



Monda de infestantes em Agricultura Biológica
Avaliação de diferentes técnicas em
alface (*Lactuca sativa*) e cebola (*Allium cepa*)

Nuno Rodrigo Xavier Coutinho

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientadores: Professora Doutora Maria Odete Pereira Torres
Engenheiro Vítor José da Silva Oliveira Gomes

Júri:

Presidente: Doutora Cristina Maria Moniz Simões Oliveira, Professora Associada com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais:

Doutora Maria Odete Pereira Torres, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, orientadora;

Licenciado Jorge Manuel da Conceição Ferreira, Consultor da AGRO-SANUS, Assistência Técnica em Agricultura Biológica, Lda., na qualidade de especialista.

Agradecimentos

Ao Instituto Superior de Agronomia e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação e realização desta dissertação.

À Professora Doutora Maria Odete Torres, minha orientadora, pelo apoio, motivação, total disponibilidade durante todo o meu percurso no ISA e com quem aprendi muito.

Ao Engenheiro Vítor Gomes, meu orientador, pelos ensinamentos e conhecimento técnico sem o qual este trabalho não teria sido possível.

À BIOFRADE, pela cedência do campo experimental, equipamento e material vegetal utilizado.

Ao Nuno, Pedro, Luís, Orlando, Francisco e Sandra que prontamente se voluntariaram para me ajudar e pelo seu contributo em todas as operações de campo que foram necessárias realizar.

Ao Engenheiro Jaime Ferreira, Presidente da AGROBIO, pela sugestão do tema e enquadramento da Agricultura Biológica.

Agradeço à Empresa Silvex – Indústria de Plásticos e Papéis SA, na pessoa Engenheiro Carlos Rodrigues, pela oferta do filme biodegradável (Agrobiofilm®).

Ao Jorge Antunes pela concessão da estação meteorológica e respetivos dados.

Ao Sr. Henrique e à D. Ester com quem aprendi a dar mais valor ao saber de experiência feito.

À minha avó por me ter aberto o livro da vida no campo.

Resumo

As plantas infestantes são um dos maiores problemas para qualquer agricultor em modo de produção biológico. Na presente dissertação pretendeu-se avaliar e comparar 4 técnicas utilizadas no seu controlo. A monda manual, monda térmica, empalhamento e cobertura com filme biodegradável foram as opções testadas.

O ensaio experimental realizou-se no concelho da Lourinhã, onde se monitorizou um ciclo na cultura da alface (*Lactuca sativa*) e da cebola (*Allium cepa*). Avaliaram-se os seguintes parâmetros: temperatura e humidade do solo, tempo de instalação (TI), tempo de monda (TM), produtividade, calibre, perdas de produção (PP), precocidade, custos de produção associados à técnica (CPA) e margem económica para o produtor.

Na cultura da alface, o filme biodegradável proporcionou maior produtividade (14,13 ton/ha), calibre (248,25 g) e precocidade, menores PP (1,28 %) e CPA (2.816 €/ha). As mondas manual e térmica apenas diferiram significativamente quanto ao TM, maior na primeira, e aos CPA, maiores na segunda devido à colocação de campânulas protetoras contra as chamas.

Na cultura da cebola, o filme biodegradável proporcionou maior produtividade (24,26 ton/ha), calibre (57 mm) e precocidade, apesar de PP ligeiramente superiores (8,75 %). A cebola mostrou-se bem-adaptada à monda térmica, sendo esta a técnica que apresentou menor CPA (2.130 €/ha).

Nas duas culturas, com a técnica do empalhamento, obtiveram-se produtividades menores e um atraso na data de colheita, em consequência da diminuição da temperatura e menor arejamento do solo. A principal vantagem do filme biodegradável e do empalhamento foi a ausência de TM, contudo necessitaram de um maior TI.

Os resultados obtidos quanto à margem económica para o produtor, indicaram que a melhor técnica para controlar as infestantes, em ambas as culturas, foi a cobertura com filme biodegradável, seguindo-se a monda manual, monda térmica e por fim o empalhamento.

Contudo, devido às muitas variáveis presentes num ano agrícola, não se deve generalizar qualquer uma destas conclusões. Mais ensaios deverão ser realizados, inclusive em diferentes regiões.

Palavras-chave: Agricultura Biológica; Monda de infestantes; *Lactuca sativa*; *Allium cepa*

Abstract

Weeds are a major problem for any farmer in organic production. This dissertation aims to assess and compare four techniques used on its control. Manual weeding, thermal weeding, mulching and biodegradable film were considered.

The experimental trial was realized in Lourinhã county, where a lettuce (*Lactuca sativa*) and an onion (*Allium cepa*) crop cycle were monitored. The following parameters were evaluated: temperature and humidity of the soil, installation time (TI), weeding time (TM), productivity, size, production losses (PP), precocity, production costs associated with the technique (CPA) and economic margin for the producer.

In the lettuce crop, the biodegradable film provided the highest yield (14,13 ton/ha), size (248,25 g) and precocity, lower PP (1,28 %) and CPA (2.816 €/ha). The manual and thermal weeding only differed significantly in TM, higher in the first, and in the CPA, higher in the second, due to the use of protective hoods against the flames.

In the onion crop, the biodegradable film provided highest yield (24,26 ton/ha), size (57 mm) and precocity, although slightly higher PP (8,75 %). The onion proved to be well adapted to thermal weeding, which is the technique that had lower CPA (2.130 €/ha).

In both crops, with mulching technique, lower yields and a delay on the harvest date were obtained as a result of decreased soil temperature and lower ventilation. The main advantage of the biodegradable film and mulching was the absence of TM. However, they needed a longer TI.

The economic margin results for the producer in both crops, showed that the best technique for controlling weeds was the biodegradable film, followed by manual weeding, thermal weeding and finally mulching.

However, due to the many variables present in a crop year, it's not possible generalize any of these conclusions. Further testing should be carried out, including in different regions.

Key words: Organic farming; Weed management; *Lactuca sativa*; *Allium cepa*

Extended Abstract

Throughout the world there is an increasing consumer interest in pesticide free food. Organic farming benefits from this fact, growing half a million hectares every year in the last decade, just in European Union. This production system is the one that better achieves the purposes of sustainable agriculture.

Weeds are plants that can develop where it is not desirable according to the Human interest and pose a serious problem in organic farming. For many farmers, they are the reason to not convert into organic production. In this context, during a crop cycle of lettuce (*Lactuca sativa*) and onion (*Allium cepa*), four techniques used on weed control were evaluated: manual weeding, thermal weeding, mulching and soil cover with the biodegradable film Agrobiofilm®. The first two techniques are considered forms of direct intervention while the last two are preventive.

The experimental trial was realized in Lourinhã county, Portugal, where the following parameters were assessed: temperature and humidity of the soil, installation time (TI), weeding time (TM), productivity, size, production losses (PP), precocity, production costs associated with the technique (CPA) and economic margin for the producer.

The cultivation process had atypical temperatures, cooler than normal, and extreme precipitation phenomena.

In the lettuce crop, the biodegradable film provided the highest yield (14,13 ton/ha), size (248,25 g) and precocity, lower PP (1,28 %) and CPA (2.816 €/ha). The manual and thermal weeding only differed significantly in the TM, higher in the first, and in the CPA, higher in the second due to the placement of protective hoods against the flames.

In the onion crop, the biodegradable film provided highest yield (24,26 ton/ha), size (57 mm) and precocity, although slightly higher PP (8,75 %). The onion proved to be well adapted to thermal weeding, which is the technique that had lower CPA (2.130 €/ha).

In both crops, with mulching technique, lower yields and a delay on the harvest date were obtained as a result of decreased soil temperature, lower ventilation and higher C:N ratio. The main advantage of the biodegradable film and mulching was the absence of TM. However, they needed a longer TI.

The economic margin results for the producer in both crops, showed that the best technique for controlling weeds was with the biodegradable film, followed by manual weeding, thermal weeding and finally mulching.

In order to choose the most effective and sustainable weed management, it's very important that detailed studies about the different techniques used in organic production continue to be done, for all crops and agricultural regions.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Extended Abstract.....	iv
Índice	v
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Quadros.....	x
Lista de Abreviaturas.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1. Agricultura Biológica – conceito geral	2
2.2. Princípios da Agricultura Biológica.....	3
2.3. Objetivos da Agricultura Biológica.....	3
2.4. A Agricultura Biológica, no Mundo, na União Europeia e em Portugal	5
2.4.1. A Agricultura Biológica no Mundo	5
2.4.2. A Agricultura Biológica na União Europeia.....	6
2.4.3. A Agricultura Biológica em Portugal	8
2.5. Infestantes, um inconveniente ou um benefício?.....	9
2.6. Monda de infestantes em Agricultura Biológica.....	12
2.6.1. Métodos preventivos	14
2.6.2. Métodos de intervenção direta	19
2.7. Cultura da alface.....	22
2.8. Cultura da cebola.....	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1. A empresa	26
3.2. Localização do ensaio.....	27
3.3. Caracterização climática	28

3.4. Delineamento experimental e metodologia geral do ensaio	29
3.4.1. Análises de terra	30
3.4.2. Dados meteorológicos.....	31
3.4.3. Temperatura e humidade do solo.....	32
3.4.4. Levantamento botânico das infestantes presentes.....	33
3.4.5. Preparação do terreno	33
3.4.6. Técnicas culturais e de monda.....	33
3.4.7. Rega	38
3.4.8. Fertilização.....	39
3.4.9. Pragas e doenças	39
3.4.10. Acompanhamento das plantas	40
3.4.11. Tempo de instalação	40
3.4.12. Tempo de monda	41
3.4.13. Produtividade e calibre.....	41
3.4.14. Perdas de produção	42
3.4.15. Precocidade	42
3.4.16. Custos de produção associados à técnica	43
3.4.17. Margem económica para o produtor.....	43
3.5. Tratamento estatístico.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1. Temperatura do ar e precipitação	44
4.2. Temperatura e humidade do solo.....	46
4.3. Tempo de instalação e tempo de monda	49
4.4. Produtividade, calibre e perdas de produção	51
4.5. Precocidade.....	54
4.6. Custos de produção associados à técnica de monda e margem económica para o produtor	55
4.7. Infestantes presentes e eficácia no seu controlo.....	56
5. CONCLUSÕES.....	59

6. BIBLIOGRAFIA.....	61
7. ANEXOS	

Índice de Figuras

Figura 1: Evolução da área em MPB no mundo entre 1999 e 2014	5
Figura 2: Distribuição da área em MPB, por continentes, em 2014.....	5
Figura 3: Distribuição das culturas em MPB no mundo, em 2014	6
Figura 4: Evolução da área e do número de produtores em MPB na UE entre 2002 e 2014. 7	
Figura 5: Distribuição das culturas em MPB na UE em 2014	7
Figura 6: Evolução da área e do número de produtores em MPB em Portugal entre 1994 e 2015.....	8
Figura 7: Distribuição das culturas em MPB em Portugal em 2015.....	9
Figura 8: Retorno líquido (\$/ha) para diferentes densidades de infestantes quando é feita, ou não, a gestão das infestantes. O nível prejudicial de ataque (NPA) representa a densidade de população mais baixa que causará prejuízos.....	12
Figura 9: Esquema dos principais métodos para o controlo das infestantes em AB	13
Figura 10: Influência da densidade (plantas/m ²) da cultura na produtividade (kg/ha), em resposta a uma gama de diferentes densidades de infestantes (plantas/m ²)	16
Figura 11: “Two men turning over the soil” de Jean-François Millet (França, 1814–1875) ...	20
Figura 12: Monda biológica das infestantes com recurso a galinhas	21
Figura 13: Logótipo da empresa, palestra e cultura da alface na estufa da Biofrade	26
Figura 14: Localização do terreno denominado “Cabreiro” onde foi realizado o ensaio.....	27
Figura 15: Diagrama ombrotérmico de Gaussen para a Lourinhã	28
Figura 16: Esquema ilustrativo do ensaio em blocos causalizados	29
Figura 17: Fotografia aérea dos blocos 1 e 2 no ensaio experimental para a cultura da alface (esquerda) e da cebola (direita)	29

Figura 18: Recolha das amostras parciais de terra	30
Figura 19: Estação meteorológica Davis Vantage Pro 2	32
Figura 20: Sonda portátil Conrad 4-in-1 soil meter	32
Figura 21: Preparação do terreno para o ensaio com o motocultivador e marcação dos talhões	33
Figura 22: Esquema das dimensões e compasso utilizados em cada talhão de alface	34
Figura 23: Alfices do ensaio nos tabuleiros alveolados	34
Figura 24: Alface envolta em palha de trigo na modalidade empalhamento	35
Figura 25: Desenrolamento e ancoragem manual do Agrobiofilm®	35
Figura 26: Esquema das dimensões e compasso utilizados em cada talhão de cebola	35
Figura 27: Pouca uniformidade das cebolas utilizadas no ensaio	36
Figura 28: Plantação manual e furador utilizado no ensaio das cebolas	36
Figura 29: Aspeto geral do campo de ensaio na cultura da cebola. Pormenor da colocação de pedras sobre o Agrobiofilm®	37
Figura 30: Monda manual nas culturas da cebola e da alface, dias 21 de abril e 2 de junho, respetivamente.....	37
Figura 31: Monda térmica na cultura da cebola	38
Figura 32: Pormenor das campânulas de cerâmica a proteger as alfices na modalidade de monda térmica	38
Figura 33: Sistema de rega por aspersão no local do ensaio	39
Figura 34: Coccinella septempunctata pousada sobre uma alface do ensaio	40
Figura 35: Balança electrónica Avery Berkel FX50 e calibrador Powerfix Profi utilizados nas medições.....	41
Figura 36: Gráfico resumo com as temperaturas máxima, média e mínima do ar, intervalo de temperaturas ótimas de crescimento da cultura e precipitação durante o ciclo cultural da alface.....	45

Figura 37: Gráfico resumo com as temperaturas máxima, média e mínima do ar, intervalo de temperaturas ótimas de crescimento da cultura e precipitação durante o ciclo cultural da cebola.....	45
Figura 38: Gráfico com o registo das temperaturas do solo a 5 centímetros de profundidade na cultura da alface.....	46
Figura 39: Gráfico com o registo das temperaturas do solo a 10 centímetros de profundidade na cultura da alface.....	46
Figura 40: Gráfico com o registo das temperaturas do solo a 5 centímetros de profundidade na cultura da cebola.....	47
Figura 41: Gráfico com o registo das temperaturas do solo a 10 centímetros de profundidade na cultura da cebola.....	47
Figura 42: Gráfico com o registo da humidade do solo a 5 centímetros de profundidade na cultura da alface.....	48
Figura 43: Gráfico com o registo da humidade do solo a 10 centímetros de profundidade na cultura da alface.....	48
Figura 44: Gráfico com o registo da humidade do solo a 5 centímetros de profundidade na cultura da cebola.	49
Figura 45: Gráfico com o registo da humidade do solo a 5 centímetros de profundidade na cultura da cebola.	49
Figura 46: Queima marginal das folhas de alface resultantes da monda térmica	52
Figura 47: Efeito abafante do empalhamento sobre a cultura da cebola.....	53
Figura 48: Monda manual aumenta a eficácia no controlo das infestantes nas culturas da alface e cebola.....	56
Figura 49: Presença dominante de <i>Cyperus rotundus</i> nos talhões com Agrobiofilm®	57
Figura 50: Efeito da monda térmica nas infestantes da cultura da cebola e da alface.....	57
Figura 51: Trigo germinado na modalidade empalhamento, na cultura da alface; efeito do empalhamento sobre as infestantes na cultura da cebola.....	58

Índice de Quadros

Quadro 1: Principais características das infestantes	10
Quadro 2: Principais inconvenientes das infestantes.....	10
Quadro 3: Principais vantagens das infestantes	11
Quadro 4: Preferências e tolerâncias edafo-climáticas da alface.....	23
Quadro 5: Preferências e tolerâncias edafo-climáticas da cebola.....	25
Quadro 6: Parâmetros, resultados e métodos das análises de terras.....	31
Quadro 7: Tempo de instalação (h/ha) e de monda (h/ha) medido para as diferentes modalidades ensaiadas na cultura da alface.....	50
Quadro 8: Tempo de instalação (h/ha) e de monda (h/ha) medido para as diferentes modalidades ensaiadas na cultura da cebola.....	51
Quadro 9: Produtividade (ton/ha), calibre (g) e perdas de produção (%) para as diferentes modalidades ensaiadas na cultura da alface.....	52
Quadro 10: Produtividade (ton/ha), calibre (mm) e perdas de produção (%) para as diferentes modalidades ensaiadas na cultura da cebola.....	53
Quadro 11: Precocidade verificada na alface para as diferentes modalidades ensaiadas ...	54
Quadro 12: Precocidade verificada na cebola para as diferentes modalidades	54
Quadro 13: Custos de produção associados à técnica de monda e margem económica para o produtor na cultura da alface	55
Quadro 14: Custos de produção associados à técnica de monda e margem económica para o produtor na cultura da cebola.....	56

Lista de Abreviaturas

AB – Agricultura Biológica

ABF – Agrobiofim®

C:N – razão carbono/azoto

CPA – custos de produção associados à técnica

EC – European Commission

€ – Euros

FAO – Food and Agriculture Organization

FIBL – Research Institute of Organic Agriculture

h – horas

ha – hectare

IIFOAM – International Federation of Organic Agriculture Movements

kg – quilogramas

L – litros

Mha – milhões de hectares

mha – milhares de hectares

mm – milímetros

m.M – mil milhões

MPB – modo de produção biológico

ONU – Organização das Nações Unidas

PP – perdas de produção

SAU – superfície agrícola utilizada

T₀ – temperatura base

TI – tempo de instalação

TM – tempo de monda

UE – União Europeia

1. INTRODUÇÃO

Após a 2ª Guerra Mundial os herbicidas de origem sintética tornaram-se a escolha predominante para o controlo das infestantes. Até à última década, as consequências ambientais e sociais do seu uso têm sido em grande parte ignoradas.

Por todo o mundo, verifica-se atualmente um crescente interesse do consumidor por alimentos livres de pesticidas. Neste paradigma surge a Agricultura Biológica (AB), considerada o modo de produção agrícola que mais longe vai e melhor atinge os objetivos de uma agricultura sustentável (Ferreira, 2012). Em oposição às técnicas da agricultura dita “convencional” ou de “produção integrada”, esta linha de investigação com uma visão mais holística, traz significativas vantagens ao nível da redução de custos e baixo consumo de energia fóssil (Marques, 2012). A FAO, organização da ONU para a agricultura e alimentação, anunciou em 2007 na sua Conferência Internacional sobre AB que esta pode alimentar todo o planeta sem impactos negativos no ambiente, ajudando simultaneamente a limitar o problema do aquecimento global e das alterações climáticas.

Em AB, as infestantes são o maior problema e representam um enorme peso na decisão de conversão para este modo de produção (Walz, 1999; Turner *et al.*, 2007; Finney e Creamer, 2008). Assim, este é um tema que deverá ser continuamente investigado.

Lampkin (1990) define infestante como qualquer planta que está adaptada ao habitat alterado pelo Homem interferindo negativamente na sua atividade.

Atualmente, algumas das técnicas utilizadas no controlo das infestantes, outrora consideradas inviáveis e cuja tecnologia foi praticamente descontinuada, estão a ser revisitadas (Upadhyaya e Blackshaw, 2007).

Segundo Marques (2012), o modelo a seguir na gestão das infestantes deverá considerar as reações da natureza às intervenções efetuadas na condução das culturas, o fomento da biodiversidade e as interações entre as plantas. O mesmo autor refere que não existem soluções tecnicamente ideais e passíveis de serem generalizadas, mas sim práticas culturais que quando devidamente adaptadas à exploração podem constituir fatores de êxito na gestão das infestantes e contribuir para um bom resultado económico, ambiental e social.

Neste âmbito, durante um ciclo, foram estudadas nas culturas da alface (*Lactuca sativa*) e da cebola (*Allium cepa*), 4 técnicas para o controlo das infestantes: monda manual, monda térmica, empalhamento e cobertura do solo com o filme biodegradável Agrobiofilm®. As duas primeiras são consideradas formas de intervenção direta enquanto as duas últimas são preventivas.

O ensaio decorreu nos terrenos da empresa Biofrade, concelho da Lourinhã. O objetivo do trabalho experimental foi avaliar e comparar o desempenho das diferentes técnicas nas duas culturas em estudo no modo de produção biológico (MPB). Para tal, foram realizadas

medições da temperatura e humidade do solo, tempo de instalação, tempo de monda, produtividade, calibre, precocidade e perdas de produção. Calcularam-se ainda os custos de produção associados à técnica e a margem económica para o produtor.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Agricultura Biológica – conceito geral

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

O mesmo documento afirma que *“os elementos essenciais do sistema de gestão da produção vegetal biológica são a gestão da fertilidade dos solos, a escolha das espécies e variedades, a rotação plurianual das culturas, a reciclagem das matérias orgânicas e as técnicas de cultivo”* (CE, 2007).

A AB contribui para a melhoria dos ecossistemas agrícolas e privilegia o uso de boas práticas de gestão da exploração agrícola tendo em conta que os sistemas de produção devem ser adaptados às condições regionais, limitando assim o uso de fatores externos (FAO, 2007). Isto é conseguido, sempre que possível, através do uso de métodos culturais, biológicos e mecânicos em detrimento da utilização de materiais sintéticos. No entanto, muitos dos benefícios da agricultura biológica dependem do estabelecimento de um equilíbrio ecológico entre o solo, as plantas e os animais, e não apenas da substituição de fertilizantes e pesticidas de síntese por produtos orgânicos (Mourão, 2007).

Tal como uma árvore que precisa das suas raízes para se sustentar, a AB baseia-se em 4 princípios fundamentais, mundialmente adotados por qualquer entidade ou operador que faça parte deste modo de produção.

2.2. Princípios da Agricultura Biológica

A International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), fundada em 1972, integra mais de 800 organizações em 117 países e publica periodicamente as normas básicas da agricultura biológica para todo o mundo. Esta organização aprovou em setembro de 2005 4 princípios nos quais a AB a nível mundial deve ser baseada (IFOAM, 2007):

- **Princípio da saúde:** A AB deve manter e melhorar a qualidade dos solos, assim como a saúde das plantas, dos animais, dos seres humanos e do planeta como um todo indivisível;
- **Princípio da ecologia:** A AB deve ser baseada em sistemas ecológicos vivos, trabalhá-los, respeitá-los e ajudar à sua sustentabilidade;
- **Princípio da justiça:** A AB deve basear-se em relações justas no que respeita ao ambiente e às oportunidades de vida;
- **Princípio da precaução:** A AB deve ser gerida de uma forma cautelosa e responsável de modo a proteger o ambiente, a saúde e o bem-estar das gerações atuais e futuras.

A partir destes 4 princípios foi possível construir objetivos mais específicos que no seu todo se comprometem a garantir a aplicação desta visão holística à realidade.

