunha. Letras diferentes indicam diferenças significativas das médias entre modalidades ( $p < 0,05$ ).

## 4.9 Análise Económica

### 4.9.1- Telas Anti - infestantes

Os cálculos da análise económica foram feitos para 1 hectare, o que neste pomar corresponde a 1111 árvores. Pretende-se cobrir uma área de 4 m<sup>2</sup> por árvore, o que equivale a 4444 m<sup>2</sup> de tela por hectare, com aplicação de 6 grampos por árvore.

O custo da TV utilizada (*DuPont™ Plantex® Platinum*) é o praticado pela empresa que a comercializa. No caso da TR procurou-se um valor para uma tela com características semelhantes ([www.multicercas.pt](http://www.multicercas.pt)).

Para calcular os custos das telas procedeu-se ao somatório dos custos com a aquisição das telas e dos grampos de fixação ([www.planetahuerto.pt](http://www.planetahuerto.pt)). Consideraram-se os custos com mão-de-obra para instalação das telas, de acordo com o tempo que se demorou a instalá-las neste ensaio. Quatro pessoas aplicaram as telas, tendo demorado 6 h para as colocar nas 48 árvores das duas modalidades. Dois trabalhadores experientes deverão ser suficientes para trabalhar ao mesmo ritmo, podendo a sua pré-preparação de fábrica para encaixe rápido, permitir reduções muito significativas nos tempos de instalação. A velocidade de instalação pode também ser otimizada se se recorrer a um equipamento próprio para o efeito. Nestes cálculos apenas se considerou mão-de-obra manual, deste modo, o tempo de instalação num hectare foi estimado como sendo 140 h, ou seja, 0,125 h por árvore.

O custo de aquisição das duas telas difere, como se pode observar nos Quadro 7 e Quadro 8. Isto acontece porque a TV escolhida é comumente usada para jardins e não para a agricultura. Estes custos poderiam ainda ser reduzidos com o recurso a aplicação por um equipamento especializado.

Quadro 7 – Custos de instalação da Tela verde.

	Custo da Tela	Custo dos grampos	Mão-de-obra	Custo total da instalação da Tela verde por hectare:
Custos unitários	2,25 € m <sup>-2</sup>	0,145 € grampo <sup>-1</sup>	6,25 € h <sup>-1</sup>	
Custos por hectare	9 999,00 €	966,57 €	1 735,94 €	12 701,51 €

Quadro 8 – Custos de instalação da Tela refletora.

	Custo da Tela	Custo dos grampos	Mão-de-obra	Custo total da instalação da Tela refletora por hectare:
Custos unitários	0,52 € m <sup>-2</sup>	0,145 € grampo <sup>-1</sup>	6,25 € h <sup>-1</sup>	
Custos por hectare	2 310,88 €	966,57 €	1 735,94 €	5 013,39 €

#### 4.9.2- Monda Térmica

O equipamento utilizado custa 35 000 €, e estima-se que tenha uma duração de 10 000 h de trabalho. É de realçar que o equipamento era manual (existe um equipamento de aplicação automática rebocado por um trator, que atinge uma velocidade de trabalho de 2 km h<sup>-1</sup>, mas que à data dos ensaios ainda não estava disponível em Portugal). O débito de água é de 360 L por hora de funcionamento. A distância a percorrer em linha reta, num hectare é de 2,2 km, pelo que, às referidas velocidades se demoram respetivamente 10 e 15,7 h para tratar um hectare, sem paragens, enchimentos do tanque ou viragens. A estes tempos acrescentou-se, para tentar estimar com maior rigor os custos, um tempo adicional de 25% para as referidas operações adicionais. Assim o tempo estimado para tratar um hectare é de 12,5 h, se se proceder ao corte prévio das infestantes e de 19,6 h se não se cortarem as mesmas. Sabendo que o equipamento tem um débito de água de 360 L h<sup>-1</sup>, pode então deduzir-se que com corte prévio das infestantes se gastam 3 600 L de água para tratar um hectare e sem corte se gastam 7 071,43 L.

O preço da água, segundo o Tarifário de Abastecimento de Água Município de Alcobaça (2019), para usos não-domésticos de 2º escalão (com consumos superiores a 10 m<sup>3</sup>) é de 0,0023774 € L<sup>-1</sup>.



O corte das infestantes foi realizado com a roçadora manual a uma velocidade de cerca de 100 árvores por hora, pelo que para tratar um hectare seriam necessárias cerca de 11 h de trabalho. A roçadora consome cerca de 0,39 L de gasolina por hora.

No Quadro 9 estão apresentados os custos referentes a uma aplicação de TermC. Metade dos custos referem-se à mão de obra necessária para o corte das infestantes e para realizar a monda térmica. Estes custos foram estimados para a situação de se cortarem sempre as infestantes antes do tratamento, o que muitas vezes pode não se justificar. Por exemplo, no presente ensaio foi efetuado apenas um corte, o que reduziu substancialmente os custos desta modalidade.

*Quadro 9 – Custos de realizar uma aplicação de monda térmica com corte prévio das infestantes na linha. Combustível + energia inclui o combustível gasto para aquecimento da água, para carregamento das baterias elétricas do sistema e para movimentar o veículo o veículo que reboca a máquina de Monda Térmica. O Custo do aplicador considera o tempo despendido para aplicação da Monda Térmica bem como do corte com a roçadora.*

	Custo da água	Combustível + energia	Amortização do equipamento	Mão-de-obra	Gasolina para a roçadora	Custo total de uma aplicação
Custos unitários	0,0023774 € L <sup>-1</sup>	6,75 € h <sup>-1</sup>	3,5 € h <sup>-1</sup>	6,25 € h <sup>-1</sup>	1,497 € L <sup>-1</sup>	
Custos por hectare	8,56 €	84,38 €	43,75 €	147,56 €	6,44 €	290,69 €

No Quadro 10 estão apresentados os custos de uma aplicação da TermS, que totalizou 337,56 €. Estes custos são superiores à monda térmica com corte essencialmente devido à diminuição da velocidade de trabalho por não se cortar as infestantes, o que leva a um aumento substancial do tempo necessário para o tratamento e, claro, a maiores custos em todos os parâmetros.

*Quadro 10 - Custos de realizar uma aplicação de monda térmica sem corte prévio das infestantes na linha. Combustível + energia inclui o combustível gasto para aquecimento da água, para carregamento das baterias elétricas do sistema e para movimentar o veículo que reboca a máquina de Monda Térmica.*

	Custo da água	Combustível + energia	Amortização do equipamento	Mão-de-obra	Custo total de uma aplicação
Custos unitários	0,0023774 € L <sup>-1</sup>	6,75 € h <sup>-1</sup>	3,5 € h <sup>-1</sup>	6,25 € h <sup>-1</sup>	
Custos por hectare	13,45 €	132,59 €	68,75 €	122,78 €	337,56 €

#### 4.9.3- Controlo Químico

Quanto aos tratamentos químicos, o pulverizador utilizado tem um custo de 3 000 € e uma vida útil estimada de 10 000 h. A velocidade de aplicação do herbicida é de 6 km h<sup>-1</sup>, aplicando 310 L de calda ha<sup>-1</sup>. A esta velocidade espera-se tratar um hectare, que equivale a 1,1 km (1111 árvores que distam 2 m entre si). Como o herbicida é aplicado simultaneamente em duas linhas considerou-se metade da distância em 0,18 h (10,8 min). O trator utilizado tem um consumo médio de 30 L de diesel para realizar 10 horas de trabalho. Considerando o acréscimo de tempo de 25% para cabeceiras, preparação de caldas e enchimento do tanque estima-se o tempo para tratar um hectare de 0,23 h (13,8 min).

Na modalidade glif foram usados dois produtos na aplicação de dia 27 de novembro de 2019 (Quadro 2), que é a considerada para estes cálculos. O custo estimado para uma aplicação deste método é de 75,11 €. Os custos desta aplicação estão resumidos no Quadro 11.

Quadro 11 - Custos de realizar uma aplicação da mistura de herbicidas diflufenicão + MCPA + glifosato.

	Custo dos herbicidas	Amortização do equipamento	Mão-de-obra	Gasóleo agrícola	Custo da água	Custo total de um tratamento
Custos unitários	18,27 € L <sup>-1</sup> +16,90 € L <sup>-1</sup>	0,3 € h <sup>-1</sup>	6,25 € h <sup>-1</sup>	0,769 € L <sup>-1</sup>	0,002377 4 € h <sup>-1</sup>	
Custos por hectare	72,35 €	0,07 €	1,43 €	0,53 €	0,73 €	75,11 €

Como se pode observar no Quadro 12, nos custos de tratamento com o herbicida flaz, a grande diferença de custos relativamente ao método tradicional tem que ver com o custo do herbicida, que custa 336,77 € para tratar um hectare em comparação com os 75,11 € da modalidade glif.

Quadro 12 - Custos de realizar uma aplicação do herbicida flazassulfurão.

