

Efeito da gestão do solo na biodiversidade de artrópodes associados ao amendoal

Effect of vegetation cover on the biodiversity of arthropods associated with almond trees

Maria Eliza Cota e Souza^{1,2} e Albino Bento^{1,2,*}

¹Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

²Laboratório para a Sustentabilidade e Tecnologia em Regiões de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal
(*E-mail: bento@ipb.pt)

<https://doi.org/10.19084/rca.31328>

RESUMO

A produção de amêndoa é uma atividade economicamente importante em Portugal onde tanto a superfície como a produção apresentaram um aumento significativo na última década. A amendoeira é afetada por diversas doenças e pragas que podem contribuir para a redução quantitativa e qualitativa da produção de amêndoa. Pragas de picadores-sugadores (hemípteros) como a monosteira, afídeos e cicadelídeos, de lepidópteros como a anársia, a grafolita ou as brocas, ou de coleópteros como o cabeça-de-prego, podem causar, em algumas situações, prejuízos significativos. O objetivo do trabalho foi comparar a abundância e a diversidade funcional das comunidades de artrópodes em pomares de amendoeira com diferentes métodos de gestão das infestantes (solo mobilizado e presença de coberto vegetal, destocado), na região de Trás-os-Montes. As plantas de cobertura tiveram um efeito significativo na abundância e diversidade de artrópodes. O pomar com coberto vegetal (CCV) apresentou maior número de Araneae, Hemiptera e Neuroptera, enquanto o pomar sem coberto vegetal SCV apresentou maior número de Coleoptera e Hymenoptera. Quanto aos grupos funcionais, o pomar CCV apresentou maior número de artrópodes fitófagos e predadores, não se tendo observado diferenças entre polinizadores e fungívoros. O índice de diversidade foi significativamente maior na presença de coberto vegetal, que também apresentou maior dominância de hemípteros, nomeadamente da praga *Monosteira unicastata*.

Palavras-Chave: Amendoeira, artrópodes, predadores, parasitoides, diversidade.

ABSTRACT

Almond production is an economically important activity in Portugal where both surface and production have shown a significant increase in the last decade. The almond tree is affected by several diseases and pests that can contribute to the quantitative and qualitative reduction of almond production. Biting-sucking pests (Hemiptera) such as monosteira, aphids, cicadelids, lepidopterans such as anarsia, grapholite, or coleopterans borers, such as capnode can cause, in some cases, significant damage. The aim of this study was to compare the abundance and functional diversity of arthropod communities in almond orchards using different weed management methods (displaced soil and presence of destroyed vegetation cover) in the Trás-os-Montes region. Cover crops had a significant effect on arthropod abundance and diversity. The orchard covered with vegetation (CCV) had the highest number of Araneae, Hemiptera and Neuroptera, while the orchard without vegetation cover (SCV) had the highest number of Coleoptera and Hymenoptera. Regarding the functional groups, the CCV orchard had a higher number of phytophagous and predatory arthropods, while no difference was observed between pollinators and fungivores. The diversity index was significantly higher in the presence of cover vegetation, which also showed greater dominance of hemipterans, namely the pest *Monosteira unicastata*.

Keywords: Almond tree, arthropods, predators, parasitoids, diversity.

INTRODUÇÃO

A produção de amêndoa é uma atividade economicamente importante nos países mediterrânicos. Em Portugal, tradicionalmente esta espécie era sobretudo cultivada no Algarve e na Terra Quente Transmontana (Monteiro *et al.*, 2003), regiões onde além da importância económica é também parte importante da paisagem (Santos e Teixeira, 2020). A área de amendoal duplicou entre 2014 e 2021 e a produção teve um crescimento de cerca de 3,5 vezes (INE, 2021). Esta cultura tem assumido uma posição de destaque por parte de regiões que tradicionalmente não eram produtoras de amêndoa, havendo um investimento em pomares com elevada densidade de plantação e o recurso a novas variedades e porta-enxertos, a par da introdução do regadio e de novas tecnologias. Em Portugal, a amêndoa tem grande importância a nível económico e gastronómico, visto que é largamente utilizada como parte do padrão alimentar da dieta mediterrânica e contribui para a economia das regiões mais desfavorecidas.