2.3. Objetivos da Agricultura Biológica

Geier *et al.* (2000) e CE (2007) sugerem como principais objetivos da Agricultura Biológica:

- Produzir alimentos com qualidade em suficiente quantidade e variedade;
- Interagir de forma construtiva e equilibrada com os sistemas e ciclos naturais;
- Promover e desenvolver ciclos biológicos dentro do sistema de produção, envolvendo microrganismos, flora e fauna do solo, as plantas e os animais;
- Manter e/ou aumentar a fertilidade do solo a longo prazo;
- Contribuir para a conservação e uso responsável do solo, da água, do ar e dos seres vivos;
- Utilizar dentro do possível, recursos renováveis nos sistemas agrícolas organizados localmente;

- Trabalhar, dentro do possível, num ciclo fechado no que respeita à matéria orgânica (resíduos das culturas, estrumes, etc.) e elementos nutritivos minerais;
- Trabalhar, dentro do possível, com materiais e substâncias que possam ser reutilizadas ou recicladas, tanto dentro como fora da exploração agrícola;
- Dar todas as condições de vida aos animais que lhes permitam atingir os aspetos básicos do seu bem-estar;
- Minimizar todas as formas de poluição que possam resultar das práticas agrícolas;
- Manter a biodiversidade (ou diversidade genética de espécies vegetais, animais e microrganismos) dos sistemas agrícolas e do meio envolvente, incluindo a proteção da vida selvagem;
- Permitir às pessoas envolvidas na produção biológica uma qualidade de vida conforme a Carta dos Direitos Humanos das Nações Unidas, de maneira a cobrir as suas necessidades básicas e obter um adequado rendimento e satisfação no trabalho realizado;
- Considerar o impacto social e ecológico do sistema agrícola;
- Produzir produtos não alimentares com base em recursos renováveis, completamente biodegradáveis e não poluentes;
- Encorajar os organismos e associações de AB a funcionar em moldes democráticos e com o princípio da divisão de poderes;
- Evoluir no sentido duma cadeia de produção inteiramente biológica que seja simultaneamente justa e ecologicamente responsável.

De modo a melhor compreender e enquadrar a importância da Agricultura Biológica, foi feita uma revisão bibliográfica com destaque para as principais estatísticas respetivas a este modo de produção no mundo, na União Europeia e em Portugal.

2.4. A Agricultura Biológica, no Mundo, na União Europeia e em Portugal

2.4.1. A Agricultura Biológica no Mundo

Segundo o Research Institute of Organic Agriculture (FIBL) e a IFOAM, desde 1999 a área total cultivada mundialmente em MPB quadruplicou, atingindo em 2014 cerca de 44 Mha (Figura 1), aproximadamente 1% da superfície agrícola utilizada (SAU).

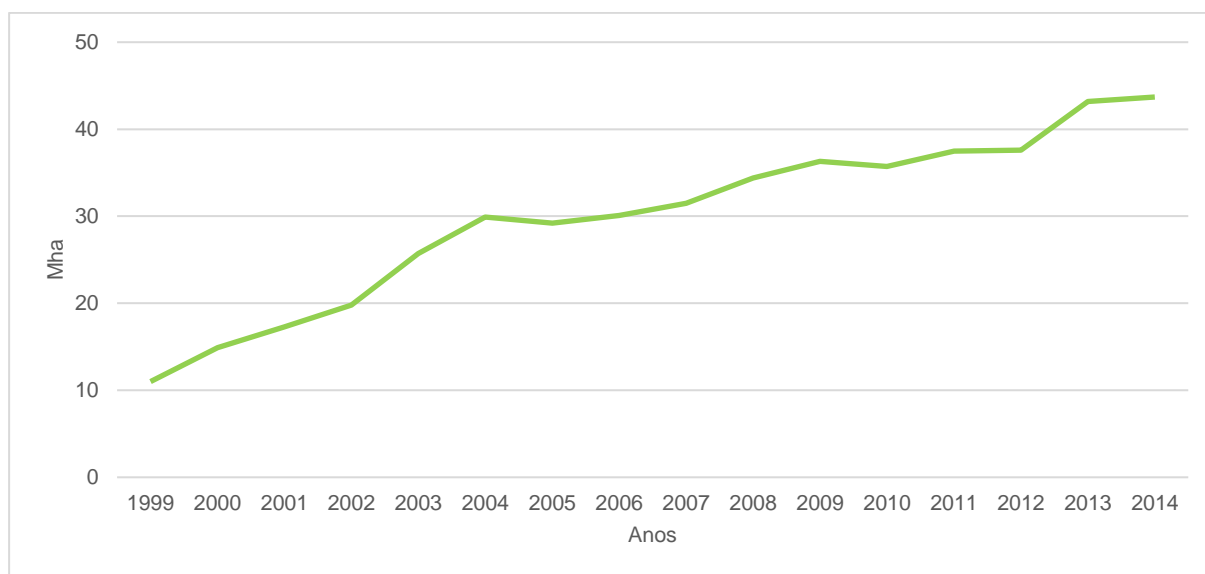


Figura 1: Evolução da área em MPB no mundo entre 1999 e 2014. Adaptado de FIBL e IFOAM (2016)

A Austrália, com 17,2 Mha, foi o país com a maior área em modo de produção biológico (dos quais 97% são pastagens), seguida pela Argentina (3,1 Mha), Estados Unidos (2,2 Mha), China (1,9 Mha), Espanha (1,7 Mha), Itália (1,4 Mha), Uruguai (1,3 Mha), França (1,1 Mha) e Alemanha (1 Mha).

O continente com a maior área dedicada à produção em modo biológico foi a Oceânia, seguindo-se a Europa e a América do Sul (Figura 2).

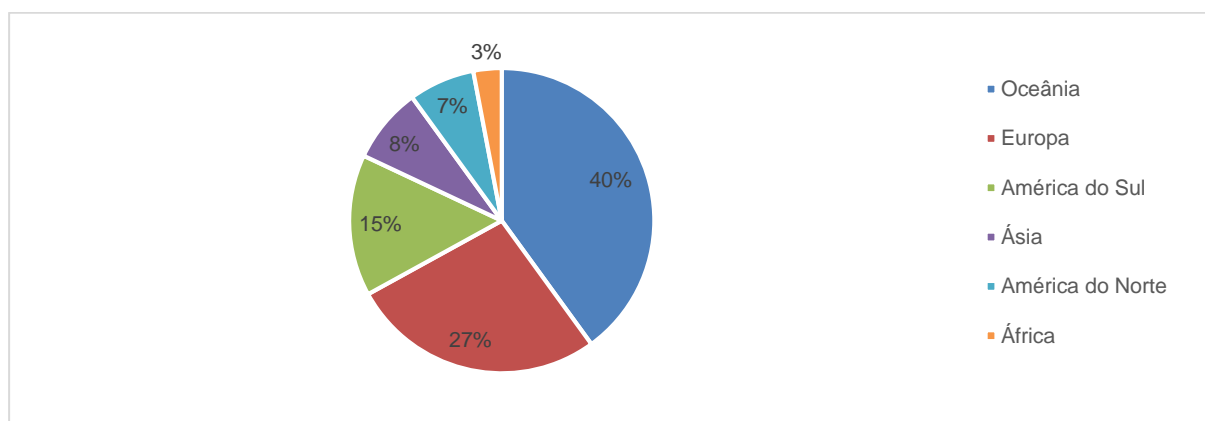


Figura 2: Distribuição da área em MPB, por continentes, em 2014. Adaptado de FIBL e IFOAM (2016)

Segundo FIBL e IFOAM (2016), em 2014, verificou-se em 11 países mais de 10% da SAU ocupada pela AB: Ilhas Falkland (36,3%), Liechtenstein (30,9%), Áustria (19,4%), Suécia (16,4%), Estónia (16,2%), Samoa (14,3%), Suíça (12,7%), São Tomé e Príncipe (12,0%), Letónia (11,2%), República Checa (11,1%) e Itália (10,8%).

As pastagens ocuparam em 2014 mais de metade do solo em MPB (Figura 3). Seguem-se os cereais, dos quais se destaca o arroz (*Oryza sativa*). As culturas permanentes dominantes são o cafeeiral (*Coffea spp.*), o olival (*Olea europaea*) e a vinha (*Vitis spp.*).

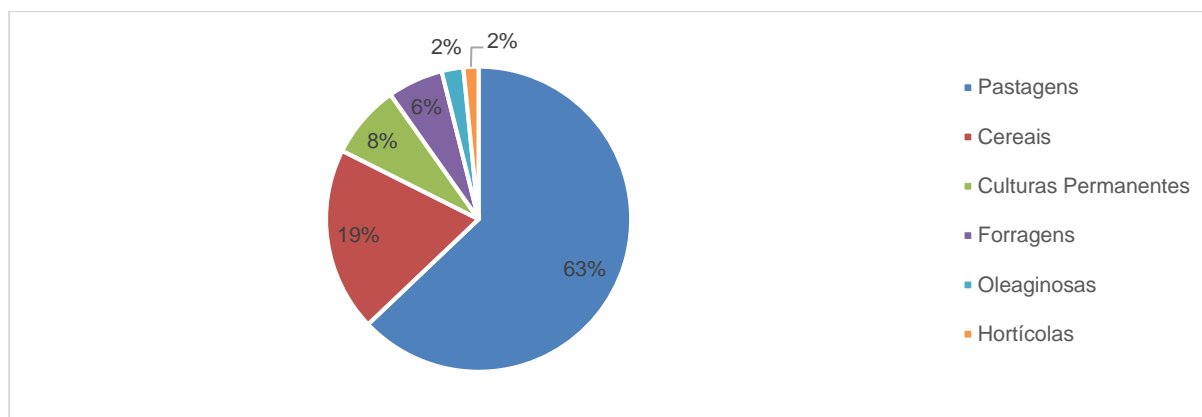


Figura 3: Distribuição das culturas em MPB no mundo, em 2014. Adaptado de FIBL e IFOAM (2016)

Em 2014, o número total de produtores ascendeu aos 2,3 milhões, dos quais 40% encontram-se no continente asiático. Nesse ano, o mercado mundial de produtos biológicos fez circular 71,5 m.M.€, sendo liderado pelos Estados Unidos (27 m.M.€), seguido da Alemanha (8 m.M.€), França (5 m.M.€) e China (4 m.M.€). O consumo *per capita* mundial situa-se nos 10 € (FIBL e IFOAM, 2016).

2.4.2. A Agricultura Biológica na União Europeia

O setor europeu dos produtos biológicos tem registado um rápido desenvolvimento na União Europeia (UE) ao longo da última década. Neste período de tempo, a área agrícola consagrada à produção biológica aumentou, em média, meio milhão de hectares por ano. Num total de 10,3 Mha (5,4% da SAU) em 2014 existiam mais de 255 mil produtores biológicos (Figura 4). Espanha (17%), Itália (13%), França (11%) e Alemanha (10%) representavam, em 2013, mais de metade de toda a superfície agrícola biológica (EC, 2013).

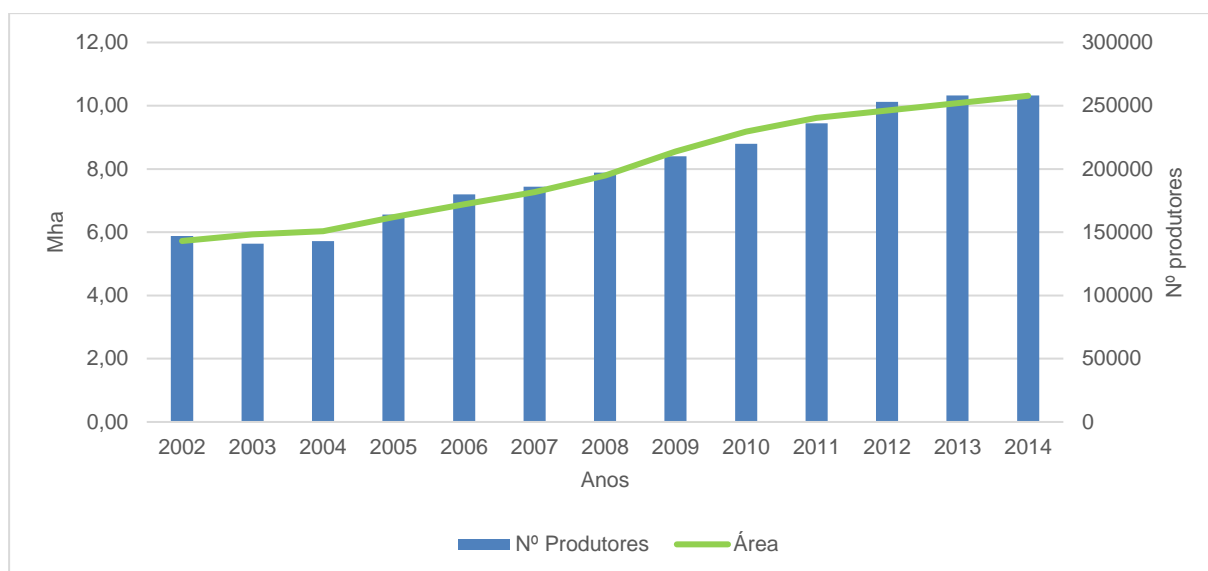


Figura 4: Evolução da área e do número de produtores em MPB na UE entre 2002 e 2014. Adaptado de EUROSTAT (2016); FIBL e IFOAM (2016)

Por ordem decrescente de área ocupada, surgem em primeiro lugar as pastagens permanentes, seguidas pelas forragens, cereais, culturas permanentes, hortícolas e oleaginosas (Figura 5). Das culturas permanentes destacam-se o olival (0,5 Mha), a vinha (0,3 Mha) e o nogueiral (*Juglans regia*) (0,2 Mha).

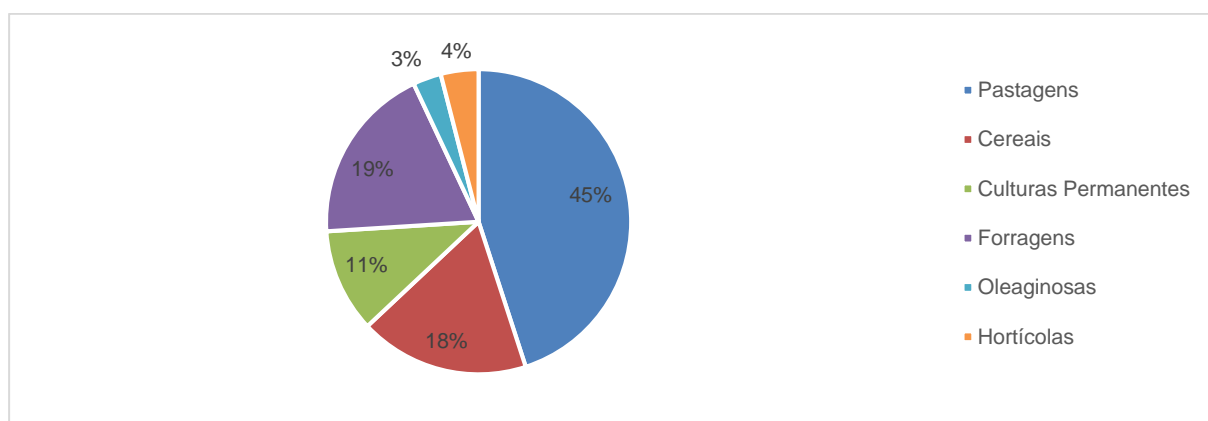


Figura 5: Distribuição das culturas em MPB na UE em 2014. Adaptado de FIBL e IFOAM (2016)

A comercialização na UE de produtos orgânicos em 2014 rondou os 23,9 m.M.€. O maior mercado é o alemão seguido pelo francês e britânico. Os países com maior consumo *per capita* foram a Suíça (221 €), Luxemburgo (164 €) e Dinamarca (162 €), situando-se a média da UE nos 47 € (FIBL e IFOAM, 2016).

2.4.3. A Agricultura Biológica em Portugal

De acordo com os dados da Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR) a área dedicada à AB representa atualmente 6,34% da SAU (DGADR, 2016). Este valor tem aumentado assim como o número de produtores (Figura 6), em consequência da crescente procura por alimentos biológicos, tanto a nível nacional como internacional e graças ao renovado interesse por este modo de produção, fruto da conjugação entre crise económica, novas gerações urbanas com fortes preocupações ambientais e dificuldade em encontrar trabalho nas atividades tradicionais.

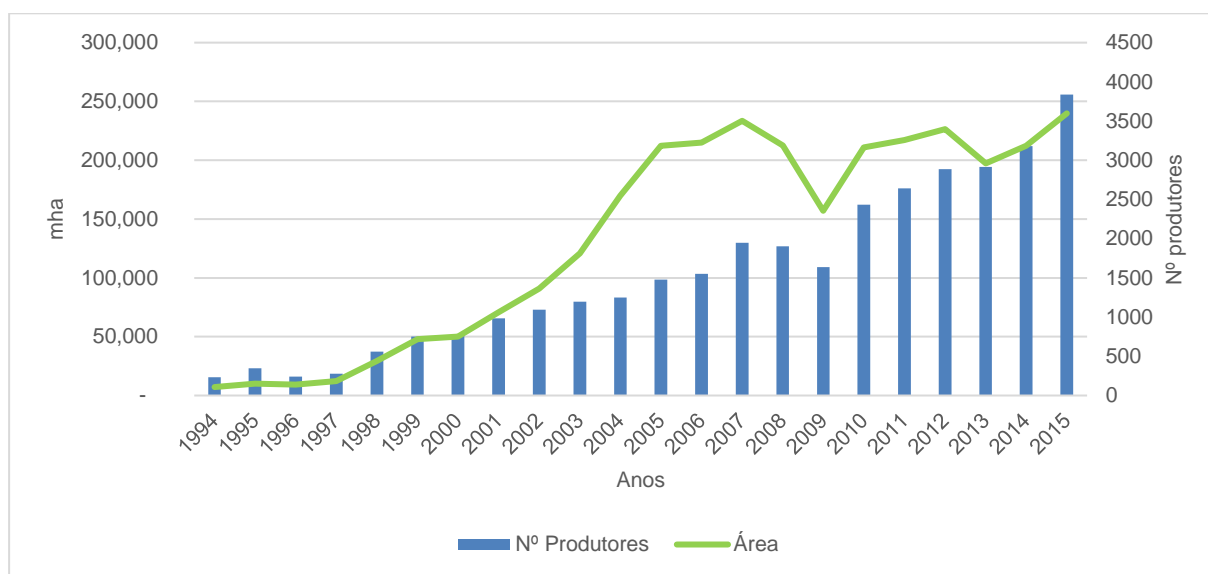


Figura 6: Evolução da área e do número de produtores em MPB em Portugal entre 1994 e 2015. Adaptado de DGADR (2016); FIBL e IFOAM (2016)

Entre 2007 e 2009 assistiu-se a uma diminuição significativa da área em MPB devido ao aparecimento em 2007 dos apoios para a produção integrada, resultando na transferência de muitos produtores para este sistema. Este facto demonstra a influência significativa das medidas políticas na agricultura nacional. Atualmente, os apoios que promovem o MPB são sobretudo por via da Política Agrícola Comum (PAC 2014-2020).

Em Portugal, as pastagens ocupam mais de metade da superfície agrícola em MPB (Figura 7). Seguem-se as culturas permanentes com destaque para o olival (9%) e o nogueiral (2%).

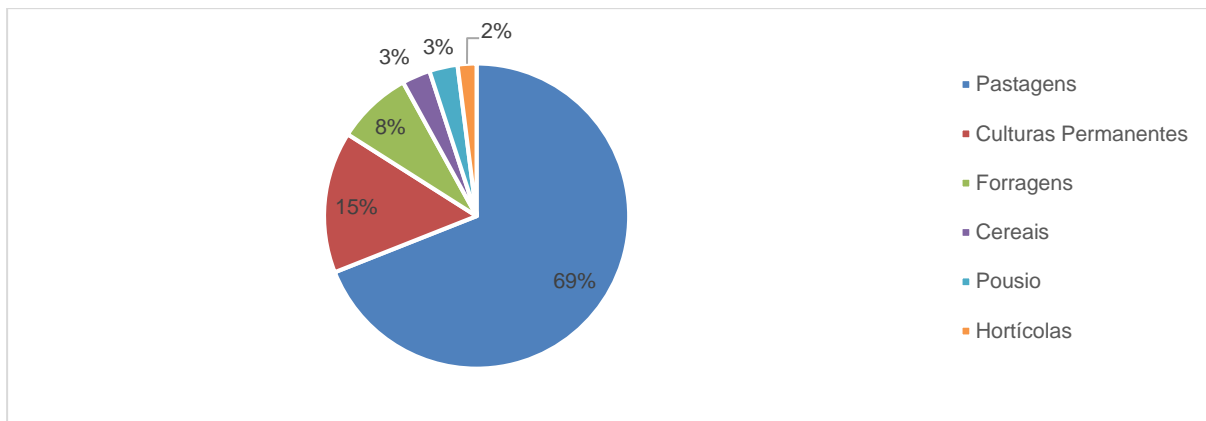


Figura 7: Distribuição das culturas em MPB em Portugal em 2015. Adaptado de DGADR (2016); FIBL e IFOAM (2016)

A comercialização em Portugal de produtos orgânicos em 2014 aproximou-se dos 21 milhões de euros e o consumo *per capita* foi de 2 euros (FIBL e IFOAM, 2016).

2.5. Infestantes, um inconveniente ou um benefício?

Segundo Amaro (2003), os agentes bióticos inimigos das culturas podem ser divididos em 3 grupos: pragas, doenças e infestantes. O mesmo autor define infestantes como as plantas que se desenvolvem onde não é desejável segundo o interesse do Homem, englobando desde algas a árvores.

Nos quadros 1, 2 e 3 apresentam-se as principais características, inconvenientes e vantagens das infestantes, respetivamente.

Os processos naturais que contribuem para a dispersão das infestantes são a água, o vento, a adesão ao pelo e penas de animais e a progressão através das cadeias alimentares.

As atividades humanas também contribuem em grande medida na dispersão das infestantes. São disso exemplo a sua introdução direta no meio, a qualidade das sementes utilizadas, as deslocações de maquinaria e o transporte de sementes, plantas, solo e estrume.