	Custo do herbicida	Amortização do equipamento	Mão-de-obra	Gasóleo agrícola	Custo da água	Custo total de um tratamento
Custos unitários	1,67 € g <sup>-1</sup>	0,3 €	6,25 € h <sup>-1</sup>	0,769 € L <sup>-1</sup>	0,0023774 € L <sup>-1</sup>	
Custos por hectare	334 €	0,07 €	1,43 €	0,53 €	0,73 €	336,77 €

## 5. Conclusões

Um dos principais objetivos deste trabalho é estudar a eficácia de diferentes tratamentos aplicados às infestantes em pomares de pomóideas averiguando se há, ou não, diferenças significativas entre eles.

As telas anti-infestantes tiveram eficácias muito superiores aos restantes tratamentos.

Os métodos térmicos podem ser considerados métodos alternativos aos químicos no controlo de infestantes do ponto de vista da eficácia. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos térmicos com e sem corte prévio das infestantes em nenhum dos tratamentos estatísticos efetuados. O tratamento térmico levou a que as infestantes secassem logo após a sua aplicação, o que é uma clara vantagem relativamente aos herbicidas que demoram mais tempo a mostrar resultados.

A modalidade à base de flazassulfurão teve um desempenho muito satisfatório nas infestantes do género *Equisetum*, com eficácias médias globais acima de 90%, sobretudo comparando com o método usado no pomar estudado (glifosato + diflufenicão + MCPA) devendo-se considerar homologar esta substância ativa para este tipo de culturas. No entanto, observou-se que os indivíduos da espécie *Convolvulus arvensis* apresentaram tolerância a este herbicida.

A Tela refletora foi a modalidade que teve menor densidade de rebentos do porta-enxerto, bem como menor peso médio. Isso deve-se ao facto de esta ter sido, na sua instalação, melhor ajustada às árvores pelo que os rebentos não conseguiram penetrar tão bem como na Tela verde (não refletora).

Da análise económica pode verificar-se que o tratamento mais barato é o já realizado no pomar – mistura de glifosato, diflufenicão e MCPA (cerca de 75€ ha<sup>-1</sup>). A modalidade flazassulfurão é bastante mais cara (cerca de 336 € ha<sup>-1</sup>) devido ao elevado custo do produto comercial. Repare-se que esta modalidade custa tanto como a monda térmica sem corte (337 € ha<sup>-1</sup>). Assim, tendo em conta os custos, é vantajoso cortar as infestantes antes do tratamento pois a modalidade térmica com corte prévio das infestantes custa cerca de 290 € ha<sup>-1</sup>.

A maior desvantagem dos métodos térmicos é a quantidade de água gasta por aplicação, que foi de 3 600 L ha<sup>-1</sup> na modalidade com corte prévio e de 7 070 L ha<sup>-1</sup> na modalidade sem corte.

A instalação das telas é bastante dispendiosa. O custo da Tela verde usada é muito mais elevado que outras telas disponíveis no mercado. Optando-se por outra tela é

possível baixar de forma muito significativa o custo da instalação. As telas no final do ensaio estavam em boas condições esperando-se que durem mais algumas campanhas. Apesar de não terem tido custos adicionais de manutenção durante a campanha, pode ser necessário retirar algumas infestantes nas zonas de ligação e junto ao tronco.

As maiores produtividades médias foram obtidas nas telas, seguidas do flazassulfurão e método térmico com corte. A modalidade à base de glifosato teve uma produtividade média muito semelhante à da testemunha (sem qualquer tratamento). Isto pode explicar-se pelo atraso que houve no tratamento devido às chuvas persistentes no mês de abril de 2020. Reforça-se assim a importância de fazer os tratamentos na altura certa, com consequências muito significativas na produtividade. O corte das infestantes parece ter tido efeitos positivos na produtividade apesar de ter sido ligeiramente menos eficaz nas eficácias médias dos tratamentos em relação ao método térmico sem corte.

Quanto ao teor de sólidos solúveis observa-se que este é em média mais elevado nas modalidades com menor produtividade, como é o caso da Testemunha e da mistura de glifosato + diflufenicão + MCPA.

Destaca-se ainda que a Tela refletora teve 246 frutos pequenos (com menos de 50 mm de diâmetro) por comparação com as restantes modalidades. Estes frutos são regra geral resultado de florações tardias. Deixa-se a questão se esta modalidade, pelo aumento da radiação refletida para o interior da copa, não estará a promover este tipo de florações.

Este trabalho foi proposto para estudar alternativas aos métodos químicos numa situação real de um pomar em plena produção, pois verificava-se na bibliografia, que a maioria dos estudos tinham sido feitos em ambientes controlados e com infestantes pré-definidas. Pretendia-se dar respostas concretas aos agricultores, pois é a estes, que verdadeiramente interessa o progresso científico do setor agrícola.

É importante voltar a referir que, sendo a agricultura uma atividade económica, os agricultores só alterarão os métodos de controlo de infestantes quando as alternativas forem economicamente viáveis, para além de fáceis de aplicar e eficazes. A este respeito pode concluir-se que as telas são as mais eficazes, tendo, no entanto, um assinalável custo de instalação. A Tela refletora foi a modalidade que produziu mais, embora as diferenças das médias da produtividade em relação às outras modalidades não tenham significado estatístico. Os métodos térmicos poderão ser alternativos aos herbicidas, ainda que mais caros, e com gastos elevados de água sendo este uma decisiva desvantagem. Espera-se que, com o avanço da tecnologia, se consiga reduzir

significativamente o gasto de água. Recomenda-se o corte prévio das infestantes, no caso de não se efetuar o tratamento térmico com estas ainda jovens, não para ter melhores eficácias, mas para aumentar a velocidade de trabalho e reduzir o gasto de água, diminuindo consideravelmente o custo do tratamento por hectare. O método usualmente aplicado no pomar tendo como base o glifosato com outras substâncias ativas não foi muito eficaz, sendo a sua grande vantagem o custo, que é o mais reduzido entre as várias modalidades.

Para que este trabalho contribua efetivamente para uma melhoria da gestão de infestantes em pomares de pomóideas será necessário dar continuidade a estes ensaios para melhor escolha dos métodos alternativos aos herbicidas. Assim, estes ensaios deverão ser realizados em vários pomares semelhantes e com maior número de repetições por modalidade. As observações deverão ser realizadas 30 dias após o tratamento, o que não foi possível neste ensaio na época de primavera.

## 6. Linhas futuras de trabalho

Com este ensaio muitas linhas de trabalho ficaram em aberto carecendo de mais investigação:

Paralelamente ao ensaio, a Estação Nacional de Fruticultura começou a estudar se os diferentes tratamentos poderiam ter efeitos diferentes nos níveis de estenfiliose nas árvores, concretamente na redução do inóculo do fungo no solo e na redução do número de infeções. Colocou-se a hipótese de as temperaturas elevadas provocadas pela aplicação da monda térmica poderem levar ao decréscimo do número de peritecas no solo. Infelizmente, devido à quarentena imposta pelo vírus SARS-CoV-2, não foi possível prosseguir esta linha de trabalho, embora os primeiros resultados fossem bastante promissores. A este respeito, destaca-se ainda que a técnica de campo da responsável pelo pomar detetou muito mais infeções nas testemunhas.

O flazassulfurão mostrou-se bastante eficaz no controlo de infestantes do género *Equisetum*, tal como já tinha sido indicado por Lavrador (2011), e sendo esta uma infestante muito problemática faz sentido reunir esforços para procurar a sua homologação junto das entidades competentes para combater infestantes em pomóideas.

A modalidade Tela refletora teve um número muito grande de frutos de pequenos calibres (menos de 50 mm), o que pode ser um indício de maior número de florações tardias. É necessário confirmar esta hipótese na altura correta do ciclo produtivo tentando perceber se há ou não uma relação entre o aumento de radiação na copa e o aumento de frutos de pequenos.

Ambas as telas foram muito eficazes no controlo de infestantes, mas uma série de questões não foram devidamente esclarecidas. Para garantir que a sua instalação a longo prazo não traz consequências negativas aos agricultores, é necessário averiguar se aumentou a população de roedores no pomar, ou se a maior humidade e temperatura sob a tela poderá promover o desenvolvimento de fungos no colo e raízes das árvores.

Em relação à durabilidade das telas é necessário observar se ficam destruídas no caso de alagamento no inverno ou pela passagem de alfaias (p.e. corta mato) na entrelinha, bem como a perda de eficácia ao longo dos anos após a instalação.

Vários autores (Rifai *et al.*, 2000; Muscalu *et al.*, 2019) sugerem que a monda térmica deve ser usada combinada com outras práticas de controlo, como monda mecânica ou mesmo química por forma a aumentar eficácias. Também Mia e colaboradores (2020) referem que a chave para o sucesso na gestão de infestantes é alternar os meios de

controlo, pois, para além de permitir um eficaz controlo de infestantes, pode otimizar o desempenho da cultura e aumentar a biodiversidade do solo. Seria muito interessante a realização de ensaios com integração da monda térmica intercalada com outros tratamentos.