A cultura é atacada por vários artrópodes-praga que podem contribuir para a redução quantitativa e qualitativa da produção de amêndoa. Em Trás-os-Montes, as principais espécies de artrópodes que podem atacar a amendoeira causando, em alguns casos, prejuízos significativos, são hemípteros das famílias Tingidae (*Monosteira unicostata* Mulsant e Rey, 1852), Aphididae (*Myzus persicae* Sulzer, 1976, *Brachycaudus amygdalinus* Schouteden, 1905 e Cicadellidae (*Asymmetrasca decedens* Paoli 1932, *Fruticidia bisignata* Mulsant & Rey 1855; lepidópteros (*Anarsia lineatella* Zeller 1839, *Grapholita molesta* Busck, 1916, *Cossus cossus* Linnaeus, 1758. e *Zeuzera pyrina* Linnaeus, 1761; e coleóptero (*Capnodis tenebrionis* Linnaeus, 1761.) (Santos *et al.*, 2017; Rodrigues *et al.*, 2020).

Os inimigos naturais, antagonistas ou auxiliares, são organismos que atuam como reguladores das populações de pragas, frequentemente diminuindo a sua densidade populacional a níveis mais baixos do que aquele que normalmente ocorreria na sua ausência. Os auxiliares precisam de alimento e de abrigo e são bastante vulneráveis aos pesticidas mais tóxicos. Para que sejam eficazes na limitação natural das pragas, esses artrópodes auxiliares têm de estar presentes na cultura ou próximo

dela quando a praga inicia o seu ataque (Ferreira e Cunha-Queda, 2022).

O crescimento das populações de pragas pode ser influenciado tanto pelas condições meteorológicas quanto pelas interações multitróficas com o complexo de artrópodes que coexistem na copa das amendoeiras, e contribuem para manter os níveis de pragas abaixo do nível económico de ataque. No entanto, o conhecimento sobre a biodiversidade desses inimigos naturais associados à amendoeira e principalmente sobre a sua ação, é escasso (Benhadi-Marin *et al.*, 2011).

Compreender como as comunidades de artrópodes se estruturam em pomares de amendoeiras pode ser útil nas escolhas de técnicas para o controlo biológico natural. Preservar e aumentar a abundância e biodiversidade funcional é de interesse crítico para o desenvolvimento de estratégias que promovam a agricultura sustentável (Jacobson *et al.*, 2019).

No caso do amendoal, a fauna auxiliar poderá ser importante na dinâmica de pragas como *A. lineatella*, *G. molesta*, *M. unicostata*, *Z. pyrina* e *C. cossus*, sendo um fator importante na regulação das suas populações (Pereira, 2009). De entre os predadores generalistas, são citados indivíduos das famílias Coccinellidae, Syrphidae, Chrysopidae, Antocoridae, Araneae e Formicidae, como podendo desempenhar um papel importante na limitação natural dos insetos considerados praga da cultura da amendoeira (Santos *et al.*, 2017).

De entre os parasitoides, espécies das famílias Braconidae e Pteromalidae são citadas para controlo de *A. lineatella* (Sarto *et al.*, 1995; Santos *et al.*, 2017). Para *G. molesta* a utilização de espécies do género *Ascogaster* que atacam as lagartas, e do género *Trichogramma*, importantes parasitoides de ovos, pode ser uma alternativa para diminuir o nível populacional da praga (Garcia *et al.*, 2006; Arioli *et al.*, 2013). Guerrieri e Noyes (2005) citam espécies do género *Copidosoma* com potencial para serem utilizadas como agentes de biocontrolo de *Z. pyrina*.

Para o controle biológico de ácaros pode-se utilizar ácaros predadores da família Phytoseiidae (Santos *et al.*, 2017). Em relação a *M. unicostata*, a informação existente quanto a predadores e parasitoides é escassa e não específica.

