

Efeito da gestão do solo na entomofauna do amendoal

Alana Caroline Burg

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança
para obtenção do Grau de Mestre em Agroecologia no âmbito do
duplo diploma da Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Orientação

Prof. Dr. Albino António Bento - IPB

Coorientação

Prof. Dr. Thiago de Oliveira Vargas – UTFPR

Eng. Msc. Maria Eliza Cota e Souza - IPB

**Bragança
2025**

Dedico este trabalho com toda a minha gratidão a meus pais, Zilmar e Marilda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço com todo meu amor, a meu pai, Zilmar e minha mãe, Marilda, que permitiram a realização desse sonho, me amparando emocionalmente e financeiramente para que eu alcançasse meus objetivos. Sem a presença e apoio de vocês, nada disso seria possível.

Agradeço, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e ao Instituto Politécnico de Bragança (IPB), por proporcionar a oportunidade e viabilizar todos os recursos necessários para a realização do programa de dupla diplomação.

Agradeço, os colegas do laboratório de entomologia da Escola Superior Agrária, pela disponibilização de todos os materiais e ferramentas ao longo da execução deste trabalho, em especial, á Maria Eliza Cota, por toda a contribuição e auxílio oferecido.

Agradeço o meu orientador, Prof. Dr. Albino António Bento, por toda sua compreensão, suporte e confiança durante esta pesquisa, motivando-me a continuar e não desistir.

Agradeço o meu coorientador, Prof. Dr. Thiago de Oliveira Vargas, por acreditar em minha competência e me encorajar a viver mais esta etapa em minha trajetória acadêmica.

Agradeço a todos os meus amigos que, mesmo à distância, permaneceram presentes e acessíveis, em especial Isadora Agostini, que sempre esteve disposta a me auxiliar e compartilhar comigo suas vivências.

Agradeço a meus amigos companheiros de moradia que estiveram sempre ao meu lado e se tornaram família, guardo com carinho todas as memórias vividas e todo o afeto compartilhado.

Agradeço a todos os novos laços de amizade formados que foram essenciais para tornar essa jornada mais leve, cada um trouxe uma vivacidade única à minha vida e, não é à toa que Bragança é chamada de “Terra dos amigos para sempre”.

Agradeço a Inês Sernadela, do Gabinete de Saúde e a Anabela Rolo, do Gabinete de Serviços Sociais, por serem verdadeiramente prestativas e por possuírem corações generosos, suas contribuições e apoio foram fundamentais.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Objetivo	2
2	REVISÃO BILIOGRÁFICA.....	3
2.1	Aspectos gerais do cultivo de amêndoas.....	3
2.2	Principais inimigos da cultura da amendoeira.	8
2.3	<i>Monosteira unicastata</i> : aspectos biológicos da espécie.	9
2.4	Prejuízos causados pela <i>Monosteira unicastata</i>	12
2.5	Métodos de controle.....	14
2.5.1	Meios indiretos de controle	16
2.5.2	Controle químico	17
2.6	Gestão do solo e impacto nos artrópodes.	18
2.7	Grupos tróficos: predador e fitófago.....	20
3	METODOLOGIA.....	21
3.1	Descrição das Áreas	22
3.2	Amostragem	23
3.3	Estatística	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5	CONCLUSÃO.....	37
6	REFERÊNCIAS.....	38

RESUMO

Uma gestão do solo que desconsidere a regulação biológica na cultura da amendoeira favorece o ataque de pragas aos frutos, o que compromete a qualidade das amêndoas e diminui a produção, ocasionando consequências negativas na economia agrícola portuguesa. Diante disso, o trabalho possui como foco principal, realizar uma análise acerca do manejo cultural do amendoal e do impacto gerado por ele na biodiversidade funcional, principalmente, na heterogeneidade de insetos benéficos, bem como, a influencia exercida por ele na intensidade dos danos ocasionados pelas pragas, sobretudo a *Monosteira unicastata* (Mulsant & Rey, 1852). A regulação natural dessas pragas ocorre através do estabelecimento de habitats favoráveis para os insetos benéficos, como predadores e parasitoides, desempenhando função essencial no equilíbrio da entomofauna, sendo assim, foram avaliados dois pomares com condições distintas de solos, sendo elas a presença e ausência de cobertura vegetal. Para estimar a incidência da praga e classificar os insetos presentes nos diferentes pomares estudados, foi empregada a técnica das pancadas para coletar as amostras, consistindo no batimento de dois ramos aleatórios de 25 árvores escolhidas ao acaso. Esse procedimento foi realizado a cada 15 dias, objetivando o melhor monitoramento da dinâmica sazonal dos artrópodes. Diante da análise dos resultados, verificou-se que a cobertura vegetal teve influência positiva na abundância de artrópodes benéficos, sendo ponto crucial no controle natural de populações da *M. unicastata*. Por este motivo, pode-se afirmar que a busca constante por estas práticas traz uma contribuição significativa para a biodiversidade da entomofauna, além do desenvolvimento sustentável no cultivo das amêndoas.

Palavras-chave: Amendoeira, Entomofauna, *Monosteira unicastata*, Técnica das pancadas.

ABSTRACT

Soil management that disregards biological regulation in almond cultivation favors pest attacks on the fruit, which compromises the quality of the almonds and reduces production, causing negative consequences for the Brazilian agricultural economy. In view of this, the main focus of this study is to analyze the cultural management of almond trees and its impact on functional biodiversity, mainly on the heterogeneity of beneficial insects, as well as the influence it exerts on the intensity of damage caused by pests, especially *Monosteira unicostata*. The natural regulation of these pests occurs through the establishment of favorable habitats for beneficial insects, such as predators and parasitoids, playing an essential role in the balance of entomofauna. Therefore, two orchards with different soil conditions, namely the presence and absence of vegetation cover, were evaluated. To estimate the incidence of *Monosteira* and classify the insects present in the different orchards studied, the beating technique was used to collect samples, consisting of tapping two random branches of 25 randomly selected trees. This procedure was performed every 15 days, aiming at better monitoring of the seasonal dynamics of arthropods. Based on the analysis of the results, it was found that the vegetation cover had a positive influence on the abundance of beneficial arthropods, being a crucial point in the natural control of *Monosteira unicostata* populations. For this reason, it can be stated that the constant search for these practices brings a significant contribution to the biodiversity of entomofauna, in addition to the sustainable development of almond cultivation.

Keywords: Almond. Entomofauna. *Monosteira unicostata*. Beating technique.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Amendoeira, <i>Prunus dulcis</i> (Miller).....	3
Figura 2 – Ninfas de <i>Monosteira unicastata</i> (Mulsant & Rey) na parte inferior da folha.	10
Figura 3 – <i>Monosteira unicastata</i> (Mulsant & Rey, 1852) em seu estágio adulto.	10
Figura 4 – Estádios de desenvolvimento ninfal do percevejo <i>Monosteira unicastata</i> (Mulsant & Rey).	11
Figura 5 – Estragos ocasionados por <i>Monosteira unicastata</i> (Mulsant & Rey).	13
Figura 6 – Estragos causados por lepidópteros.	15
Figura 7 – Larva de <i>Anarsia lineatella</i> Zeller.	16
Figura 8 – Amendoeira localizada em Bornes, em Macedo de Cavaleiros.	21
Figura 9 – Amendoeira localizada em São Salvador, em Mirandela.	22
Figura 10 – Separação do material vegetal e dos insetos amostrados em lupa binocular.	24
Figura 11 – Amostra vista a olho nu.	24
Figura 12 – Visualização e identificação em lupa binocular dos insetos amostrados.....	25
Figura 13 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para a abundância no tratamento de artrópodes.	28
Figura 14 - Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para a riqueza no tratamento de Artrópodes.	29
Figura 15 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para o Índice de Simpson no tratamento de artrópodes.....	29
Figura 16 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para a abundância no tratamento de artrópodes fitófagos.	31
Figura 17 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para a Riqueza no tratamento de artrópodes fitófagos.	32
Figura 18 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para o Índice de Simpson no tratamento de artrópodes fitófagos.	32
Figura 19 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para a abundância no tratamento de artrópodes predadores.	34
Figura 20 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para a riqueza no tratamento de artrópodes predadores.	35
Figura 21 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para o Índice de Simpson no tratamento de artrópodes predadores.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Abundância e frequência (%) de artrópodes capturados em amendoais com coberto vegetal (CCV) e mobilizado (SCV) na região de Mirandela e Macedo de Cavaleiros (Nordeste de Portugal) em 2021.	26
Quadro 2 - Estatísticas resumidas dos modelos desenvolvidos para avaliar o efeito do tratamento com coberto vegetal (CCV) e mobilizado (SCV).	27
Quadro 3 – Distribuição das espécies fitófagas	29
Quadro 4 – Estatísticas resumidas dos modelos desenvolvidos para avaliar o efeito do tratamento com coberto vegetal (CCV) e mobilizado (SCV).	31
Quadro 5 – Distribuição das espécies predadoras.....	33
Quadro 6 – Estatísticas resumidas dos modelos desenvolvidos para avaliar o efeito do tratamento com coberto vegetal (CCV) e mobilizado (SCV).	33

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Os pomares de amendoeiras possuem extrema relevância para a economia agrícola e alimentar, desempenhando um papel fundamental na indústria agroalimentar. A produção de amêndoas se destaca como uma das mais importantes atividades agrícolas em diversas partes do mundo, sendo uma significativa fonte de renda para os produtores, além de ser uma matéria-prima essencial para uma ampla gama de produtos, incluindo óleos, doces e outros produtos alimentícios. Além de sua importância econômica, os amendoais possuem uma longa história de cultivo e são uma parte integrante das paisagens rurais em diferentes culturas, enriquecendo a biodiversidade das áreas cultivadas.

O cultivo de amendoeiras enfrenta desafios consideráveis devido ao ataque das pragas, com destaque para a *Monosteira unicastata* (Mulsant & Rey, 1852), que representa uma ameaça significativa. Além da *Monosteira*, inúmeras outras pragas prejudicam a saúde e a produtividade das amendoeiras. Entre elas, destacam-se: *Anarsia lineatella* (Zeller, 1839), *Grapholita molesta* (Busck, 1916), *Zeuzera pyrina* (Linnaeus, 1761), *Cossus cossus* (Linnaeus, 1758). Segundo Pereira (2009), essas pragas geram desafios consideráveis para a produção de amêndoas, exigindo a adoção de estratégias integradas de manejo para reduzir os danos e garantir a sustentabilidade do cultivo.

Neste contexto, organismos como predadores e parasitoides são essenciais para a regulação biológica das pragas. Estes inimigos naturais auxiliam no controle das populações de pragas, promovendo o equilíbrio ecológico e reduzindo a necessidade de uso excessivo de inseticidas.

O impacto das práticas culturais nos amendoais sobre as populações de pragas é um aspecto crítico a ser abordado. As práticas culturais, como técnicas de manejo do solo, uso de fertilizantes e práticas de irrigação, podem influenciar a disponibilidade de habitats e nutrientes para as pragas e seus inimigos naturais. A compreensão aprofundada dessas interações é fundamental para otimizar as estratégias de manejo integrado de pragas, visando a redução dos danos causados pelas pragas e a promoção de práticas agrícolas mais sustentáveis.