Estas são apenas algumas das questões às quais não se conseguiu dar resposta, mas que se consideram importantes para trabalhos futuros. Também se considera necessária a continuação destes trabalhos em anos subsequentes, se possível, com ensaios em diferentes pomares e com maior número de repetições nas várias modalidades.

## Referências Bibliográficas

- Agro.basf.pt (2020). Zarpa- Herbicida Sistémico e Residual, Site da Agro.basf.pt, <https://www.agro.basf.pt/Documents/Fichas-de-Seguran%C3%A7a/Zarpa.PDF>. Acedido a 21 de setembro.
- Amaro P. (2003). A Proteção Integrada. ISA Press, Lisboa, Portugal, 446 pp.
- Amaro P. (Ed.). (2004). Colóquio A Proteção Integrada da Vinha. ISA Press, Lisboa, Portugal, 128 pp.
- Amaro P. & Bagiolini M. (eds.). (1982). Introdução à proteção integrada. FAO/DGPPA. Lisboa. 276 pp.
- Ascard J. (1995). Thermal weed control by Flaming: Biological and Technical Aspects Alnarp: Swedish University of Agricultural Sciences. 9–52. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1995.tb01636.x>
- Ascard J., Hatcher P.E., Melander B. & Upadhyaya M.K. (2007). Non-Chemical Weed Management: Thermal Weed Control. Edited by Upadhyaya M.K. & Blackshaw R.E. Oxford Shire, UK. 155-175.
- Astatkie T., Rifai M.N., Havard P., Adsett J., Lacko-Bartosova M. & Otepka P. (2007). Effectiveness of hot water, infrared and open flame thermal units for controlling weeds. *Biological Agriculture and Horticulture*, 25(1):1–12. <https://doi.org/10.1080/01448765.2007.10823205>
- Barralis G. (1976). Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles: Application à la Côte-d'Or. V<sup>o</sup> Colloque fil. *Ecologie, Biologie Mauvaises Herbes*. Dijon, 59-68.
- Burgos N.R., Tranel P.J., Streibig V.M., Davis V.M., Shanner D., Norsworthy J.K., Ritz C. (2013). Review: Confirmation of Resistance to Herbicides and Evaluation of Resistance Levels. *Weed Science*, 61:4-20. <https://doi.org/10.1614/WS-D-12-00032.1>
- Cerqueira J.M. (1994). Fruticultura Geral. Litexa Editora, Lisboa, Portugal. 296 pp.
- Climate-Data.org (2020) Site da Climate-data.org, <https://pt.climate-data.org/>. Acedido a 11 de agosto.
- Chang D.C., Cho J.H., Jin Y.I., Im S.J., Cheon C.G., Kim S.J. & Yu H. (2016). Mulch and planting depth influence potato canopy development, underground morphology, and tuber yield. *Field Crop Research*, 197: 117-124. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.05.003>
- Collins M. (2013). Thermal weed control, a technology with a future? *Twelfth Australian Weeds Conference*, 25–28. <http://caws.org.nz/old-site/awc/1999/awc199910251.pdf>
- Cressey D. (2015). Widely Used Herbicide Linked to Cancer. *Nature: News Explainer*. <https://doi.org/10.1038/nature.2015.17181>
- Cropscience.bayer.pt (2020). Site da Bayer Crop Science - Portugal, <https://cropscience.bayer.pt/internet/home/>. Acedido a 4 de novembro.



Davis A.S. & Frisvold G.B. (2017). Are herbicides a once in a century method of weed control? *Pest Management Science*, 73(11), 2209–2220. <https://doi.org/10.1002/ps.4643>

D.G.A.D.R. - Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. (2020). Nota Explicativa da Carta dos Solos de Portugal e da Carta de Capacidade de Uso do Solo. Site da D.G.A.D.R., <https://www.dgadr.gov.pt/nota-explicativa>. acedido a 28 de setembro.

D.G.A.V. - Direção Geral de Agricultura e Veterinária. (2018). Plano de ação para o uso sustentável dos produtos fitofarmacêuticos estabelecimento e implementação - 1ª Revisão 2018 – 2023. Lisboa, Portugal.

Duke S. O. (2012). Why have no new herbicide modes of action appeared in recent years? *Pest Management Science*, 68, 505–512. doi: <https://doi.org/10.1002/ps.2333>

Dress A. & Balah M. (2016). Using Flame for Weed control in Some Crops. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 7(10):751–756. <https://doi.org/10.21608/jssae.2016.40368>

Eurostat (2021). Agri-environmental indicator - consumption of pesticides in the European Union (publicado em maio de 2020), [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental\\_indicator\\_-\\_consumption\\_of\\_pesticides#Context](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_consumption_of_pesticides#Context). acedido a 9 de fevereiro.

Frisvold G.B., Bagavathiannan M.V. & Norsworthy J.K. (2017). Positive and normative modeling for Palmer amaranth control and herbicide resistance management. *Pest Management Science*, 60:31–62. <https://doi.org/10.1002/ps.4537>

Heap I.M. (1997). The Occurrence of Herbicide-Resistant Weeds Worldwide. *Pesticide Science*. 51: 235-243. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9063\(199711\)51:3<235::AID-PS649>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9063(199711)51:3<235::AID-PS649>3.0.CO;2-N)

IPMA- Instituto Português do Mar e da Atmosfera. (2020). Site do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, [www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/index.jsp?page=clima.pt.xml&print=true](http://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/index.jsp?page=clima.pt.xml&print=true). Acedido a 3 de agosto.

Jeschke P. (2016). Progress of modern agricultural chemistry and prospects. *Pest Management Science*, 72(3): 433–455. <https://doi.org/10.1002/ps.4190>

Kasirajan S. & Ngouajio M. (2012). Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32: 501–529. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0068-3>

Kerpauskas P., Sirvydas A., Lazauskas P., Vasinauskiene R. & Tamosiunas A. (2006). Possibilities of weed control by water steam. *Agronomy Research*, 4: 221–225.

Lavrador F. (2011). Vegetação Infestante da linha ferroviária do Oeste. Controlo químico de *Equisetum*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrónoma, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal.

- Leão M., Sanchez C., Semedo J., Santos M. & Vasilenko P. (2018). Impacto de filmes refletivos na distribuição da luz, coloração e qualidade de maçãs 'Fuji'. *Vida Rural*, 66: 26–29.
- Leon R.G. & Ferreira D.T. (2008). Interspecific Differences in Weed Susceptibility to Steam Injury. *Weed Technology*, 22(4): 719–723. <https://doi.org/10.1614/wt-07-150.1>
- Lopes A. (2016). Contributo para o parqueamento móvel de galinhas da raça Preta Lusitânica no controlo de infestantes em vinhas, pomares e hortas em Agricultura Biológica. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Agricultura Biológica, Escola Superior Agrária de Coimbra. Coimbra, Portugal.
- Malthus T. (1798). *An Essay on the Principle of Population*. J. Johnson. Londres, Reino Unido.
- Martelloni L., Frasconi C., Sportelli M., Fontanelli M. & Ra M. (2019). Agronomy The Use of Different Hot Foam Doses for Weed Control. *Agronomy*, 9: 490-507. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090490>
- Merfield C.N., Hampton J.G. & Wratten S.D. (2017). Efficacy of heat for weed control varies with heat source, tractor speed, weed species and size. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 60(4): 437–448. <https://doi.org/10.1080/00288233.2017.1365731>
- Mia M.J., Massetani F., Murri G., Neri D. (2020). Sustainable alternatives to chemicals for weed control in the orchard – a Review. *Horticultural Science (Prague)*, 47 (1): 1-12. <https://doi.org/10.17221/29/2019-HORTSCI>
- Mojžiš M., Vitázek I., Varga F. & Lindák S. (2015). Experimental determination of lethal doses of heat in thermal weed control. *Research in Agricultural Engineering*, 61(11): 9–12. <https://doi.org/10.17221/20/2015-RAE>
- Multicercas. (2020). Site da Multicercas, <https://www.multicercas.pt/produto/tela-de-solo/>. Acedido a 15 de setembro.
- Muscalu A., Soric C. & Burnichi F. (2019). Weed control methods for organic vegetable crops. *Bulletin of Engineering*. 12(2) 25–31.
- Nufarm limited. (2020). Herbinexa 50 - Ficha Técnica do herbicida. Site da Nufarm, <https://nufarm.com/pt/product/herbinexa-50/>, acedido a 21 de setembro.
- Oerke E.C. (2006) Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*. (144) 31-43.
- Palma C.V. (2020). Gestão de infestantes urbanas. Estudo de caso em áreas urbanas e rurais do Concelho de Sintra. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal
- Planeta Huerto. (2020). Site da Planeta Huerto, [https://www.planetahuerto.pt/venda-grampos-de-fixacao-metalicos\\_87222/106051?gclid=Cj0KCQjwqfz6BRD8ARIsAIXQCf3p2ySY3s2voTwMxZgipDvJ9yP-IBqBvuLGd0wifNGqdXUTFfCCEcQaAp6AEALw\\_wcB](https://www.planetahuerto.pt/venda-grampos-de-fixacao-metalicos_87222/106051?gclid=Cj0KCQjwqfz6BRD8ARIsAIXQCf3p2ySY3s2voTwMxZgipDvJ9yP-IBqBvuLGd0wifNGqdXUTFfCCEcQaAp6AEALw_wcB). Acedido a 15 de setembro.