Quadro 1: Principais características das infestantes

Característica	Referências
Rápido crescimento e amadurecimento	Finney e Creamer (2008); Marques (2012); Vasconcelos <i>et al.</i> (2014); Ligenfelter (2016)
Podem reproduzir-se na fase jovem	Liebman <i>et al.</i> (2004); Finney (2008)
Toleram uma vasta gama de condições edafo-climáticas	Finney e Creamer (2008); Vasconcelos <i>et al.</i> (2014)
Apresentam várias estratégias reprodutivas e de regeneração (sementes ou propágulos)	Finney e Creamer (2008); Vasconcelos <i>et al.</i> (2014); Ligenfelter (2016)
Produzem um grande número de sementes	Finney e Creamer (2008); Marques (2012); Ligenfelter (2016)
Algumas sementes apresentam dormência	Finney e Creamer (2008); Vasconcelos <i>et al.</i> (2014); Ligenfelter (2016)
Capacidade de ocupar locais perturbados pela atividade humana	Liebman <i>et al.</i> (2004); Madge (2007); Ligenfelter (2016)
Tendem a associar-se a culturas com ciclos semelhantes	Blackshaw <i>et al.</i> (2007)

Quadro 2: Principais inconvenientes das infestantes

Inconvenientes	Referências
Competem com a cultura por água, luz, nutrientes e espaço	Madge (2007); Finney e Creamer (2008); Vasconcelos <i>et al.</i> (2014); Ligenfelter (2016)
Servem de abrigo a pragas e doenças	Liebman <i>et al.</i> (2004); Madge (2007); Finney e Creamer (2008); Ligenfelter (2016)
Aumentam os custos de produção	Finney e Creamer (2008); Ligenfelter (2016)
Interferem com os operadores, animais e maquinaria	Liebman <i>et al.</i> (2004); Finney (2008); Ligenfelter (2016)
Reduzem a quantidade e qualidade da colheita	Finney e Creamer (2008); Ligenfelter (2016)
Limitam a escolha das operações culturais	Liebman <i>et al.</i> (2004); Ligenfelter (2016)

Quadro 3: Principais vantagens das infestantes

Vantagens	Referências
Aumentam o teor de matéria orgânica do solo, reciclam nutrientes e estimulam a atividade biológica	Madge (2007); Marques (2012); Ligenfelter (2016)
Ajudam a controlar a erosão e aumentam a capacidade de retenção de água no solo	Madge (2007); Marques (2012); Ligenfelter (2016)
Algumas espécies podem servir de alimento para animais ou serem utilizadas na extração de óleos e substâncias medicinais	Madge (2007); Ligenfelter (2016)
Podem ser utilizadas como sebe, cobertura do solo ou enrelvamento e abrigar fauna auxiliar	Liebman <i>et al.</i> (2004); Marques (2012)
Servem de adubo verde e fornecem material para a compostagem	Liebman <i>et al.</i> (2004)
As leguminosas têm capacidade em fixar azoto atmosférico	Liebman <i>et al.</i> (2004)
Providenciam banco genético	Ligenfelter (2016)
Fornecem indicações sobre a natureza, estrutura e composição química do solo	Liebman <i>et al.</i> (2004); Marques (2012)

As infestantes são na sua grande maioria vistas como um problema, no entanto, pelas informações recolhidas nos quadros 1, 2 e 3, é possível afirmar que a sua presença em qualquer exploração, obriga os agricultores a um planeamento e gestão mais eficiente do seu tempo, recursos e equipamento. Paralelamente, os produtores agrícolas podem ainda retirar benefícios das vantagens que as infestantes proporcionam no ecossistema das suas explorações.

Nas diversas atividades agrícolas em MPB, muito do tempo e mão-de-obra gastos provém das tarefas para o controlo das infestantes. Neste âmbito, importa apresentar os principais métodos existentes.

2.6. Monda de infestantes em Agricultura Biológica

Como ponto de partida para qualquer gestão eficaz das plantas infestantes é necessário o conhecimento da respetiva ecologia (Delate e Hartzler, 2003).

A gestão das infestantes na agricultura é essencial para obter maiores produtividades com melhor qualidade dos produtos. O rendimento do produtor está assim condicionado por este facto (Figura 8), devendo adaptar-se às condições locais e abranger os diferentes métodos de prevenção e combate.

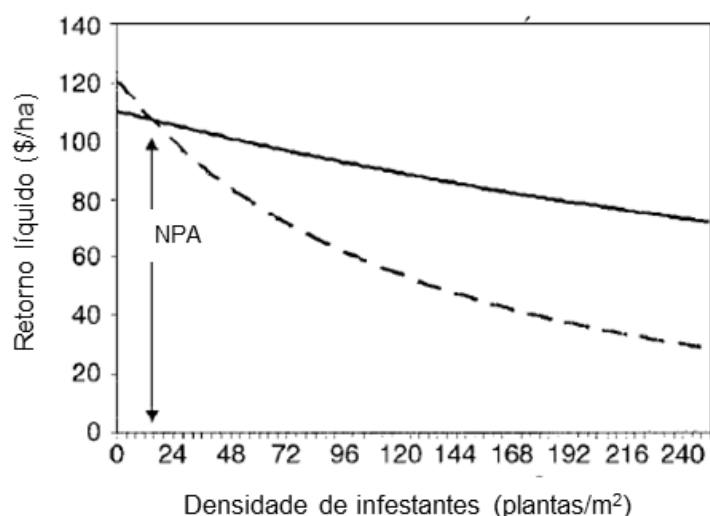


Figura 8: Retorno líquido (\$/ha) para diferentes densidades de infestantes quando é feita (linha sólida), ou não (linha tracejada), a gestão das infestantes. O nível prejudicial de ataque (NPA) representa a densidade de população mais baixa que causará prejuízos. Adaptado de Amaro (2003); Maxwell e O'Donovan (2007)

Finney e Creamer (2008) sugerem que o principal objetivo no controlo das infestantes é a redução da sua competição e reprodução para níveis aceitáveis pelo agricultor. Já para Marques (2012), o objetivo passa por otimizar o relacionamento competitivo entre infestantes e cultura instalada, identificando os fatores de supressão que limitem o seu desenvolvimento e contribuam simultaneamente para a redução das mobilizações do solo.

O período de maior sensibilidade das culturas à competição causada pelas infestantes, também designado por “período crítico de competição”, ocorre no estabelecimento das mesmas. Este facto poderá levar os agricultores a negligenciarem o controlo das infestantes após a colheita da sua cultura, permitindo um restabelecimento do banco de sementes das infestantes no solo (Christoffoleti *et al.* 2007). O período crítico de competição é superior nas culturas obtidas por sementeira em comparação com as culturas transplantadas (Blackshaw *et al.*, 2007; Mourão, 2007).

A eliminação das plantas infestantes deve ser realizada enquanto estas são jovens, preferencialmente com 1-2 cm de altura, devido à sua maior suscetibilidade e também para evitar que contribuam para o aumento da humidade junto das culturas (Mourão e Pinto, 2006).

Atualmente ainda não existem herbicidas químicos homologados para o MPB na Europa. No entanto, nos Estados Unidos, já são comercializados herbicidas de contacto para AB que têm como substâncias ativas base o ácido cítrico e o ácido acético (Finney e Creamer, 2008).

Os métodos utilizados no controlo das infestantes podem ser enquadrados na categoria de preventivos ou de intervenção direta. O diagrama apresentado na figura 9 procurou esquematizar os principais métodos existentes.

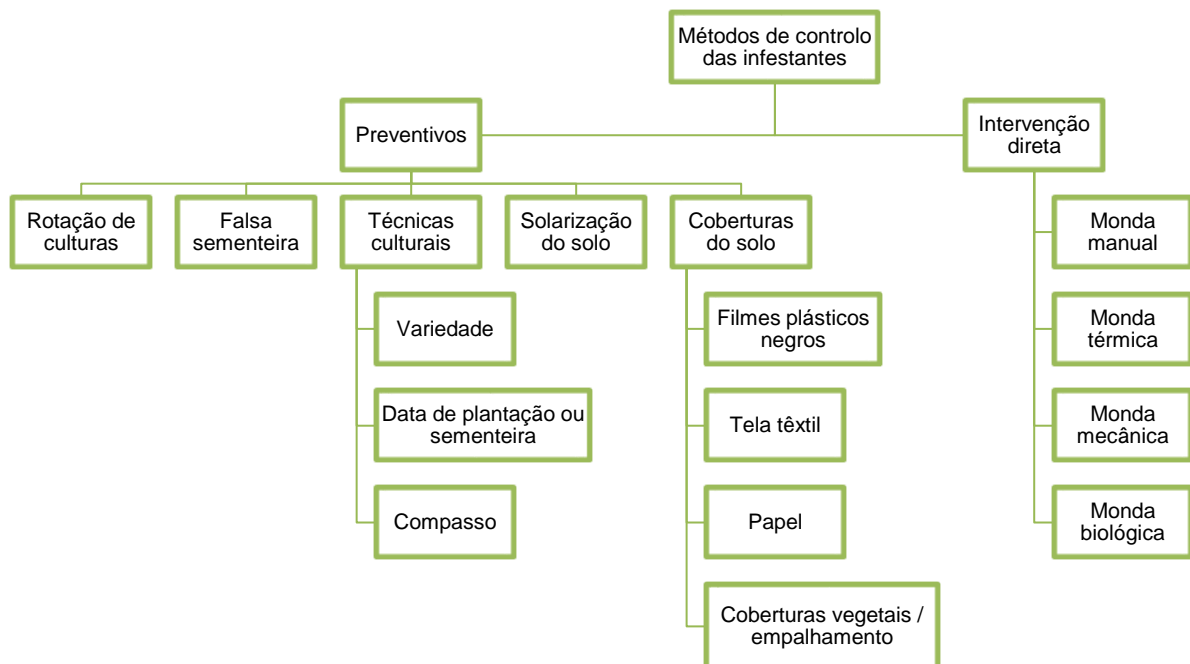


Figura 9: Esquema dos principais métodos para o controlo das infestantes em Agricultura Biológica

2.6.1. Métodos preventivos

Os métodos preventivos são aqueles que o produtor integra no sistema de gestão da exploração de modo a excluir infestantes em terrenos não infestados ou de modo a controlar a sua propagação ao longo do tempo (Muenscher, 1955; Rizzardi *et al.*, 2004).

Independentemente dos métodos preventivos utilizados é indispensável a existência de todas as condições necessárias ao normal crescimento e desenvolvimento da cultura. Quando saudáveis e vigorosas, todas as culturas aumentam a sua capacidade de competição contra as infestantes.

A gestão preventiva das infestantes é uma técnica eficiente em explorações de qualquer dimensão e pode ser implementada em todas as fases da produção, desde a aquisição de maquinaria, proveniência das sementes, água de rega, fertilizantes e compostos, aos métodos de colheita e processamento (Christoffoleti *et al.*, 2007). São disso exemplo a rotação de culturas, a falsa sementeira e a escolha das diferentes técnicas culturais.

2.6.1.1. Rotação de culturas

Uma rotação consiste na divisão do terreno em folhas de cultura (afolhamento), num número igual ou superior ao dos anos da rotação, de forma a que em cada ano, todas as folhas da rotação sejam cultivadas. O número de culturas pode ser superior ao dos anos da rotação quando se realizam no mesmo ano, na mesma folha, uma ou duas culturas intercalares, para além da principal (Ferreira, 2012).

As diferentes datas de plantação ou sementeira e colheita existentes numa rotação, fornecem aos agricultores oportunidades de prevenir o estabelecimento e a produção de sementes das infestantes (Blackshaw *et al.*, 2007)

As principais vantagens da rotação de culturas são o aumento da fertilidade do solo, a melhoria da fertilização das culturas, a eliminação e/ou diminuição do risco de pragas, doenças e ervas infestantes e o incremento da biodiversidade.

Os principais inconvenientes da rotação de culturas são o aumento da exigência no planeamento das operações culturais, mão-de-obra e maquinaria e a adequação das culturas às exigências do mercado.

2.6.1.2. Falsa sementeira

A falsa sementeira consiste numa preparação do solo para a sementeira, seguida de rega, de modo a estimular a germinação das infestantes. Estas são posteriormente destruídas por uma sacha mecânica, queimadas ou deixadas a secar (na ausência de precipitação), antes da sementeira ou plantação da cultura principal.

Esta técnica permite a redução do “*stock*” de infestantes entre 40 a 75 % e diminui a presença de gastrópodes no terreno (Rodet e Pereira, 2015).

2.6.1.3. Técnicas culturais

Os agricultores podem favorecer as suas culturas em relação às infestantes escolhendo a variedade, data de plantação ou sementeira e densidade mais adequadas (Blackshaw *et al.*, 2007). Diferentes técnicas culturais combinadas podem reduzir a biomassa infestante em 90% enquanto isoladamente apenas reduzem 5 a 10 % (Anderson, 2003).

Variedade

Para cada cultura existem variedades que têm maior competitividade contra as infestantes por apresentarem características particulares. São disso exemplo plantas com folhas mais largas, altas e com maior produção de biomassa que suprimem o crescimento das infestantes através da interceção da radiação solar (Blackshaw *et al.*, 2007).

Data de plantação ou sementeira

A data ótima de plantação varia de ano para ano consoante a meteorologia e as condições do solo. Em alguns casos é preferível adiantar de modo a um rápido estabelecimento da cultura. Noutros, é preferível atrasar com o objetivo de primeiramente controlar as infestantes e beneficiar a cultura principal com temperaturas mais quentes (Finney e Creamer, 2008).

Anderson (1999) e Blackshaw *et al.* (2007) sugerem que plantações sucessivas com apenas duas a 3 semanas de intervalo durante um período de 3 anos, contribuem para um controlo efetivo de muitas infestantes perenes.

Compasso

É possível admitir que a diminuição do compasso e conseqüente aumento da densidade da cultura aumenta a produtividade e diminui o desenvolvimento das infestantes (Figura 10). Contudo, esta estratégia apresenta alguns riscos devido à maior suscetibilidade a doenças, exploração de recursos e diminuição da qualidade do produto final (Mohler, 1996).

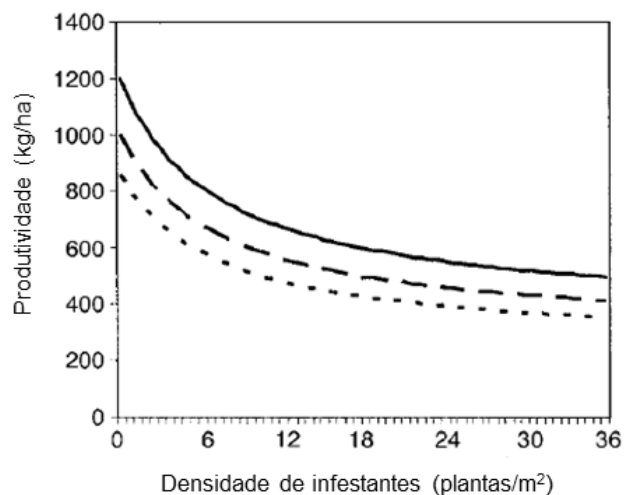


Figura 10: Influência da densidade (plantas/m²) da cultura na produtividade (kg/ha), em resposta a uma gama de diferentes densidades de infestantes (plantas/m²), onde 150 plantas/m² (linha pontilhada), 200 plantas/m² (linha tracejada) e 300 plantas/m² (linha sólida). Adaptado de Maxwell e O'Donovan (2007)

2.6.1.4. Solarização do solo

A solarização é um método de desinfecção do solo que consiste na sua cobertura com plástico transparente, durante 4 a 6 semanas dentro de estufa, ou de pelo menos 6 semanas ao ar livre. Este período de tempo é muito variável consoante as condições meteorológicas do ano, no entanto, a eficácia é maior quando realizada nos meses mais quentes e com maior radiação solar.

Sottomayor (1996) sugere que ao ar livre, a espessura do plástico utilizado deve ser maior do que em estufa para conferir maior resistência. Os valores usuais encontram-se entre os 25–50 micrómetros de espessura.

Antes da colocação do plástico, a parcela solarizada deve ser regada até à capacidade de campo de modo a permitir a condução do calor em profundidade através da água. As temperaturas do solo podem atingir valores até 55 °C, eliminando ou reduzindo eficazmente o número de fungos, nemátodos, bactérias e infestantes nocivos para as culturas.

Após a remoção do filme, não se deve mobilizar o solo antes da instalação da cultura seguinte, de forma a evitar o transporte de sementes de infestantes viáveis, que se encontrem abaixo da camada superficial (Mourão, 2007).

A solarização combinada com a biofumigação tem sido referida como método de controlo de infestantes como a grama (*Cynodon dactylon*) e a junça (*Cyperus rotundus*) (Dainello, 2006).

2.6.1.5. Coberturas do solo

As coberturas do solo (“*mulching*” na língua inglesa) são aplicadas sobre este para suprimir a germinação das sementes infestantes pela ausência de luz e barreira física criada (Grundy e Bond, 2007). Podem ser praticadas em toda a superfície do solo ou apenas em faixas ou camalhões de culturas como o melão (*Cucumis melo*), morango (*Fragaria x ananassa*), tomate (*Solanum lycopersicum*), pimento (*Capsicum annuum*), pepino (*Cucumis sativus*), alface, entre outras (Mourão, 2007). A composição e durabilidade dos materiais utilizados são muito variável existindo várias opções orgânicas e inorgânicas (Grundy e Bond, 2007).

De seguida são apresentados os principais tipos de materiais para cobertura do solo.

Filmes de plástico

Nas últimas décadas, tem-se assistido a um uso extensivo e em constante expansão de filmes plásticos na agricultura, principalmente os de polietileno de baixa densidade, devido ao seu baixo custo, fácil manuseamento e propriedades elásticas (Briassoulis, 2005; Graci *et al.*, 2008). Dos 6 milhões de toneladas de materiais plásticos consumidos na agricultura todos os anos, mais de 10% são filmes de plástico para cobertura do solo (Costa *et al.*, 2014).

Kasirajan e Ngouajio (2012) e Agrobiofilm (2013) sugerem como benefícios no uso de plásticos de cobertura do solo o aumento da temperatura e da conservação da humidade no solo, o aumento da precocidade e produtividade da cultura, a redução das infestantes, determinadas pragas e doenças, a utilização mais eficiente de água e nutrientes no solo, a diminuição da dependência de algumas condições climáticas, a menor compactação do solo e a maior limpeza dos frutos e hortaliças.

Apesar de todas as vantagens referidas, existem várias limitações ao uso de filmes plásticos, nomeadamente os custos de remoção, a eliminação/reciclagem dos plásticos utilizados e sobretudo as questões de índole ambiental (Dias, 2015).

O uso de filmes plásticos biodegradáveis parece ser uma solução promissora uma vez que se podem biodegradar no solo, minimizando os custos de remoção e eliminação (Kijchavengkul *et al.*, 2008).

Os filmes feitos de películas à base de amido misturadas com polímeros sintéticos, podem ser incorporados no solo no fim do período de colheita, sofrendo um processo de biodegradação através da ação dos microrganismos no solo (Moreno e Moreno, 2008). Também existem plásticos biodegradáveis que sofrem oxidação ou termo-oxidação quando expostos à radiação ultravioleta ou calor (Sivan, 2011).

Os filmes de plástico preto apresentam um melhor efeito contra as plantas infestantes, em comparação com os filmes transparentes, pela redução da radiação solar transmitida e inibição da germinação (Mourão, 2007).

Tela têxtil

A utilização de tela têxtil na cobertura dos camalhões de diversas culturas hortícolas e permanentes é uma boa alternativa aos filmes plásticos não biodegradáveis e apresenta uma durabilidade média de 7 anos (Mourão, 2007).

Para além da durabilidade, as principais vantagens são o aumento da permeabilidade, conservação da humidade no solo e diminuição da erosão. As desvantagens são as mesmas referidas para os filmes de plástico.

Papel

O papel ou cartão sem tintas pode ser utilizado na cobertura do solo em faixas, não apresentando qualquer problema de poluição ambiental (Mourão, 2007).

As principais vantagens desta técnica são a sua abundante disponibilidade e rápida biodegradabilidade. As principais desvantagens são a sua suscetibilidade ao vento e à chuva, assim como o risco de incêndio.

Coberturas vegetais / empalhamento

Esta prática consiste no revestimento do solo com palhas de cereais sem sementes (empalhamento) ou outros resíduos vegetais como plantas infestantes cortadas e deixados à superfície do solo, resíduos das culturas, fetos, bagaços, matos, cascas, aparas de madeira ou folhas e ramos de árvores.

O empalhamento é há muitos anos utilizado pelos ingleses na cultura do morango, como denuncia a tradução à letra de “*strawberry*” (baga da palha).

Na escolha do material a utilizar deve-se ter em atenção a sua composição química, disponibilidade local e as características do solo (Strecht e Ferreira, 2012).

As vantagens da cobertura vegetal / empalhamento são a limitação do desenvolvimento das infestantes pelo bloqueio à entrada de luz, o aumento da fertilidade e permeabilidade do solo, o aumento da incorporação de matéria orgânica e da biodiversidade, a diminuição da erosão e perdas de água por evaporação do solo e a estabilização da temperatura do solo.

As limitações da cobertura vegetal / empalhamento são a retenção de grandes quantidades de água no solo (onde o aumento da humidade contribui para o aparecimento de doenças) e a maior exigência de mão-de-obra na colocação do material e transporte, caso não seja produzido localmente.

Com todas as restantes variáveis constantes, ao adicionar materiais ao solo com uma razão C:N superior a 24:1 resulta um défice de azoto temporário (imobilização do azoto pelos microrganismos do solo); de um material com razão C:N inferior a 24:1 resulta um excesso de azoto temporário (mineralização do azoto pelos microrganismos do solo). A razão C:N da palha de trigo é 80:1 (USDA, 2011).

Atualmente, algumas espécies vegetais podem ser produzidas especificamente para empalhamento, nomeadamente o centeio (*Secale cereale*), o trigo mourisco ou sarraceno (*Fagopyrum esculentum*), o sorgo (*Sorghum bicolor*) e o trevo-branco (*Trifolium repens*), pelo seu rápido crescimento e elevada produção de biomassa (Marques, 2012; Rodet e Pereira, 2015).

O centeio é resistente ao frio e os seus resíduos produzem grande quantidade de substâncias com efeito alelopático que quando deixados à superfície do solo são lixiviadas e impedem a germinação de algumas sementes (Dainello, 2006). A supressão é efetiva cerca de 30 a 60 dias após o corte. No entanto, se a palha for incorporada no solo perde-se o efeito pretendido (Marques, 2012).

Sullivan (2003) sugere que a cobertura vegetal na superfície do solo pode reduzir a emergência das infestantes entre 75% e 90%. Quanto mais espessa for a camada de cobertura vegetal, maior é a supressão das infestantes.

2.6.2. Métodos de intervenção direta

Os métodos de intervenção direta só deverão ser adotados quando as medidas preventivas não são suficientes para um controlo eficaz das infestantes. Podem recorrer-se a ferramentas e alfaias de que são exemplo: enxadas, sachos, barras de corte, motocultivadores, mondador térmico, multifresa, sachador de estrelas, vibrocultor, grade de dentes flexíveis, sachador de escovas, entre outros (Marques, 2012). A escolha do equipamento a utilizar deve ter em conta o tipo de infestante, a dimensão da parcela, a sua inclinação, o estado do terreno e da meteorologia, o tipo de cultura, técnicas associadas (sistema de rega, compasso, entre outros) e o custo da operação.

2.6.2.1. Monda manual

A monda manual consiste em: “*arrancar à mão, ou com o sacho, a erva, que cresce entre os pães, antes de encanarem*” (Moraes, 1813). Até à generalização do uso de herbicidas e de outras biotecnologias, o mondador ou a mondadeira era o trabalhador agrícola que efetuava esta tarefa da maior importância para que as colheitas cerealíferas fossem produtivas (Figura 11).



Figura 11: “*Two men turning over the soil*” de Jean-François Millet (França, 1814–1875)

Retirado de: <http://www.mfa.org/collections/object/two-men-turning-over-the-soil-31626>

A monda é de extrema importância para o sucesso das colheitas, daí que já no século XVI se tenha determinado por lei (carta de lei de 12/2/1564) que os lavradores que semeassem trigo (*Triticum spp.*), centeio e cevada (*Hordeum vulgare*) “fizessem mondar as searas de toda a erva e mato, nos meses de Março, Abril e Maio, e os milhos no tempo em que fosse mais necessário, conforme a qualidade da terra”, sob pena de multa. A monda era um trabalho maioritariamente feminino, duro e mal pago, com particular incidência no Alentejo, onde predominava o latifúndio (Almeida, 1925).