Neste cenário, a pesquisa possui como finalidade a análise das interações entre as

práticas culturais no cultivo de amêndoas, o papel dos inimigos naturais no controle das pragas, e os efeitos dessas interações na produção e na economia. O objetivo principal reside na necessidade de compreender como as práticas culturais influenciam a dinâmica das populações de pragas e seus inimigos naturais nos amendoais, e como isso afeta a produção e a economia agrícola.

Essa pesquisa se mostra relevante, pois fornecerá informações valiosas para os produtores de amêndoas e profissionais do setor agrícola. Ao compreender profundamente essas interações, será possível implementar estratégias mais eficazes de manejo integrado de pragas, minimizando os danos causados pela Monosteira e outras pragas, ao mesmo tempo que é preservado os inimigos naturais. Além disso, contribuirá para práticas sustentáveis de agricultura, favorecendo tanto a viabilidade econômica quanto a preservação ambiental desse cultivo.

1.2 Objetivo

O objetivo desta pesquisa visa avaliar como as práticas culturais adotadas no amendoal afetam a biodiversidade funcional e a intensidade dos ataques de pragas, com foco especial na Monosteira, uma das principais ameaças dessa cultura. Além disso, é avaliado como o manejo do solo adequado pode promover habitats favoráveis para insetos benéficos, como predadores e parasitoides, que desempenham um papel importante no controle natural das populações de pragas. A análise busca compreender as interações entre essas práticas, a diversidade da entomofauna e o comportamento de populações de Monosteira. Os resultados obtidos serão cruciais para ajustar estratégias de manejo integrado de pragas, visando a redução dos prejuízos causados pela Monosteira e a conservação da biodiversidade funcional no ecossistema do amendoal.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais do cultivo de amêndoas.

Prunus dulcis (Miller), popularmente conhecida como amendoeira (Figura 1), pertence a ordem Rosales e família Rosaceae, é uma árvore de grande importância botânica, destacando-se não apenas por sua beleza ornamental, mas também por sua produção de amêndoas, sementes amplamente apreciadas e utilizadas em diversas culinárias ao redor do mundo. Caracterizando-se como uma das principais espécies de importância económica, cultural, social e ambiental em Portugal (Rodrigues *et al.*, 2019).



Figura 1 – Amendoeira, *Prunus dulcis* (Miller).

A árvore é classificada como caducifólia, em razão da queda de suas folhas no período do inverno. Em condições de cultivo, sua altura pode variar de 4 a 6 metros, possuindo um sistema radicular robusto, podendo se estender em até 4 metros de profundidade e a uma distância de 10 a 12 metros do tronco, quando as condições são ideais. O tipo e o desenvolvimento do sistema radicular variam conforme a escolha do porta-enxerto (Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2017).

O tronco é inicialmente liso e, no decorrer do tempo, desenvolve rachaduras, um aspecto característico da espécie. Suas flores hermafroditas exigem polinização cruzada nas variedades tradicionais devido à auto-incompatibilidade. Por outro lado, as variedades mais atuais são auto-férteis, o que reduz a necessidade de insetos polinizadores, embora sua presença ainda possa enriquecer a produção (Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2017).

Os frutos desta árvore são classificados como drupas, compostos por uma polpa que envolve um duro caroço em seu interior. Esse caroço contém exocarpo, mesocarpo e endocarpo, que abriga a semente. A semente, composta por dois cotilédones e um embrião, é a parte comestível, sendo coberta por uma película de coloração castanha e textura variável (Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2017).

Segundo Bento *et al.*, (2014), a árvore frutífera é de origem mediterrânea cultivada em escala global, sendo a Califórnia, nos Estados Unidos, reconhecida como a principal região produtora. A produção mundial de amêndoas tem experimentado um crescimento notável na última década, atingindo cerca de 3 milhões de toneladas de amêndoas com casca, avaliadas em mais de 14,2 bilhões de dólares. Esse aumento é atribuído às propriedades nutritivas e benéficas presentes na composição da amêndoa, despertando crescente interesse entre os consumidores nos tempos mais recentes.

Sendo uma das espécies de maior importância econômica no cenário mundial, a cultura da amendoeira é muito apreciada no mercado Europeu. Estima-se que somente na Europa sejam produzidos 561.000 toneladas (Freitas *et al.*, 2023). Em Portugal, a amêndoa possui grande valor econômico, em razão da sua ligação ao mercado gastronômico, visto que o padrão alimentar no mediterrâneo inclui uma dieta rica na presença de frutos secos (Almeida & Oliveira, 2017).

O cultivo da amendoeira é geralmente encontrado em áreas específicas do território português, distribuindo-se de norte a sul, com grande concentração no interior, em territórios de baixa densidade populacional (Rodrigues *et al.*, 2019).

Essa cultura vem ganhando cada vez mais destaque, com um aumento no interesse do seu cultivo. Segundo dados do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2024), a produção de amêndoas tem registrado um crescimento expressivo nos últimos anos, refletindo a expansão dessa atividade agrícola no país. Após uma redução contínua da área destinada ao cultivo de amêndoas entre 1994 e 2009, com uma diminuição média anual de mil hectares, foi observado um reaparecimento do interesse por essa cultura. Esse processo foi impulsionado através da

implementação de novos pomares intensivos, principalmente irrigados nas regiões do Alentejo e Beira Baixa e, de sequeiro em Trás-os-Montes, além da reconversão de áreas já existentes. A partir de 2010, a extensão dos pomares de amendoal iniciou um processo contínuo de crescimento, registrando um aumento de 157% entre 2011 e 2024, totalizando uma área ocupada de 74 mil hectares. Esse crescimento teve um reflexo necessariamente atrasado na produção, uma vez que os amendoais intensivos começam a produzir entre o segundo e terceiro ano após o plantio, atingindo plena produção em cerca de sete anos.

De toda forma, os efeitos da entrada em produção das novas plantações, mais eficientes do que as tradicionais, já são visíveis de maneira expressiva. A produção de amêndoas aumentou significativamente após 2019, passando de 7,7 mil toneladas em 2011 para estimados 83 mil toneladas em 2024, representando a maior da história com um impressionante crescimento de 978%. (INE, 2024).

Segundo dados do banco de informações da FAOSTAT (2022), a Europa, em geral, tem registrado um aumento na produção de amêndoas, com Portugal contribuindo positivamente para esse cenário. O clima mediterrâneo predominante na região é propício para o cultivo da amendoeira, proporcionando condições ideais para o desenvolvimento e a produção das amêndoas.

Contudo, devido à seca e geadas tardias, Trás-os-Montes teve redução na produção de amêndoas em 2022. Com a implantação de novos amendoais do Alentejo a produção foi compensada, sendo a campanha global mais produtiva nos últimos 30 anos. A superfície do amendoal em Trás-os-Montes no ano de 2024, apresentou uma área cultivada de 26.770 hectares, enquanto o Alentejo teve um resultado parecido, com área de 26.698 hectares. (INE, 2024).

De acordo com Arquero *et al.* (2013), em dados divulgados pela FAOSTAT referentes ao ano de 2010, a área total dedicada ao cultivo da amendoeira em 2010 foi de 1.626.454 hectares, sendo a Espanha o país que mais área destina ao cultivo de amêndoas, com 542.100 hectares, seguido pelos Estados Unidos, com 291.373 hectares. Deve-se levar em consideração que na Espanha, as médias de rendimento variam entre 350-400 kg/hectare, enquanto nos Estados Unidos, atingem até 4.000 kg/hectare, devido à natureza mais intensiva de suas plantações, disponibilidade de água, uso de variedades de alto rendimento e sua localização em áreas praticamente livres de geadas.

Em virtude da excelente qualidade das amêndoas produzidas em Portugal, há uma demanda significativa tanto no mercado interno como externo. A localização estratégica do

país, aliada à alta procura por amêndoas na União Europeia, confere a Portugal uma vantagem expressiva (Cabo & Matos, 2017; Santos & Teixeira, 2020).

Cabe destacar que os agricultores portugueses têm investido em técnicas avançadas de cultivo, incluindo a seleção de variedades adaptadas ao clima local e a implementação de práticas sustentáveis, garantindo a produtividade a longo prazo. Além disso, a utilização de tecnologias modernas e a implementação de boas práticas agrícolas têm contribuído para o aumento da eficiência na produção de amêndoas em Portugal. Arquero *et al.* (2015) ressalta que para a implantação de uma nova cultura e a escolha do material vegetal adequado, o agricultor deve ponderar diversos aspectos, entre os quais destacamos os seguintes: condições edafoclimáticas da zona de cultivo; nível de mecanização da exploração; disponibilidade e qualificação técnica da equipe; sistema de cultivo a ser implantado; cronograma de execução das principais atividades do cultivo e sua integração com o restante da exploração; características comerciais do produto e sua possível evolução, entre outros.

Por fim, evidencia-se que a amendoeira, além de seu valor econômico, desempenha um papel importante na diversificação das culturas agrícolas em Portugal, promovendo o desenvolvimento sustentável e a resiliência do setor agrícola. O cultivo da amendoeira não apenas beneficia os produtores, mas também agrega valor à paisagem, enriquecendo o patrimônio natural do país. Através de sua floração antecipada, a amendoeira tem o poder de embelezar paisagens de forma impressionante, atraindo turistas para áreas rurais, especialmente no Vale do Douro e regiões vizinhas. Ao longo do tempo, ela manteve uma relevância constante para a economia familiar dessas áreas (Rodrigues *et al.*, 2020).

Nos sistemas agrícolas, a cultura da amendoeira consegue se adaptar a solos com pH alcalino e solos moderadamente salinos, porém, essa cultura apresenta um desenvolvimento melhor em solos profundos, férteis e bem drenados (Baspinar *et al.*, 2018).

Atualmente, temos um entendimento claro dos impactos e das desvantagens resultantes da agricultura intensiva e moderna em relação a diversos recursos naturais, abrangendo áreas como a gestão hídrica, conservação do solo, preservação da microbiota, fauna, flora e exploração de minérios, entre outros.

Outro ponto importante é a gestão sustentável do solo, a FAO (2019) defende que a gestão sustentável do solo pode aumentar a produtividade em 58% das culturas agrícolas. Contudo, dados da FAO (2022) sugerem que solos não cuidados e em processo de erosão podem reduzir em 10% a produção de alimentos em 2050, segundo os especialistas.

Vários são os fatores que podem afetar o solo e dificultar a implantação sustentável

na gestão do amendoal. Erosão hídrica e eólica, compactação do solo, desequilíbrio na fertilidade do solo, acidificação do solo, ausência de cobertura vegetal, perda de carbono orgânico e perda da biodiversidade, tais aspectos são comuns em cultivos convencionais (Rodrigues *et al.*, 2022).

Essas práticas convencionais têm sido questionadas, levando em conta a necessidade da preservação da fertilidade dos solos por meio de recursos naturais, minimizando ou retirando o uso de agroquímicos e adotando boas práticas de conservação do solo para minimizar os efeitos nocivos ao meio ambiente e ao homem que consome tais alimentos (Araújo *et al.*, 2007).