O objetivo do trabalho foi comparar a abundância e a diversidade das comunidades de artrópodes, em pomares de amendoeira com diferentes métodos de gestão das infestantes (solo mobilizado e solo com presença de coberto vegetal, destroçado), na região de Trás-os-Montes, sendo dado especial relevo à diversidade funcional.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição dos pomares

A parte experimental do presente estudo realizou-se em 2020, em dois amendois de sequeiro em modo de produção biológica. O primeiro situado na freguesia de São Salvador, Mirandela, a uma altitude de 350 metros, sendo que a área da parcela onde se realizou o ensaio tem 2.0 ha, inserido numa mancha de amendoeira. As amendoeiras da variedade Laurrane (80%) e Francoli (20%), possuem porte médio dispostas num compasso de plantação de 6 x 6 metros, numa encosta com alguma inclinação, voltada a poente. O solo é um leptossolo êutrico com textura franca. O pomar (CCV) possui coberto vegetal natural composto predominantemente por *Bromus sp*, *Sonchus sp.* e *Jasione sp.* que desenvolveram-se até a fase reprodutiva no pomar. O segundo amendoeira está situado na freguesia de Bornes, Macedo de Cavaleiros, a uma altitude de 645 metros, sendo que a área da parcela onde se realizou o ensaio tem 4,0 ha. As amendoeiras são todas da variedade Laurrane, possuem porte médio, dispostas num compasso de plantação de 6 x 5 metros, numa encosta com alguma inclinação, voltada a sul. O solo é um leptossolo êutrico com textura franca. A gestão das infestantes é feita com recurso a mobilizações superficiais (SCV), normalmente duas, no início e fim da primavera.

MÉTODO DE AMOSTRAGEM

A avaliação do efeito do método de gestão da vegetação na entomofauna realizou-se através da técnica das pancadas, quinzenalmente, entre os meses de abril e setembro de 2020.

Amostram-se 25 árvores, dois ramos por árvore, duas abanadelas por ramo. As árvores foram selecionadas de forma totalmente aleatória dentro

de cada um dos pomares, com o objetivo de obter 25 amostras representativas de cada uma das parcelas.

Após a recolha, o material foi transportado numa mala térmica com gelo e no laboratório foi logo colocado numa arca congeladora. Posteriormente, as amostras foram colocadas em tabuleiros com os sacos abertos para facilitar a secagem da amostra. Depois do material seco, os artrópodes foram identificados com auxílio da lupa binocular, até ao mais baixo nível trófico possível.

A estrutura da comunidade de artrópodes nos dois amendois foi avaliada em termos de abundância, riqueza e diversidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas no ambiente R (R studio 4.3). Para a comparação de médias entre grupos recorreu-se ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis, usando também o programa estatístico R (R studio 4.3).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram capturados 13.709 artrópodes pertencentes à classe Insecta, de dez ordens e à classe Arachnida, de duas ordens. O amendoeira com coberto vegetal (CCV) apresentou maior número de artrópodes ($p < 0.001$), com 9.255 indivíduos, enquanto no amendoeira sem coberto vegetal (SCV) foram capturados 4.454 indivíduos (Quadro 1).

Estudos anteriores (Serra *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2010; Finney e Kaye, 2017; de Pedro *et al.*, 2020) demonstraram que as coberturas vegetais permitem a existência de uma arthropofauna mais abundante em pomares de fruteiras em comparação a pomares sem coberto vegetal. Porém, considerando o crescente interesse em infraestruturas verdes para a conservação da biodiversidade em terrenos agrícolas, há relativamente pouca informação sobre o impacto das culturas de cobertura na diversidade de artrópodes em pomares de amendoeiras (de Pedro *et al.*, 2020).

O pomar CCV apresentou maior de indivíduos de Araneae ($p < 0.001$), Hemiptera ($p = 0.003$) e Neuroptera ($p = 0.007$), enquanto o pomar SCV apresentou maior número de Coleoptera ($p < 0.001$) e Hymenoptera ($p < 0.001$). A ordem Hemiptera foi o grupo mais abundante nos dois pomares, representando

mais de 63% dos artrópodes capturados na técnica das pancadas. Esta ordem também foi a mais abundante em outros ensaios em Trás-os-Montes (Pereira *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 2020). No pomar CCV, 91.7% dos hemípteros são da espécie *M. unicostata*, enquanto no pomar SCV essa espécie representou 52.11% do total de indivíduos capturado. *Monosteira unicostata*, considerada praga-chave da amendoeira na região de Trás-os-Montes, possui atividade fitófaga tanto na fase adulta como no estágio de ninfa, sugando o conteúdo celular das folhas. O ataque pode levar a um enfraquecimento da árvore, perda de folhas e diminuição na colheita por afetar o desenvolvimento normal e a maturação dos frutos (Arquero, 2013; Baspinar *et al.*, 2018).