- Portugal J., Monteiro A. & Luz J.P. (2017). Gestão de infestantes em vinhas, olivais e pomares. *Revista de Ciências Agrárias*, 40(4):839–853. <https://doi.org/10.19084/rca17040>
- Rask A.M. & Kristoffersen P. (2007). A review of non-chemical weed control on hard surfaces. *Weed Research* 47(9): 370–380. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2007.00579.x>
- Reeder R. (1971). Flaming to heat soil and control pink bollworms in cotton. Proceedings Eight Annual Symposium on Thermal Agriculture. Sponsored by National LP-Gas Association and Natural Gas Processors Association. Dallas, Texas, EUA, 26-31.
- Rifai M.N., Lacko-Bartosova M. & Brunclik P. (2000). Alternative Methods of Weed Control in Apple Orchards. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3(6): 933–938. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2000.933.938>
- Roman E.S., Vargas L., Rizzardi M.A., Hall L., Beckie H. & Wolf T.M. (2005). Como Funcionam os Herbicidas - Da Biologia à Aplicação. Gráfica Editora Berthier Ltda, Passo Fundo, Brasil. 152 pp.
- Roundup.pt (2020). Site dos produtos Roundup, <https://www.roundup.com/en-us>. Acedido a 4 de novembro.
- Sanches S.M., Silva C.H., Campos S.X., Vieira E.M. (2003). Pesticidas e seus respectivos riscos associados à contaminação da água. Pesticidas: *Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*. v(13). 53-58.
- Sahin H. (2019). A Review on Parameters Affecting the Choice of Alternative (Non-Chemical) Weed Control Methods. *European Journal of Engineering Research and Science*, 4(12): 16–19. <https://doi.org/10.24018/ejers.2019.4.12.1641>
- Santos G.O. (2016). Alternativas à aplicação de herbicida em áreas urbanas. Caso de estudo: Portimão. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Portugal.
- Selectis.pt. (2020). Site da Selectis.pt, <https://www.selectis.pt/produtos/herbicidas/2240/>. Acedido a 20 de julho.
- Serviços Municipalizados de Alcobaça. (2019) Tarifário de Abastecimento de Água Município de Alcobaça. Site dos Serviços Municipalizados de Alcobaça, <https://www.apfn.com.pt/estudoagua/2018/ficha146.pdf>. Acedido a 15 de setembro.
- Westwood J.H., Charudattan R., Duke S.O., Fennimore S.A., Marrone P., Slaughter D.C. & Zollinger R. (2018). Weed Management in 2050: Perspectives on the Future of Weed Science. *Weed Science*, 66(3): 275–285. <https://doi.org/10.1017/wsc.2017.78>
- Zhang Y., Staab E.S., Slaughter D.C., Giles D.K. & Downey D. (2012). Automated weed control in organic row crops using hyperspectral species identification and thermal micro-dosing. *Crop Protection* 41:96–105. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.05.007>



**Anexo 2 – Relatório de Análise de Terra do pomar onde foi realizado o ensaio, produzido pelo INIAV – Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária a 3 de setembro de 2018.**



**RELATÓRIO DE ANÁLISE DE TERRA**

Requisiteiro: Polo de Atividade do INIAV, I.P. em Alcobaça Estrada de Leiria, s/nº 2460-059 ALCobaça						
Concelho Alcobaça	Profundidade 0-50 cm	Nº Lab 965				
Freguesia Prazeres de Aljubarrota	Cultura Pereira (manutenção)	Início Análise 03-08-2018				
s/ Ref. 965 - Rocha Qta. Nova		Fim Análise 03-09-2018				
PARÂMETROS	RESULTADOS	INTERPRETAÇÃO **				
		MUITO BAIXO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Fósforo extraível ** P2O5 mg/kg	285	*****				
Potássio extraível ** K2O mg/kg	259	*****				
Magnésio extraível ** Mg mg/kg	172	*****				
Matéria Orgânica ** %	1,15	*****				
Textura **		Média				
pH(H <sub>2</sub> O) a)	7,6	Pouco alcalino				
Nec. Cal ** CaCO <sub>3</sub> t/ha	0					

O Responsável Técnico pelo Laboratório de Análise de Solos  
 Digitally signed by RAQUEL MACEDO SOVERAL DIAS MANO  
 Date: 2018.09.10 16:50:40 +01'00'

Os ensaios assinalados com \*\* estão fora do âmbito da acreditação, tal como a interpretação e as recomendações de fertilização.

## RELATÓRIO DE ANÁLISE DE TERRA nº 965

### RECOMENDAÇÕES \*\*

#### APLIQUE:

- Aplique 10t/ha de estrume de bovino ou quantidade equivalente de outro corretivo orgânico de qualidade.
- Aplique o corretivo orgânico nos finais do inverno, antes da rebentação.
- Controle, se possível anualmente, o estado de nutrição do pomar através da análise foliar.
- Colha as folhas para análise na época adequada e de acordo com as normas de colheita indicadas para a Cultura.
- Indique o número deste boletim quando entregar as folhas para análise.

O Responsável pelas recomendações de fertilização

Digitally signed by ANABELA CAMPOS PEREIRA VELOSO  
Date: 2018.09.10 16:12:52 +01'00'

Os ensaios assinalados com \*\* estão fora do âmbito da acreditação, tal como a interpretação e as recomendações de fertilização.

**NOTAS:**

- Os resultados constantes neste relatório referem-se exclusivamente à amostra entregue para análise;
- A colheita, acondicionamento e transporte do material analisado é da inteira responsabilidade do cliente;
- A amostra analisada será conservada nas nossas instalações durante 30 dias após a comunicação dos resultados por correio eletrónico;
- Considera-se como início de análise a data de entrada da amostra no LQARS e como fim a data de conclusão da sua análise;
- PE-xxx-LQARS/yyyy indica procedimento técnico do Laboratório (Método Interno) do LQARS, sendo xxx o código numérico e yyyy o código do laboratório;
- Todos os resultados apresentados são expressos em matéria seca ao ar (com exceção dos elementos totais extraídos por água régia e do mercúrio total);
- Os valores assinalados com o símbolo < (menor) são inferiores ao limite de quantificação;
- As recomendações de fertilização, quando emitidas, são de carácter geral e deverão ser adaptadas pelo agricultor ou pelo técnico que lhe presta assistência sempre que ocorram condições particulares com a cultura ou com a parcela que o justificarem;
- É proibida a reprodução parcial do documento.

**MÉTODOS ANALÍTICOS**

Parâmetros	Métodos analíticos (extração / determinação)
Preparação da amostra	Secagem a <math>-40^{\circ}\text{C}</math> e crivagem a 2 mm (PD-015-LQARS/LAS)
Fósforo extraiável	Egner-Riehm / EAM UV/Vs (PE-025-LQARS/LAS)
Potássio extraiável	Egner-Riehm / EEC (PE-025-LQARS/LAS)
Magnésio e cálcio extraíveis	Acetato de amónio 1M (pH=7) / EAA (PE-008-LQARS/LAS)
Matéria orgânica e carbono orgânico	Via húmida (Dioromato de sódio) / EAM UV/Vs (PE-017-LQARS/LAS)
Avaliação textural expedita	Textura de campo (PE-005-LQARS/LAS)
pH(H <sub>2</sub> O) <sup>25</sup>	Suspensão solo:água 1:2,5 (v/v) / Potenciometria (20±2°C) (PE-018-LQARS/LAS, Edição 1 de 2015-01-30)
pH(H <sub>2</sub> O) <sup>28</sup>	Suspensão solo:água 1:5 (v/v) (Norma ISO 10390:2005)
pH(CaCl <sub>2</sub> )	Suspensão solo:CaCl <sub>2</sub> 1:5 (v/v) (Norma ISO 10390:2005)
pH(KCl)	Suspensão solo:KCl 1:5 (v/v) (Norma ISO 10390:2005)
Necessidade de cal	Segundo a Tabela de Quelhas dos Santos
Carbonatos	Volumetria (PE-015-LQARS/LAS)
Ferro, manganês, zinco e cobre extraíveis	AAAc-EDTA (Lakanen) / EAA com chama (PE-016-LQARS/LAS)
Boro extraível	Água fervente / EAM UV/Vs (PE-002-LQARS/LAS)
Azoto orgânico e amoniacal (Azoto Kjeldahl)	Método de Kjeldahl (Método Interno)
Azoto amoniacal e azoto mineral	Água, destilação e titulação (PE-010-LQARS/LAS)
Nitratos	Sulfato cobre / Potenciometria (PE-011-LQARS/LAS)
Cloratos	Método de Mohr (PE-007-LQARS/LAS)
Condutividade elétrica	Suspensão solo:água 1:2 (v/v) / Condutimetria (PE-014-LQARS/LAS)
Sódio solúvel	Água 1:5 (m/v) / EEC (PE-023-LQARS/LAS)
Bases de troca (cálcio, magnésio, potássio e sódio)	Acetato de amónio 1M (pH=7) / EAA com chama (cálcio e magnésio) e EEC (potássio e sódio) (PE-013-LQARS/LAS)
Acidez de troca	Titulação (PE-013-LQARS/LAS)
Análise granulométrica (lotes de areia, limo e argila)	Densímetro de Bouyoucos (PE-024-LQARS/LAS)
Calcário ativo	Método de Drouineau (PE-020-LQARS/LAS)
Cádmio, chumbo, cobre, cromo, níquel, zinco e outros elementos totais*	Água régia (Norma ISO 11486:1995) / EAA-FG (Cádmio) e ICP-OES (outros elementos) (PE-003-LQARS/LAS)
Mercúrio total	Decomposição térmica / EAA sem chama (PE-005-LQARS/LAP, Edição 2 de 2016-12-15)