Em contrapartida à agricultura intensiva convencional, surgem sistemas agrícolas sustentáveis que seguem os princípios de sustentabilidade como a agricultura orgânica, a permacultura, agroecologia, agricultura familiar, plantio direto, produção integrada de frutos, agricultura biodinâmica, entre outros (Trecenti, 2009).

A Associação dos Jovens Agricultores de Portugal (2017) julga que a adoção da Produção Integrada e Agricultura Biológica são sistemas de produção sustentáveis, que podem utilizar os recursos naturais de forma sustentável e conservar a biodiversidade, no contexto produtivo da amêndoa. Também é uma preocupação na produção de amêndoas em Portugal, a oferta de produção de frutos com a satisfação do consumidor final, os quais estão exigindo do mercado produtos que envolvam princípios norteadores de sustentabilidade na produção de frutos secos de amêndoa.

Na implantação de novos pomares que apliquem os métodos de sustentabilidade, podem ser utilizadas variedades de amêndoas tradicionais (de fácil adaptação a esses sistemas), em sistemas de exploração em sequeiro, nesses sistemas tornam-se ainda mais fácil o processo produtivo, o que permite um sistema de produção mais vantajoso para o meio ambiente (Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, 2017).

As expectativas em 2022 indicavam que, em 2023, Portugal já seria plenamente autossuficiente em produção de frutos secos segundo a Portugal Nuts – Associação de Promoção dos Frutos Secos. Conforme os dados do Jornal de Negócios (2022), dos 100 milhões de euros que são exportados de frutos secos, 10 milhões de euros são referentes à exportação de amêndoa, o que indica um saldo positivo na balança comercial do país.

Diante desse mercado, espera-se que essa cultura ganhe maiores proporções de produção e mercado, tendo em vista os investimentos realizados em novas áreas plantadas no país. Além do que, as novas tendências de mercado apontam o consumo de amêndoa associado

aos “*snacks*, cereais de pequeno-almoço, produtos de pastelaria, manteigas de amêndoa, bebidas vegetais de amêndoa, sobremesas e gelados, chocolates e pratos “*gourmet*” (Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos, 2020). A amêndoa como produto versátil é impulsionada pela crescente procura global e produtos relacionados têm, portanto, um mercado promissor nos próximos anos. O que requer uma maior atenção do cultivo e dos meios de sustentabilidade empregados no contexto produtivo dessa cultura.

É notável a intensificação do sistema produtivo da cultura em regiões como Trás-os-Montes e regiões do Alentejo, porém, como consequência da expansão produtiva há também maior sensibilidade das novas variedades que vêm sendo exploradas. A cerca disso, existe a maior de probabilidade a ataques de inimigos da cultura, principalmente, em plantações regadas (Torguet *et al.*, 2019).

Doll *et al.* (2021) reforçam que as práticas culturais como o regadio aumentam a produtividade dos amendoais. Entre os resultados obtidos no estudo foi apontada uma produtividade entre 1.500-3.300 kg/hectare em amendoais sob sistema de produção intensiva.

2.2 Principais inimigos da cultura da amendoeira.

Santos *et al.*, (2021) enfatizam diversas pragas e doenças que acometem a amendoeira, principalmente, por fungos e bactérias. Essas por sua vez, podem ocasionar a redução quantitativa e qualitativa da produção.

Os autores destacam as principais doenças da cultura causadas por fungos, como: a antracnose, causada pelo *Colletotrichum acutatum* J.H.Simmonds, 1968; o cancro, provocado por *Diaporthe amygdali* (Delacr.) Udayanga, Crous & K.D.Hyde, 1966; a mancha ocre, ocasionada pelo *Polystigma amygdalinum* P.F.Cannon, 1996; a moniliose, causada pelo *Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey, 1945.

Além destas, há outras com menor frequência e impacto como o crivado, provocado por *Wilsonomyces carpophilus* (Lév.) Adask., J.M.Ogawa & E.E.Butler, 1990, e da lepra, ocasionada pelo *Taphrina deformans* (Berk.) Tul., 1866.

Nesse contexto,

A infecção destas doenças pode comprometer a produção e o vigor da árvore dado que vai interferir com os processos síntese da planta, queda prematura dos frutos ou abortamento dos mesmos. O desenvolvimento destas doenças e a gravidade dos seus sintomas são favorecidos pela elevada humidade e precipitação e sensibilidade varietal. O combate destas doenças baseia-se na eliminação dos órgãos infetados, podas apropriadas, fertilização equilibradas de azoto, evitar regas prolongadas e o

uso de fungicidas à base de cobre (RIBEIRO & SILVA, 2020).

À parte das infecções fúngicas, é crucial destacar as doenças desencadeadas por bactérias, tais como a bacteriose, ocasionada pela *Xanthomonas arboricola* Vauterin, Hoste, Kersters & Swings, 1995 e a xylella, provocada pela *Xylella fastidiosa* Wells *et al.*, 1987, juntamente com outras condições de menor impacto, as quais podem acarretar prejuízos consideráveis.

Segundo Santos *et al.*, 2017, entre as pragas de ação mastigadora, sobressaem-se a anársia (*Anarsia lineatella* Zeller, 1839) e a grafolita (*Grapholita molesta* Busck, 1916), que causam danos nas folhas e nas brotações; as brocas (*Zeuzera pyrina* L., 1761 e *Cossus cossus* L., 1758), cujas larvas lesionam os troncos, comprometendo sua integridade; e o cabeça-de-prego (*Capnodis tenebrionis* L., 1761), que afeta raízes e folhas, dependendo de seu estado.

Dentre as pragas de ação picadora-sugadora, o autor também destaca os ácaros tetraniquídeos (*Tetranychus urticae* Koch, 1836 e *Panonychus ulmi* Koch, 1836) e os afídeos (*Myzus persicae* Sulzer, 1776; *Brachycaudus amygdalinus* Schouteden, 1905; e *Brachycaudus helichrysi* Kaltentbach, 1843) que sugam a seiva floêmica, prejudicando a fotossíntese e fragilizando a planta, como é o caso da monosteira (*Monosteira unicastata* Mulsant & Rey, 1852), principal praga do amendoal.

2.3 *Monosteira unicastata*: aspectos biológicos da espécie.

A amendoeira é um dos principais alvos da praga polífaga *M. unicastata* (Bento & Cota e Souza, 2023). Este pequeno artrópode da ordem hemíptera, integrante da família Tingidae, está exitosamente estabelecida nas regiões mediterrâneas, entretanto, estudos apontaram descobertas de sua presença em algumas regiões da América do Norte (Scudder, 2012).

Para melhor compreensão da biologia deste inseto e de suas implicações para árvores frutíferas como as amendoeiras, a necessidade está em entender, primariamente, os aspetos que tangem a aparência e dimensões do percevejo. Estes, em geral, possuem a coloração amarela/parda e dimensões que podem atingir limites de 2,5 mm por 0,8 mm (Liotta & Maniglia, 1994).

Cabe destacar que os percevejos que impactam as amendoeiras passam por vários estágios de vida, cada um com características distintas. Inicialmente, no estágio de oviposição, os adultos depositam ovos elipsoides de coloração branca brilhante em regiões inferiores de folhas novas. Esses ovos representam o início do ciclo de vida, dando origem às ninfas (Figura

2). As ninfas, por sua vez, passam por diferentes instares, sendo possível observar visualmente as variações em sua morfologia à medida que se desenvolvem (Bento *et al.*, 2022).



Figura 2 – Ninfas de *Monosteira unicostata* (Mulsant & Rey) na parte inferior da folha.

Finalmente, a imagem de adultos oferece uma representação visual do estágio maduro, evidenciando a coloração amarela/parda característica e as dimensões alcançadas por esses percevejos (Figura 3).



Figura 3 – *Monosteira unicostata* (Mulsant & Rey, 1852) em seu estágio adulto.

O ciclo reprodutivo da *M. unicostata* se inicia quando percevejos adultos hibernam até próximo ao mês de maio até sua segunda quinzena (Besora *et al.*, 2011), mantendo-se abaixo de cascas de árvores ou espaços propícios para o período, como sob pedras ou madeiras. A

partir deste mês, alimentam-se da seiva de folhas jovens e depositam seus ovos no mesmo local, em que este passará pelo primeiro intervalo de incubação, compreendendo de 11 a 14 dias. Após a primeira postura e eclosão dos ovos, as ninfas surgirão e passarão por 5 estádios até atingir a fase adulta, como exposto na Figura 4 que detalha essas mudanças e as características específicas de cada instar (Liotta & Maniglia, 1994).

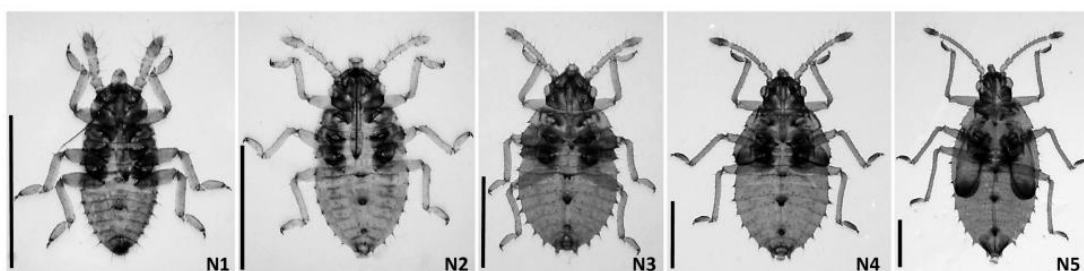


Fig. 1. First (N1), second (N2), third (N3), fourth (N4) and fifth (N5) nymphal instars of *Monosteira unicostata*. Specimens were mounted on slides in Hoyer's medium after digesting the internal tissues using lactic acid and staining the cuticle. Scale bars correspond to 0.5 mm.

Figura 4 – Estádios de desenvolvimento ninfal do percevejo *Monosteira unicostata* (Mulsant & Rey).
Fonte: Sánchez-Ramos *et al.*, 2015.

Em relação aos comportamentos relacionados à *M. unicostata*, após sua multiplicação, a população se mantém em conjunto (comportamento gregário) e sedentária, possuindo também claras características pré-imaginais, ou seja, é uma espécie que se mantém e reproduzem no mesmo local em que se desenvolveram (Santos *et al.*, 2017).

O número de gerações varia de 2 a 4 por ano (Pereira *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2017), em que a temperatura necessária para seu pleno desenvolvimento é um dos critérios principais para o sucesso reprodutivo da espécie. Desta forma, por permanecerem em mesmo local de origem e por possuírem números de gerações demarcados a cada ciclo, as gerações da *M. unicostata* sobrepõem-se de modo que podem ser encontrados em mesma folha e de diversos estados de desenvolvimento (Sánchez-Ramos *et al.*, 2015).

É válido salientar que o amendoal pode ser atingido por outras pragas, mas a *M. unicostata* é uma das principais que provocam danos e fragilidades no plantio (Rodrigues *et al.*, 2020). Na região de Trás-os-Montes, Pereira *et al.*, (2008) ao conduzir intensos estudos sobre o percevejo, biologia e hábitos, puderam constatar seu aparecimento antes da data proposta, observaram atividades de *M. unicostata* já em fase adulta em meados de março e abril.