Quadro 1 - Número total (N) de indivíduos, por grupo taxonômico, capturados pela técnica das pancadas na copa de amendoeiras em amendoal com coberto vegetal (CCV) e sem coberto vegetal (SCV)

	CCV	SCV	p-value
	N	N	
Araneae	1612 a	834 b	<0.001
Coleoptera	337 b	817 a	<0.001
Anthicidae	1 b	321 a	<0.001
Carabidae	21 b	126 a	<0.001
Chrysomelidae	21 a	44 a	0.257
Coccinellidae	214 b	274 a	0.033
Curculionidae	23 a	24 a	0.559
Phalacridae	54 a	25 a	0.281
Outros	3 a	3 a	NA
Hemiptera	6706 a	1944 b	0.003
Aphididae	16 a	26 a	0.454
Aphrophoridae	7 a	12 a	0.842
Cicadellidae	503 b	839 a	<0.001
Lygaleidae	2 a	5 a	NA
Tingidae	6149 a	1013 b	<0.001
Outros	29 a	49 a	0.352
Hymenoptera	322 b	579 a	<0.001
Outros	27 a	37 a	0.14
Formicidae	112 a	50 b	0.047
Parasitoide	183 b	492 a	<0.001
Neuroptera	123 a	111 b	0.007
Chrysopidae	36 a	82 a	0.551
Larvas	87 a	29 b	<0.001
Dermoptera	89 b	112 a	<0.05
Orthoptera	6 a	1 a	NA
Psocoptera	60 a	56 a	0.115
Total Geral	9255 a	4454 b	<0.001

Valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%.

No pomar CCV, as maiores capturas de hemípteros observaram-se sobretudo a partir de junho. Entre o final de agosto e outubro, *M. unicostata* dominou as capturas com poucos indivíduos de outras ordens. No pomar SCV, a dominância de hemípteros foi menor (Figura 1). As flutuações ao longo do período de amostragens são semelhantes aos observados por Rodrigues *et al.* (2020).

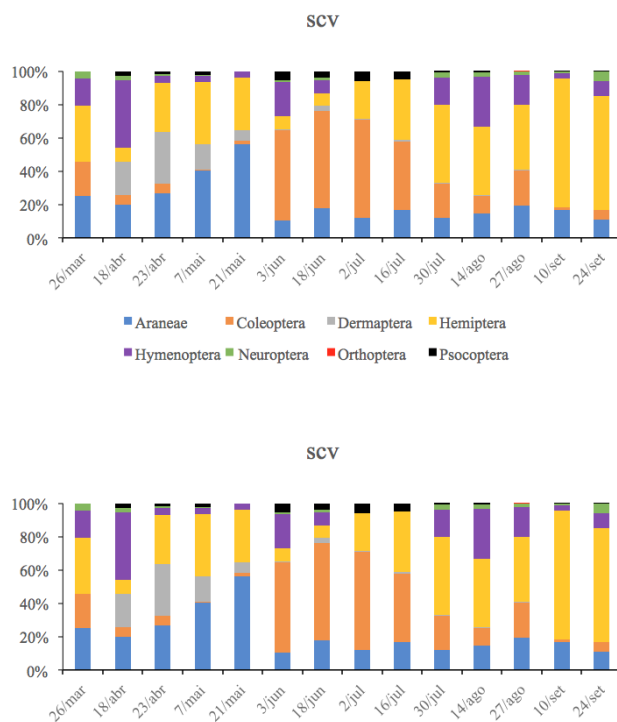


Figura 1 - Abundância das principais ordens capturadas pela técnica das pancadas ao longo do período de amostragem na copa de amendoeiras em um amendoal com presença de coberto vegetal (CCV) e outro sem coberto vegetal (SCV).

O pomar CCV apresentou maior número de artrópodes fitófagos ($p < 0.001$) e predadores ($p < 0.01$). Não houve diferença entre polinizadores e fungívoros (Figura 2). Dentre os fitófagos, o pomar SCV apresentou maior abundância de Cicadellidae ($p < 0.001$) e o pomar com CCV maior frequência de insetos da família Tingidae ($p < 0.001$).