Legenda: EAA - Espectrofotometria de absorção atómica; EAA-FG - Espectrofotometria de absorção atómica com forno de grafite; EAM UV/Vs - Espectrofotometria de absorção molecular no ultravioleta / visível; EEC - Espectrometria de emissão atómica em chama; ICP-OES - Espectrofotometria de emissão de plasma com detetor sílico.

## Anexo 3 – Ficha Técnica da Tela verde anti-infestantes.

DuPont™ Plantex® Platinum

---

### Tela para Controlo de Infestantes

**PRODUTO**

- 100% Polipropileno (PP), soldado termicamente
- 240 g/m<sup>2</sup>
- Cor: Verde-escuro / Preto
- Estabilizador UV

**APLICAÇÕES**

Caminhos | Parques | Pátios e Acessos | Canteiros | Áreas pavimentadas | Taludes

**BENEFÍCIOS**

- Pode ser usada sem cobertura de mulch/gravilha.
- Permeável à água, circulação gasosa e absorção de nutrientes
- Controlo da Erosão
- Manutenção reduzida dos espaços verdes e linhas de plantação
- Tecido de elevada resistência e durabilidade
- Quimicamente inerte em todos os tipos de solos
- Reciclável



---

Características Técnicas

Polímero: 100% Polipropileno; Cor: Verde-escuro  
 Densidade: 0,91  
 Ponto de fusão: 165° C  
 Tipologia Fibras: Filamentos contínuos  
 Soldagem: Térmica  
 Segurança: Não causa quaisquer danos à saúde humana e ao meio ambiente

Propriedades	Método	Valor/Unidade
<b>Descritivas</b>		
Gramagem	EN ISO 9864	240 g/m <sup>2</sup>
Espessura	EN ISO 9863-1	0,64 mm
<b>Mecânicas</b>		
Resistência à tração	EN ISO 10319	18 kN/m
Alongamento em máxima tensão	EN ISO 10319	60 %
Resistência ao punção estático	EN ISO 12236	2600 N
Punção dinâmica	EN ISO 13433	16 mm
Resistência à rotura	ASTM D4533	550 N
<b>Hidráulicas</b>		
Diâmetro médio dos poros $O_{90}$	EN ISO 12956	0,06 mm
Permeabilidade à água $V_{120}$	EN ISO 11058	20 mm/s ou L/m <sup>2</sup> /s

Durabilidade

Exposição Solar Directa: cerca de 8 anos no clima temperado da Europa Central; Com cobertura: 35 anos  
 Propriedades do material mantêm-se inalteradas quando testado de acordo com:  
 EN ISO 13438 (Resistência à Oxidação)  
 EN 14030 (Resistência Química)  
 EN 12225 (Resistência Microbiológica)

Terramotriz Lda  
 Rua das Águas Luissas Nº25, 2445-306 Patáias - Alcobaca  
 +351 244 024 916 | info@terramotriz.pt | www.terramotriz.pt

The mixtures of science™

---

**VANTAGENS**

- Elevada resistência ao rasgo - cortes feitos intencionalmente não se propagam (ao contrário de outros materiais plásticos)
- Excelente permeabilidade - possibilita a atividade biológica natural do solo e previne pressões hidrostáticas que causam instabilidade
- Coloração verde-escura - harmonia com a paisagem envolvente
- Resistência e integridade estrutural - o tecido não se desloca ou desfia

---

**DIMENSÕES**

- 2,50 x 50 m
- 2,50 x 100 m
- 5,00 x 50 m
- 5,00 x 100 m



**Anexo 4 – Exemplo da matriz de dados usados no Excel. Mono – monocotiledónea, dict – dicotiledónea.**

Data Repetição	anual/ perene	mono/ dicot	20/02/2020				07/05/2020				
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	
<i>Anagalis arvensis</i> L.	anual	eudicot									
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	anual	monocotil					11,5	11,5	1,5	1,5	
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	perene	monocotil	0,5	11,5	11,5	35,5		1,5	1,5	1,5	
<i>Bromus diandrus</i> Roth.	anual	monocotil							0,5	1,5	
(...)											
<i>Conyza</i> spp.	anual	eudicot	0,5				0,5	0,5			
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link	anual	eudicot									
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér.	anual	eudicot	1,5		1,5	1,5	1,5	0,5			0,5
<i>Fumaria officinalis</i> L.	anual	eudicot									
Soma das densidades médias			21,50	20,00	22,50	82,00	63,50	33,50	25,50	59,00	
Número de Espécies			13	10	13	10	13	17	17	14	
Média (pontos médios/nº de espécies)			1,65	2,00	1,73	8,20	4,88	1,97	1,50	4,21	
Testemunha causalizada			3,28	5,00	1,83	0,90	3,00	6,10	1,90	1,65	
Eficácia			49,54	60,00	5,59	0	0	67,69	21,05	0	

**Anexo 5 – Quadro onde estão registados os tempos de aplicação do método térmico, com e sem corte prévio das infestantes, numa linha de 10 metros com 1 metro de largura (corresponde a 5 árvores). Estes tempos foram registados nos dias 25 de maio e 26 de junho de 2020.**

Data	Tempos de tratamento (minutos)	
	Sem corte das infestantes na linha	Com corte das infestantes na linha
25-5-2020	4,50	3,15
	5,00	3,10
	3,50	3,00
	3,30	2,75
	4,20	2,75
	4,12	2,14
	4,23	2,15

26-6-2020	4,50	2,37
	3,58	2,34
	5,54	2,57
	6,32	2,68
	3,54	3,52
Velocidade de trabalho (km h <sup>-1</sup> )	0,14	0,22

**Anexo 6 - Quadro onde estão discriminados os pesos dos rebentos do porta enxerto pesados em grupos de cinco árvores nas diferentes modalidades bem como o peso médio em cada modalidade e respetivo desvio-padrão. TR - Tela refletora; TV – Tela verde; glif - glifosato + diflufenicão + MCPA; flaz – flazassulfurão; TermC - monda térmica com corte das infestantes; TermS – Monda térmica sem corte das infestantes.**

Modalidade	Repetição	Peso dos rebentos do porta enxerto em 5 árvores (kg)	Peso médio da modalidade	Desvio-padrão
glif	I	1,20	1,55	0,67
	II	2,70		
	III	1,00		
	IV	1,30		
TR	I	0,00	0,15	0,09
	II	0,20		
	III	0,25		
	IV	0,15		
TV	I	0,90	0,91	0,05
	II	0,85		
	III	1,00		
	IV	0,90		
flaz	I	2,00	2,50	0,85
	II	3,00		
	III	3,60		
	IV	1,40		
TermC	I	2,50	2,42	0,26
	II	2,70		
	III	2,00		

	IV	2,50		
TermS	I	2,60	3,02	0,55
	II	2,50		
	III	3,10		
	IV	3,90		

**Anexo 7 – Resultados da ANOVAS (teste de Welch) para as eficácias globais dos tratamentos e resultados 'post-hoc' (teste de Games-Howell).**

**7.1 - Eficácias Globais dos Tratamentos**

ANOVA					
Eficácia					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	280.66	5	56.13	6.01	0.00
Nos grupos	728.30	78	9.34		
Total	1008.97	83			
Testes Robustos de Igualdade de Médias					
Eficácia					
	Estatística	df1	df2	Sig.	
Welch	9.36	5	31.53	0.00	
a. F distribuído assintoticamente.					