Sendo assim, constata-se uma variação de períodos de maior crescimento dos percevejos. Portanto, a previsibilidade dos ciclos de acordo com a região se torna de crucial

importância ao se tratar de medidas profiláticas que possam minimizar a reprodução da Monosteira e prevenir perdas às árvores frutíferas mais atacadas por essa espécie.

A sintomatologia associada à presença da Monosteira inclui manchas e deformações nos frutos, comprometendo sua qualidade e reduzindo a produção. Os estragos causados pela praga podem ter um impacto econômico significativo, resultando em perdas financeiras para os produtores de amêndoas (Ribeiro & Silva, 2020).

A monitorização da Monosteira é essencial para avaliar o risco de infestação e implementar medidas preventivas. A estimativa de risco envolve a observação regular das amendoeiras, identificação de sintomas e a avaliação de fatores ambientais que favorecem a proliferação da praga. No entanto, não há uma correlação estabelecida entre a quantidade de adultos coletados por essa técnica e o nível de danos ou prejuízos causados pela praga. A informação disponível é limitada, baseando-se principalmente na porcentagem de folhas ocupadas.

No contexto de meios de luta, as opções de controle contra a monosteira são bastante limitadas, uma vez que não são conhecidos métodos de luta biológicos ou alternativos que possam controlar a praga sem recorrer à utilização de agentes químicos. Na luta química, a deltametrina é uma opção disponível no mercado para combater a monosteira. No entanto, os aplicadores devem ter o cuidado de não ultrapassar o número máximo permitido de aplicações deste inseticida por ano na cultura. Em experimentos conduzidos por Marcotegui *et al.* (2015), a aplicação de caulino demonstrou reduzir os ataques de *M. unicostata*. No entanto, para assegurar a eficácia do caulino ao longo da safra, pode ser necessário realizar múltiplas aplicações, dependendo das condições climáticas, especialmente em relação à ocorrência de chuvas. Esses autores também destacam que, uma vez que a monosteira age principalmente na face inferior das folhas, isso pode representar uma dificuldade adicional durante a aplicação do caulino.

2.4 Prejuízos causados pela *Monosteira unicostata*.

A Monosteira demonstra preferências distintas em relação ao seu mecanismo fisiológico. Seu ciclo geracional é nitidamente demarcado, vivendo de maneira específica. Esses insetos têm uma preferência marcante por se alimentar de folhas jovens, o que é crucial para a manutenção da espécie. Além disso, a tendência natural é que permaneçam em conjunto,

formando grupos coesos, tendo a propensão de se enraizar no local específico onde se desenvolveram (Santos *et al.*, 2017).

Por se tratar de um inseto picador-sugador, possui formato bucal que é a base de quitina promove a perfuração da folha de modo a facilitar que o inseto sugue conteúdos celulares, seiva e outras substâncias, além de depositar açúcares (meladas) que favorecem o crescimento fúngico, dificultando a realização de fotossíntese das folhas da árvore (Santos *et al.*, 2013). Na Figura 5 é possível visualizar tais danos.

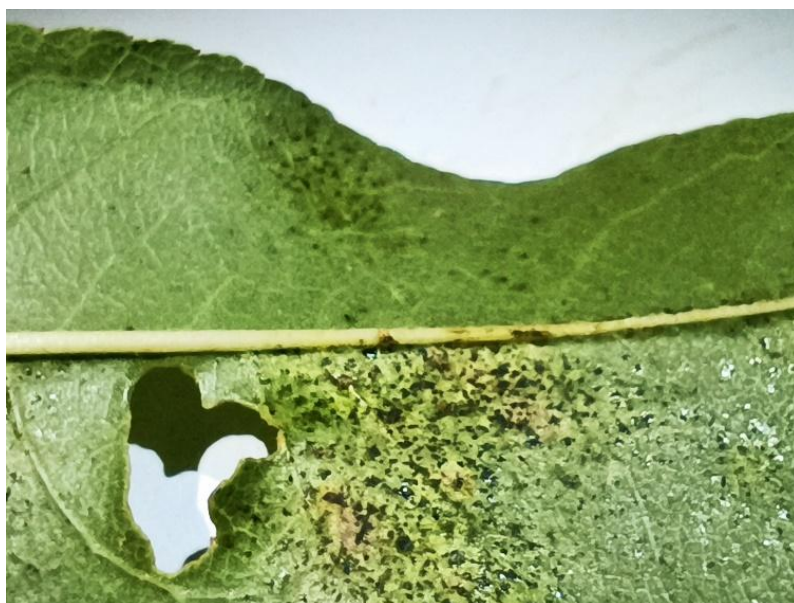


Figura 5 – Estragos ocasionados por *Monosteira unicostata* (Mulsant & Rey).

Em princípio, a picada do percevejo na busca por alimento pode resultar no aparecimento de manchas amareladas nas folhas da amendoeira em que provocam perda de pigmento na folha, tornando-as esbranquiçadas ao ponto de secarem e caírem com mais rapidez e facilidade (Santos *et al.*, 2021). Quando as desfoliações acontecem por completo, as frutas originadas são raquíticas ou desprendem-se de maneira imatura (Santos *et al.*, 2017) resultando em um declínio importante na produção das amendoeiras (Rodrigues *et al.*, 2020) e prejuízos e perdas provocados por essa relação de oportunismo com as árvores frutíferas.

Por fim, os estragos também são consideráveis quando indiretos. A postura de ovos em nervura principal, no parênquima foliar resulta em lesões que servirão para facilitar a contaminação da planta por microrganismos patogênicos, provocando danos que também propiciam a redução da produtividade da amendoeira e demais alvos da *M. unicostata* (Santos *et al.*, 2017).

Russo *et al.*, (1994) afirmam que tanto as ninfas quanto os indivíduos adultos são de importância econômica, pois essas causam estragos expressivos nos amendoais, já que causam desfoliação, e conseqüentemente, redução da atividade fotossintética. Por isso os autores reforçam que essa praga é capaz de gerar grandes prejuízos nos diferentes estádios fenológicos da planta, sobretudo na frutificação, afetando negativamente tanto o rendimento quanto a qualidade da produção desta cultura.

2.5 Métodos de controle.

As amendoeiras, embora desfrutem de uma reputação robusta como cultivo, não estão imunes aos desafios impostos por diversas pragas que podem comprometer sua saúde e produtividade, como a Monosteira, foco do trabalho em questão.

Santos *et al.* (2017) afirmam que as opções de controle da Monosteira são bastante limitadas, uma vez que não há comprovação de alternativos conhecidos que consigam manejar a praga sem o uso de produtos químicos.

Embora não haja comprovação de métodos alternativos, Sánchez-Ramos *et al.* (2014) tiveram resultados significativos com o uso do caulino, da azadiractina e dos sais de potássio de ácidos graxos combinados com óleo essencial de tomilho sobre ninfas e adultos de *M. unicastata* em testes laboratoriais. Sendo que o caulino apresentou o aumento de mortalidade superior a 48% em relação ao teste controle 23,8%. reduzindo a postura de ovos das fêmeas.

Baseado na mesma evidência, Marcotegui *et al.* (2015), realizou o manejo de pulverização de caulinos em ensaios campo, onde observou-se que houve redução dos ataques de Monosteiras, corroborando com o estudo acima descrito. No entanto, Santos *et al.* (2017) destaca que para assegurar que a aplicação de caulino seja efetiva ao longo da temporada, pode ser necessário realizar múltiplas aplicações, especial em função das condições climáticas, como a ocorrência de precipitações.

Tanto no estudo Sánchez *et al.* (2014) em laboratório de quanto no estudo de Marcotegui *et al.* (2015) em campo, foi observado ainda que a combinação de sais de potássio de ácidos graxos com óleo essencial de tomilho resulta em elevada mortalidade das ninfas.

Além do percevejo, algumas pragas destacam-se como principais ameaças, causando prejuízos consideráveis em diferentes fases do ciclo de vida da amendoeira (Ribeiro & Silva, 2020).

Uma das pragas que aflige as amendoeiras são as lagartas desfolhadoras, *A. lineatella*

e *G. molesta*, da ordem dos lepidópteros. Estas vorazes consumidoras de folhas representam uma ameaça significativa, comprometendo a capacidade das árvores de realizar a fotossíntese (Figura 6). Os danos mais intensos ocorrem durante a fase de crescimento ativo, quando as árvores estão mais vulneráveis. O controle efetivo envolve a aplicação de inseticidas específicos e a promoção do controle biológico através de predadores naturais, como vespinhas parasitoides (Pereira, 2009).



Figura 6 – Estragos causados por lepidópteros.
Fonte: Ribeiro e Silva, 2020.

A relevante broca-dos-ramos (*A. lineatella*), cujas larvas (Figura 7) perfuram os ramos das amendoeiras, causando danos internos e favorecendo infecções secundárias. Esta ameaça se manifesta principalmente na fase larval, exigindo intervenções direcionadas. O controle eficaz inclui o uso de inseticidas específicos e a implementação de feromônios para monitoramento e controle preciso (Pereira, 2009).



Figura 7 – Larva de *Anarsia lineatella* Zeller.
Fonte: Ribeiro e Silva (2020)

A cigarrinha-verde (*Asymmetrasca decedens* Paoli, 1932), praga das prunóideas provoca danos ao se alimentar da seiva das folhas. Esse comportamento resulta em amarelecimento e queda prematura das folhas, afetando o ciclo de crescimento da árvore. Esta ameaça é constante ao longo do ciclo de desenvolvimento, tornando o controle uma tarefa desafiadora. Estratégias eficazes incluem o uso de inseticidas, controle biológico com inimigos naturais e um manejo adequado da irrigação (Guerreiro, 2018).

Pereira (2009) salienta que o manejo integrado de pragas se torna imperativo para preservar a vitalidade das amendoeiras. A combinação de métodos químicos, biológicos e culturais oferece uma abordagem abrangente para enfrentar as diferentes ameaças ao longo do ciclo de vida. A monitorização regular, aliada à aplicação criteriosa de pesticidas e à promoção de inimigos naturais, emerge como uma estratégia essencial para sustentar a saúde e a produtividade desse valioso cultivo.

2.5.1 Meios indiretos de controle

Os meios indiretos de controle de pragas consistem no uso de estratégias de manejo que visam promover a biodiversidade e a presença de inimigos naturais, como a rotação de culturas, diversificação de plantas e manutenção de habitats favoráveis para predadores e parasitoides (Pimentel; Pimentel, 2007).

Nesse sentido, uma das práticas culturais na gestão do solo em plantio do amendoal é manutenção do local limpo. Essas práticas têm como finalidade a remoção de lixo que incluem

a detritos velhos, frutos secos ou velhos da colheita anterior e madeira morta (Baspinar *et al.*, 2018).

Nesse sentido, a limpeza de restos orgânicos nos plantios de amendoal deve-se pelo ciclo habitacional dos indivíduos adultos de *M. unicostata* passarem o inverno na casca das árvores, em plantas silvestres ou de baixo de folhas caídas, por isso, neste período deve-se reforçar a limpeza dos restos orgânicos no solo (Sanchez-Ramos *et al.*, 2017).