Os inimigos naturais apresentam uma resposta positiva à complexidade da paisagem e o uso de plantas de cobertura cria microclimas favoráveis que podem tornar-se habitats adequados para predadores, o que pode explicar a maior abundância desse grupo no pomar com coberto vegetal. Uma

maior abundância de predadores em pomares de fruteira com presença de cobertura vegetal também foi relatada por outros autores (Sanguankeo, 2011; Birkhofer *et al.*, 2015; Gómez-Marco *et al.*, 2016; Sommaggio *et al.*, 2018).

As aranhas (Araneae) observaram-se com maior abundância no pomar CCV ($p < 0.001$), mas foram o grupo de predadores com maior número de capturas nos dois pomares, representando 74.11% no pomar CCV e 48.71% no pomar SCV, estando presentes em todas as amostragens nos dois pomares. Esse grupo de predadores também foi o mais abundante em estudos anteriores (Pereira *et al.*, 2007; Pereira, 2009; Benhadi-Marin *et al.*, 2011; Rodrigues *et al.*, 2020). Porém, o pico de ocorrência observou-se um pouco mais precoce do que nesses estudos (Figuras 3 e 4). Resultados distintos dos observados neste ensaio foram relatados por Cárdenas *et al.* (2015) que não encontraram diferenças significativas na diversidade de aranhas entre pomares com o solo com cobertura e pomares com o solo mobilizado.

O número de himenópteros parasitoides foi significativamente maior ($p < 0.001$) no pomar sem coberto vegetal, ao contrário do que foi observado noutros estudos (Eilers e Klein, 2009; Silva *et al.*, 2010; Nitschke *et al.*, 2017). Embora o aumento da diversidade de plantas tenha aumentado significativamente a diversidade de artrópodes predadores, a diversidade local de fitófagos também foi superior. Siemann *et al.* (1998) sugerem que aumentando a diversidade de plantas também poderia aumentar a diversidade de níveis tróficos superiores diretamente pelo aumento da diversidade de recursos florais que muitos artrópodes fitófagos e predadores utilizam ou requerem.

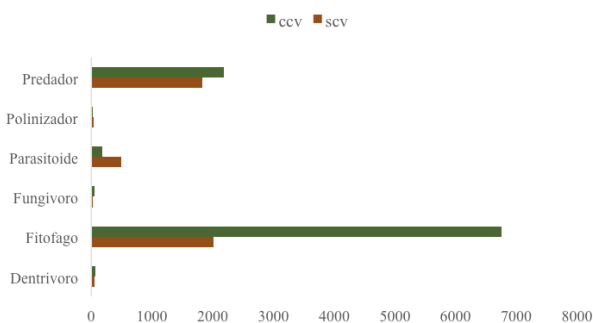


Figura 2 - Distribuição dos artrópodes de acordo com o grupo trófico capturados nos dois pomares estudados, com coberto vegetal (CCV) e sem coberto vegetal (SCV).

O período de maior ocorrência de predadores registou-se de junho a setembro no pomar CCV (Figura 3) e em maio/ junho e agosto/setembro no pomar SCV (Figura 4). Os indivíduos mais abundantes pertencem às ordens Araneae, Coleoptera (Coccinellidae), Neuroptera e Hymenoptera (Formicidae) com dados similares nos dois pomares amostrados, exceto a grande presença de indivíduos Coleoptera (Anticidae) no pomar SCV. Esses resultados são concordantes com a pouca bibliografia disponível (Benhadi-Marin *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2012; Rodrigues *et al.*, 2020).

Não se observaram diferenças significativas na flutuação ao longo do período de amostragem dos demais auxiliares nos dois pomares estudados. Os himenópteros parasitoides foram capturados em maior abundância de julho a setembro nos dois pomares, as formigas em agosto. Os coccinelídeos apresentaram alguma variação, aparecendo em maiores quantidades em julho e agosto no pomar SCV e até setembro no pomar CCV.