A sacha manual, muitas vezes necessária no controlo de infestantes na linha das culturas, é praticada com enxada ou sacho, podendo também utilizar-se outras alfaias que em boas condições de humidade do solo, podem facilmente desenterrar as plantas infestantes jovens (Mourão, 2007).

Vasconcelos *et al.* (2014) sugerem que a monda manual é um método muito lento e dispendioso em mão-de-obra. Segundo os mesmos autores, esta operação deve ser realizada antes da floração e frutificação das infestantes para evitar a sua multiplicação por sementes e conseqüente reposição do banco de sementes no solo.

2.6.2.2. Monda térmica

A monda térmica baseia-se no recurso a fogo, água quente, vapor ou congelamento para provocar a rutura das paredes celulares. Temperaturas na ordem dos 55 a 95 °C são letais para a maioria das folhas e caules. A uma distância de 10 a 20 cm, um tempo de exposição à chama de 0,1 segundos é suficiente para matar os tecidos vegetais (Daniell *et al.*, 1969)

Smith *et al.* (2000) referem que os queimadores a gás propano na fase líquida (botijas invertidas) ou gasosa, montadas no trator, em carrinhos de mão ou transportadas pelo operador são os principais equipamentos utilizados neste método. Os mesmos autores sugerem que as condições para uma monda térmica eficaz são a distância entre linhas no mínimo de 20 cm, o solo com poucos torrões e pedras para evitar a absorção da energia

térmica, a aplicação ser realizada na ausência de vento e quando a superfície das plantas estiver seca, o ângulo do queimador com a superfície entre 30 a 40° e uma velocidade de avanço entre 3 a 4 km/h.

A monda térmica pode ser usada em pré-emergência de culturas como a cenoura (*Daucus carota*), após uma falsa sementeira ou sobre as linhas de culturas como a cebola, alho (*Allium sativum*) e milho (*Zea mays*), que suportam bem o choque térmico (Ascard, 1989; Mourão, 2007). Segundo Mourão (2007), a monda térmica é um processo mais dispendioso que o controlo por meios mecânicos e, se aplicado mecanicamente, apresenta um maior custo ambiental pelo maior consumo de energias não renováveis.

A influência da monda térmica nos microrganismos e fauna do solo não é negativa uma vez que este se comporta como isolante e absorve a maioria do calor (Whelan, 1995). Rahkonen *et al.* (1999) mediram aumentos de temperatura de apenas 1,2 °C a um centímetro de profundidade.

2.6.2.3. Monda biológica

A monda biológica recorre ao uso de organismos vivos para combater a problemática das infestantes. Em teoria, todos os herbívoros podem ser considerados agentes biológicos de controlo. Um espectro mais alargado poderá incluir vírus e bactérias (Blossey, 2007).

Atualmente ainda existem muitas questões em aberto e poucos estudos sobre como implementar um sistema eficaz de controlo biológico de infestantes. Contudo, Greer e Diver (2000) referem o uso de galinhas da Índia para eliminação de infestantes em estufas de tomate, salientando que estas, ao contrário das galinhas domésticas (*Gallus gallus domesticus*), alimentam-se também de insetos que se encontram nas plantas sem danificarem os frutos.

Um exemplo prático da aplicação de monda biológica, consiste na colocação, antes da plantação ou sementeira, de estruturas tipo túnel por onde circulam galinhas (Figura 12). Estas alimentam-se das sementes e plantas infestantes contribuindo para o seu controlo e fertilização do solo.



Figura 12: Monda biológica das infestantes com recurso a galinhas

Retirada de: <http://www.sra.pt/dica/index.php/bio/176-agricultura-biologica-e-recursos-locais>

2.6.2.4. Monda mecânica

A monda mecânica consiste numa mobilização do solo através das operações de lavoura (charrua), gradagem (grade de discos ou de dentes), escarificação (escarificador, vibrocultor), fresagem ou mobilização com cavadora simples montada num motocultivador. A maioria das ferramentas e alfaías utilizadas está constantemente a ser inovada, existindo atualmente mondadores automáticos capazes de fazer a distinção entre planta infestante e cultura, dos quais são exemplos os robôs *OZ* e *Robocrop*.

Para as plantas infestantes vivazes devem utilizar-se alfaías de dentes, que tragam os órgãos subterrâneos para a superfície sem serem fragmentados, para não provocar a sua propagação.

De modo a aumentar a eficácia da sacha em culturas instaladas, esta deve ser realizada em condições de pouca humidade, solo seco à superfície e com a profundidade idealmente regulada, para não perturbar as raízes da cultura principal.

A monda mecânica raramente é suficiente para controlar as infestantes no longo prazo, devendo ser incorporada numa estratégia de gestão que integre métodos preventivos.

2.7. Cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é cultivada pelas suas folhas, normalmente consumidas cruas em saladas. Estas são maioritariamente constituídas por água (95 %), mas também fornecem minerais e fibra à dieta humana (Maroto, 2002). A alface pertence à família das Asteráceas. Apresenta-se como uma das cerca de cem espécies do género *Lactuca*, relativamente próxima do género *Cichorium*, e terá tido como centros de origem o Próximo Oriente e o Mediterrâneo. Quanto à morfologia, define-se a alface como uma planta herbácea anual, com a parte aérea bastante polimórfica e o sistema radicular apumado, pouco ramificado e superficial (Almeida, 2006).

O ciclo cultural da alface depende da região, da variedade, da época do ano e se está em estufa ou ao ar livre. Admite-se em média 7 semanas na época de primavera-verão e 11 semanas durante o inverno.

A alface é uma cultura microtérmica e a formação do repolho é influenciada sobretudo pela temperatura noturna e pela luminosidade. Quando expostas a temperaturas elevadas e a condições de baixa luminosidade as alfaces têm dificuldade em formar o repolho. Para condições opostas o inverso sucede-se. Com elevada temperatura e humidade as plantas podem começar a formar repolhos prematuros que permanecem pequenos e sem qualidade (Almeida, 2006).

Um resumo das preferências e tolerâncias edafo-climáticas da cultura da alface encontra-se no quadro 4.

Quadro 4: Preferências e tolerâncias edafo-climáticas da alface

Parâmetro		Preferência / Tolerância	
Temperatura	germinação	máxima	2 – 5 °C
		ótima	15 – 25 °C
		máxima	30 °C
	média mensal ótima		15 – 20 °C
	fase de produção de folhas		12 – 15 °C (dia); 10 – 12 °C (noite)
	fase de formação do repolho		10 – 12 °C (dia); 2 – 6 °C (noite)
	ótima do solo		13 – 15 °C
Textura do solo		franca	
Tolerância à salinidade		moderada	
Máxima salinidade do solo		1,3 dS.m ⁻¹	
Intervalo ótimo de pH		5,5 – 7,2	
Tolerância à acidez		reduzida	
Tolerância à má drenagem		reduzida	

Adaptado de Maroto (2002) e Almeida (2006)

Numa rotação, os precedentes culturais a evitar na alface são as Asteráceas, Brássicas e Fabáceas, enquanto as Solanáceas, Cucurbitáceas e Apiáceas favorecem o desenvolvimento da cultura. As consociações mais benéficas para a alface são com couves (*Brassica oleracea*), beterraba (*Beta vulgaris esculenta*), cenoura, pepino, cebola, espinafre (*Spinacia oleracea*), fava (*Vicia faba*), morangueiro ou rabanete (*Raphanus sativus*) (Ferreira, 2012; Rodet e Pereira, 2015). A associação mais desfavorável é com a salsa (*Petroselinum crispum*) (Rodet e Pereira, 2015).

Segundo Almeida (2006), a cultura da alface pode instalar-se por sementeira directa ou por transplantação, devendo o terreno ser preparado de modo a favorecer a drenagem interna do solo e deixar a superfície regularizada e superficialmente esmiuçada. O mesmo autor refere que a cultura da alface é pouco exigente em nutrientes, mas necessita de os ter facilmente disponíveis devido ao fraco desenvolvimento do sistema radicular.

A fase crítica do ciclo cultural da alface quanto à necessidade em água é no estabelecimento da cultura.

A cultura da alface é pouco competitiva com as infestantes devido ao seu pequeno porte (Blackshaw *et al.*, 2007). O combate às infestantes através de sachas manuais ou mecânicas pode ser efetuado quando as plantas têm 10-12 folhas e deverá ser feito com minúcia para não danificar o sistema radicular (Almeida, 2006). A cobertura do solo com filmes plásticos

negros ou materiais orgânicos, assim como a solarização do solo e a monda térmica são outras formas de controlar as infestantes na cultura da alface em modo de produção biológico.

A alface pode colher-se em qualquer altura do desenvolvimento vegetativo, sendo o momento ideal determinado pelas exigências e preços do mercado e pelo compromisso entre rendimento e qualidade (Almeida, 2016).

2.8. Cultura da cebola

A cebola (*Allium cepa* L.) é cultivada pelo seu bolbo, normalmente consumido em fresco ou após transformação industrial em produtos desidratados ou congelados. A cebola é maioritariamente constituída por água (90%), fornece hidratos de carbono e praticamente não contém gordura. A cebola pertence à família das Aliáceas e terá tido como centro de origem a Ásia Central (Maroto, 2002). Quanto à morfologia, define-se a cebola como uma planta herbácea bienal, com folhas cilíndricas e o sistema radicular fasciculado, pouco ramificado e superficial (Almeida, 2006).

As variedades de cebolas de dia-curto formam o bolbo quando o fotoperíodo é superior a 11 horas e são geralmente colhidas na primavera. As variedades intermédias e de dia-longo formam o bolbo quando a duração do dia ultrapassa as 13 e as 14 horas, respetivamente, e são colhidas no verão (Almeida, 2006).

A cebola é uma cultura de estação fresca com um ciclo cultural médio entre 130-150 dias para plantas transplantadas.

Um resumo das preferências e tolerâncias edafo-climáticas da cultura da cebola encontra-se no quadro 5.

Os precedentes culturais a evitar na cebola são as Aliáceas hortícolas, enquanto as Solanáceas, Cucurbitáceas, Crucíferas e Fabáceas favorecem o desenvolvimento da cultura.

As consociações mais benéficas para a cebola são com alfaces, beterraba, cenoura, tomate, camomila (*Matricaria recutita*), couves, morangueiro ou rabanete (Ferreira, 2012; Rodet e Pereira, 2015). As associações desfavoráveis são com ervilha (*Pisum sativum*), fava, feijão (*Phaseolus vulgaris*) e lentilha (*Lens culinaris*) (Rodet e Pereira, 2015).

Segundo Almeida (2006), a cultura da cebola pode instalar-se por sementeira direta, transplantação ou através de bolbos com pequeno calibre (*sets*), devendo o terreno ser preparado de modo a apresentar uma boa estrutura nos primeiros 25 cm de profundidade. O mesmo autor refere que a cultura da cebola é muito exigente em nutrientes, sobretudo fósforo e potássio.

As fases críticas do ciclo da cebola quanto à necessidade em água são no estabelecimento da cultura e desde a formação do bolbo até ao início da maturação.

A cebola é muito pouco competitiva com as infestantes devido à sua reduzida taxa de crescimento inicial e por não ensombrar as plantas adventícias mesmo quando desenvolvida (Almeida, 2006). O controlo das infestantes nesta cultura em MPB é feito preferencialmente com monda térmica, sachas mecânicas ou manuais.

Em climas mediterrânicos a colheita da cebola é efetuada manual ou mecanicamente, no final da senescência das folhas. (Almeida, 2016).

Quadro 5: Preferências e tolerâncias edafo-climáticas da cebola

Parâmetro		Preferência/tolerância	
Temperatura	germinação	mínima	1,4 – 3,5 °C
		ótima	20 – 25 °C
		máxima	40 °C
	vegetação	mínima	5 °C
		ótima	13 – 24 °C
		máxima	45 °C
	T ₀ crescimento plântula		6 °C
T ₀ produção folhas		2 °C	
Textura do solo		franca ou arenosa	
Tolerância à salinidade		reduzida a moderada	
Máxima salinidade do solo		1,2 dS.m ⁻¹	
Intervalo óptimo de pH		6,0 – 7,0	
Tolerância à acidez		reduzida	
Tolerância à má drenagem		reduzida	

Adaptado de Maroto (2002) e Almeida (2006)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. A empresa

Na procura por um local onde fosse possível realizar a componente mais prática desta dissertação, encontraram-se na Biofrade todas as condições necessárias que prontamente foram disponibilizadas.

A Biofrade é uma empresa familiar que iniciou o MPB em 1991. A partir 1998 passou a produzir e comercializar exclusivamente produtos de Agricultura Biológica (Biofrade, 2016).

António Gomes, um dos fundadores, já estava ligado à agricultura biológica desde 1989. Na altura, a terminar o curso de Engenharia Agrícola em Santarém, participou num colóquio sobre a AB onde achou o sistema de produção interessante. Quando teve oportunidade decidiu arriscar e experimentar (Félix, 2012).

Desde o início da empresa que toda a família promove a AB, organizando ao longo do ano várias visitas à exploração. Estas têm o objetivo de explicar como produz um agricultor em MPB e quais as épocas de cada produto. Promovem ainda inúmeras experiências didáticas com algumas hortaliças (Figura 13).



Figura 13: Logótipo da empresa, palestra e cultura da alface na estufa da Biofrade

A Biofrade localiza-se no concelho da Lourinhã, com sede na aldeia do Casal Frade. O armazém situa-se na aldeia do Casal Frade, mas a maioria dos campos de produção da empresa encontram-se dispersos pelo concelho, nomeadamente na aldeia do Toxofal de Baixo, onde foram construídas as estufas (Félix, 2012).

Atualmente os terrenos da Biofrade estendem-se por cerca de 30 ha, sendo 1 ha de estufas. As principais culturas são: batata (*Solanum tuberosum*), abóbora (*Cucurbita* spp.), tomate e couve. Esta empresa foi uma das primeiras em Portugal na produção de ovos biológicos e de alguns outros produtos transformados, como compotas e derivados do tomate. Com o tempo especializou-se na produção e comercialização de frutas, legumes e frutos secos (Biofrade, 2016).

Além dos produtos de produção própria, a Biofrade trabalha com diversos produtores nacionais e internacionais para manter uma vasta oferta durante todo o ano, recorrendo à importação quando não existe produção nacional.

A empresa possui uma equipa especializada e uma estrutura logística de frio para a distribuição dos seus produtos, tanto com viaturas próprias como com empresas especializadas. Estão por isso preparados para a venda de produtos a granel ou embalados.

Têm como principais clientes a grande distribuição, supermercados especializados, restaurantes, escolas, revendedores de produtos AB e Mercados-Bio (Biofrade, 2016).

São certificados pela ECOCERT-Portugal, Certificado de Agricultura Biológica n.º63/12.

3.2. Localização do ensaio

A parcela onde foi conduzido o ensaio experimental encontra-se a 55 metros de altitude e tem como coordenadas geográficas do seu centróide: 39.25927 e -9.29774. Encontra-se na aldeia do Toxofal de Baixo que pertence ao conselho da Lourinhã. No terreno denominado de “Cabreiro” foram definidas duas parcelas homogéneas, uma para cada cultura (Figura 14). A compartimentação deste campo é feita maioritariamente com sebes de cana-do-reino (*Arundo donax* L.).



Figura 14: Localização do terreno denominado “Cabreiro” onde foi realizado o ensaio (limitado a vermelho); sombreada a amarelo encontra-se a parcela da cebola e a verde a da alface). Adaptado de Google Maps (www.google.pt/maps/)

3.3. Caracterização climática

Na Lourinhã, a temperatura média anual do ar ronda os 15,2 °C e a precipitação média anual varia entre os 600-700 mm. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é Csb, isto é, um clima temperado, com precipitação predominante nos meses de inverno e com um verão temperado (temperatura média do ar no mês mais quente < 22 °C e temperaturas médias do ar nos 4 meses mais quentes > 10 °C).

O clima da Lourinhã é caracterizado por fracas amplitudes térmicas anuais, precipitação moderada, humidade relativa elevada (> 80 %) e com nevoeiros frequentes durante as manhãs de verão. Só muito raramente a região é atingida pelas vagas de calor continental.

Devido à ausência de normais climatológicas na Lourinhã, foram usadas as médias das estações meteorológicas mais próximas (Cabo Carvoeiro, Caldas da Rainha e Torres Vedras), para ser possível elaborar um diagrama ombrotérmico de Gausse (Figura 15).

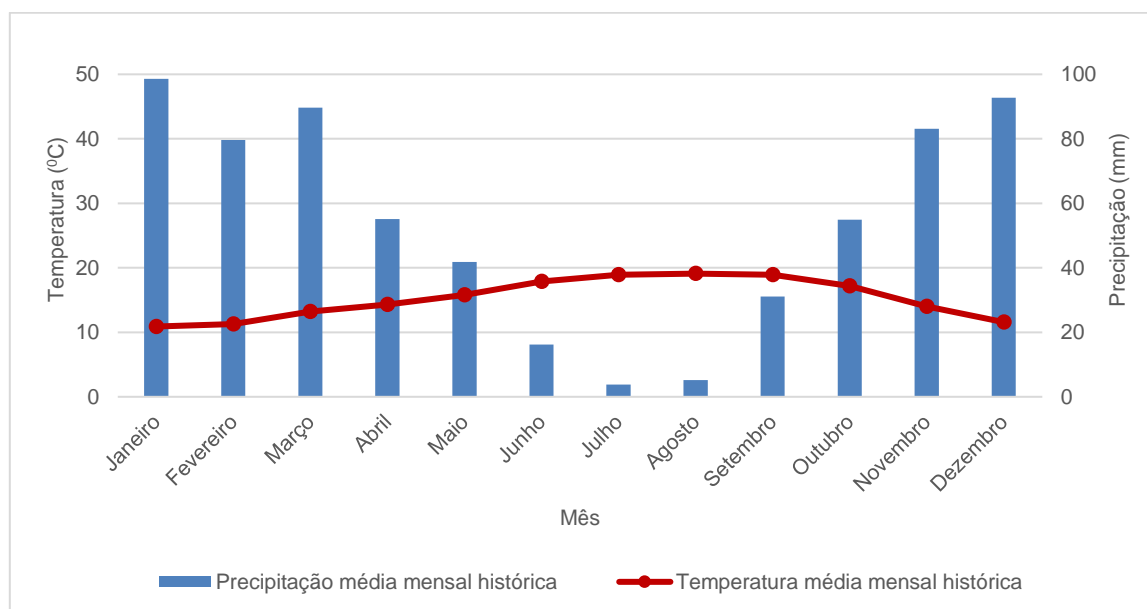


Figura 15: Diagrama ombrotérmico de Gausse para a Lourinhã (média das 3 estações mais próximas). Adaptado de Normais Climatológicas 1971 – 2000, IPMA (2006)

Segundo Varela (2008), a área do concelho da Lourinhã caracteriza-se por ter elevada humidade relativa, onde frequentemente se verificam nevoeiros e temperaturas amenas no verão, com uma quase total ausência de geada no inverno, proporcionando condições ótimas para a agricultura.

3.4. Delineamento experimental e metodologia geral do ensaio

Foi realizado para ambas as culturas um delineamento experimental comparativo das técnicas em estudo com blocos casualizados. Cada bloco foi dividido em 4 talhões, num total de 4 repetições como demonstram as figuras 16 e 17.

Para uma fácil e rápida identificação dos 32 talhões foi atribuído a cada um deles, uma letra, um número romano e um número árabe. A letra indicava a cultura (“A” = alface e “C” = cebola), o número árabe a técnica utilizada (1 = Agrobiofilm®, 2 = monda térmica, 3 = monda manual, 4 = empalhamento) e o número romano a repetição (I, II, III ou IV).

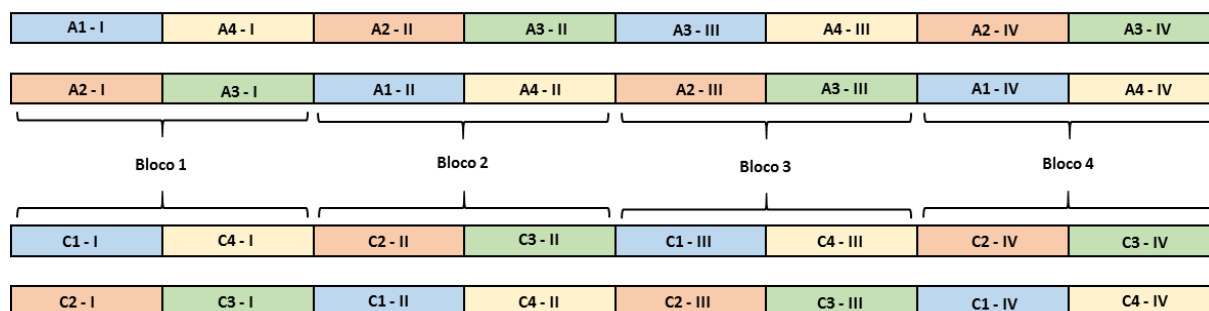


Figura 16: Esquema ilustrativo do ensaio em blocos casualizados

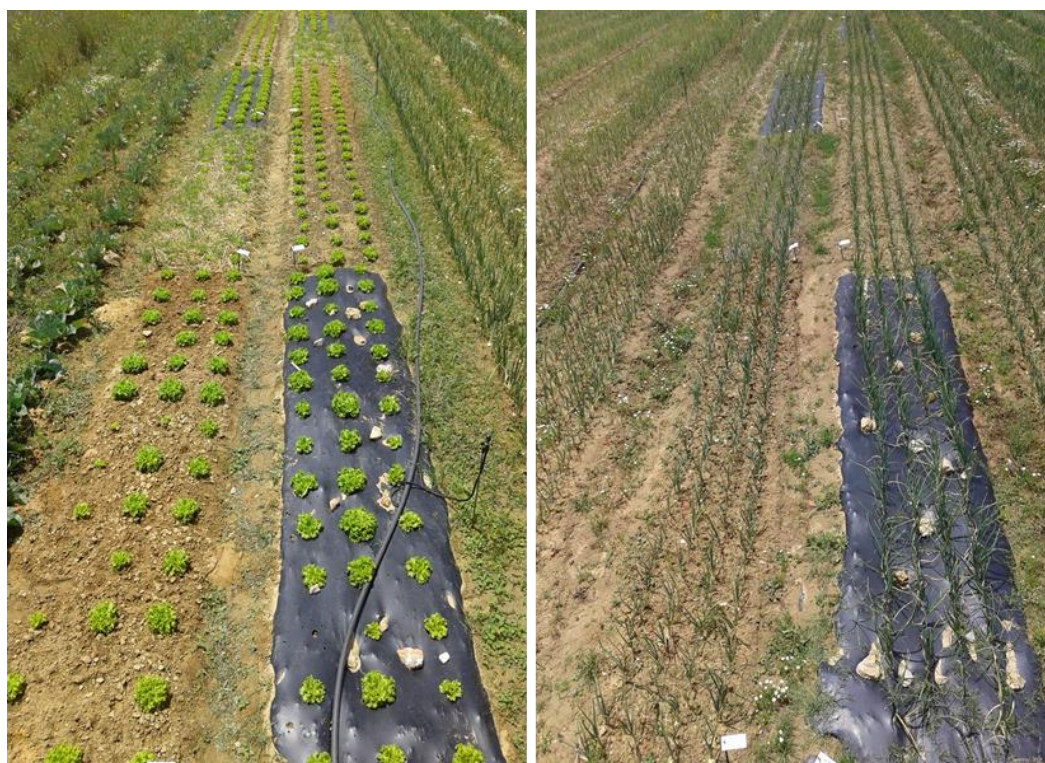


Figura 17: Fotografia aérea dos blocos 1 e 2 no ensaio experimental para a cultura da alface (esquerda) e da cebola (direita)

3.4.1. Análises de terra

As amostras de terra foram recolhidas de acordo com as técnicas enunciadas por Ribeiro *et al.* (2013). Definiram-se duas parcelas homogêneas, uma para cada cultura. Apesar dos locais de ensaio se situarem no mesmo terreno, analisou-se a terra em separado, uma vez que o antecedente cultural não tinha sido idêntico. Também foram perceptíveis algumas pequenas diferenças quanto à textura e à topografia. No dia 27 de janeiro deu-se início à recolha aleatória das amostras parciais, 18 por parcela, entre 0 a 20 centímetros de profundidade (Figura 18). Para aumentar a representatividade percorreu-se em ziguezague o terreno.