Baspinar *et al.* (2018) afirma que há efeitos positivos na biodiversidade funcional do solo com a presença de cobertura vegetal. Porém estes dados também reforçam o que antes foi mencionado, que os indivíduos de monosteira se adaptam melhor solos cobertos, seja com cobertura vegetal ou com restos de material orgânico.

Por outro lado, apesar da presença predominante de indivíduos de hemípteros sob a cobertura vegetal, também houve o resultado significativo para maior biodiversidade de artrópodes em pomares de amendoeira (Souza; Bento, 2023). Isso indica que, embora a cobertura vegetal possa favorecer a adaptação de pragas como a monosteira, ela também contribuí para um aumento geral da diversidade de artrópodes. Esse fenômeno ressalta a importância de estratégias de manejo integrado que considerem tanto a proteção das culturas quanto a promoção de uma biodiversidade saudável, equilibrando os benefícios e riscos associados à cobertura vegetal.

Contudo, no contexto na *M. unicostata*, é importante ressaltar, que diferentemente das informações a respeito de outras pragas como, *A. linetella* e *G. molesta*, não há informações existentes quanto a predadores e parasitóides como faunas auxiliares e resultados de estudos que comprovem a eficácia dessa técnica de manejo indireto da praga *M. unicostata* (Souza; Bento, 2023). Portanto, embora a cobertura vegetal tenha efeitos positivos na biodiversidade funcional do solo, também pode favorecer a adaptação de monosteiras, ficando evidenciado no estudo de Souza e Bento (2023) que a maior presença de cobertura vegetal, também ocasionou maior dominância de *M. unicostata*, por isso, para Sanchez-Ramos *et al.*, (2017) a limpeza do solo vem a ser uma alternativa eficaz evidenciada até o momento.

2.5.2 Controle químico

A monosteira é a principal praga num cultivo de amendoeira, diante disso, é conhecido que entre as medidas fitossanitárias para combater essa praga, a literatura relata que os meios

de luta biológicos ou alternativos ainda são incipientes e não são tão efetivos no combate da praga. Portanto, o meio de luta mais empregado é a química (Santos *et al.*, 2017).

Conforme Bento *et al.*, (2022) uma das possibilidades de luta química contra a *M. unicastata* é a deltametrina, contudo devem ser respeitadas o número máximo de aplicações permitidas deste inseticida por ano para a cultura.

Nas condições da Espanha, por exemplo, é recomendada a aplicação de um agente específico durante o período de queda das pétalas; essa prática pode evitar as primeiras mordidas das fêmeas de monosteira em épocas invernantes (Phytoma, 2019).

Frente à demanda dos cultivos de importância econômica, uso de novas variedades e sistema de irrigação, também há maior susceptibilidade da cultura explorada a ataques de pragas e doenças.

Contudo, poucos são os estudos conduzidos acerca dos riscos ambientais causados pelo uso de agrotóxicos de forma inadequada, sobretudo, os resultados que mostrem os efeitos em longo prazo. Araújo *et al.*, (2007) analisam que devido ao aumento qualitativo e quantitativo dessas substâncias, há o aumento de riscos ambientais que causem prejuízos ambientais direcionadas a espécies susceptíveis e não-alvo.

Portanto, existe uma forte preocupação com os riscos relacionados a saúde humana e o meio ambiente, no contexto da produção de amêndoas, decorrentes da aplicação de pesticidas organofosforados, piretróides e carbamatos (Sánchez-Ramos *et al.*, 2014).

Quanto à segurança do uso de agrotóxicos, a comissão do Codex Alimentarius das Nações Unidas para a Agricultura e Alimento (FAO) e da Organização Mundial de Saúde (OMS) estabelecem as quantidades máximas que cada alimento deve possuir de resíduos de pesticidas (Lima, 2018). Logo, essa prática de análise de resíduos químicos em alimentos é uma prática bastante comum em países desenvolvidos, como em países da Europa, e cada vez mais cresce a demanda pela produção de alimentos, que use técnicas e manejo menos agressivos ao meio ambiente, que reduzam os possíveis riscos e danos à saúde do consumidor (Lima, 2018).

2.6 Gestão do solo e impacto nos artrópodes.

É possível enfatizar que, de modo geral, a gestão do solo representa uma atribuição essencial na evolução da biodiversidade da entomofauna e no controle dos ataques de pragas em variadas culturas. No cenário do amendoal, as práticas culturais ocupam grande

importância no desenvolvimento de serviços ecossistêmicos sustentáveis, especialmente no que se refere à interação entre artrópodes e as culturas. Jacobson *et al.*, (2019) alegam que o entendimento da distribuição de comunidades de artrópodes no plantio do amendoal pode ser valioso na escolha de consutas para o controle biológico natural.

O manejo cultural de pomares de amendoeiras pode envolver estratégias como a cobertura vegetal, a rotação de culturas, o devido tratamento de resíduos e a incorporação de materiais orgânicos. Estas estratégias têm em vista a melhora da estrutura do solo e a evolução da sua fertilidade, além de impulsionar as interações biológicas benéficas. O solo saudável é essencial para a sustentabilidade a longo prazo dos ecossistemas agrícolas, fornecendo um ambiente propício para o desenvolvimento de uma diversidade de organismos, incluindo artrópodes.

Pereira (2009) ressalta que a fauna benéfica pode desempenhar um papel significativo na dinâmica de pragas como *A. lineatella*, *G. molesta*, *M. unicastata*, *Z. pyrina* e *C. cossus*, representando um fator essencial na regulação de suas populações. Dentre os predadores generalistas, conforme Santos, *et. al.* (2017), são mencionados organismos das famílias Coccinellidae, Syrphidae, Chrysopidae, Antocoridae, Araneae e Formicidae, os quais têm o potencial de exercer uma influência crucial na contenção natural dos insetos avaliados como prejudiciais à cultura da amendoeira.

No caso específico da Monosteira, a gestão do solo pode influenciar diretamente a sua presença e impacto. A Monosteira se alimenta da seiva das plantas, causando danos significativos aos amendoais. Práticas culturais que propiciam a biodiversidade funcional, como a diversidade de cultivos nos arredores do pomar, podem aproximar predadores naturais da Monosteira, como vespas parasitoides e joaninhas, cooperando no equilíbrio de sua população. Vale salientar que, dado o aumento do interesse em infraestruturas verdes para preservar a biodiversidade em áreas agrícolas, há uma escassez de informações em relação ao efeito das culturas de cobertura na diversidade de artrópodes em pomares de amendoeiras (De Pedro *et al.*, 2020).

A cobertura do solo é outra prática cultural que pode ser especialmente relevante no manejo da Monosteira. Uma cobertura adequada do solo pode criar um ambiente desfavorável para o desenvolvimento dessa praga, reduzindo sua incidência. Além disso, a cobertura do solo contribui para a retenção de umidade, melhora a estrutura do solo e fornece habitat para artrópodes benéficos, todos os quais são aspectos essenciais para o equilíbrio ecológico nos amendoais. González-Chang *et al.*, (2019) evidenciam que as plantas de cobertura têm o

potencial de ampliar a oferta de recursos, como pólen, néctar, hospedeiros alternativos e abrigo, favorecendo, assim, a manutenção de uma comunidade diversificada de inimigos naturais. Esses inimigos naturais podem eventualmente, deslocar-se para áreas de cultivo vizinhas, onde exercem um efeito benéfico.

2.7 Grupos tróficos: predador e fitófago.

A relação entre grupos tróficos, especificamente predadores e fitófagos, desempenha um papel substancial no contexto das práticas culturais aplicadas em amendoais, influenciando a biodiversidade funcional e a intensidade dos ataques de pragas. Souza e Bento (2023) propõem que ao aumentar a variedade de plantas, é possível potencializar diretamente a diversidade nos níveis tróficos superiores. Isso ocorre devido ao aumento na diversidade de recursos florais, os quais são utilizados ou necessários para muitos artrópodes fitófagos e predadores.

A implementação de práticas culturais sustentáveis não apenas busca controlar pragas, mas também visa promover um ambiente equilibrado, favorecendo a presença de predadores naturais e reduzindo a dependência de medidas químicas (Souza; Bento, 2023).

A ênfase na monosteira destaca a importância de compreender a ecologia específica dessa praga e seu relacionamento com os grupos tróficos presentes no ecossistema do amendoal, no qual foi constatado que não há informações específicas quanto a predadores e parasitoides em relação a *M. unicastata*, pois evidenciou-se que apesar de encontrar predadores e parasitoides de outras pragas, a *M. unicastata* sempre esteve em abundância nas culturas (Souza; Bento, 2023).

Outra desvantagem de um sistema de irrigação no cultivo de amêndoas pode estar associada ao potencial impacto na população de *M. unicastata*. Quanto ao número de indivíduos de *M. unicastata*, um estudo mostrou que o sistema de regadio trouxe maior impacto no cultivo de amendoal e apresentou maior número de capturas da praga em relação ao sequeiro no mês de agosto em Trás-os-Montes (Freitas *et al.*, 2023).

Portanto, em concordância com Torguet *et al.* (2019), nessas condições devem-se reforçar os tratamentos culturais e medidas de controle contra os inimigos naturais da cultura amendoeira, tendo em vista que a umidade, intensificação do sistema de produção e uso de algumas variedades são favoráveis ao ataque de Monosteira.

3 METODOLOGIA

O ensaio experimental foi desenvolvido entre os meses de maio a agosto do ano de 2021. Foram avaliados dois amendoais em sequeiro no modo de produção biológico, sendo um deles na freguesia de Bornes em Macedo de Cavaleiros (Figura 8), a uma altitude de 645 metros, composto totalmente pela variedade Lurrane, dispostas em um compasso de plantação de 6 x 5 metros em uma ladeira com certa inclinação, orientada para o sul, sem cobertura vegetal (SCV – pomar sem cobertura vegetal), totalizando uma área de 4,0 hectares. O solo deste pomar apresenta características de leptossolo êutrico, com uma textura franca. O controle de plantas invasoras é realizado por meio de mobilizações superficiais, geralmente realizadas duas vezes, no início e no final da primavera.



Figura 8 – Amendoeira localizada em Bornes, em Macedo de Cavaleiros.

Desse modo, o outro pomar avaliado possui uma área de 2,0 hectares, inserido em uma mancha do amendoal ocorrido na freguesia de São Salvador em Mirandela (Figura 9), a uma altitude de 350 metros, composto pelas variedades de amendoeira Lurrane (80

%) e Francoli (20 %) dispostas também, no compasso de plantação de 6 x 5 metros em uma ladeira com certa inclinação, orientada para a poente. O solo apresenta características de leptossolo éutrico, com uma textura franca, o qual possui cobertura vegetal (CCV-pomar com cobertura vegetal) predominantemente composta por *Jasione* sp. (ordem Asterales e família Campanulaceae), *Bromus* sp. (ordem Poales e família Poaceae) e *Sonchus* sp. (ordem Asterales e família Asteraceae), os quais alcançaram a fase reprodutiva.



Figura 9 – Amendoeira localizada em São Salvador, em Mirandela.