Em relação à biodiversidade, o índice de diversidade de Simpson foi significativamente maior na presença de coberto vegetal ($p < 0,01$) O pomar SCV apresentou um índice de 0,5241 e o CCV 0,854 Resultados similares foram relatados por outros autores ao estudar a diferença na diversidade de artrópodes em pomares com área de solo descoberto e com presença de coberto vegetal em pomares de

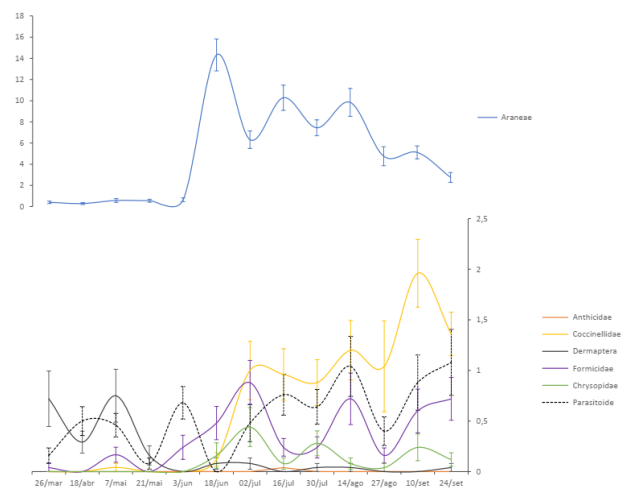


Figura 3 - Número médio e respetivo erro padrão dos principais predadores e parasitoides, representados a vermelho (Hy. Parasitoide) ao longo do período de amostragem no amendoal com coberto vegetal.

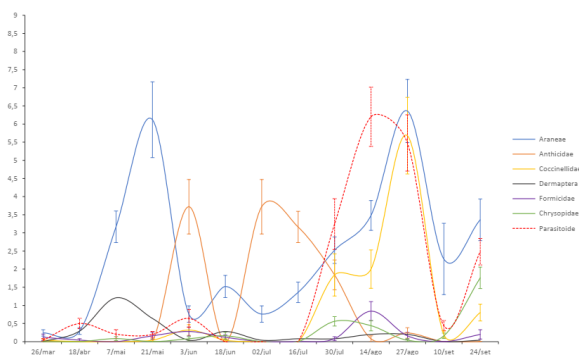


Figura 4 - Número médio e respetivo erro padrão dos principais predadores e parasitoídes, representados a vermelho (Hy. Parasitoíde) ao longo do período de amostragem no amendoal sem coberto vegetal.

pereiras (Rieux *et al.*, 1999) e vinhedo (Sáenz-Romo, 2019). As plantas de cobertura podem aumentar a disponibilidade de recursos como pólen, néctar, hospedeiro alternativo e abrigo permitindo sustentar uma comunidade rica de inimigos naturais que podem eventualmente mover-se para parcelas de cultivo adjacentes e aí exercer um efeito benéfico (Corbett, 1998; González-Chang *et al.*, 2019).

CONCLUSÕES

No presente trabalho, verificou-se que as plantas de cobertura tiveram um efeito significativo

na diversidade de artrópodes, com a maioria dos principais grupos de artrópodes significativamente afetada pela presença de uma cobertura vegetal.

O pomar com coberto vegetal apresentou maior número de indivíduos Araneae, Hemiptera e Neuroptera, enquanto no pomar com solo mobilizado detetou-se um maior número de indivíduos Coleoptera e Hymenoptera.

Quanto aos grupos funcionais, o pomar CCV apresentou maior número de artrópodes fitófagos e predadores, não se tendo observado diferenças significativas entre polinizadores e fungívoros.

Os resultados do presente trabalho indicam que a presença de cobertura vegetal aumenta a biodiversidade de artrópodes em pomares de amendoeira. De facto, o índice de diversidade de Simpson foi significativamente maior na presença de coberto vegetal, com uma maior dominância de hemípteros, nomeadamente da praga *M. unicastata*.