Games-Howell						
Comparações múltiplas						
Variável dependente: Eficácia						
Games-Howell						
(I) Modalidade	(J) Modalidade	Diferença média (I-J)	Erro	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
TR	TV	0.26	0.17	0.65	-0.26	0.79
	glif	4,26*	1.05	0.01	0.90	7.69
	flaz	3.45	1.27	0.15	-0.86	7.76
	TermC	4,17*	1.00	0.01	0.78	7.56

	TermS	3.18	0.97	0.06	-0.10	6.46
TV	TR	-0.26	0.17	0.65	-0.79	0.26
	glif	4,03*	1.05	0.02	0.64	7.42
	flaz	3.18	1.27	0.20	-1.12	7.49
	TermC	3,91*	1.00	0.02	0.52	7.29
	TermS	2.91	0.97	0.09	-0.36	6.19
glif	TR	-4,30*	1.05	0.01	-7.69	-0.90
	TV	-4,03*	1.05	0.02	-7.42	-0.64
	flaz	-0.85	1.64	1.00	-5.92	4.22
	TermC	-0.12	1.44	1.00	-4.54	4.30
	TermS	-1.12	1.42	0.97	-5.47	3.23
flaz	TR	-3.45	1.27	0.15	-7.76	0.86
	TV	-3.18	1.27	0.20	-7.49	1.12
	glif	0.85	1.64	1.00	-4.22	5.92
	TermC	0.72	1.60	1.00	-4.30	5.75
	TermS	-0.27	1.58	1.00	-5.24	4.70
TermC	TR	-4,17*	1.00	0.01	-7.56	-0.78
	TV	-3,91*	1.00	0.02	-7.29	-0.52
	glif	0.12	1.44	1.00	-4.30	4.54
	flaz	-0.72	1.60	1.00	-5.75	4.30
	TermS	-0.99	1.38	0.98	-5.29	3.30
TermS	TR	-3.18	0.97	0.06	-6.46	0.10
	TV	-2.91	0.97	0.09	-6.19	0.36
	glif	1.12	1.42	0.97	-3.23	5.47
	flaz	0.27	1.58	1.00	-4.70	5.24
	TermC	0.99	1.38	0.98	-3.30	5.29
Com base em médias observadas.						
O termo de erro é Quadrado Médio (Erro) = 9,337.						
* A diferença média é significativa no nível 0,05.						

Testes de efeitos entre sujeitos						
Variável dependente: Eficácia						
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.	
Modelo corrigido	280,664a	5	56.133	6.012	0	
Intercepto	4108.659	1	4108.659	440.031	0	
Modalidade	280.664	5	56.133	6.012	0	
Erro	728.303	78	9.337			
Total	5381.351	84				
Total corrigido	1008.966	83				
a R Quadrado = ,278 (R Quadrado Ajustado = ,232)						

## 7.2 - *Bromus catharticus*

ANOVA					
Eficácia					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	143.824	5	28.765	5.13	0
Nos grupos	437.395	78	5.608		
Total	581.219	83			
Testes Robustos de Igualdade de Médias					
Eficácia					
	Estatística	df1	df2	Sig.	
Welch	.	.	.	.	
a F distribuído assintoticamente.					
b Os testes robustos de igualdade de médias não podem ser executados para Eficácia porque pelo menos um grupo tem variância 0.					
Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: Eficácia					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	143,824a	5	28.765	5.13	0
Intercepto	5788.131	1	5788.131	1032.188	0
Modalidade	143.824	5	28.765	5.13	0
Erro	437.395	78	5.608		
Total	6543.821	84			
Total corrigido	581.219	83			
a R Quadrado = ,247 (R Quadrado Ajustado = ,199)					

Comparações múltiplas						
Variável dependente: Eficácia						
Games-Howell						
(I) Modalidade	(J) Modalidade	Diferença média (I-J)	Erro	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
TR	TV	-0.39	0.23	0.56	-1.15	0.36
	glif	3.25	1.04	0.06	-0.08	6.59
	flaz	1.43	0.83	0.54	-1.32	4.19

	TermC	0.88	0.45	0.40	-0.54	2.30
	TermS	2.15	0.79	0.13	-0.46	4.76
TV	TR	0.39	0.23	0.56	-0.36	1.15
	glif	3,65*	1.01	0.03	0.35	6.94
	flaz	1.82	0.80	0.28	-0.89	4.54
	TermC	1.27	0.38	0.06	-0.03	2.58
	TermS	2.54	0.75	0.05	-0.02	5.11
glif	TR	-3.25	1.04	0.06	-6.59	0.08
	TV	-3,65*	1.01	0.03	-6.94	-0.35
	flaz	-1.82	1.29	0.72	-5.78	2.14
	TermC	-2.37	1.08	0.29	-5.80	1.05
	TermS	-1.10	1.26	0.95	-4.98	2.78
flaz	TR	-1.43	0.83	0.54	-4.19	1.32
	TV	-1.82	0.80	0.28	-4.54	0.89
	glif	1.82	1.29	0.72	-2.14	5.78
	TermC	-0.55	0.88	0.99	-3.41	2.30
	TermS	0.72	1.10	0.99	-2.70	4.14
TermC	TR	-0.88	0.45	0.40	-2.30	0.54
	TV	-1.27	0.38	0.06	-2.58	0.03
	glif	2.37	1.08	0.29	-1.05	5.80
	flaz	0.55	0.88	0.99	-2.30	3.41
	TermS	1.27	0.84	0.66	-1.44	3.99
TermS	TR	-2.15	0.79	0.13	-4.76	0.46
	TV	-2.54	0.75	0.05	-5.11	0.02
	glif	1.10	1.26	0.95	-2.78	4.98
	flaz	-0.72	1.10	0.99	-4.14	2.70
	TermC	-1.27	0.84	0.66	-3.99	1.44
Com base em médias observadas.						
O termo de erro é Quadrado Médio (Erro) = 5,608.						
* A diferença média é significativa no nível 0,05.						

### 7.3 - *Cirsium arvense*

ANOVA					
VAR00002					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	178.042	5	35.608	3.039	0.015
Nos grupos	913.795	78	11.715		
Total	1091.838	83			

Testes Robustos de Igualdade de Médias				
VAR00002				
	Estatística	df1	df2	Sig.
Welch	6.60	5	29.23	0
a F distribuído assintoticamente.				

Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: Eficácia					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	178,04a	5	35.61	3.40	0.015
Intercepto	4694.28	1	4694.28	400.70	0
Modalidade	178.04	5	35.61	3.039	0.015
Erro	913.80	78	11.72		
Total	6062.28	84			
Total corrigido	1091.84	83			
a R Quadrado = ,163 (R Quadrado Ajustado = ,109)					

Comparações múltiplas						
Variável dependente: Eficácia						
Games-Howell						
(I)	(J)	Diferença média	Erro	Sig.	Intervalo de Confiança	
Modalidade	Modalidade	(I-J)			95%	
					Limite inferior	Limite superior
TR	TV	0.95	0.35	0.13	-0.18	2.09
	glif	3.11	1.05	0.08	-0.29	6.51
	flaz	3.17	1.22	0.18	-1.00	7.34
	TermC	2.50	1.06	0.25	-1.11	6.12
	TermS	4.25	1.45	0.11	-0.69	9.18
TV	TR	-0.95	0.35	0.13	-2.09	0.18
	glif	2.16	1.10	0.40	-1.34	5.65
	flaz	2.21	1.27	0.53	-2.01	6.43
	TermC	1.55	1.11	0.73	-2.13	5.23
	TermS	3.29	1.49	0.30	-1.68	8.26
glif	TR	-3.11	1.05	0.08	-6.51	0.29
	TV	-2.16	1.10	0.40	-5.65	1.34
	flaz	0.06	1.61	1.00	-4.92	5.04
	TermC	-0.61	1.49	1.00	-5.19	3.98
	TermS	1.13	1.78	0.99	-4.44	6.71
flaz	TR	-3.17	1.22	0.18	-7.34	1.00

	TV	-2.21	1.27	0.53	-6.43	2.01
	glif	-0.06	1.61	1.00	-5.04	4.92
	TermC	-0.66	1.62	1.00	-5.71	4.38
	TermS	1.08	1.89	0.99	-4.83	6.99
TermC	TR	-2.50	1.06	0.25	-6.12	1.11
	TV	-1.55	1.11	0.73	-5.23	2.13
	glif	0.61	1.49	1.00	-3.98	5.19
	flaz	0.66	1.62	1.00	-4.38	5.71
	TermS	1.74	1.79	0.92	-3.89	7.37
TermS	TR	-4.25	1.45	0.11	-9.18	0.69
	TV	-3.29	1.49	0.30	-8.26	1.68
	glif	-1.13	1.78	0.99	-6.71	4.44
	flaz	-1.08	1.89	0.99	-6.99	4.83
	TermC	-1.74	1.79	0.92	-7.37	3.89
Com base em médias observadas.						
O termo de erro é Quadrado Médio (Erro) = 11,715.						