3.1 Descrição das Áreas

Em Macedo de Cavaleiros, o clima é quente e temperado de características continental marcado por um inverno rigoroso e verão quente e seco, com precipitações mais baixas durante o verão que o noroeste de Portugal. Segundo a Köppen e Geiger o clima é classificado como Csb, sendo 12.8 °C a temperatura média e o valor da pluviosidade média anual de 689 mm. O solo é de origem xistosa, com teores médios em

argila e presença de quartzo, portanto, prevalece a presença de Leptosolos (91,2 %).

Em Mirandela, o clima é mediterrâneo, também classificado como Csb segundo a Köppen e Geiger. As condições climáticas em Mirandela são caracterizadas por variações sazonais bem nítidas, com verão e inverno bem distintos e outono e inverno pouco diferenciados. O verão é marcado por altas temperaturas e pouca umidade, podendo se entender até quatro meses, enquanto o inverno é frio e curto. Os valores de precipitação anual podem chegar até 700 mm sendo que a maior parte das chuvas é concentrada em apenas 30% do ano. Os solos são predominantemente xistosos com baixo teor de matéria orgânica.

3.2 Amostragem

Utilizou-se a técnica das pancadas, que consiste em realizar a captura de artrópodes a fim de identificar as espécies presentes nos pomares avaliados, além de verificar a incidência de *M. unicostata* nas amendoeiras sob condições de solos com e sem cobertura.

Foram selecionadas 25 árvores de forma aleatória em cada pomar, a fim de ter uma representatividade de 25 amostras em cada parcela, onde foi feito o batimento de dois ramos das árvores escolhidas aleatoriamente no ensaio experimental. As coletas foram realizadas quinzenalmente entre os meses de maio a agosto de 2021.

Posterior a coleta, o material foi transportado de maneira refrigerada e encaminhado para um *freezer* no Laboratório de Agrobiotecnologia da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança. Em seguida, foi realizado o processo de secagem das amostras, sendo cada uma colocada em tabuleiros com os sacos abertos para promover o processo de secagem.

Após a secagem do material, foi realizada a separação do material vegetal dos insetos (Figura 10), compondo então uma amostra (Figura 11). Posteriormente foi realizada a identificação dos artrópodes coletados (Figura 12), por meio de uma lupa binocular, até o mais baixo nível taxonômico possível. Aspectos como abundância, riqueza e diversidade foram também avaliados na composição da estrutura entre as comunidades de artrópodes nos amendoais estudados.

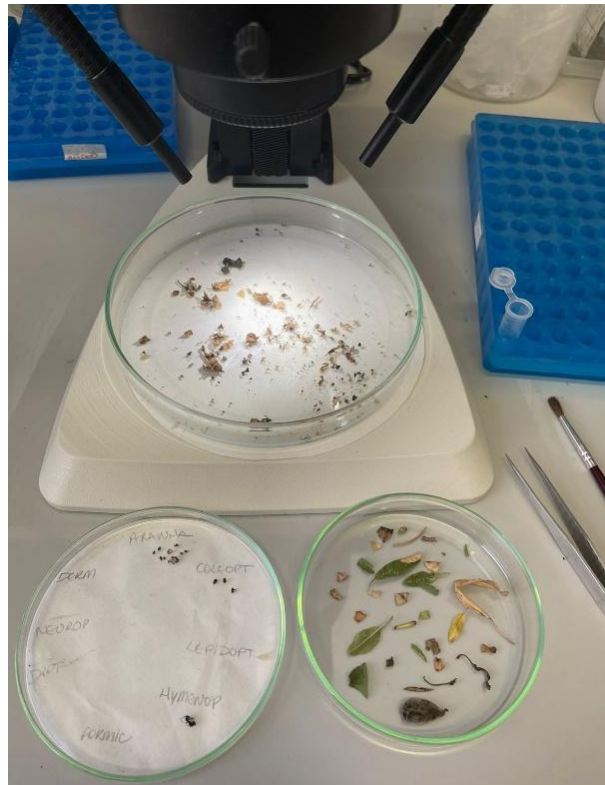


Figura 10 – Separação do material vegetal e dos insetos amostrados em lupa binocular.



Figura 11 – Amostra vista a olho nu.



Figura 12 – Visualização e identificação em lupa binocular dos insetos amostrados.

3.3 Estatística

O software estatístico R foi empregado nas análises estatísticas, utilizando um modelo de regressão generalizada linear (GLM) com distribuição de Poisson para avaliar a dependência entre as variáveis de interesse (dependentes) e as variáveis independentes (tratamento e data) utilizando os pacotes car, geepack, plotrix, vegan e effects. Os dados que não expressaram distribuição normal foram transformados através da função arcosseno ou a transformação logarítmica acrescida de 1 ($\log x + 1$), objetivando corresponder às pressuposições do modelo estatístico.

Em seguida, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) para verificar a significância das interações entre os fatores. Para as comparações múltiplas, foi aplicado o teste de Tukey, considerando um nível de significância de 5%.

O Índice de Simpson foi calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$D = \sum ni ((ni - 1)/N(N - 1))$$

Onde D corresponde ao índice Simpson, ni refere-se ao número de cada família e N equivale ao número total de indivíduos da amostra. Após isso, o valor do índice de Simpson foi modificado como 1-D para possibilitar uma interpretação em termos de diversidade. Valores mais próximo de 0 indicam menor a diversidade, enquanto valores mais próximo de 1, demonstram maior diversidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados de abundância e frequência (%) de artrópodes capturados em amendoais com cobertura vegetal (CCV) e mobilizados (SCV) na região de Mirandela e Macedo de Cavaleiros, no Nordeste de Portugal, durante o ano de 2021, foi possível observar padrões distintos na distribuição geral da fauna artrópode, como representado no Quadro 1.

Quadro 1 - Abundância e frequência (%) de artrópodes capturados em amendoais com coberto vegetal (CCV) e mobilizado (SCV) na região de Mirandela e Macedo de Cavaleiros (Nordeste de Portugal) em 2021.

	SCV		CCV	
	Abundância	%	Abundância	%
Acari	1639	24,77	4	0,05
Araneae	549	8,30	2777	34,48
Coleoptera	1	0,02	2	0,02
Anobidae	5	0,08	11	0,14
Anthicidae	667	10,08	4	0,05
Buprestidae	0	0,00	1	0,01
Cantaridae	13	0,20	14	0,17
Carabidae	8	0,12	8	0,10
Chrysomelidae	23	0,35	35	0,43
Coccinelidae	274	4,14	386	4,79
Curculionidae	13	0,20	31	0,38
Elateridae	4	0,06	5	0,06
Iatriidae	1	0,02	2	0,02
Malachidae	0	0,00	2	0,02
Melyridae	1	0,02	1	0,01
Nitidulidae	0	0,00	2	0,02
Phalacridae	17	0,26	105	1,30
Staphylinidae	16	0,24	2	0,02
Tenebrionidae	60	0,91	13	0,16
Dermaptera	0	0,00	0	0,00
Forficulidae	52	0,79	107	1,33
Diptera	694	10,49	405	5,03
Hemiptera	0	0,00	0	0,00
Ninfa	43	0,65	20	0,25
Antocoridae	103	1,56	3	0,04
Aphididae	279	4,22	488	6,06
Cicadellidae	972	14,69	1212	15,05
Cicadidae	0	0,00	1	0,01
Cicadomorpha	18	0,27	23	0,29
Coreidae	0	0,00	1	0,01
Gerridae	0	0,00	1	0,01
Lygaeidae	0	0,00	3	0,04
Miridae	28	0,42	3	0,04
Monosteira	156	2,36	1482	18,40

Pentatomidae	4	0,06	22	0,27
Psylidae	11	0,17	9	0,11
Hymenoptera	0	0,00	0	0,00
Outros Hym.	21	0,32	15	0,19
Formicidae	171	2,58	249	3,13
Parasitoide	378	5,71	345	4,28
Lepidoptera	20	0,30	19	0,24
Neuroptera	52	0,76	41	0,51
Chryso pidae	20	0,30	32	0,40
Orthoptera	0	0,00	1	0,01
Plecoptera	0	0,00	1	0,01
Psocoptera	224	3,39	126	1,56
Trichoptera	2	0,03	0	0,00
Tysanoptera	77	1,16	40	0,50
TOTAL GERAL	6616	100	8054	100

No ambiente sem cobertura vegetal (SCV), destacam-se artrópodes como Acari, Araneae, Anthicidae, Coccinellidae e Cicadellidae, que contribuem significativamente para a abundância total. Já em ambientes não mobilizados (CCV), os artrópodes da ordem Araneae emergem como a espécie mais abundante, representando uma parcela substancial da comunidade artrópode. Destaca-se a Monosteira como segundo artrópode mais abundante apresentando uma densidade populacional 9,5 vezes superior em relação ao ambiente mobilizado.

Essa representação de dados oferece uma compreensão imediata das variações na distribuição da fauna artrópode, destacando o impacto diferenciado das práticas culturais na ecologia local e sugerindo uma possível influência dessas práticas na composição e abundância da fauna. Essa distribuição heterogênea tem implicações diretas na dinâmica ecológica do ecossistema do amendoal.

A elaboração de estratégias de manejo e conservação pode se beneficiar diretamente dessa visualização, direcionando esforços para áreas específicas que demandam maior atenção devido à presença abundante de pragas ou de agentes benéficos, promovendo assim uma gestão sustentável dos amendoais.

Quadro 2 - Estatísticas resumidas dos modelos desenvolvidos para avaliar o efeito do tratamento com coberto vegetal (CCV) e mobilizado (SCV).

	VD	Df	X²	P
Geral	Abundância	1	141,02	<0,001
	Riqueza	1	0,32	0,574
	SI	1	5,26	0,0378

Nota: VD: Variável Dependente; Df: Graus de Liberdade.

No quadro 2, a variável dependente (VD) "Abundância" demonstrou uma diferença altamente significativa entre os tratamentos, com um X^2 de 141,02 e um p-valor inferior a 0,001, indicando uma influência substancial dos tratamentos na abundância de artrópodes. Por outro lado, a variável "Riqueza" não apresentou diferenças significativas, com um X^2 de 0,32 e um p-valor de 0,574. No entanto, o Índice de Simpson (SI), representando a diversidade, mostrou diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, com um X^2 de 5,26 e um p-valor de 0,0378.

Esses resultados sugerem que, enquanto a riqueza não é afetada pelos tratamentos (Figura 14), a abundância e a diversidade de artrópodes são influenciadas de maneira relevante (Figura 13 e 15), demonstrando que o pomar coberto possui recursos contínuos para as espécies, além de favorecer a dominância.