AGRADECIMENTOS

Ao Projeto “BioPest - Estratégias integradas de luta contra pragas-chave em espécies de frutos secos” - PDR2020-1.0.1-030960”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arioli, C.J.; Botton, M.; Mafra-Neto, A.; Molinari, F.; Borges, R. e Pastori, L.P. (2013) - *Feromônios sexuais no manejo de insetos-praga na fruticultura de clima temperado*. Florianópolis, SC: Epagri, pp 58. (Epagri. Boletim Técnico número 159).
- Arquero, O. (2013) - *Manual del almendro*. Junta de Andalucía-Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Sevilla, 80 p.
- Baspinar, H.; Doll, D. e Rijal, J. (2018) - Pest Management in Organic Almond. In: Vacante, V. e Kreiter S. (Eds.) - *The Handbook of pest Management in organic farming*. pp. 328–347 CABI Press, Wallingford, UK.
- Benhadi-Marin, J.; Pereira, J.A.; Barrientos, J.A.; Bento, A. e Santos, S.A. (2011) - Diversity of predaceous arthropods in the almond tree canopy in Northeastern Portugal: A methodological approach. *Entomological Science*, vol. 14, n. 3, p. 347-358. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8298.2011.00444.x>
- Birkhofer, K.; Diekötter, T.; Meub, C.; Stötzel, K. e Wolters, V. (2015) - Optimizing arthropod predator conservation in permanent grasslands by considering diversity components beyond species richness. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 211, p. 65-72. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.05.014>
- Cárdenas, M.; Pascual, F.; Campos, M. & Pekár, S. (2015) - The spider assemblage of olive groves under three management systems. *Environmental Entomology*, vol. 44, n. 3, p. 509-518. <https://doi.org/10.1093/ee/nvv030>
- Corbett, A. (1998) - The importance of movement in the response of natural enemies to habitat manipulation. In: Pickett, C.H. & Bugg, R.L. (Eds.) - *Enhancing biological control*, pp. 25-48. University of California Press, Berkeley.
- de Pedro, L.; Perera-Fernández, L.G.; López-Gallego, E.; Pérez-Marcos, M. e Sanchez, J.A. (2020) - 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. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040580>
- Eilers, E.J. e Klein, A.M. (2009) - Landscape context and management effects on an important insect pest and its natural enemies in almond. *Biological Control*, vol. 51, n. 3, p. 388-394. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.07.010>
- Ferreira, J. e Cunha-Queda, C. (2022) - *Auxiliares na limitação natural de pragas - insetos, ácaros e vertebrado*. Ficha técnica. Lisboa. https://adrepes.pt/wp-content/uploads/FT-3.1-Auxiliares-na-limitacao-natural-de-pragas-insetos-acaros-e-vertebrados-logos_todos.pdf
- Finney, D.M. e Kaye, J.P. (2017) - Functional diversity in cover crop polycultures increases multifunctionality of an agricultural system. *Journal of Applied Ecology*, vol. 54, n. 2, p. 509-517. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12765>
- Garcia, M.S.; Silva, W.D.D.; Zazycki, L.C.F.; Botton, M. e Parra, J.R.P. (2006) - Determinação do número de *Trichogramma pretiosum* a ser liberado por ovo de *Grapholita molesta* em condições de semi-campo. In: XXI Congresso Brasileiro de Entomologia. Recife, Pernambuco.
- Gómez-Marco, F.; Urbaneja, A. e Tena, A. (2016) - A sown grass cover enriched with wild forb plants improves the biological control of aphids in citrus. *Basic and Applied Ecology*, vol. 17, n. 3, p. 210-219. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.10.006>
- González-Chang, M.; Tiwari, S.; Sharma, S. e Wratten, S.D. (2019) - Habitat management for pest management: limitations and prospects. *Annals of the Entomological Society of America*, vol. 112, n. 4, p. 302-317. <https://doi.org/10.1093/aesa/saz020>
- Guerrieri, E. e Noyes, J. (2005) - Revision of the European species of *Copidosoma* Ratzeburg (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoids of caterpillars (Lepidoptera). *Systematic Entomology*, vol. 30, n. 1, p. 97-174. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2005.00271.x>
- INE (2021) - Instituto Nacional de Estatística. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoesePUBLICACOES_pub_boui=31589846ePUBLICACOESstema=55505ePUBLICACOESmodo=2
- Jacobson, A.P.; Riggio, J.; Tait, A.M. e Baillie, J.E.M. (2019) - Global areas of low human impact ('Low Impact Areas') and fragmentation of the natural world. *Scientific Reports*, vol. 9, art. 14179. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50558-6>
- Monteiro, A.M.; Cordeiro, V.P. e Gomes-Laranjo J.A. (2003) - *A amendoeira*. João Azevedo Editor, Mirandela, 186 p.