Figura 18: Recolha das amostras parciais de terra. Os pontos a vermelho representam os locais de onde foi retirada terra

As amostras de terra foram analisadas no Departamento de Ciências e Engenharia de Biosistemas do Instituto Superior de Agronomia. Para cada uma delas determinou-se a textura, o pH, o fósforo e potássio extraíveis, o teor de matéria orgânica, a condutividade e a percentagem de calcário total (Quadro 6), de acordo com os métodos enunciados por Ribeiro *et al.* (2013).

Na Lourinhã os solos predominantes são Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos, de arenitos finos, argilas ou argilitos (Félix, 2012). A observação do quadro 6 permite constatar que nas duas parcelas do ensaio, o solo apresentava textura franca, pouco calcário, boa drenagem, valor de pH 8,4, índices de fertilidade muito altos para o fósforo e potássio extraíveis, não salino e um baixo teor de matéria orgânica (Quadro 6).

Quadro 6: Parâmetros, resultados e métodos das análises de terras às parcelas do ensaio

Parâmetro	Resultado		Unidade	Métodos ¹
	Alface	Cebola		
Textura de campo	Franca	Franca	-	Determinação expedita
pH (H ₂ O) (1:2,5)	8,4	8,4	-	Potenciometria
Fósforo extraível (P ₂ O ₅)	> 200	> 200	mg/kg	Extração Égner-Rhiem, EAM VIS/UV
Potássio extraível (K ₂ O)	> 200	> 200	mg/kg	Extração Égner-Rhiem, fotometria de chama
Matéria orgânica	1,02	1,28	%	Combustão, detecção de CO ₂ por IV
Condutividade elétrica (1:2)	0,17	0,17	mS/cm	Condutivimetria
Calcário total (CaCO ₃)	3,83	3,50	%	Digestão ácida, detecção de CO ₂ por IV
Necessidade em cal	0	0	ton CaCO ₃ /ha	Cálculo

¹ Metodologia enunciada em Ribeiro et al. (2013)

Através da comparação do quadro 6 com as preferências e exigências enunciadas por Maroto (2002) e Almeida (2006), verificou-se que a textura, os níveis de fósforo e potássio e a condutividade elétrica nas parcelas do ensaio, beneficiam o desenvolvimento de ambas as culturas. Contudo, na alface, o pH obtido foi superior ao ideal (5,5 – 7,2), o mesmo se sucedendo na cultura da cebola (6,0 – 7,0).

O baixo teor de matéria orgânica, indicador de um também baixo nível de azoto no solo, fazia prever alguma carência deste macronutriente durante os ciclos culturais, com prováveis consequências negativas ao nível da produtividade. No caso da cebola, este problema tentou ser compensado através de uma pulverização com chorume de urtigas.

3.4.2. Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos diários foram recolhidos por uma estação *Davis Vantage Pro 2* (Figura 19), localizada perto dos terrenos do ensaio, estando disponíveis online via: <https://www.wunderground.com/personal-weather-station/dashboard?ID=ILISBOAL7>. Foi instalada em 2010 e tem sensores para medir a temperatura, precipitação, humidade, pressão atmosférica e a direção e intensidade do vento. Esta estação apresenta-se como sendo de elevada fiabilidade.



Figura 19: Estação meteorológica Davis Vantage Pro 2

3.4.3. Temperatura e humidade do solo

De modo a obter dados relativos à temperatura e humidade do solo, nos 32 talhões, de uma forma rápida, foi adquirida uma sonda portátil da marca Conrad, modelo 4-in-1 Soil Meter (Figura 20). Este equipamento faz medições até aos 20 centímetros de profundidade e também tem a capacidade de medir o pH e a intensidade luminosa.



Figura 20: Sonda portátil Conrad 4-in-1 soil meter

Durante o período de 17 de março a 3 de junho foram feitas medições semanais da temperatura e humidade do solo a 5 e 10 centímetros de profundidade, sempre entre as 14 e 16 horas.

As medições da humidade do solo neste aparelho são apresentadas numa escala alfabética. Como tal foi necessário efetuar uma conversão para escala numérica, de modo a apresentar os gráficos das figuras 42, 43, 44 e 45. Nova escala:]0,1[= Muito seco;]1-2[= Seco;]2-3[= Moderadamente seco;]3-4[= Húmido;]4-5[= Muito húmido.

3.4.4. Levantamento botânico das infestantes presentes

Ao longo do trabalho experimental foi feito o levantamento de todas as plantas infestantes presentes, juntamente com o registo dos talhões onde se encontravam com maior frequência.

3.4.5. Preparação do terreno

Após a colheita das culturas precedentes foi feita uma subsolagem em todo o terreno do local do ensaio. Seguiu-se uma passagem com a fresa, no dia 3 de março, que automaticamente deixou os camalhões formados, essenciais para uma boa drenagem. Antes das plantações foi ainda feito um destorroamento através da passagem do motocultivador (Figura 21), garantindo que o nível de infestação era inexistente em todos os talhões.



Figura 21: Preparação do terreno para o ensaio com o motocultivador e marcação dos talhões

Na cultura da alface, cada talhão apresentava 6,75 m² de área (1,5 m x 4,5 m). Na cultura da cebola, cada talhão apresentava 7,5 m² de área (1,5 m x 5 m).

3.4.6. Técnicas culturais e de monda

Na cultura da alface foi utilizado um compasso de 33 x 33 cm, num total de 39 plantas por talhão, dispostas em 3 linhas (Figura 22). Esta distância permitiu um bom desenvolvimento da planta e favoreceu o arejamento, indispensável na prevenção de inúmeras doenças. As

linhas foram colocadas de acordo com a direção predominante do vento aumentando esse efeito. Ao todo foram plantadas 624 alfaces.

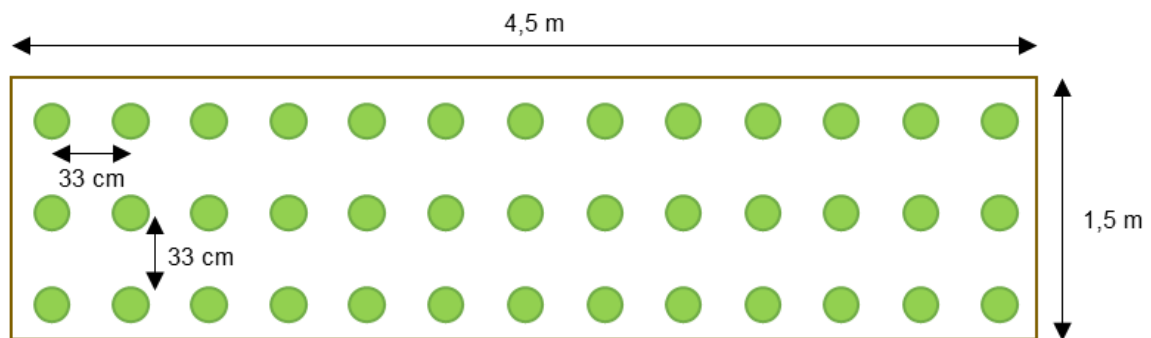


Figura 22: Esquema das dimensões e compasso utilizados em cada talhão de alface

Do viveiro, as plantas vieram em placas alveoladas, relativamente pequenas, duras, compactas, vigorosas e com boa relação raiz/parte aérea (Figura 23). As culturas precedentes foram a batata e o alho-francês (*Allium porrum*).



Figura 23: Alfaces do ensaio nos tabuleiros alveolados

A variedade de alface escolhida foi a “Tourbillon”, indicada para produções ao ar livre durante o período de primavera/verão. Esta variedade caracteriza-se por ser do tipo batávia, muito resistente ao espigamento, pouco sensível à necrose marginal (*tip burn*), com facilidade em obter peso elevado e porte sempre aberto com folhas de cor verde clara, repolho arredondado e folhas crespas com margens recortadas ou muito frisadas (Rijk Zwann, 2016).

A abertura dos orifícios para as alfaces, em todas as modalidades testadas foi realizada manualmente, com recurso a um sacho.

A plantação das alfaces foi realizada manualmente por 2 operadores no dia 28 de abril.

Nos talhões com empalhamento foi colocada antes da plantação uma camada de palha de trigo (*Triticum spp.*), produzido na exploração, com cerca de 5 centímetros de espessura (Figura 24).



Figura 24: Alface envolta em palha de trigo na modalidade empalhamento

Neste trabalho foi utilizado em ambas as culturas o plástico biodegradável Agrobiofilm®, de cor negra, com 12 micrómetros de espessura, 1,75 metros de largura e produzido com Mater-Bi®, uma matéria-prima derivada de amido e poliésteres, certificada como biodegradável e compostável. Devido à pequena dimensão e dispersão dos talhões ao longo do terreno recorreu-se à colocação manual do plástico em vez do uso de maquinaria (Figura 25).



Figura 25: Desenrolamento e ancoragem manual do Agrobiofilm®

Na cultura da cebola foi utilizado um compasso de 10 x 20,5 cm, num total de 200 plantas por talhão, dispostas em 4 linhas (Figura 26). Tal como na alface, esta distância favoreceu o arejamento. Ao todo plantaram-se 3200 cebolas.

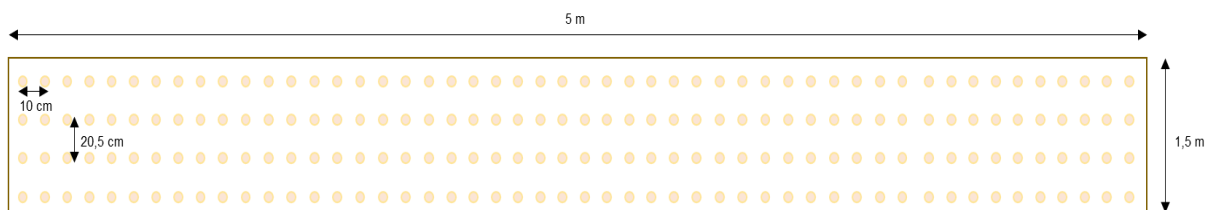


Figura 26: Esquema das dimensões e compasso utilizados em cada talhão de cebola

Do viveiro, as plantas vieram em placas alveoladas, pouco uniformes e com deficiente relação raiz/parte aérea (Figura 27). As culturas precedentes foram a batata e a couve. A variedade de cebola escolhida foi a regional “Vialonga”, caracterizada por ser de dias intermédios e muito bem-adaptada ao MPB graças à sua resistência ao míldio e pouca exigência em nutrientes. Apresenta ainda fraco poder de conservação após a colheita.



Figura 27: Pouca uniformidade das cebolas utilizadas no ensaio

No dia 10 de março a plantação foi realizada manualmente e com recurso a um furador artesanal, já com o compasso regulado, para a abertura dos orifícios na terra (Figura 28). O bolbo das plântulas de cebola ficou enterrado a cerca de 2 centímetros de profundidade.



Figura 28: Plantação manual e furador utilizado no ensaio das cebolas

Nos talhões com empalhamento foi colocada uma camada de palha de trigo produzido na exploração, com 5 centímetros de espessura, após a plantação. No dia 7 de abril adicionou-se mais uma camada de palha com 3 centímetros para repor aquela que tinha sido levada pelo vento.

Nos talhões com Agrobiofilm® foi necessário segurar o plástico com pedras de modo a evitar soltar as plantas de cebola devido à forte influência do vento (Figura 29).



Figura 29: Aspeto geral do campo de ensaio na cultura da cebola. Pormenor da colocação de pedras sobre o Agrobiofilm®

A monda manual consistiu em arrancar à mão ou com o auxílio de um sacho as ervas infestantes (Figura 30). A monda manual das alfaces ocorreu no dia 2 de junho. Nas cebolas, esta monda ocorreu dia 21 de abril. Em ambas as situações as infestantes apresentavam cerca de 3-4 centímetros de altura.



Figura 30: Monda manual nas culturas da cebola e da alface, dias 21 de abril e 2 de junho, respetivamente

A monda térmica consistiu na queima das infestantes com recurso a um lança-chamas apropriado para o efeito. Este equipamento foi abastecido por uma bilha de gás propano e montado às costas do operador que percorreu os talhões a uma velocidade média de 3 quilómetros por hora (Figura 31).

Na cultura da cebola, a monda térmica foi realizada no dia 28 de abril, decisão baseada na densidade da infestação, altura das infestantes (3-4 cm) e condições meteorológicas.



Figura 31: Monda térmica na cultura da cebola

Na cultura da alface, antes da monda térmica, foi necessário a colocação de campânulas de cerâmica de modo a proteger as plantas do calor (Figura 32). Esta operação foi realizada no dia 2 de junho, decisão baseada nas mesmas justificações referidas para a cultura da cebola.



Figura 32: Pormenor das campânulas de cerâmica a proteger as alfaces na modalidade de monda térmica

3.4.7. Rega

Em ambas as culturas a rega efetuada foi por aspersão, uma vez que era este o sistema já montado no terreno do ensaio (Figura 33). As regas foram frequentes apenas na fase de instalação das culturas. Estas foram realizadas da parte da manhã para manter a folhagem seca ao longo do dia e prevenir o aparecimento de doenças. A tomada de decisão da data e quantidade de água a regar foi tomada com base em observações visuais da humidade do solo. Ao longo do ciclo deu-se preferência a regas pouco frequentes, mas em quantidade, de

modo a promover o enraizamento e consequente exploração de água e nutrientes em camadas mais profunda do solo.



Figura 33: Sistema de rega por aspersão no local do ensaio

Nos talhões com Agrobiofilm®, na cultura da alface, verificou-se após a primeira rega uma deficiente irrigação das plantas. De modo a resolver este problema, procedeu-se à abertura de pequenos furos no plástico, junto ao caule das alfaces.

3.4.8. Fertilização

Na parcela de terreno onde decorreu o ensaio, a Biofrade opta por fertilizar maioritariamente à rotação. Assim, na cultura da alface não foi realizada qualquer tipo de fertilização ao longo do respetivo ciclo. Na cultura da cebola foi aplicado dia 7 de junho, com um atomizador de dorso, chorume de urtigas (*Urtica dioica*) colhidas localmente, diluído a 30%, numa concentração de 200 L/ha.

A preparação do chorume consistiu na colocação de urtigas frescas dentro de um bidon (numa proporção de 15 kg de urtigas para 100 L de água) onde ficaram em decomposição durante 4 semanas, em condições aeróbias. A calda resultante foi posteriormente filtrada e diluída antes de ser aplicada.

Esta pulverização teve como objetivo fornecer nutrientes à cultura, sobretudo azoto e cálcio, de modo a promover o crescimento vegetativo.

3.4.9. Pragas e doenças

Ao longo dos ciclos culturais da cebola e da alface não foram identificadas quaisquer pragas ou doenças que pusessem em causa o normal desenvolvimento da cultura. No entanto, a observação esporádica de insetos auxiliares como a joaninha (*Coccinella septempunctata*) (Figura 34) indicou a possível presença de afídeos na alface.



Figura 34: *Coccinella septempunctata* pousada sobre uma alface do ensaio

3.4.10. Acompanhamento das plantas

Durante o crescimento das culturas foram feitas uma a duas visitas semanais com o objetivo de acompanhar a evolução das mesmas. Também se registavam as diferenças existentes nas diferentes modalidades, avaliava-se o estado fitossanitário e media-se a temperatura e humidade do solo.

3.4.11. Tempo de instalação

O tempo de instalação (TI) representou o tempo dedicado à preparação e plantação de cada uma das situações experimentais por unidade de área. O TI foi medido através do cronómetro digital do telemóvel, modelo Samsung GT-I8262. Os tempos contabilizados correspondem ao trabalho efetuado por 2 operadores.

Nos talhões com monda térmica e manual o tempo de instalação foi contabilizado desde o momento em que se iniciou a plantação até ao seu término.

Nos talhões com Agrobiofim® foi somado ao tempo de colocação do mesmo, o tempo da plantação e colocação das pedras.

Nos talhões com empalhamento foi somado ao tempo de colocação da palha, o tempo da plantação.

O conhecimento do tempo despendido em cada uma destas situações permite ao empresário agrícola escolher entre os diferentes métodos assim como gerir melhor a mão-de-obra e os recursos disponíveis.

3.4.12. Tempo de monda

O tempo de monda (TM) representa o tempo necessário à realização das operações de monda por unidade de área. O TM foi medido através do cronómetro digital do telemóvel, modelo Samsung GT-I8262. Os tempos contabilizados correspondem ao trabalho efetuado por 2 operadores.

Nos talhões com Agrobiofim® e empalhamento não houve tempo gasto em monda direta, uma vez que são técnicas preventivas.

Nos talhões com monda térmica, o TM correspondeu à soma do tempo gasto na preparação do equipamento e com a monda. Na cultura da alface foi ainda somado o tempo de transporte e colocação das campânulas protetoras de cerâmica.

Nos talhões com monda manual, o TM correspondeu ao tempo gasto a mondar.

Tal como no TI, o conhecimento do tempo despendido em cada uma destas situações permite ao produtor escolher entre os diferentes métodos assim como gerir melhor a mão-de-obra e os recursos disponíveis.

3.4.13. Produtividade e calibre

Para a avaliação da produtividade foram feitas pesagens individuais a cada alface e cebola com uma balança eletrónica da marca Avery Berkel, modelo FX50. Utilizou-se um calibre digital eletrónico da marca Powerfix, modelo Profi para a calibração das cebolas (Figura 35).



Figura 35: Balança electrónica Avery Berkel FX50 e calibre Powerfix Profi utilizados nas medições

A produção final por talhão foi obtida somando o peso individual de cada alface e cebola.

A produtividade média por talhão resultou da seguinte divisão:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{produção final do talhão}}{\text{área do talhão}}$$

O calibre médio das alfaces foi determinado através da média aritmética do calibre (peso) individual de cada alface, por talhão.

O calibre médio das cebolas foi obtido fazendo a média aritmética do calibre individual (diâmetro) de cada cebola, por talhão.

O conhecimento dos valores da produtividade e calibre são importantes para o produtor ter noção do seu rendimento e averiguar se atinge as exigências do mercado.

3.4.14. Perdas de produção

As perdas de produção (PP) representaram as plantas que morreram devido a problemas bióticos ou abióticos. O seu cálculo foi feito com base na seguinte fórmula:

$$PP = \frac{\text{número plantas colhidas}}{\text{número plantas inicial}} \times 100\%$$

O conhecimento das PP permite ao produtor saber com antecedência o número de plantas que precisa para uma eventual retanção ou replantação.

3.4.15. Precocidade

A precocidade foi medida pelo número de dias que decorreram desde a plantação até à colheita.

Na cultura da alface, a data de colheita foi decidida individualmente para cada talhão, com base na quantidade de plantas que apresentavam boa relação entre peso e qualidade.

Na cultura da cebola, a data de colheita foi decidida individualmente para cada talhão, com base na quantidade de plantas que apresentavam as folhas senescentes e/ou o calibre mínimo de 50 milímetros atingido.

O conhecimento da precocidade permite ao produtor planejar melhor a sua cultura em todas as fases de produção e comercialização.

3.4.16. Custos de produção associados à técnica

Para cada uma das técnicas foi calculado o respetivo custo de produção (CPA), quando realizadas por 2 operadores. O custo da mão-de-obra (CMO) utilizado foi de 8 € por hora, por operador.

Nas diferentes modalidades em estudo foram considerados os seguintes custos variáveis (CV):

- Agrobifilm®: custo do plástico (0,10 €/m²);
- Monda térmica: custo do gás (0,02 €/m²) nas duas culturas e das campânulas de cerâmica¹ (2,89 €/m²) na cultura da alface;
- Empalhamento: custo dos fardos de palha (2 €/fardo).

A fórmula para calcular o CPA em cada modalidade foi a seguinte:

$$CPA = (TI \times CMO) + (TM \times CMO) + CV$$

O conhecimento do CPA permite ao produtor comparar as diferentes técnicas e escolher qual melhor se ajusta ao seu orçamento.

3.4.17. Margem económica para o produtor

O saldo económico é o CPA subtraído ao rendimento obtido com a cultura (preço de mercado no produtor a multiplicar pela produção total).

Este valor representa o montante que fica disponível para o agricultor realizar as restantes despesas relacionadas com a cultura, incluindo o seu lucro.

O preço de mercado utilizado para a alface foi de 1,30 €/kg e para a cebola de 0,80 €/kg.

3.5. Tratamento estatístico

O tratamento estatístico dos resultados obtidos nos vários parâmetros analisados foi realizado utilizando a Análise de Variância (ANOVA) com o auxílio do *software* Assistat, versão 7.7. A diferença entre médias foi avaliada através do Teste de Tuckey para um nível de significância de 5% ($p=0.05$).

¹ Amortizado 10 anos

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Temperatura do ar e precipitação

Durante os meses em que se realizou o ensaio experimental (março, abril, maio e junho) verificou-se uma temperatura do ar média 3 graus abaixo do registado nas normais climatológicas. No mês de maio a precipitação foi duas vezes superior ao normal e concentrada no espaço de uma semana. Nos restantes meses, a precipitação não diferiu significativamente dos valores das normais climatológicas.

Pode-se assim considerar que foi um ciclo cultural com temperaturas atípicas, mais frescas que o normal e com fenómenos de precipitação extrema.

Ambas as culturas estudadas sofreram efeitos negativos no seu desenvolvimento inicial devido às baixas temperaturas que se fizeram sentir, sobretudo durante as primeiras semanas dos respetivos ciclos culturais. Tanto na cultura da alface como da cebola é possível verificar pela análise das figuras 36 e 37 que no período anteriormente referido, a linha amarela (representativa da temperatura média do ar), esteve paticamente sempre abaixo ou próxima da menor temperatura do intervalo ótimo de crescimento. No caso da cebola é de destacar terem sido atingidas temperaturas mínimas inferiores a 5 °C, o limite teórico suportado pela cultura.

Na cultura da alface, o efeito negativo das baixas temperaturas foi ainda agravado pela precipitação intensa que ocorreu durante a segunda semana do ciclo cultural, numa fase em que as plantas se encontravam a terminar a fase de adaptação.

A partir de meados dos ciclos culturais da alface e da cebola as temperaturas médias do ar situaram-se sempre dentro do intervalo ótimo (Figuras 36 e 37), promovendo o normal desenvolvimento das culturas.