#### 7.4 - *Convolvulus arvensis*

ANOVA						
Eficácia						
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.	
Entre Grupos	807.057	5	161.411	18.178	0	
Nos grupos	692.582	78	8.879			
Total	1499.639	83				
Testes Robustos de Igualdade de Médias						
Eficácia						
	Estatísticaa	df1	df2	Sig.		
Welch	44.743	5	32.007	0		
a F distribuído assintoticamente.						
Testes de efeitos entre sujeitos						
Variável dependente: Eficácia						
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.	
Modelo corrigido	807,057a	5	161.411	18.178	0	
Intercepto	2593.439	1	2593.439	292.078	0	
Modalidade	807.057	5	161.411	18.178	0	
Erro	692.582	78	8.879			
Total	4542.857	84				



Total corrigido	1499.639	83			
a R Quadrado = ,538 (R Quadrado Ajustado = ,509)					

Comparações múltiplas						
Variável dependente: Eficácia						
Games-Howell						
(I) Modalidade	(J) Modalidade	Diferença média (I-J)	Erro Erro	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
TR	TV	0.386	0.285	0.754	-0.484	1.256
	glif	2.443	1.060	0.248	-0.976	5.861
	flaz	8,80*	0.616	0.000	6.761	10.844
	TermC	5,94*	1.265	0.006	1.656	10.219
	TermS	5,010*	1.110	0.007	1.346	8.849
TV	TR	-0.386	0.285	0.754	-1.256	0.484
	glif	2.057	1.068	0.422	-1.375	5.489
	flaz	8,42*	0.629	0.000	6.355	10.479
	TermC	5,56*	1.271	0.010	1.263	9.841
	TermS	4,71*	1.118	0.012	0.952	8.472
glif	TR	-2.443	1.060	0.248	-5.861	0.976
	TV	-2.057	1.068	0.422	-5.489	1.375
	flaz	6,36*	1.199	0.000	2.637	10.083
	TermC	3.495	1.630	0.301	-1.557	8.548
	TermS	2.655	1.514	0.511	-2.011	7.321
flaz	TR	-8,80*	0.616	0.000	-10.844	-6.761
	TV	-8,42*	0.629	0.000	-10.479	-6.355
	glif	-6,36*	1.199	0.000	-10.083	-2.637
	TermC	-2.865	1.384	0.350	-7.335	1.606
	TermS	-3.705	1.244	0.077	-7.688	0.278
TermC	TR	-5,94*	1.265	0.006	-10.219	-1.656
	TV	-5,56*	1.271	0.010	-9.841	-1.263
	glif	-3.495	1.630	0.301	-8.548	1.557
	flaz	2.865	1.384	0.350	-1.606	7.335
	TermS	-0.840	1.664	0.995	-6.031	4.351
TermS	TR	-5,10*	1.110	0.007	-8.849	-1.346
	TV	-4,71*	1.118	0.012	-8.472	-0.952
	glif	-2.655	1.514	0.511	-7.321	2.011
	flaz	3.705	1.244	0.077	-0.278	7.688
	TermC	0.840	1.664	0.995	-4.351	6.031
Com base em médias observadas.						
O termo de erro é Quadrado Médio (Erro) = 8,879.						
* A diferença média é significativa no nível 0,05.						

### 7.5 - *Equisetum ramosissimum*

ANOVA					
Eficácia					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	301.791	5	60.358	7.424	0
Nos grupos	634.158	78	8.13		
Total	935.949	83			
Testes Robustos de Igualdade de Médias <sup>b</sup>					
Eficácia					
	Estatística <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.	
Welch	.	.	.	.	
a F distribuído assintoticamente.					
b Os testes robustos de igualdade de médias não podem ser executados para Eficácia porque pelo menos um grupo tem variância 0.					
Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: Eficácia					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	301,791a	5	60.358	7.424	0
Intercepto	5354.33	1	5354.33	658.57	0
Modalidade	301.791	5	60.358	7.424	0
Erro	634.158	78	8.13		
Total	6462.424	84			
Total corrigido	935.949	83			
a R Quadrado = ,322 (R Quadrado Ajustado = ,279)					

Comparações múltiplas						
Variável dependente: Eficácia						
Games-Howell						
(I) Modalidade	(J) Modalidade	Diferença média (I-J)	Erro Erro	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
TR	TV	0.00	0.00	.	0.00	0.00
	glif	4,86*	1.00	0.00	1.61	8.12

	flaz	0.80	0.52	0.65	-0.98	2.58
	TermC	3.37	1.20	0.13	-0.72	7.47
	TermS	2.56	1.13	0.28	-1.28	6.40
TV	TR	0.00	0.00	.	0.00	0.00
	glif	4,86*	1.00	0.00	1.61	8.12
	flaz	0.80	0.52	0.65	-0.98	2.58
	TermC	3.37	1.20	0.13	-0.72	7.47
	TermS	2.56	1.13	0.28	-1.28	6.40
glif	TR	-4,86*	1.00	0.00	-8.12	-1.61
	TV	-4,86*	1.00	0.00	-8.12	-1.61
	flaz	-4,06*	1.13	0.02	-7.58	-0.54
	TermC	-1.49	1.56	0.93	-6.33	3.35
	TermS	-2.30	1.51	0.65	-6.96	2.35
flaz	TR	-0.80	0.52	0.65	-2.58	0.98
	TV	-0.80	0.52	0.65	-2.58	0.98
	glif	4,06*	1.13	0.02	0.54	7.58
	TermC	2.57	1.31	0.41	-1.68	6.82
	TermS	1.76	1.24	0.72	-2.26	5.77
TermC	TR	-3.37	1.20	0.13	-7.47	0.72
	TV	-3.37	1.20	0.13	-7.47	0.72
	glif	1.49	1.56	0.93	-3.35	6.33
	flaz	-2.57	1.31	0.41	-6.82	1.68
	TermS	-0.81	1.65	1.00	-5.94	4.31
TermS	TR	-2.56	1.13	0.28	-6.40	1.28
	TV	-2.56	1.13	0.28	-6.40	1.28
	glif	2.30	1.51	0.65	-2.35	6.96
	flaz	-1.76	1.24	0.72	-5.77	2.26
	TermC	0.81	1.65	1.00	-4.31	5.94
Com base em médias observadas.						
O termo de erro é Quadrado Médio (Erro) = 8,130.						
* A diferença média é significativa no nível 0,05.						

### 7.6 - *Equisetum telmateia*

ANOVA					
Eficácia					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	272.775	5	54.555	15.735	0
Nos grupos	270.426	78	3.467		
Total	543.201	83			

Testes Robustos de Igualdade de Médias <sup>b</sup>					
Eficácia					
	Estatística <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.	
Welch	.	.	.	.	
a F distribuído assintoticamente.					
b Os testes robustos de igualdade de médias não podem ser executados para Eficácia porque pelo menos um grupo tem variância 0.					
Testes de efeitos entre sujeitos					
Variável dependente: Eficácia					
Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	272,775a	5	54.555	15.735	0
Intercepto	6735.547	1	6735.547	1942.757	0
Modalidade	272.775	5	54.555	15.735	0
Erro	270.426	78	3.467		
Total	7273.678	84			
Total corrigido	543.201	83			
a R Quadrado = ,502 (R Quadrado Ajustado = ,470)					

Comparações múltiplas						
Variável dependente: Eficácia						
Games-Howell						
(I) Modalidade	(J) Modalidade	Diferença média (I-J)	Erro Erro	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
TR	TV	-0.12	0.06	0.42	-0.32	0.08
	glif	4,64*	1.04	0.01	1.27	8.00
	flaz	0.19	0.26	0.97	-0.68	1.06
	TermC	0.15	0.14	0.89	-0.30	0.59
	TermS	0.14	0.13	0.89	-0.28	0.56
TV	TR	0.12	0.06	0.42	-0.08	0.32
	glif	4,77*	1.04	0.00	1.39	8.12
	flaz	0.31	0.25	0.81	-0.55	1.17
	TermC	0.27	0.12	0.33	-0.15	0.69
	TermS	0.26	0.12	0.29	-0.13	0.65
glif	TR	-4,64*	1.04	0.01	-8.00	-1.27

	TV	-4,76*	1.04	0.00	-8.12	-1.39
	flaz	-4,45*	1.07	0.01	-7.86	-1.03
	TermC	-4,50*	1.04	0.01	-7.87	-1.11
	TermS	-4,50*	1.04	0.01	-7.87	-1.12
flaz	TR	-0.19	0.26	0.97	-1.06	0.68
	TV	-0.31	0.25	0.81	-1.17	0.55
	glif	4,45*	1.07	0.01	1.03	7.86
	TermC	-0.04	0.28	1.00	-0.95	0.86
	TermS	-0.05	0.28	1.00	-0.95	0.85
TermC	TR	-0.15	0.14	0.89	-0.59	0.30
	TV	-0.27	0.12	0.33	-0.69	0.15
	glif	4,49*	1.04	0.01	1.11	7.87
	flaz	0.04	0.28	1.00	-0.86	0.95
	TermS	-0.01	0.17	1.00	-0.53	0.52
TermS	TR	-0.14	0.13	0.89	-0.56	0.28
	TV	-0.26	0.12	0.29	-0.65	0.13
	glif	4,50*	1.04	0.01	1.12	7.87
	flaz	0.05	0.28	1.00	-0.85	0.95
	TermC	0.01	0.17	1.00	-0.52	0.53
Com base em médias observadas.						
O termo de erro é Quadrado Médio (Erro) = 3,467.						
* A diferença média é significativa no nível 0,05.						