- Nitschke, N.; Allan, E.; Zwölfer, H.; Wagner, L.; Creutzburg, S.; Baur, H.; Schmidt, S. e Weisser, W.W. (2017) - Plant diversity has contrasting effects on herbivore and parasitoid abundance in *Centaurea jacea* flower heads. *Ecology and Evolution*, vol. 7, n. 22, p. 9319-9332. <https://doi.org/10.1002/ece3.3142>
- Pereira, J.A.; Pereira, S.; Santos, S.A. e Bento, A. (2007) - Artropodofauna associada à copa da amendoeira no Planalto Mirandês (Norte de Portugal). In: *V Congresso Nacional de Entomologia Aplicada*. Cartagena, 22-26 de outubro.
- Pereira, S.D.C.V. (2009) - *Principais pragas e auxiliares associados à amendoeira no Planalto Mirandês* (Dissertação de Mestrado). Instituto Politécnico de Bragança (Portugal), 57 p.
- Rieux, R.; Simon, S. e Defrance, H. (1999) - Role of hedgerows and ground cover management on arthropod populations in pear orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 73, n. 2, p. 119-127. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00021-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00021-3)
- Rodrigues, I.; Martins, V.D.A.F.; Pereira, J.A. e Bento, A. (2020) - Biodiversidade de artrópodes associados à copa de amendoeiras num amendoal em modo de produção integrada em Trás-os-Montes, Portugal. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 43, n.sp. 2, p. 78-83. <https://doi.org/10.19084/rca.19665>
- Sáenz-Romo, M.G.; Veas-Bernal, A.; Martinez-Garcia, H.; Campos-Herrera, R.; Ibanez-Pascual, S.; Martinez-Villar, E.; Pérez-Moreno, I. e Marco-Mancebón, V.S. (2019) - Ground cover management in a Mediterranean vineyard: Impact on insect abundance and diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 283, art. 106571. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106571>
- Sanguankeo, P.P. e León, R.G. (2011) - Weed management practices determine plant and arthropod diversity and seed predation in vineyards. *Weed Research*, vol. 51, n. 4, p. 404-412. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00853.x>
- Santos, A. e Teixeira, S.M. (2020) - Panorama nacional do amendoal. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 43, n.sp. 2, p. 3-9. <https://doi.org/10.19084/rca.19684>
- Santos, S.A.; Bento, A. e Pereira, J.A. (2017) - Pragas. In: (Rodrigues, M.A., Ed.) - *Amendoeira: estado da produção*, CNCFS.
- Santos, S.A.P.; Raimundo, A.; Bento, A. e Pereira, J.A. (2012) - Species abundance patterns of coccinellid communities associated with olive, chestnut and almond crops in north-eastern Portugal. *Agricultural and Forest Entomology*, vol. 14, n. 4, p. 376-382. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2012.00578.x>
- Sarto, V.; Torá, R.; Sastre, C. e Baltilori, L. (1995) - *L'Anarsia del presseguer Anarsia lineatella Zell*. Departament d' Agricultura, Ramaderia i Pesca. Manresa, Direcció General de Producció i Industries Agroalimentàries. Rapport technique, pp 3.
- Serra, G.; Lentini, A.; Verdinelli, M. e Delrio, G. (2006) - Effects of cover crop management on grape pests in a Mediterranean environment. *IOBC/WPRS Bulletin*, vol. 29, n. 11, p. 209-214.
- Siemann, E.; Tilman, D.; Haarstad, J. e Ritchie, M. (1998) - Experimental tests of the dependence of arthropod diversity on plant diversity. *The American Naturalist*, vol. 152, n. 5, p. 738-750. <https://doi.org/10.1086/286204>
- Silva, E.B.; Franco, J.C.; Vasconcelos, T. e Branco, M. (2010) - Effect of ground cover vegetation on the abundance and diversity of beneficial arthropods in citrus orchards. *Bulletin of Entomological Research*, vol. 100, n. 4, p. 489-499. <https://doi.org/10.1017/S0007485309990526>
- Sommaggio, D.; Peretti, E. e Burgio, G. (2018) - The effect of cover plants management on soil invertebrate fauna in vineyard in Northern Italy. *BioControl*, vol. 63, n. 6, p. 795-806. <https://doi.org/10.1007/s10526-018-09907-z>