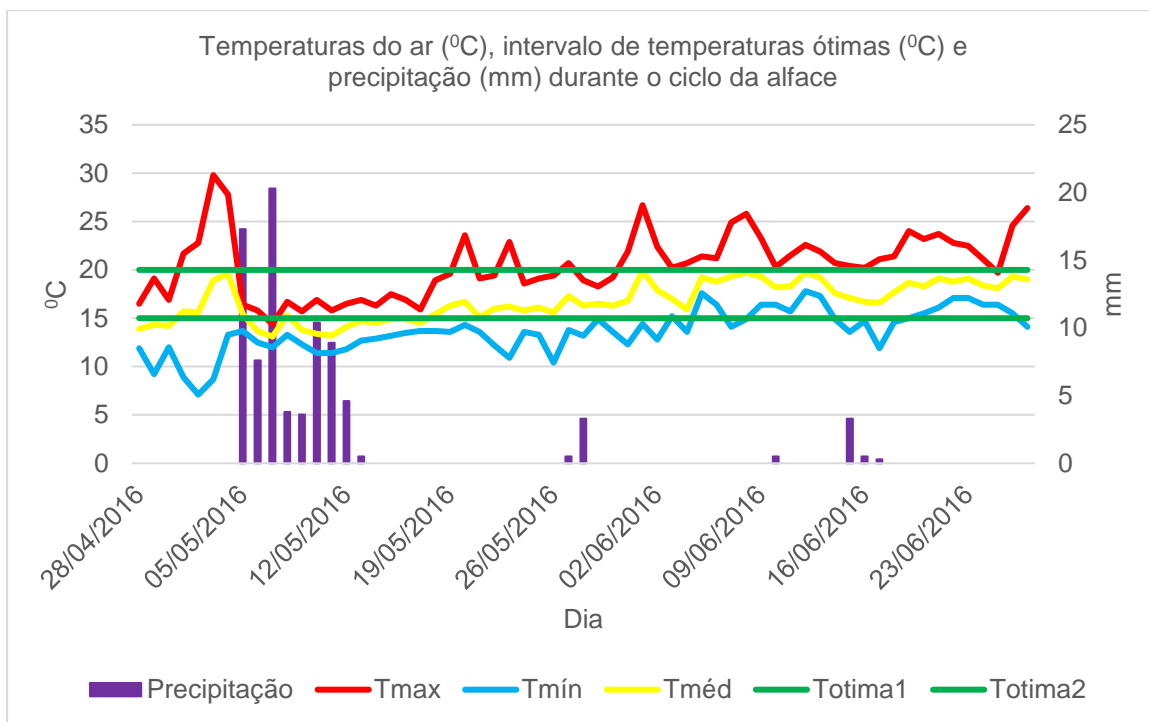


Figura 36: Gráfico resumo com as temperaturas diárias máxima (T_{max}), média (T_{med}) e mínima (T_{min}) do ar, intervalo de temperaturas ótimas de crescimento da cultura (T_{otima1} e T_{otima2}) e precipitação durante o ciclo cultural da alface

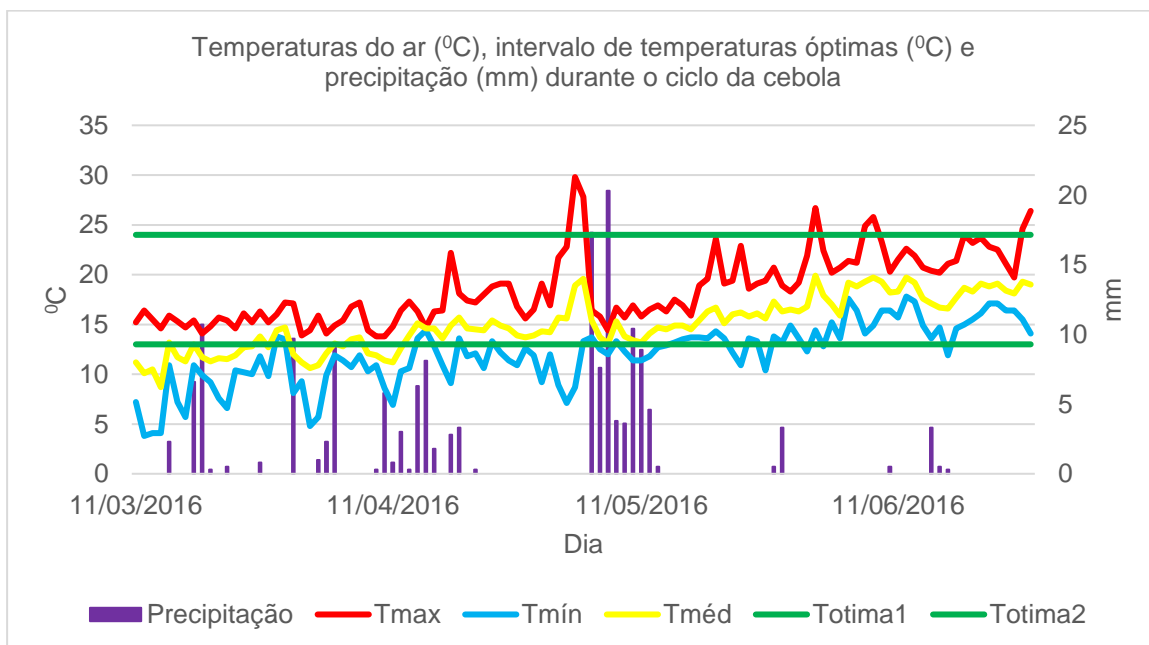


Figura 37: Gráfico resumo com as temperaturas diárias máxima (T_{max}), média (T_{med}) e mínima (T_{min}) do ar, intervalo de temperaturas ótimas de crescimento da cultura (T_{otima1} e T_{otima2}) e precipitação durante o ciclo cultural da cebola

4.2. Temperatura e humidade do solo

Nas duas situações em que o solo esteve descoberto (monda térmica e manual), as temperaturas do solo registadas foram semelhantes, não existindo diferenças significativas entre si nas duas culturas em estudo (Figuras 38, 39, 40 e 41).

Em algumas medições, sobretudo na cultura da cebola, o solo coberto com Agrobiofim® apresentou uma temperatura 1 a 2 °C inferior à do solo descoberto. Este facto não seria o esperado, mas poderá ser explicado pela existência dos muitos furos resultantes do pequeno compasso que juntamente com o vento frequente e intenso, provocavam considerável ventilação e impediam a acumulação de calor.

O solo coberto com palha apresentou uma temperatura sempre inferior às restantes situações experimentais pelo efeito de sombra no solo e reflexão da radiação solar, chegando a ser 4 °C menor, a 5 centímetros de profundidade, e 3 °C menor a 10 centímetros.

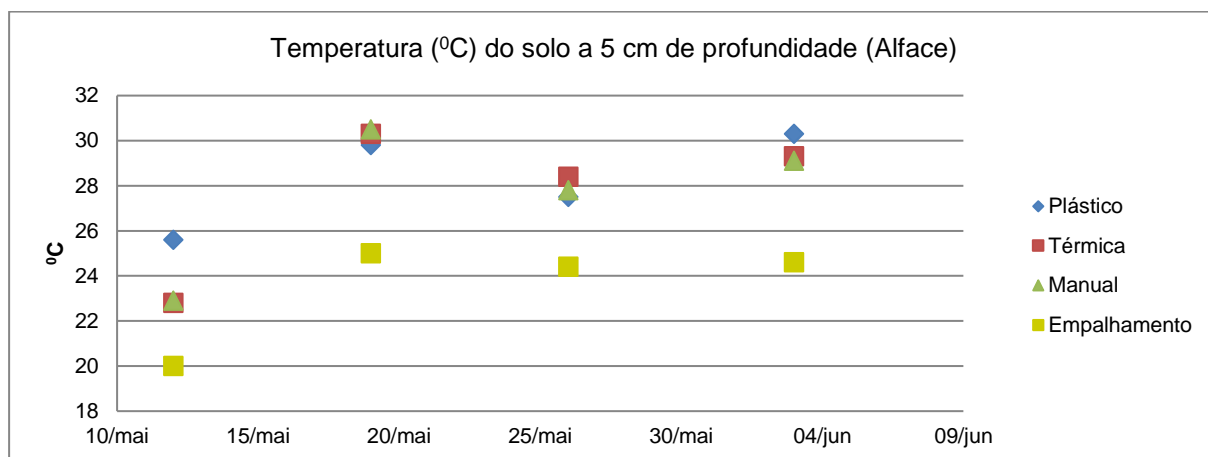


Figura 38: Gráfico com o registo das temperaturas do solo a 5 centímetros de profundidade na cultura da alface

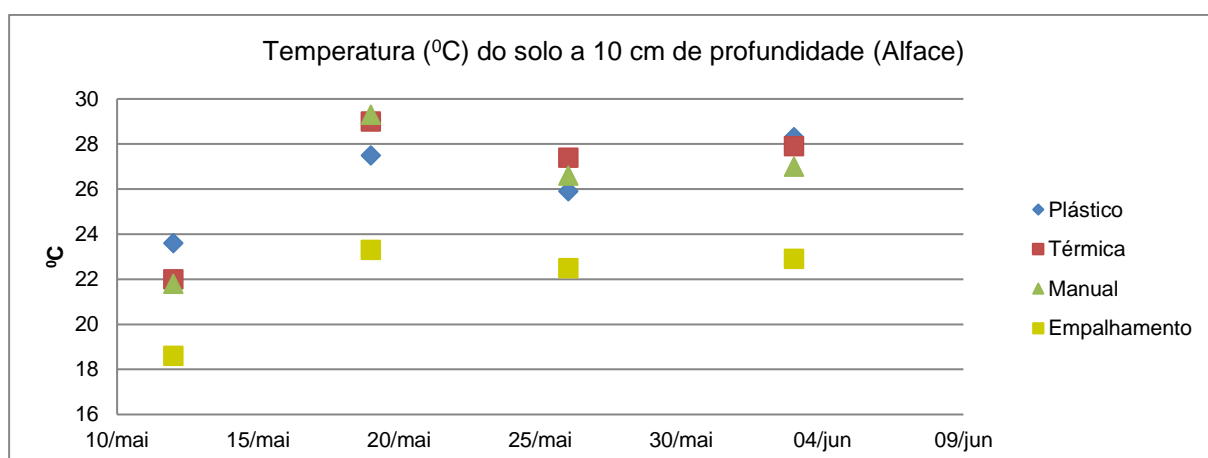


Figura 39: Gráfico com o registo das temperaturas do solo a 10 centímetros de profundidade na cultura da alface

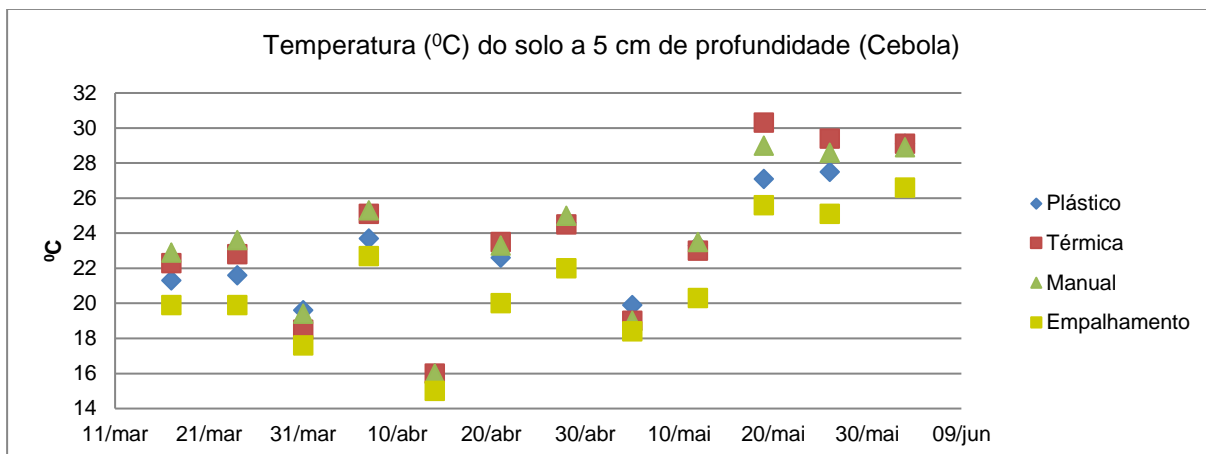


Figura 40: Gráfico com o registo das temperaturas do solo a 5 centímetros de profundidade na cultura da cebola

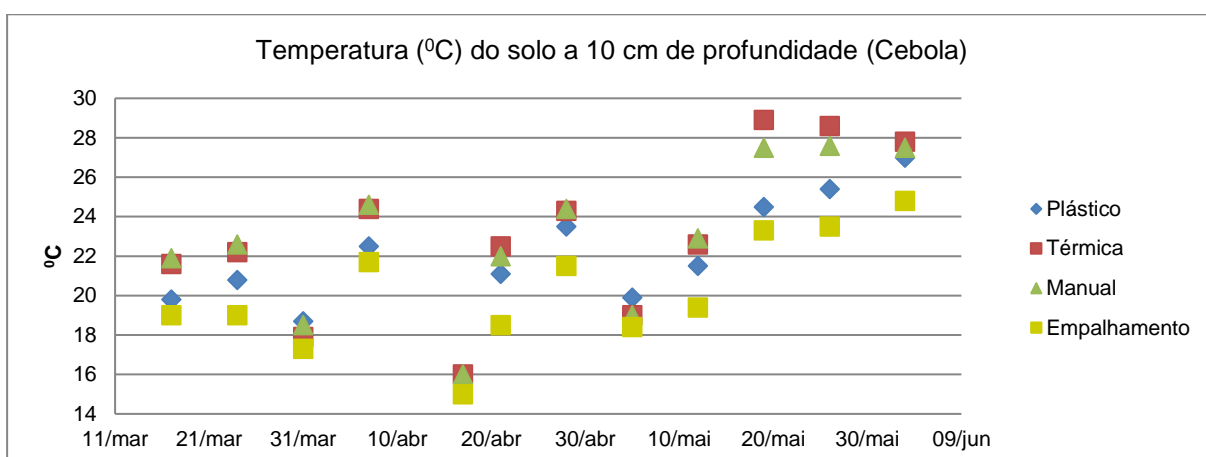


Figura 41: Gráfico com o registo das temperaturas do solo a 10 centímetros de profundidade na cultura da cebola

Observou-se que a temperatura do solo na maioria das medições efetuadas se encontrou acima dos valores ótimos referenciados por Maroto (2002) e Almeida (2006) para as culturas estudadas. A explicação para o sucedido foi o facto destas medições não representarem um valor médio e terem sido registadas no período mais quente do dia (entre as 14 e 16 horas).

Nas duas situações em que o solo esteve descoberto (monda térmica e manual), a humidade do solo registada na primeira foi sempre ligeiramente superior à segunda. Esta variação ocorreu devido a pequenas diferenças na textura do solo e ao facto de na monda manual ter existido uma mobilização superficial, resultante da sacha, que promoveu alguma evaporação. A inexistência de qualquer tipo de cobertura do solo faz com que este seque mais rapidamente devido à maior exposição solar e ao vento. Nestas modalidades, o solo apresentou-se moderadamente seco e húmido a 5 cm e predominantemente húmido a 10 cm de profundidade em ambas as culturas estudadas (Figuras 42, 43, 44 e 45).

Os talhões com Agrobiofilm® apresentaram-se húmidos a 5 cm de profundidade e muito húmidos a 10 cm. O Agrobiofilm® mostrou-se assim como uma técnica que permite a conservação da água no solo, tal como já foi referenciado por Agrobiofilm (2013).

O solo coberto com palha apresentou teores de humidade quase sempre superiores às restantes situações experimentais. À semelhança do filme plástico, o efeito “*mulch*” da palha contribuiu para a retenção de humidade no solo.

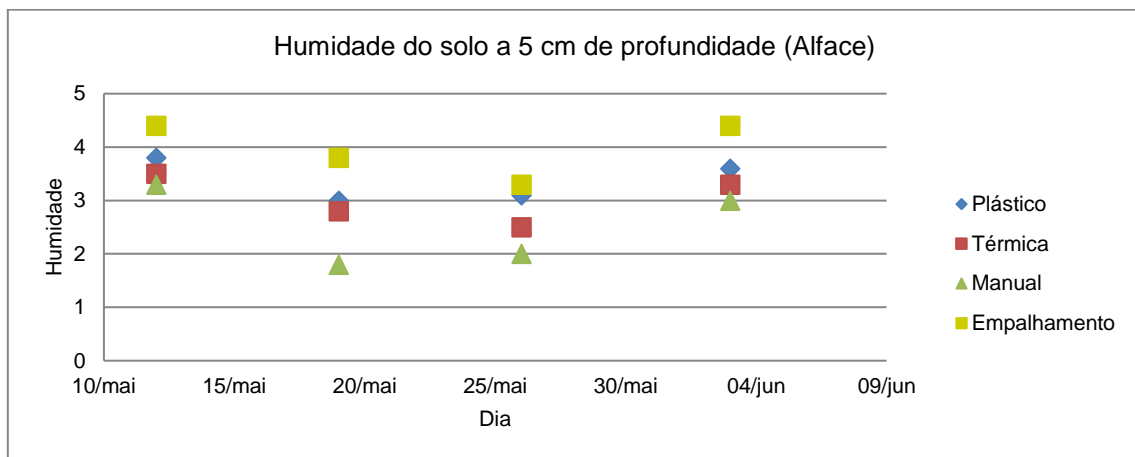


Figura 42: Gráfico com o registo da humidade do solo a 5 centímetros de profundidade na cultura da alface. Escala:]0,1[= Muito seco;]1-2[= Seco;]2-3[= Moderadamente seco;]3-4[= Húmido;]4-5[= Muito húmido

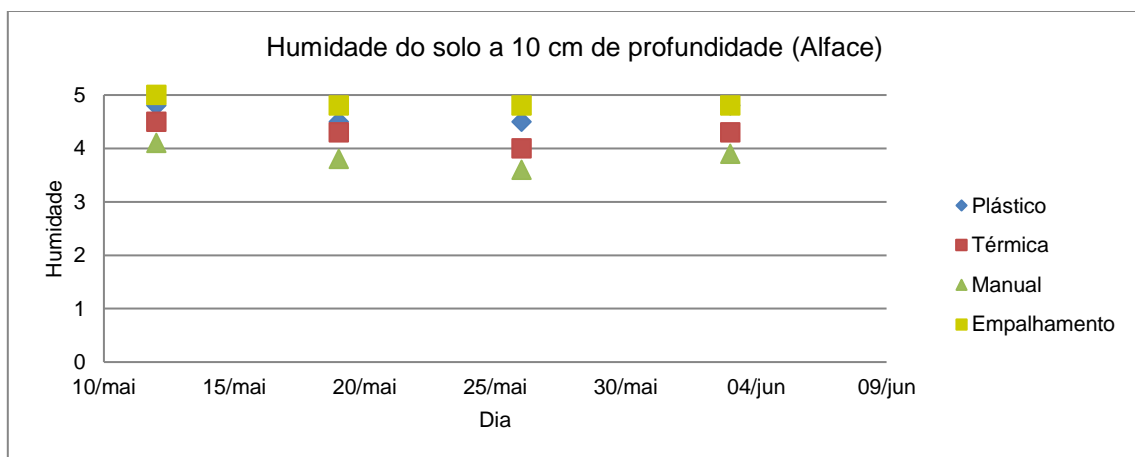


Figura 43: Gráfico com o registo da humidade do solo a 10 centímetros de profundidade na cultura da alface. Escala:]0,1[= Muito seco;]1-2[= Seco;]2-3[= Moderadamente seco;]3-4[= Húmido;]4-5[= Muito húmido

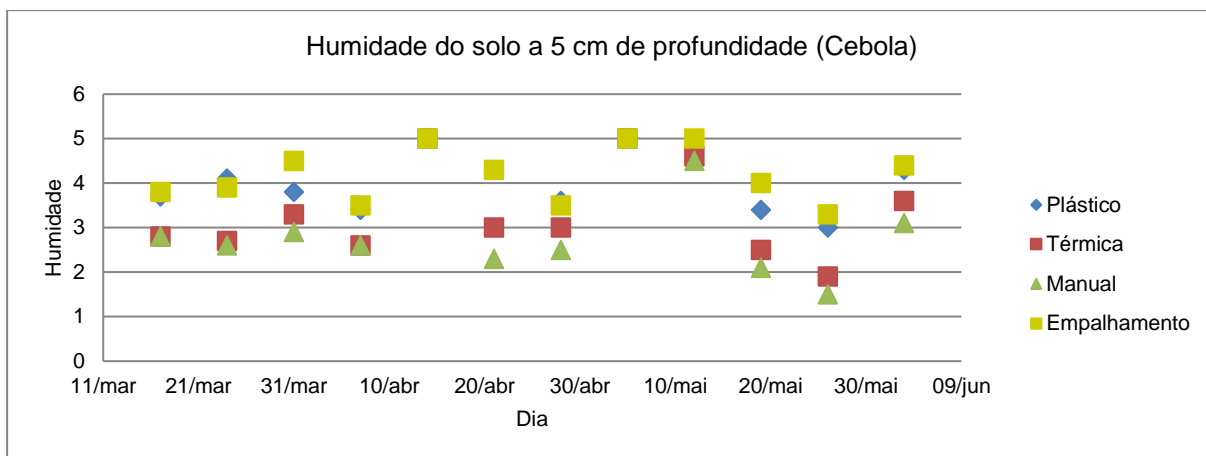


Figura 44: Gráfico com o registo da humidade do solo a 5 centímetros de profundidade na cultura da cebola. Escala:]0,1[= Muito seco;]1-2[= Seco;]2-3[= Moderadamente seco;]3-4[= Húmido;]4-5[= Muito húmido

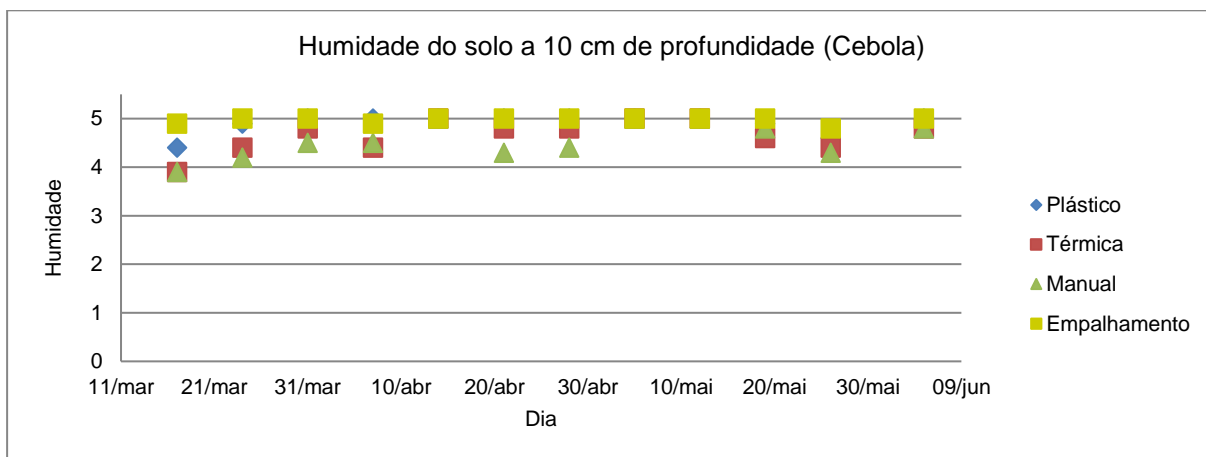


Figura 45: Gráfico com o registo da humidade do solo a 5 centímetros de profundidade na cultura da cebola. Escala:]0,1[= Muito seco;]1-2[= Seco;]2-3[= Moderadamente seco;]3-4[= Húmido;]4-5[= Muito húmido

4.3. Tempo de instalação e tempo de monda

Em ambas as culturas estudadas, nos talhões com a modalidade Agrobiofilm® e empalhamento, foi necessária a colocação manual do plástico e da palha, respetivamente. A colocação da palha foi mais rápida que a do filme biodegradável. A plantação mostrou-se mais demorada no Agrobiofilm® devido às plantas terem ficado soltas e ter sido necessário aconchegá-las com maior firmeza. Por estas razões existiram diferenças significativas quanto ao tempo de instalação entre as técnicas Agrobiofilm®, empalhamento e restantes modalidades (Quadros 7 e 8).