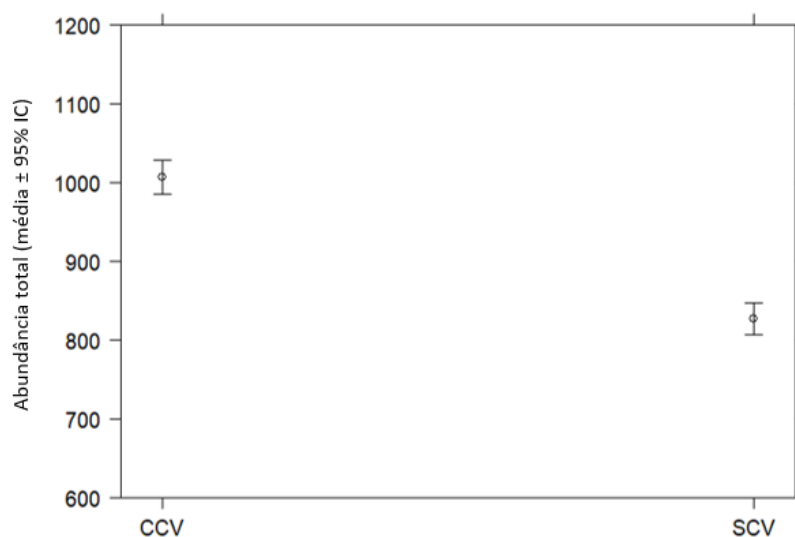


Figura 13 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para a abundância no tratamento de artrópodes.



Figura 14 - Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para a riqueza no tratamento de Artrópodes.



Figura 15 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para o Índice de Simpson no tratamento de artrópodes.

Fitófagos

Os fitófagos, grupo trófico funcional de artrópodes que se alimenta principalmente de plantas, desempenham um papel crucial na ecologia dos amendoais. Ao analisarmos a abundância percentual dos fitófagos nos tratamentos com coberto vegetal (CCV) e mobilizados (SCV), observamos padrões distintos no Quadro 3.

Quadro 3 – Distribuição das espécies fitófagas

	SCV	CCV
--	-----	-----

	Abundância	%	Abundância	%
Acari	1639	51,62	4	0,12
Coleoptera				
Buprestidae	0	0,00	1	0,03
Chrysomelidae	23	0,72	35	10,2
Curculionidae	13	0,41	31	0,90
Phalacridae	17	0,54	105	3,05
Hemiptera				
Ninfa	43	1,35	20	0,58
Aphididae	279	8,79	488	14,19
Cicadellidae	972	30,61	1212	35,25
Cicadidae	0	0,00	1	0,03
Cicadomorpha	18	0,57	23	0,67
Coreidae	0	0,00	1	0,03
Gerridae	0	0,00	1	0,03
Lygaeidae	0	0,00	3	0,09
Monosteira	156	4,91	1482	43,11
Pentatomidae	4	0,13	22	0,64
Psyllidae	11	0,35	9	0,26
FITÓFAGO TOTAL	3175	100	3438	100

No ambiente mobilizado (SCV), os ácaros (Acari) são a espécie fitófaga mais abundante, representando 51,62% do grupo, seguidos por diversos coleópteros, hemípteros e Monosteira apenas 4,91%. Essa diversidade de fitófagos no SCV sugere uma dinâmica complexa de interações planta-inseto nesse ambiente. Por outro lado, no ambiente com cobertura vegetal (CCV), a Monosteira emerge como a fitófaga dominante, compreendendo expressivos 43,11% do grupo.

A dominância da Monosteira no ambiente com cobertura vegetal (CCV) e a menor abundância no ambiente sem cobertura vegetal (SCV) indica a disponibilidade e variedade de plantas hospedeiras nos pomares. Esse desequilíbrio destaca a importância da fauna auxiliar que garante o controle das populações de pragas, embora muitas vezes seja subestimada pelas práticas agrícolas tradicionais.

Essa diversidade na composição dos fitófagos destaca a influência das práticas culturais na promoção ou no controle de determinadas espécies fitófagas nos amendoais. Essas observações são necessárias para orientar estratégias de manejo que visem um sistema mais equilibrado, capaz de autorregular as pragas.

A adoção de práticas como a vegetação de cobertura nas entrelinhas do pomar, a adubação verde e o não revolvimento do solo disponibiliza aos inimigos naturais recursos fundamentais, como abrigo e alimento, favorecendo o controle biológico da Monosteira.

Quadro 4 – Estatísticas resumidas dos modelos desenvolvidos para avaliar o efeito do tratamento com coberto vegetal (CCV) e mobilizado (SCV).

	VD	Df	X²	P
Fitófago	Abundância	1	10,46	<0,001
	Riqueza	1	0,93	0,3325
	SI	1	0,93	0,3356

Nota: VD: Variável Dependente; Df: Graus de Liberdade.

No Quadro 4, a variável dependente (VD) "Abundância" revelou uma diferença altamente significativa entre os tratamentos, com um X² de 10,46 e um p-valor inferior a 0,001, indicando uma influência substancial dos tratamentos na abundância de artrópodes fitófagos.

No entanto, as variáveis "Riqueza" e o Índice de Simpson (SI) não mostraram diferenças estatisticamente significativas, com X² de 0,93 e p-valores de 0,3325 e 0,3356, respectivamente. Esses resultados sugerem que, embora os tratamentos possam influenciar a abundância de artrópodes fitófagos (Figura 16), a riqueza e a diversidade dessas espécies podem não ser afetadas significativamente (Figura 17 e Figura 18).

A compreensão desses padrões é crucial para o desenvolvimento de estratégias de manejo que visem equilibrar a presença e diversidade de artrópodes fitófagos nos amendoais, promovendo uma coexistência sustentável entre insetos e plantas.



Figura 16 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para a abundância no tratamento de artrópodes fitófagos.



Figura 17 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para a Riqueza no tratamento de artrópodes fitófagos.



Figura 18 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para o Índice de Simpson no tratamento de artrópodes fitófagos.

Predadores

Os predadores têm uma função essencial na moderação das populações de artrópodes nos pomares de amêndoas. Ao analisarmos o Quadro 5, vemos a abundância dos predadores nos tratamentos com coberto vegetal (CCV) e mobilizados (SCV), detectamos variados parâmetros que refletem a influência das práticas culturais nesses ambientes.

Quadro 5 – Distribuição das espécies predadoras

	SCV		CCV	
	Abundância	%	Abundância	%
Araneae	549	28,10	2777	76,52
Coleoptera				
Anthicidae	667	34,14	4	0,11
Cantharidae	13	0,67	14	0,39
Carabidae	8	0,41	8	0,22
Coccinellidae	274	14,02	386	10,64
Melachiidae	0	0,00	2	0,06
Melyridae	1	0,05	1	0,03
Staphylinidae	16	0,82	2	0,06
Dermaptera				
Forficulidae	52	2,66	107	2,95
Hemiptera				
Antocoridae	103	5,27	3	0,08
Miridae	28	1,43	3	0,08
Hymenoptera				
Formicidae	20	1,02	32	0,88
Neuroptera				
Larva	52	2,66	41	1,13
Chrysopidae	20	1,02	32	0,88
PREDADOR TOTAL	1954	100	3629	100

No ambiente mobilizado (SCV), destacam-se aranhas (Araneae) como os principais predadores, representando expressivos 28,10% do grupo, seguidas por coleópteros, como Anthicidae e Coccinellidae, que contribuem significativamente para a diversidade predadora.

Entretanto, no ambiente com cobertura vegetal (CCV), os predadores apresentam maior abundância, com aranhas mantendo-se como um grupo relevante, representando 76,52% do total. Coleópteros Coccinellidae também desempenham um papel significativo. Além disso, formigas (Formicidae) e crisopídeos (Chrysopidae) são notáveis contribuintes para a diversidade predadora no CCV.

No Quadro 6 é possível observar as estatísticas resumidas dos modelos desenvolvidos para avaliar o impacto dos tratamentos, evidenciam resultados estatisticamente significativos.

Quadro 6 – Estatísticas resumidas dos modelos desenvolvidos para avaliar o efeito do tratamento com coberto vegetal (CCV) e mobilizado (SCV).

	VD	Df	X ²	P
Predador	Abundância	1	510,35	<0,001
	Riqueza	1	0,23	0,6352

SI	1	36,56	<0,001
----	---	-------	--------

Nota: VD: Variável Dependente; Df: Graus de Liberdade.

A variável dependente (VD) "Abundância" revelou uma diferença altamente significativa entre os tratamentos (Figura 19), com um X^2 de 510,35 e um p-valor inferior a 0,001, indicando uma influência substancial dos tratamentos na abundância de artrópodes predadores.

Contudo, a variável "Riqueza" não apresentou diferenças estatisticamente significativas (Figura 20), com X^2 de 0,23 e p-valor de 0,6352. Já o Índice de Simpson (SI) demonstrou diferenças significativas (Figura 21) com X^2 de 36,56 e p-valor de inferior a 0,001, indicando que, embora a riqueza predadora não tenha sido afetada, a diversidade de artrópodes predadores foi influenciada pelos tratamentos.

A relevante presença dos predadores nos pomares, associada às diferentes práticas de manejo, corroboram para que as estratégias agrícolas bem planejadas favoreçam o controle biológico natural, contribuindo para a resiliência do sistema.

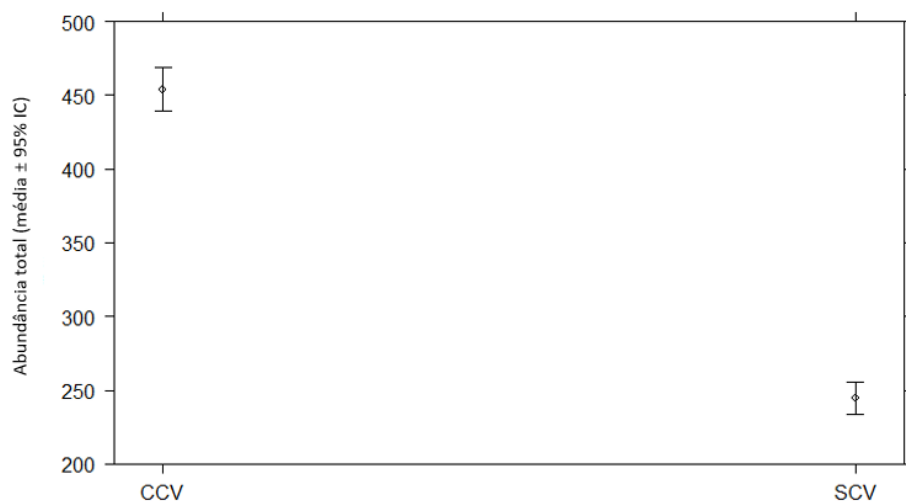


Figura 19 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para a abundância no tratamento de artrópodes predadores.



Figura 20 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para a riqueza no tratamento de artrópodes predadores.



Figura 21 – Média (pontos) e erros padrões (barras) no ambiente cultura vegetal (CCV) e ambiente mobilizado (SCV) para o Índice de Simpson no tratamento de artrópodes predadores.

A análise detalhada dos dados revelou padrões distintos na composição, abundância e diversidade dos grupos funcionais, sejam eles fitófagos ou predadores, nos diferentes ambientes. As estatísticas resumidas dos modelos demonstraram influências significativas dos tratamentos, destacando a sensibilidade desses ecossistemas agrícolas às práticas de manejo.

Enquanto os fitófagos apresentaram variações na abundância entre os tratamentos, os predadores também responderam de maneira distinta, refletindo a complexidade das interações tróficas. Os resultados obtidos ampliam a percepção sobre

a dinâmica dos diferentes amondoais, oferecendo informações para uma definição de práticas eficazes no manejo e na conservação da entomofauna.