## 7.7 – Rebentos do Porta Enxerto

ANOVA					
Eficácia					
	Soma dos	df	Quadrado	Z	Sig.
	Quadrados		Médio		
Entre Grupos	257.17	5	51.44	5.27	0
Nos grupos	762.01	78	9.77		
Total	1019.19	83			

Testes Robustos de Igualdade de Médias				
Eficácia				
	Estatística	df1	df2	Sig.
Welch	8.131	5	29.914	0.000
a. F distribuído assintoticamente.				

Testes de efeitos entre sujeitos
Variável dependente: Eficácia

Origem	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Modelo corrigido	257,176a	5	51.435	5.265	0
Intercepto	4781.667	1	4781.667	489.453	0
Modalidade	257.176	5	51.435	5.265	0
Erro	762.013	78	9.769		
Total	6082.529	84			
Total corrigido	1019.189	83			
a R Quadrado = ,252 (R Quadrado Ajustado = ,204)					

Comparações múltiplas						
Variável dependente: Eficácia						
Games-Howell						
(I) Modalidade	(J) Modalidade	Diferença média (I-J)	Erro	Erro	Sig.	Intervalo de Confiança 95%
						Limite inferior      Limite superior
TR	TV	0.16	0.07	0.19		-0.05      0.38
	glif	3,73*	1.14	0.05		0.04      7.42
	flaz	3.06	1.05	0.11		-0.54      6.65
	TermC	2.18	0.88	0.21		-0.83      5.19
	TermS	4,57*	1.24	0.03		0.34      8.80
TV	TR	-0.16	0.07	0.19		-0.38      0.05
	glif	3.57	1.14	0.06		-0.12      7.26
	flaz	2.89	1.05	0.14		-0.70      6.48
	TermC	2.02	0.88	0.28		-0.99      5.03
	TermS	4,41*	1.24	0.04		0.18      8.64
glif	TR	-3,73*	1.14	0.05		-7.42      -0.04
	TV	-3.57	1.14	0.06		-7.26      0.12
	flaz	-0.67	1.55	1.00		-5.43      4.09
	TermC	-1.55	1.44	0.89		-5.97      2.87
	TermS	0.84	1.68	1.00		-4.34      6.03
flaz	TR	-3.06	1.05	0.11		-6.65      0.54
	TV	-2.89	1.05	0.14		-6.48      0.70
	glif	0.67	1.55	1.00		-4.09      5.43
	TermC	-0.87	1.37	0.99		-5.16      3.42
	TermS	1.52	1.63	0.93		-3.56      6.59
TermC	TR	-2.18	0.88	0.21		-5.19      0.83
	TV	-2.02	0.88	0.28		-5.03      0.99
	glif	1.55	1.44	0.89		-2.87      5.97
	flaz	0.87	1.37	0.99		-3.42      5.16
	TermS	2.39	1.52	0.63		-2.39      7.18
TermS	TR	-4,57*	1.24	0.03		-8.80      -0.34
	TV	-4,41*	1.24	0.04		-8.64      -0.18

	glif	-0.84	1.68	1.00	-6.03	4.34
	flaz	-1.52	1.63	0.93	-6.59	3.56
	TermC	-2.39	1.52	0.63	-7.18	2.39
Com base em médias observadas.						
O termo de erro é Quadrado Médio (Erro) = 9,769.						
* A diferença média é significativa no nível 0,05.						

## 7.8 - Produtividade

Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks							
Hypotheses							
H0: All medians are equal.							
H1: At least two medians are different.							
Test Results							
		Chi-Squared	Prob	Reject H0?			
Method	DF	(H)	Level	( $\alpha=0,05$ )			
Not Corrected for Ties	6	18.3344	0.00545	Yes			
Corrected for Ties	6	18.3394	0.00544	Yes			
Number Sets of Ties	1						
Multiplicity Factor	6						
Group Detail							
		Sum of	Mean				
Group	Count	Ranks	Rank	Z-Value	Median		
flaz	4	74	18.5	1.0505	25.15304		
glif	4	26.5	6.63	-2.0681	16.85942		
TermC	4	64	16	0.3939	24.42533		
TermS	4	50	12.5	-0.5252	19.86468		
Test	4	15.5	3.88	-2.7903	15.05405		
TR	4	90	22.5	2.1009	30.25253		
TV	4	86	21.5	1.8383	32.79116		
kruskal-Wallis Multiple-Comparison Z-Value Test (Dunn's Test)							
Produtividade	flaz	glif	TermC	TermS	Test	TR	TV
flaz	0	2.04*	0.43	1.03	2.51*	0.69	0.52
glif	2.04*	0	1.61	1.01	0.47	2.73*	2.56*
TermC	0.42	1.61	0	0.60	2.08*	1.12	0.95
TermS	1.03	1.01	0.60	0	1.48	1.72	1.55
Test	2.51*	0.47	2.08*	1.48	0	3.20*	3.03*
TR	0.69	2.73*	1.12	1.72	3.20*	0	0.1
TV	0.52	2.56*	0.95	1.55	3.03*	0.17	0
*Regular Test: Medians significantly different if z-value > 1,9600							

## 7.9 - Teor de Sólidos Solúveis

ANOVA
-------

brix					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	24.267	6	4.045	7.113	0
Nos grupos	75.63	133	0.569		
Total	99.897	139			

Comparações múltiplas						
Variável dependente: brix						
Tukey HSD						
(I) Modalidade	(J) Modalidade	Diferença média (I-J)	Erro Erro	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
TR	TV	-0.33	0.24	0.81	-1.04	0.38
	glif	-,72*	0.24	0.05	-1.43	-0.01
	flaz	-0.59	0.24	0.18	-1.30	0.12
	TermC	-0.71	0.24	0.05	-1.42	0.00
	TermS	-0.56	0.24	0.23	-1.27	0.15
	test	-1,47*	0.24	0.00	-2.18	-0.76
TV	TR	0.33	0.24	0.81	-0.38	1.04
	glif	-0.39	0.24	0.66	-1.10	0.32
	flaz	-0.26	0.24	0.93	-0.97	0.45
	TermC	-0.38	0.24	0.69	-1.09	0.33
	TermS	-0.23	0.24	0.96	-0.94	0.48
	test	-1,14*	0.24	0.00	-1.85	-0.43
glif	TR	,72*	0.24	0.05	0.01	1.43
	TV	0.39	0.24	0.66	-0.32	1.10
	flaz	0.13	0.24	1.00	-0.58	0.84
	TermC	0.01	0.24	1.00	-0.70	0.72
	TermS	0.16	0.24	0.99	-0.55	0.87
	test	-,75*	0.24	0.03	-1.46	-0.04
flaz	TR	0.59	0.24	0.18	-0.12	1.30
	TV	0.26	0.24	0.93	-0.45	0.97
	gliz	-0.13	0.24	1.00	-0.84	0.58
	TermC	-0.12	0.24	1.00	-0.83	0.59
	TermS	0.03	0.24	1.00	-0.68	0.74
	test	-,88*	0.24	0.01	-1.59	-0.17
TermC	TR	0.71	0.24	0.05	0.00	1.42
	TV	0.38	0.24	0.69	-0.33	1.09
	glif	-0.01	0.24	1.00	-0.72	0.70
	flaz	0.12	0.24	1.00	-0.59	0.83
	TermS	0.15	0.24	1.00	-0.56	0.86
	test	-,76*	0.24	0.03	-1.47	-0.05



TermS	TR	0.56	0.24	0.23	-0.15	1.27
	TV	0.23	0.24	0.96	-0.48	0.94
	glif	-0.16	0.24	0.99	-0.87	0.55
	flaz	-0.03	0.24	1.00	-0.74	0.68
	TermC	-0.15	0.24	1.00	-0.86	0.56
	test	-,91*	0.24	0.00	-1.62	-0.20
test	TR	1,47*	0.24	0.00	0.76	2.18
	TV	1,14*	0.24	0.00	0.43	1.85
	glif	,75*	0.24	0.03	0.04	1.46
	flaz	,88*	0.24	0.01	0.17	1.59
	TermC	,76*	0.24	0.03	0.05	1.47
	TermS	,91*	0.24	0.00	0.20	1.62
* A diferença média é significativa no nível 0.05.						