Sendo as técnicas do Agrobiofilm® e do empalhamento preventivas, não houve tempo (0,00 h/ha) despendido diretamente a combater as infestantes e daí não terem resultado diferenças significativas entre estas modalidades quanto ao tempo de monda (Quadros 7 e 8).

Na cultura da alface, não existiram diferenças significativas entre o tempo de instalação dos talhões com monda térmica (124,69 h/ha) e monda manual (125,62 h/ha) (Quadro 7).

Como esperado, a monda manual apresentou o maior tempo de monda (343,36 h/ha), significativamente superior às restantes modalidades.

Quadro 7: Tempo de instalação (h/ha) e de monda (h/ha) medido para as diferentes modalidades ensaiadas na cultura da alface

Cultura	Parâmetro	Técnica de monda			
		Agrobiofilm®	M. Térmica	M. Manual	Empalhamento
Alface	Tempo de instalação (h/ha)	227,01 a	124,69 c	125,62 c	205,09 b
	Tempo de monda (h/ha)	0,00 c	111,88 b	343,36 a	0,00 c

Na mesma linha, as médias seguidas por letras iguais não são significativamente diferentes para $\alpha=0,05$ (Teste de Tukey para comparação múltipla de médias)

Na cultura da cebola, não existiram diferenças significativas entre o tempo de instalação dos talhões com monda térmica (188,57 h/ha) e monda manual (190,42 h/ha) (Quadro 8). Tal como para a alface, este facto não foi surpreendente uma vez que nestas modalidades apenas se realizou uma plantação regular.

Como esperado, a monda manual apresentou o maior tempo de monda (271,81 h/ha), significativamente superior às restantes modalidades.

Surpreendentemente, na cultura da cebola, a nível estatístico, não existiram diferenças significativas entre a monda térmica (50,83 h/ha) e as modalidades preventivas (0,00 h/ha). Este resultado carece de precisão devido à grande dispersão dos resultados que pode ser confirmada no anexo 2.

Na cultura da cebola para “sets”, segundo Koller e Vieweger (2012), a monda térmica permite reduzir o TM em 30% quando comparada com a monda manual. Neste ensaio experimental, essa diferença foi ainda mais significativa, registando-se uma redução na ordem dos 81%.

Quadro 8: Tempo de instalação (h/ha) e de monda (h/ha) medido para as diferentes modalidades ensaiadas na cultura da cebola

Cultura	Parâmetro	Técnica de monda			
		Agrobiofilm®	M. Térmica	M. Manual	Empalhamento
Cebola	Tempo de instalação (h/ha)	326,11 a	188,57 c	190,42 c	256,39 b
	Tempo de monda (h/ha)	0,00 b	50,83 b	271,81 a	0,00 b

Na mesma linha, as médias seguidas por letras iguais não são significativamente diferentes para $\alpha=0,05$ (Teste de Tukey para comparação múltipla de médias)

Segundo Reis (2007), a facilidade de transplantação de plantas de raiz nua na cultura da alface é fácil, mas moderada na cultura da cebola. Com base nos tempos de instalação obtidos podemos confirmar este facto devido ao menor compasso utilizado na cebola.

4.4. Produtividade, calibre e perdas de produção

Na cultura da alface, estatisticamente, não se verificaram diferenças significativas na produtividade e no calibre entre as modalidades Agrobiofilm®, monda térmica e monda manual (Quadro 9). Também não se registaram diferenças significativas entre a monda térmica, monda manual e o empalhamento.

A única diferença significativa ocorreu entre as modalidades Agrobiofilm® (14,13 ton/ha) e o empalhamento (5,68 ton/ha), tendo-se obtido na primeira, produtividades e calibres cerca de 2,5 vezes superiores à segunda (Quadro 9). A redução da temperatura do solo com a técnica do empalhamento, num ciclo em que as temperaturas do ar foram igualmente baixas, acentuou a diminuição da produtividade na alface.

Os valores de produtividade ficaram um pouco abaixo das 17 ton/ha registadas em MPB por Ferreira e Saltão (2014) na variedade “Angie”, mas justificam-se, em geral, pelas baixas temperaturas e ausência de fertilização azotada.

Na modalidade Agrobiofilm® as alfaces atingiram um peso superior (248,25 g) às restantes modalidades, graças ao maior aproveitamento das folhas, por conterem menor sujidade resultante dos salpicos de terra provocados pela rega por aspersão.

A ligeira diferença de produtividade entre a monda térmica (8,67 ton/ha) e a monda manual (9,48 ton/ha), em desfavor da primeira, foi resultante da queima marginal das folhas, resultante da transmissão de calor através das campânulas de cerâmica (Figura 46).



Figura 46: Queima marginal das folhas de alface resultantes da monda térmica

Apesar de não se terem registado diferenças significativas entre as diferentes modalidades para as perdas de produção, o valor desta variável no empalhamento foi o mais alto (5,13%), e cerca de 4 vezes superior ao do Agrobiofilm® (1,28%), devido ao maior número de plantas que morreram com o excesso de humidade.

Quadro 9: Produtividade (ton/ha), calibre (g) e perdas de produção (%) para as diferentes modalidades ensaiadas na cultura da alface

Cultura	Parâmetro	Técnica de monda			
		Agrobiofilm®	M. Térmica	M. Manual	Empalhamento
Alface	Produtividade (ton/ha)	14,13 a	8,67 ab	9,48 ab	5,68 b
	Calibre (g)	248,25 a	153,75 ab	160,00 ab	103,25 b
	Perdas de produção (%)	1,28 a	3,21 a	1,92 a	5,13 a

Na mesma linha, as médias seguidas por letras iguais não são significativamente diferentes para $\alpha=0,05$ (Teste de Tukey para comparação múltipla de médias)

Na cultura da cebola, estatisticamente, não se verificaram diferenças significativas na produtividade e no calibre para todas as modalidades testadas (Quadro 10). Confirmaram-se assim as indicações da rusticidade da cebola e fácil capacidade de adaptação às diferentes condições do meio.

Os valores da produtividade obtidos para esta variedade de cebola afastam-se fortemente das 94 ton/ha registadas por Machado *et al.* (2011), num ensaio conduzido no Alentejo, em condições mais favoráveis de solo e temperatura no modo de produção convencional.

Nas modalidades monda térmica e no empalhamento a produtividade e o calibre foram inferiores aos das outras duas modalidades, embora sem diferenças estatísticas. A baixa produtividade obtida na monda térmica (15,52 ton/ha) pode ser justificada pela fraca uniformidade vinda de viveiro e pequeno porte das cebolas, resultando numa fraca resistência

ao choque térmico. No caso do empalhamento (16,54 ton/ha), a redução verificada na produtividade foi consequência do menor crescimento da cultura resultante da diminuição da temperatura, excesso de humidade, abafamento da cultura pela palha (Figura 47) e imobilização do azoto devido à elevada razão C:N do trigo (80:1).

Os calibres obtidos nas modalidades monda térmica e empalhamento revelaram ser, em média, 10 milímetros inferiores aos das cebolas no Agrobiofilm e monda manual.



Figura 47: Efeito abafante do empalhamento sobre a cultura da cebola

Não se registaram diferenças significativas entre as diferentes modalidades para as perdas de produção na cultura da cebola.

Quadro 10: Produtividade (ton/ha), calibre (mm) e perdas de produção (%) para as diferentes modalidades ensaiadas na cultura da cebola

Cultura	Parâmetro	Técnica de monda			
		Agrobiofilm®	M. Térmica	M. Manual	Empalhamento
Cebola	Produtividade (ton/ha)	24,23 a	15,52 a	21,40 a	16,64 a
	Calibre (mm)	57,00 a	47,75 a	55,50 a	47,50 a
	Perdas de produção (%)	8,75 a	7,63 a	6,00 a	6,75 a

Na mesma linha, as médias seguidas por letras iguais não são significativamente diferentes para $\alpha=0,05$ (Teste de Tukey para comparação múltipla de médias)

4.5. Precocidade

Em ambas as culturas, graças à utilização do Agrobiofilm®, houve um adiantamento na data de colheita.

As alfaces nos talhões com Agrobiofilm® foram colhidas cerca de uma semana mais cedo. Esta precocidade foi significativamente diferente em relação às restantes modalidades, não tendo existido diferenças significativas entre elas (Quadro 11).

Quadro 11: Precocidade verificada na alface para as diferentes modalidades ensaiadas

Cultura	Parâmetro	Técnica de monda			
		Agrobiofilm®	M. Térmica	M. Manual	Empalhamento
Alface	Precocidade (dias até à colheita)	47 b	54 a	54 a	56 a

Na mesma linha, as médias seguidas por letras iguais não são significativamente diferentes para $\alpha=0,05$ (Teste de Tukey para comparação múltipla de médias)

Na cultura da cebola, a precocidade proporcionada pelo filme (95 dias) não foi significativamente diferente da verificada com a monda manual (103 dias), apesar de ter permitido a colheita uma semana mais cedo comparativamente a esta técnica de monda (Quadro 12). Nesta cultura, não existiram diferenças significativas na data de colheita entre as modalidades monda térmica (106 dias), monda manual (103 dias) e empalhamento (109 dias).

Quadro 12: Precocidade verificada na cebola para as diferentes modalidades

Cultura	Parâmetro	Técnica de monda			
		Agrobiofilm®	M. Térmica	M. Manual	Empalhamento
Cebola	Precocidade (dias até à colheita)	95 b	106 a	103 ab	109 a

Na mesma linha, as médias seguidas por letras iguais não são significativamente diferentes para $\alpha=0,05$ (Teste de Tukey para comparação múltipla de médias)

Kasirajan e Ngouajio (2012) e Agrobiofilm (2013) referem o aumento de temperatura com a utilização do filme plástico e relacionaram o aumento da precocidade com a elevação da temperatura. Apesar deste facto não ter ficado comprovado nas medições da temperatura do solo anteriormente apresentadas, admite-se a sua veracidade e real influência nos resultados obtidos.

4.6. Custos de produção associados à técnica de monda e margem económica para o produtor

Na cultura da alface, em relação ao custo de produção associado à técnica de monda, não existiram diferenças significativas, entre a monda manual (3.752 €/ha) e o empalhamento (3.641 €/ha). A monda térmica foi significativamente a mais cara (4.982 €/ha) enquanto o Agrobiofim® revelou-se a técnica menos dispendiosa (2.816 €/ha) (Quadro 13). Na monda térmica o maior CPA esteve relacionado com a necessidade em adquirir e colocar as campânulas de cerâmica.

Quanto à margem económica para o agricultor verificou-se que na cultura da alface não existiram diferenças significativas ao nível estatístico entre a técnica Agrobiofim® (15.553 €/ha) e a monda manual (8.715 €/ha), mas existiram entre a técnica Agrobiofim® e as outras duas modalidades, em favor do Agrobiofim®. Não se verificaram diferenças significativas entre a monda manual (8.715 €/ha), a monda térmica (5.339 €/ha) e o empalhamento (3.613 €/ha) no respeitante à margem económica para o agricultor, nesta cultura (Quadro 13).

Quadro 13: Custos de produção associados à técnica de monda e margem económica para o produtor na cultura da alface

Cultura	Parâmetro	Técnica de monda			
		Agrobiofim®	M. Térmica	M. Manual	Empalhamento
Alface	CPA (€/ha)	2.816 c	4.982 a	3.752 b	3.641 b
	Margem (€/ha)	15.553 a	5.339 b	8.715 ab	3.613 b

Na mesma linha, as médias seguidas por letras iguais não são significativamente diferentes para $\alpha=0,05$ (Teste de Tukey para comparação múltipla de médias)

Na cultura da cebola, em relação ao custo associado à técnica de monda, não existiram diferenças significativas, entre as técnicas Agrobiofim® (3.609 €/ha), monda manual (3.698 €/ha) e empalhamento (4.051 €/ha). Já a monda térmica mostrou-se significativamente como a técnica mais barata (2.130 €/ha) (Quadro 14).

Quanto à margem económica para o agricultor, na cultura da cebola, não se registaram diferenças significativas entre as modalidades testadas.

Quadro 14: Custos de produção associados à técnica de monda e margem económica para o produtor na cultura da cebola

Cultura	Parâmetro	Técnica de monda			
		Agrobiofilm®	M. Térmica	M. Manual	Empalhamento
Cebola	CPA (€/ha)	3.609 a	2.130 b	3.698 a	4.051 a
	Margem (€/ha)	15.795 a	10.286 a	13.416 a	10.436 a

Na mesma linha, as médias seguidas por letras iguais não são significativamente diferentes para $\alpha=0,05$ (Teste de Tukey para comparação múltipla de médias)

Contudo, ao referir que estatisticamente não é diferente, é necessário ter em atenção que para o empresário agrícola, os valores apresentados nos quadros 13 e 14, deverão passar por uma análise mais fina e adaptada à realidade e condições da sua exploração.

4.7. Infestantes presentes e eficácia no seu controlo

As infestantes identificadas como sendo facilmente controladas por qualquer uma das 4 técnicas testadas foram as gramíneas branco (*Avena sterilis*), cabelo-de-cão (*Poa annua*), azevém italiano (*Lolium multiflorum*) e azevém-perene (*Lolium perenne*). A almiscareira (*Erodium moschatum*), a erva-pata (*Oxalis pes-caprae*) e a margaça-de-inverno (*Chamaemelum fuscatum*) também apresentaram a mesma facilidade de controlo.

A técnica que se revelou com maior eficácia no controlo das infestantes foi a monda manual. Isto deveu-se ao facto de o operador humano ter a capacidade incomparável de localizar e eliminar com precisão todas as plantas que prejudicam a cultura (Figura 48).



Figura 48: Monda manual aumenta a eficácia no controlo das infestantes nas culturas da alface e cebola

A segunda técnica mais eficaz foi a utilização do filme biodegradável. A cor negra do plástico contribuiu para que a maioria das sementes das infestantes não germinassem. Contudo, a junça (*Cyperus rotundus*) e ocasionalmente a grama (*Cynodon dactylon*) mostraram ser capazes de facilmente furar o plástico biodegradável e as folhas de alface (Figura 49). A corriola (*Convolvulus massonii*) demonstrou grande capacidade de aproveitar qualquer abertura no Agrobiofilm® para se desenvolver.



Figura 49: Presença dominante de *Cyperus rotundus* nos talhões com Agrobiofilm®

Pelos resultados apresentados, considerou-se a monda térmica como a terceira mais eficaz uma vez que não apresentou capacidade para controlar as infestantes junça e grama. Estas duas espécies demonstraram ser resistentes ao calor provocado pela monda térmica, uma vez que os seus órgãos reprodutivos se encontram abaixo do solo. Assim, apesar de eliminar eficazmente a parte aérea das plantas (Figura 50), passada uma a duas semanas elas voltaram a germinar.



Figura 50: Efeito da monda térmica nas infestantes da cultura da cebola e da alface

O empalhamento com palha de trigo foi a técnica que manifestou um pior desempenho no controlo das infestantes porque apesar de ter suprimido algumas das mais problemáticas,

como a junça, pela diminuição da luminosidade e temperatura, trouxe para o terreno sementes de trigo (Figura 51). Para tal não ter acontecido, o trigo deveria ter sido cortado mais precocemente. As infestantes morugem (*Stellaria media*) e verónica (*Veronica persica*), mostraram fácil capacidade para atravessar as palhas.



Figura 51: Trigo germinado na modalidade empalhamento, na cultura da alface; efeito do empalhamento sobre as infestantes na cultura da cebola

A eficácia no controlo das infestantes aqui apresentada não foi quantificada e apenas se baseou na observação visual do ensaio experimental. Qualquer recolha de amostras estaria a interferir no desempenho das técnicas testadas e colocaria em causa os resultados anteriormente obtidos.

5. CONCLUSÕES

Através do delineamento experimental efetuado foi possível comparar e avaliar o desempenho das diferentes técnicas estudadas – monda manual, monda térmica, empalhamento e cobertura com filme biodegradável – no controlo das infestantes para as culturas da alface e da cebola.

Durante o ensaio de campo, as condições climáticas verificadas foram atípicas, não sendo assim possível generalizar os resultados obtidos. Este fator aliado à ausência de fertilização contribuíram para as baixas produtividades verificadas. No entanto acredita-se que os parâmetros avaliados fornecem uma base útil de consulta que ajudará os agricultores a decidir qual o método mais apropriado às características da sua exploração agrícola.

As medições efetuadas registaram reduções entre 3 a 4 °C na temperatura do solo com a utilização da técnica do empalhamento. Devido à forte influência do vento, não se verificou um aumento na temperatura do solo com a utilização do filme biodegradável Agrobiofilm®, quando comparado com as técnicas que deixam o solo a descoberto.

Na cultura da alface, o filme biodegradável proporcionou maior produtividade (14,13 ton/ha), calibre (248,25 g) e precocidade, menores perdas de produção (1,28 %) e custos de produção associados à técnica (2.816 €/ha). As mondas manual e térmica apenas diferiram significativamente quanto ao tempo de monda, maior na primeira, e aos CPA, mais elevados na segunda devido à colocação de campânulas protetoras contra as chamas.

Na cultura da cebola, o filme biodegradável Agrobiofilm® proporcionou maior produtividade (24,26 ton/ha), calibre (57 mm) e precocidade, apesar de PP ligeiramente superiores. A produtividade, calibre e perdas de produção não diferiram estatisticamente nas 4 técnicas avaliadas, comprovando a elevada rusticidade da cultura da cebola. A cebola mostrou-se bem-adaptada à monda térmica, sendo esta a técnica que apresentou menor CPA (2.130 €/ha).

Nas duas culturas, com a técnica do empalhamento, obtiveram-se produtividades menores e um atraso na data de colheita, em consequência da diminuição da temperatura, menor arejamento e imobilização do azoto.

A principal vantagem do Agrobiofilm® e do empalhamento foi a ausência de TM, contudo necessitaram de um maior TI devido à colocação manual do plástico e da palha, respetivamente. O TM foi sempre significativamente superior com a técnica da monda manual, por se tratar de um trabalho minucioso e demorado.

Os resultados obtidos relativamente à margem económica para o produtor, indicaram que a melhor técnica para controlar as infestantes, em ambas as culturas, foi a cobertura com filme biodegradável, seguindo-se a monda manual, monda térmica e por fim o empalhamento.

De forma a que a gestão das infestantes seja cada vez mais eficaz e sustentável, salienta-se a importância de serem realizados estudos detalhados e prolongados acerca das diferentes técnicas de munda utilizadas em modo de produção biológico, para todas as culturas e regiões agrícolas.

6. BIBLIOGRAFIA

- Agrobiofilm (2013). *Plásticos biodegradáveis para cobertura de solo*. Silvex. 161 pp.
- Almeida, D. (2006). *Manual de culturas hortícolas - Volume I*. Editorial Presença, Lisboa, Portugal. 346 pp.
- Almeida, F. (1925) *História de Portugal*. Edição do autor, Coimbra, Portugal.
- Amaro, P. (2013). *A Protecção Integrada*. ISA/Press, Cadaval, Portugal. 446 pp.
- Anderson, W.P. (1999). *Perennial weeds: characteristics and identification of selected herbaceous species*. Iowa State University Press, Ames, USA.
- Anderson, R.L. (2003) *An ecological approach to strengthen weed management in the semiarid Great Plains*. *Advances in Agronomy* **80**: 33–62.
- Ascard, J. (1989). Thermal weed control with flaming in onions. In *30th Swedish Crop Protection Conference: weeds and weed control*, pp. 35–50. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Suécia.
- Biofrade. (2016). História da Biofrade.
Disponível em: <<http://www.biofrade.com/historia>>. Acesso em: 20/08/2016.
- Blackshaw, R.E., Anderson, R.L. e Lemerle, D. (2007). Cultural weed management. In *Non-chemical weed management: Principles, concepts and technology*, Upadhyaya, M.K. e Blackshaw, R.E. (eds.), pp. 1-15. CABI Publishing.
- Blossey, B. (2007). Biological control of weeds using arthropods. In *Non-chemical weed management: Principles, concepts and technology*, Upadhyaya, M.K. e Blackshaw, R.E. (eds.), pp. 77-91. CABI Publishing.
- Briassoulis, (2007). Analysis of the mechanical and degradation performances of optimised agricultural biodegradable films. *Polymer Degradation and Stability* **92**: 1115-1132.
- Christoffoleti, P.J., Carvalho S.J.P., Nicolai M., Doohan D. e VanGessel M. (2007). Prevention strategies in weed management. In *Non-chemical weed management: Principles, concepts and technology*, Upadhyaya, M.K. e Blackshaw, R.E. (eds.), pp. 1-15. CABI Publishing.
- Costa R., Artur Saraiva, Lopo Carvalho, Elizabeth Duarte, (2014). The use of biodegradable mulch films on strawberry crop in Portugal. *Scientia Horticulturae* **173**: 65-70.
- Dainello, F.J. (2006). *Commercial organic vegetable production guide*. Department of Horticultural Sciences, University of Georgia, USA. 23 pp.
- Daniell, J.W., Chappell, W.E. and Couch, H.B. (1969). Effect of sublethal and lethal temperatures on plant cells. *Plant Physiology* **44**: 1684–1689.
- Delate, K. e Hartzler, R. (2003). *Weed Management for Organic Farmers*. Iowa State University, Iowa, USA. 8 pp.