5 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo ressaltam a relevância das práticas culturais em amendoais, sobretudo a severidade do ataque de pragas, portanto, a presença e a ausência de coberto vegetal influenciam de maneira significativa a composição e a abundância das espécies, tanto de fitófagos quanto de predadores.

A análise realizada possibilitou uma visão mais detalhada da dinâmica sazonal das populações de insetos, visto que, no amendoal não mobilizado (CCV) houve maior abundância total de artrópodes, incluindo fitófagos como a *Monoteira unicostata* e também predadores, promovendo um ambiente estável e rico, melhorando a autorregulação das pragas.

Os dados obtidos destacam a importância de considerar, além dos aspectos agrônomicos, os impactos ecológicos do manejo utilizado nas amendoeiras. A utilização de cobertura vegetal se mostrou uma abordagem promissora para promover a presença de insetos benéficos, favorecendo a entomofauna geral ao mesmo tempo em que se cuida da saúde do solo.

O amendoal que não possui solo coberto (SCV) apresentou uma diversidade de predadores mais equilibrada, porém como menor abundância de artrópodes, o que pode limitar o controle efetivo de pragas. As mobilizações frequentes reduzem a disponibilidade de plantas hospedeiras para a *Monosteira*, o que pode reduzir temporariamente sua abundância, entretanto, os impactos como erosão e perda da fertilidade do solo afetam negativamente a sustentabilidade do ecossistema.

A compreensão aprofundada dos sistemas agroecológicos em amendoais evidenciada por este estudo, proporciona um direcionamento prático valioso para os produtores agrícolas. Logo, a busca contínua por técnicas que promovam a biodiversidade funcional ao mesmo tempo em que reduzem a pressão de pragas, é essencial para o desenvolvimento sustentável da produção de amêndoas.

Dessa forma, a pesquisa contribui de maneira significativa para a evolução de estratégias agrícolas mais equilibradas, combinando os princípios da sustentabilidade ecológica e econômica com uma agricultura altamente produtiva e sustentável.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.; OLIVEIRA, A. Padrão Alimentar Mediterrânico e Atlântico-uma abordagem às suas características-chave e efeitos na saúde. **Acta Portuguesa de Nutrição**, v. 11, p. 22-28, 2017

ARAÚJO, D. F. S. et al. Orgânicos: expansão de mercado e certificação. **HOLOS**, v. 3, p. 138-149, 2007.

ARQUERO, Octavio. **Manual del Almendro**. Sevilla: Junta de Andalucía Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, 2013. 81 p.

ARQUERO, Octavio et al. **Manual practivo para el cultivo del almendro**. Jerez de la Frontera, 2015. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/283830666/Manual-Practico-Cultivo-Almendro> Acesso em 2023.

ASSOCIAÇÃO DOS JOVENS AGRICULTORES DE PORTUGAL. **Manual boas práticas para culturas emergentes - a cultura da amêndoa**. Lisboa, 2017. Disponível em: https://culturasemergentes.ajap.pt/wpcontent/uploads/2018/07/Manual_Culturas_Emergentes_Amendoa_Digital.pdf. Acesso em 2023.

BASPINAR, H. et al. Pest management in organic almond. In: **Handbook of pest management in organic farming**. Wallingford UK: CAB International, 2018. p. 328-347.

BENTO, A. et al. **Estratégias Integradas de Luta Contra Pragas-Chave em Espécies de Frutos Secos**. Editor CNCFS, 2022. Disponível em: <https://www.rederural.gov.pt/centro-de-recursos?task=download.send&id=2181>. Acesso em 2023.

CABO, P.; MATOS, A. Amendoeira. Estado da Comercialização. Manual Técnico. **Amendoeira. Estado da Comercialização. Manual Técnico**, 2017.

CENTRO NACIONAL DE COMPETÊNCIAS DOS FRUTOS SECOS. **Amêndoa: estudo de produção e comercialização nas terras Trás-os-Montes**, 2020. Disponível em: https://www.cimttm.pt/cimttm/uploads/document/file/237/estudo_amendoa_.pdf. Acesso em 2023.

COTA, M. E.; BENTO, A. Efeito da gestão do solo na biodiversidade de artrópodes associados ao amendoal. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 46, n. 2, p. 161-168, 2023.

DE PEDRO, Luis; PERERA-FERNÁNDEZ, Luis Gabriel; LÓPEZ-GALLEGU, Elena; PÉREZ-MARCOS, María; SANCHEZ, Juan Antonio. **The effect of cover crops on the biodiversity and abundance of ground-dwelling arthropods in a Mediterranean pear orchard**. *Agronomy*, vol. 10, n. 4, art. 580, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/4/580>. Acesso em 2023.

DOLL, D. et al. Produção de Amêndoa em Portugal: Tendências de Plantação e Desafios

de Produção Num Sector em Desenvolvimento; **AGRO.GES**: Cascais, Portugal, 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Diretrizes Voluntárias para a Gestão Sustentável dos Solos**, 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i6874pt/I6874PT.pdf>. Acesso em 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO NO BRASIL. **Solos saudáveis para as pessoas e para o planeta: FAO pede reversão da degradação do solo**, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/fr/c/1472352/>. Acesso em 2023.

FAOSTAT - FAOSTAT - **Crops and livestock products**, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em 2023.

FREITAS, T. R. et al. Modelo regional da previsão da produção da amêndoa na região agrária de Trás-os-Montes. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 46, n. 2, p. 117-124, 2023.

GUERREIRO, V. **Impacto da agricultura intensiva na biodiversidade e na qualidade do solo em Portugal**. 2018. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2018. Disponível em: https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10451/45536/1/ulfc126132_tm_Vera_Guerreiro.pdf. Acesso em 2024.

GONZÁLEZ-CHANG, M.; et al. **Habitat management for pest management: limitations and prospects**. *Annals of the Entomological Society of America*, vol. 112, n. 4, p. 302-317. Disponível em: <https://academic.oup.com/aesa/article/112/4/302/5463154> Acesso em 2023.

INE- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. **Estatísticas Agrícolas 2024**. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOE_Spub_boui=137687&PUBLICACOESmodo=2. Acesso em 2023

JACOBSON, A. et al. **Global areas of low human impact ('Low Impact Areas') and fragmentation of the natural world**. *Scientific Reports*, vol. 9, 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-50558-6> Acesso em 2023.

LIMA, J. F. M. **Análise comparativa da legislação de agrotóxicos entre Brasil e União Europeia e os seus impactos comerciais**. Trabalho de conclusão de curso em Agronegócios. Universidade de Brasília, Planaltina – DF, 48 p. 2018.

LIOTTA, G., MANIGLIA, G., 1994. Variations in infestations of the almond tree in Sicily in the last fifty years. **Acta Hortic** 373: 277-285.

MARCOTEGUI, A. et al. Kaolin and potassium soap with thyme essential oil to control *Monsteira unicostata* and other phytophagous arthropods of almond trees in organic orchards. **Journal of pest science**, v. 88, p. 753-765, 2015.

PEREIRA, J. A. et al. Ciclo biológico e estragos associados a monsteira, *Monsteira unicostata* (Mulsant & Rey, 1852), em amendoeira, no Planalto Mirandês. **Actas do I**

Encontro Nacional de Produção Integrada e VIII Encontro Nacional de Protecção Integrada, p. 225-231, 2008.

PEREIRA, S. C. V. **Principais Pragas e Auxiliares Associados à Amendoeira no Planalto Mirandês**. Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Agroecologia. Bragança, 2009. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/5956>. Acesso em 2023.

PHYTOMA. **Almendro: plagas** (2019). Disponível em: <https://www.phytoma.com/sanidad-vegetal/avisos-de-plagas/almendro-plagas-junio-2019>. Acesso em 2023.

PIMENTEL, D.; PIMENTEL, M. **Food, Energy and Society**. New York: CRC Press, 2007.

RIBEIRO, A. C.; SILVA, A. S. **Manual prático da amendoeira**. CNFS - Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos, 2020. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/22815>. Acesso em 2023.

RODRIGUES, I. et al. Biodiversidade de artrópodes associados à copa de amendoeiras num amendoal em modo de produção integrada em Trás-os-Montes, Portugal. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. Especial 2, p. 78-83, 2020.

RODRIGUES, M. A. **Manual Técnico Amendoeira: Estado da Produção**, 2017. Ed CNCFS. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstf>. Acesso em 2023.

RODRIGUES, M. A. et al. **Estimativa de subprodutos dos frutos secos e possível valorização económica**. II Simpósio Nacional de Frutos Secos. Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal (SCAP), Lisboa, 2019. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/20406/3/78%20Setenta%20e%20oito%20on.pdf>. Acesso em 2023.

RODRIGUES, M. A. et al. **Manual de Boas Práticas Gestão do Solo e da Água em Espécies Produtoras de Frutos Secos**. CNCFS, 2022.

RODRIGUES, M. A. et al. Amendoeira: uma aproximação quantitativa à disponibilidade de subprodutos. **Revista de Ciências Agrárias**, v.43, Especial 2, 2020. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/19712/17586> Acesso em 2023.

RUSSO, A. et al. Almond pests in Sicily. **Acta Horticulturae**, n. 373, 309-315 p. 1994.

SÁNCHEZ-RAMOS, I. et al. Laboratory evaluation of alternative control methods against the false tiger, *Monosteira unicastata* (Hemiptera: Tingidae). **Pest management science**, v. 70, n. 3, p. 454-461, 2014.

SANCHEZ-RAMOS, I. et al. Reproduction, longevity and life table parameters of *Monosteira unicastata* (Hemiptera: Tingidae) at constant temperatures. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 15, n. 4, p. e1012-e1012, 2017.

SANTOS, A. L.; TEIXEIRA, S. M. Panorama nacional do amendoal. **Revista de**

Ciências Agrárias, 2020, 43(Especial 2): p. 3-p, 2020.

SANTOS, A. L.; MARRÃO, R.; BENTO, A. A importância e combate aos inimigos-chaves da amendoeira. **Revista AGRITERRA**, n.p, 2021.

SANTOS, S. A. P. et al. The effect of sooty mold on fluorescence and gas exchange properties of olive tree. **Turkish Journal of Biology**, v. 37, n. 5, p. 620-628, 2013.

SANTOS, S. A. P.; BENTO, A.; PEREIRA, J. A. In: RODRIGUES, M. Ângelo. Amendoeira: Estado da Produção – (Frutos secos: da produção à comercialização). **Manual Técnico – Ameidoeira: Estado da Produção**. EDITOR CNCFS, 2017.

SCUDDER, G. G. E. *Monosteira unicostata* (Mulsant & Rey)(Hemiptera: Tingidae) established in North America, with a key to the genera of Tingidae in Canada. **Entomologica Americana**, v. 118, n. 1, p. 295-297, 2013.

TORGUET, L. et al.. Importancia y control de las enfermedades en el cultivo del almendro. **Agricultura: Revista agropecuaria y ganadera**, n. 1026, p. 72-77, 2019.

TRECENTI, R. **Sistemas sustentáveis de produção agrícola**, 2009. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=20606&secao=Colunas%20Assinadas#:~:text=Como%20exemplo%20de%20sistemas%20sustent%C3%A1veis,a%20Agricultura%20Biodin%C3%A2mica%2C%20en>. Acesso em 2023.