- DGADR. (2016). Produção e operadores: dados estatísticos. Disponível em < <http://www.dgadr.mamaot.pt/sustentavel/modo-de-producao-biologico>>. Acesso em: 30/08/2016.
- Dias, M.A.D. (2015). Estudo do desempenho de filmes biodegradáveis numa cultura de ciclo curto - Escarola (*Cichorium endivia L.*). Dissertação de mestrado em Engenharia do Ambiente. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal. 54 pp.
- European Commission. (2007). Regulamento (CE) N.º 834/2007 do Conselho, de 28 de junho de 2007, relativo à produção biológica e à rotulagem dos produtos biológicos e que revoga o Regulamento (CEE) N.º 2092/91. Jornal Oficial da União Europeia L 189 de 20 de julho de 2007.
- European Commission. (2013). Facts and figures on organic agriculture in the European Union. 46 pp. Disponível em: <http://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/more-reports/pdf/organic-2013_en.pdf>. Acesso em: 15/05/2016.
- Eurostat. (2016). Organic farming statistics. Disponível em: <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics>. Acesso em: 15/05/2016.
- FAO. (2007). Report - International Conference on Organic Agriculture and Food Security, FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/organicag/ofs/>>. Acesso em 13/05/2016.
- FIBL e IFOAM. (2016). The world of organic agriculture – statistics and emerging trends 2016. Suíça. 340 pp. Disponível em: < <https://shop.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1698-organic-world-2016.pdf>>. Acesso em 30/08/2016.
- Finney, D.M. e Creamer, N.G. (2008). *Weed Management on organic farms*. center for environmental farming systems, North Carolina, USA. 33 pp.
- Félix, N. (2012). *Agricultura Biológica: Biofrade*. Relatório de Estágio. Instituto Politécnico de Portalegre. 44 pp.
- Ferreira, J. (ed.). (2012). *As bases da Agricultura Biológica*. Edibio, Castelo de Paiva, Portugal. 504 pp.
- Ferreira, J. e Saltão, B. (2014). *A adubação da alface e a acumulação de nitratos – produção biológica e convencional*. Crisopa, Maio de 2014. pp 15-16.
- Geier, B., McNeely, J.A. e Stolton, S. (2000). The relationship between nature nonsevation, biodiversity and organic agriculture. IFOAM. 5 pp.
- Graci, A., Luciano, A., Zaragoza, C. L., e Aibar, J. L. (2008). *Evaluación de alternativas al uso del polietileno como cubierta del suelo para el manejo de malas hierbas y otros aspectos agronómicos en el cultivo del tomate*. Tese de Doutoramento. Universidad de Zaragoza.
- Greer, L. e Diver, S. (2000). *Organic greenhouse vegetable production*. National Center for Appropriate Technology. Attra, USA. 19 pp.

Grundy, A.C. e Bond, B. (2007). Use of non-living mulches for weed control. In *Non-chemical weed management: Principles, concepts and technology*, Upadhyaya, M.K. e Blackshaw, R.E. (eds.), pp. 135-153. CABI Publishing.

IFOAM. (2007). International Federation of Organic Agriculture Movements. Disponível em: < <http://www.ifoam.bio/en/about-us>>. Acesso em 13/05/2016.

IPMA (2016). Instituto Português do Mar e da Atmosfera – Normas Climatológicas 1971-2000. Disponível em: < <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normas.clima/1971-2000/012/>>. Acesso em 01/09/2016.

Kasirajan, S. e Ngouajio, M. (2012). Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development* **32**: 501-529.

Kijchavengkul T., Auras R., Rubino M., Ngouajio M., Fernandez R.T. (2008). Assessment of aliphatic–aromatic copolyester biodegradable mulch films. *Chemosphere* **71**: 942-953.

Koller, M. e Vieweger, A. (2012). Weed management in organic onion production: optimizing cultivation technique and mechanical weed control to reduce hand labour. *Acta Horticulturae* **933**: 391-397

Lampkin, N.H. (1990). *Organic farming*. Farming Press, Ipswich, 701 pp.

Liebman, M., Mohler e C.L., Staver, C.P. (2004). *Ecological management of agricultural weeds*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 532 pp.

Ligenfelter, D.D. (2016). *Introduction to weeds: what are weeds and why do we care?* Penn State University, Pensilvânia, USA.

Machado, R.M.A., Jesus, R.A. e Cabrita, M.A. (2011). *Cebola – uma cultura com elevado potencial agronómico para o Alentejo*. Vida Rural, setembro de 2011, pp 40.

Madge, D. (2007). *Organic farming: vineyard weed management*. Department of Primary Industries, Mildura, Austrália. 10 pp.

Maroto, J.V. (2002). *Horticultura herbácea especial*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, Espanha. 702 pp.

Marques, J. (2012). Gestão das ervas em agricultura biológica. In *As bases da Agricultura Biológica*, Ferreira J. (ed.), pp. 495-504. Edibio, Castelo de Paiva, Portugal.

Maxwell, B.D. e O'Donovan J.T. (2007). Understanding weed-crop interactions to manage weed problems. In *Non-chemical weed management: Principles, concepts and technology*, Upadhyaya, M.K. e Blackshaw, R.E. (eds.), pp. 17-33. CABI Publishing.

Mohler, C.L. (1996). Ecological bases for the cultural control of annual weeds. *Journal of Production Agriculture* **9**: 468-474.

Moraes, A.M.S. (1813). *Dicionário da Língua Portuguesa*. 2º Volume. Tipografia Lacerda, Lisboa, Portugal.

Moreno, M. M., & Moreno, A. (2008). Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. *Scientia Horticulturae*, **116**: 256-263.

- Mourão I.M. (ed.). (2007). *Manual de horticultura no modo de produção biológico*. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Viana do Castelo, Portugal. 206 pp.
- Mourão, I.M. e Pinto, R. (2006). Produção vegetal. In: *Manual de Agricultura Biológica: Terras de Bouro*, I. Mourão, J. P. Araújo e L. M. Brito (eds.), 23-31 pp. Câmara Municipal de Terras de Bouro, Portugal.
- Muenscher, W.C. (1995). *Weeds*. Cornell University Press, New York, USA. 586 pp.
- Rahkonen, J., Pietikäinen, J. e Jokela, H. (1999). The effects of flame weeding on soil microbial biomass. *Biological Agriculture and Horticulture* **16**: 363–368.
- Reis, M. (2007). Material vegetal e viveiros. In *Manual de Agricultura Biológica*, I. Mourão (ed.), pp. 19-51. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Viana do Castelo, Portugal.
- Rijk Zwann. (2016). Alfaca Tourbillon.
Disponível em: <<http://www.rijzwaan.pt/>>. Acesso em 02/06/2016.
- Rizzardi, M.A., Vargas, L., Roman, E.S. e Kissmann, K.G. (2004). Aspectos gerais do manejo e controle de plantas daninhas. In: *Manual de manejo e controle de plantas daninhas*, Vargas, L. e Roman, E.S. (eds), pp. 105–144. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, Brasil.
- Ribeiro, H., Cabral, F. e Vasconcelos, E. (2013). *Sebenta – textos de apoio às aulas práticas de nutrição vegetal, fertilidade do solo e fertilização (análise de terras)*. ISA. Lisboa. 68 pp.
- Rodet, J.C. e Pereira, L. (2015). Manual prático de horticultura biológica. Saúde Actual, Setúbal, Portugal. 530 pp.
- Sivan, A. (2011), New perspectives in plastic biodegradation. *Current Opinion in Biotechnology* **22**: 422–426.
- Smith, R., Gashell, M., Lamine, W.T., Mitchell, J., Koike S.T. e Fouche, C. (2000). *Weed Management for Organic Crops*. UC Davis, USA. 5 pp.
- Sottomayor, A. (1996). *Solarização – um método ecológico de desinfecção do solo*. Direção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho, Portugal. 4 pp.
- Strecht, A., e Ferreira, J. (2012). Empalhamento e trabalho do solo. In *As bases da Agricultura Biológica*, Ferreira J. (ed.), pp. 220-224. Edibio, Castelo de Paiva, Portugal.
- Sullivan, P. (2003). *Principles of sustainable weed management for croplands*. Attra, USA. 16 pp.
- Turner, R.J., Davies, G., Moore, H., Grundy A.C. e Mead, A. (2007). Organic weed management: a review of the current UK farmer perspective. *Crop Protection* **26**: 377-382.
- Upadhyaya, M.K. e Blackshaw, R.E. (eds.). (2007). *Non-chemical weed management: Principles, concepts and technology*. CABI Publishing.
- USDA Natural Resources Conservation Service (2011). Carbon to nitrogen ratios in cropping systems. USDA NRCS East National Technology Support Center, North Carolina, USA- 2 pp.
- Varela, J. (2008). Estruturas da propriedade e culturas regionais. In A. T. de Matos e M. F. Lages (eds.), *Percursos e interculturalidade: raízes e estruturas* (Vol. IV), pp. 225-261. Lisboa: Alto Comissariado para a Imigração e Diálogo Intercultural (ACIDI, I.P.).

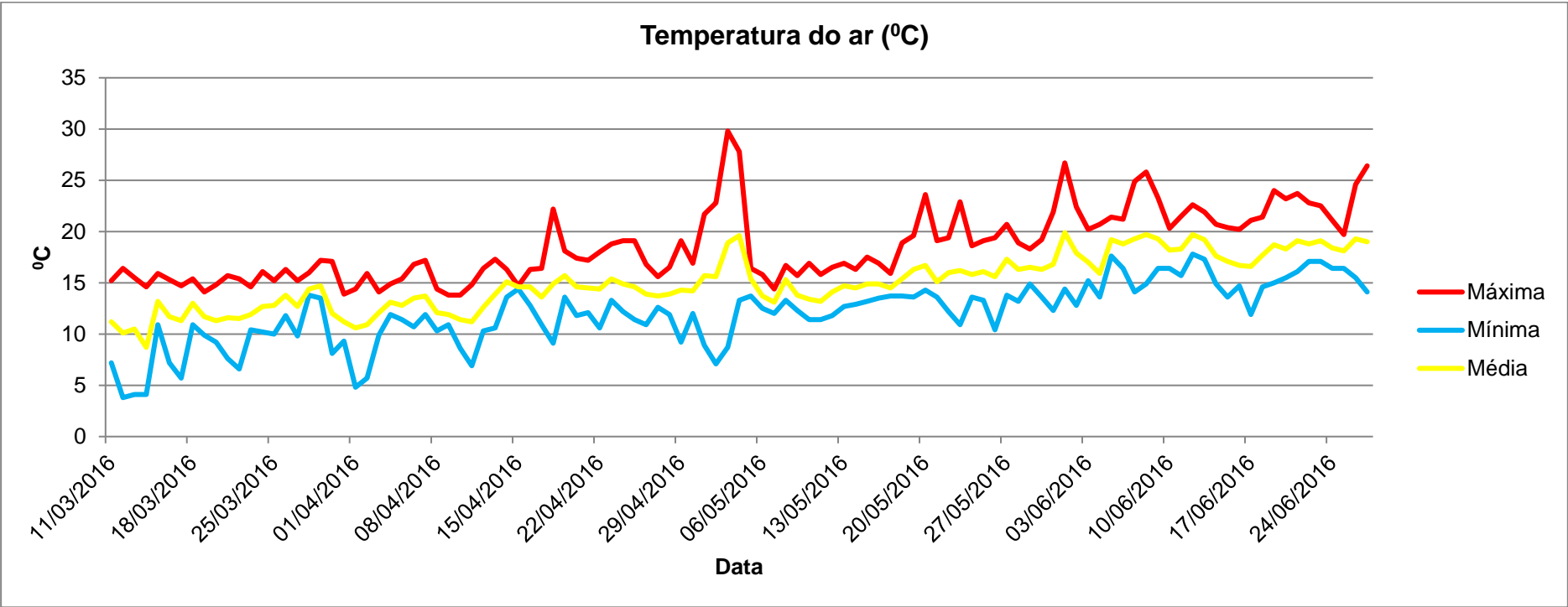
Vasconcelos, T., Monteiro, A., Torres, M.O., Sá, G. e Forte, P. (2014). Infestantes de pastagens: plantas tóxicas e agressivas. ISA/Press, Lisboa, Portugal. 103 pp.

Walz, E. (1999). *Third biennial national organic farmers' survey*. Organic Farming Research Foundation, Santa Cruz, Califórnia. 106 pp.

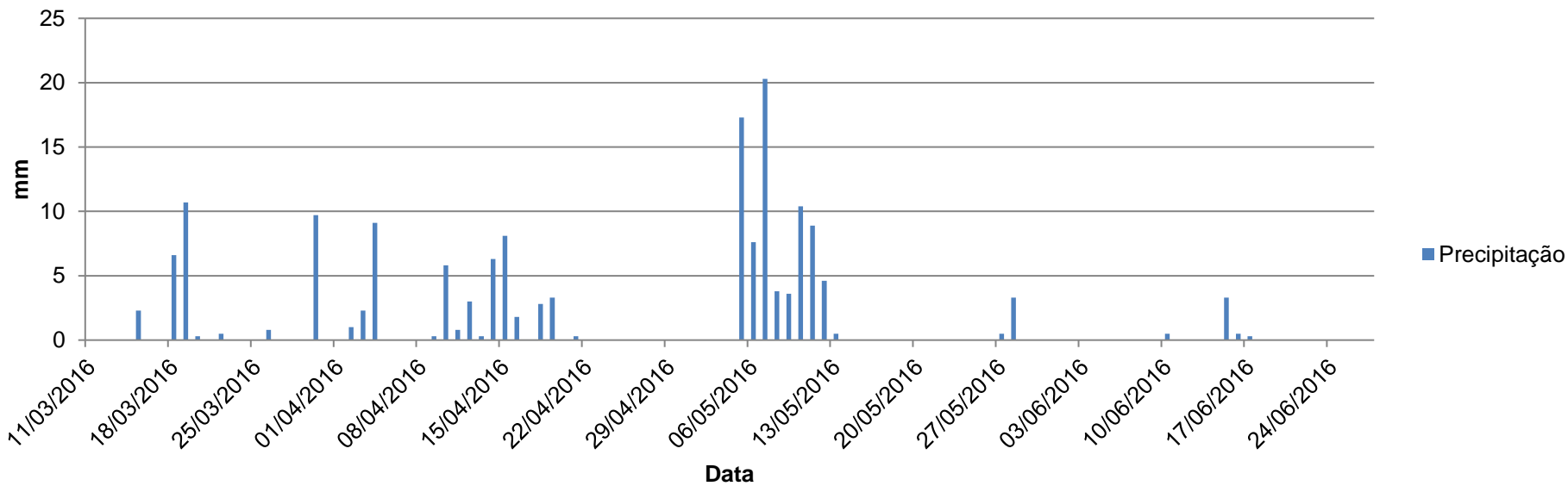
Whelan, R.J. (1995). *The ecology of fire*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 11 pp.

7. ANEXOS

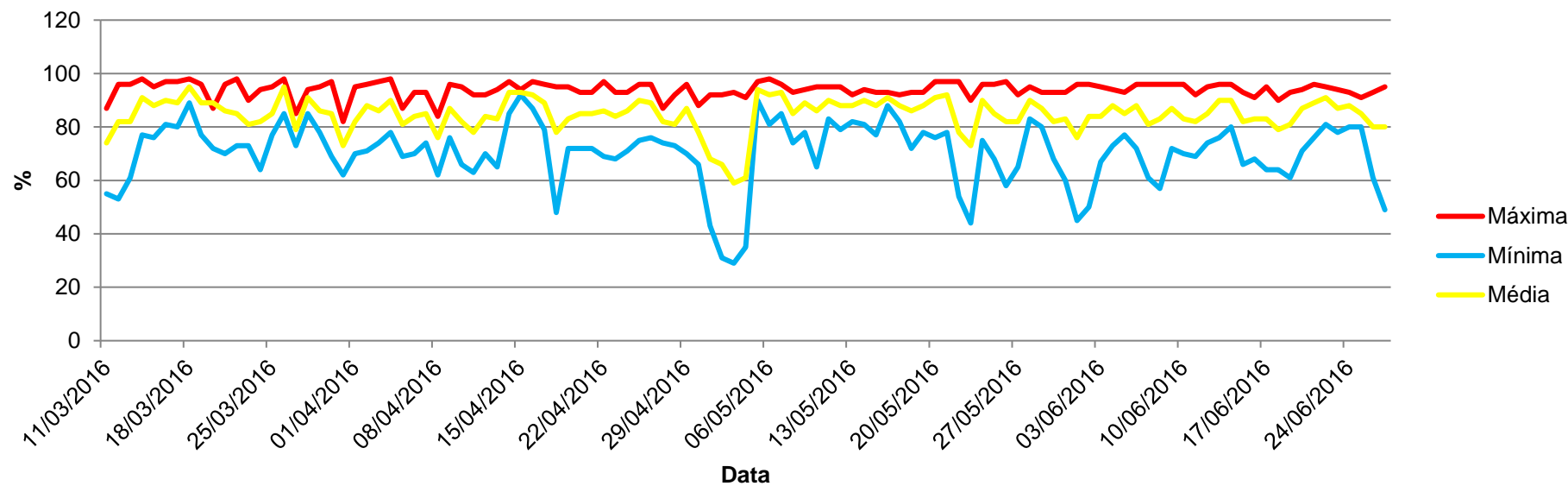
Anexo 1 - Dados obtidos pela estação meteorológica



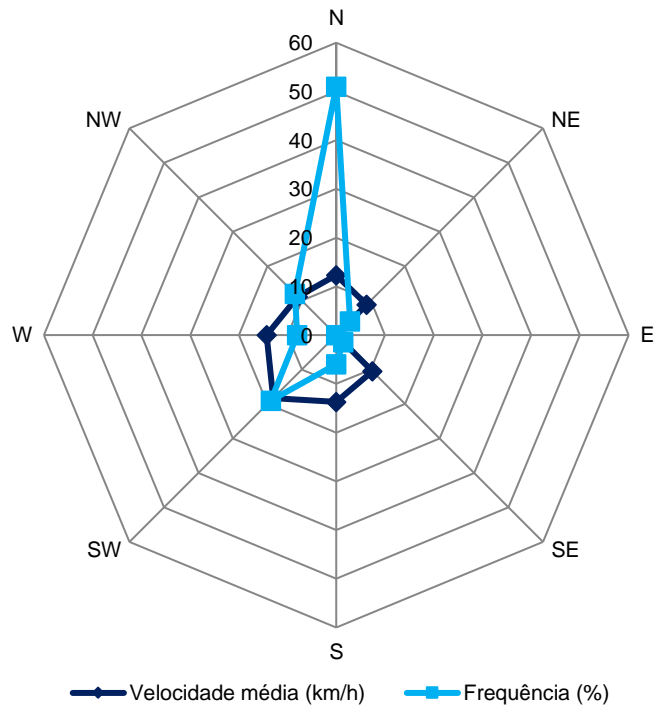
Precipitação (mm)



Humidade relativa do ar (%)



Vento (valores médios no ciclo cultural)



Anexo 2 – Quadros comparativos dos dados observados nos ensaios

Quadro 15: Dados por talhão dos parâmetros observados na cultura da alface

Talhão		Produtividade (ton/ha)	Calibre (mm)	Perdas (%)	Dias até colheita (dias)	Tempo de instalação (h/ha)	Tempo de monda (h/ha)	Custo da técnica (€/ha)	Saldo (€)
ABF	I	10,85	188	0	51	229,01	0	2832,10	11272,90
	II	14,93	258	0	45	232,72	0	2861,73	16547,27
	III	15,02	260	0	45	222,22	0	2777,78	16748,22
	IV	15,72	287	5,1	45	224,07	0	2792,59	17643,41
Média		14,13	248,25	1,28	46,50	227,01	0	2816,05	15552,95
Desvio-padrão		1,92	36,62	2,21	2,60	4,13	0,00	33,01	2505,30
Coef. Variação		14%	15%	173%	6%	2%	-	1%	16%
Térnica	I	7,32	127	0	56	124,07	111,11	4970,48	4545,52
	II	4,70	91,00	10,3	56	130,86	108,02	5000,11	1109,89
	III	9,96	177	2,6	51	117,28	117,28	4965,54	7982,46
	IV	12,7	220	0	51	126,54	111,11	4990,23	11519,77
Média		8,67	153,75	3,23	53,5	124,69	111,88	4981,593	6289,407
Desvio-padrão		2,98	48,95	4,22	2,50	4,92	3,36	14,13	3875,94
Coef. Variação		34%	32%	131%	5%	4%	3%	0%	62%
Manual	I	11,01	196	2,6	51	132,10	333,33	3723,46	10589,54
	II	6,90	126,00	5,1	56	118,52	370,37	3911,11	5058,89
	III	9,49	164	0	56	124,69	351,85	3812,35	8524,65
	IV	10,96	190	0	51	127,16	317,9	3560,49	10687,51
Média		9,59	169	1,93	53,5	125,62	343,3625	3751,853	8715,148
Desvio-padrão		1,67	27,59	2,12	2,50	4,89	19,69	128,89	2280,79
Coef. Variação		17%	16%	110%	5%	4%	6%	3%	26%
Palha	I	3,88	75	10,3	56	206,79	0	3654,32	1389,68
	II	2,91	52	2,6	56	214,2	0	3713,58	69,42
	III	7,26	136	7,7	56	196,91	0	3575,31	5862,69
	IV	8,27	150	0	56	202,47	0	3619,75	7131,25
Média		5,58	103,25	5,15	56	205,09	0	3640,74	3613,26
Desvio-padrão		2,24	40,87	4,06	0,00	6,32	0,00	50,53	2955,47
Coef. Variação		40%	40%	79%	0%	3%	-	1%	82%

Quadro 16: Dados por talhão dos parâmetros observados na cultura da cebola

Talhão		Produtividade (ton/ha)	Perdas (%)	Calibre (mm)	Dias até colheita (dias)	Tempo de instalação (h/ha)	Tempo de monda (h/ha)	Custo da técnica (€/ha)	Saldo (€)
ABF	I	20,57	10,5	56	97	350	0	3800	12656
	II	19,17	9	52	97	327,22	0	3617,78	11718,22
	III	31,4	2	61	90	328,33	0	3626,67	21493,33
	IV	25,88	13,5	59	97	298,89	0	3391,11	17312,89
Média		24,26	8,75	57	95,25	326,11	0	3608,89	15795,11
Desvio-padrão		4,83	4,22	3,39	3,03	18,15	0,00	145,21	3913,07
Coef. Variação		20%	48%	6%	3%	6%	-	4%	25%
Térmica	I	13,3	14,5	48	109	200	44,44	2155,56	8484,44
	II	9,59	10,5	40	109	192,78	47,78	2124,44	5547,56
	III	23,34	2,5	56	97	178,33	61,11	2115,56	16556,44
	IV	15,85	3	47	109	190,56	50	2124,44	10555,56
Média		15,52	7,63	47,75	106	190,42	50,83	2130	10286
Desvio-padrão		5,03	5,08	5,67	5,20	7,80	6,26	15,20	4033,90
Coef. Variação		32%	67%	12%	5%	4%	12%	1%	39%
Manual	I	18,94	2,5	52	109	199,44	361,11	4484,44	10667,56
	II	14,7	15	50	109	177,22	400	4617,78	7142,22
	III	20,91	3,5	57	97	193,89	186,67	3044,44	13683,56
	IV	31,02	3	63	97	191,11	139,44	2644,44	22171,56
Média		21,39	6	55,50	103	190,42	271,81	3697,78	13416,23
Desvio-padrão		5,99	5,21	5,02	6,00	8,19	110,88	866,26	5559,80
Coef. Variação		28%	87%	9%	6%	4%	41%	23%	41%
Palha	I	11,39	13,5	43	109	257,22	0	4057,78	5054,22
	II	20,06	5,5	52	109	243,89	0	3951,11	12096,89
	III	9,97	5,5	39	109	265,89	0	4124,44	3851,56
	IV	31,02	2,5	56	109	258,89	0	4071,11	20744,89
Média		18,11	6,75	47,50	109	256,47	0	4051,11	10436,89
Desvio-padrão		8,39	4,09	6,80	0,00	7,96	0,00	62,89	6733,32
Coef. Variação		46%	61%	14%	0%	3%	-	2%	65%