

Avaliação preliminar da diversidade e abundância de artrópodes num pomar de aveleiras

Preliminary evaluation of arthropod diversity and abundance in a hazelnut orchard

António Santos¹, Arminda Lopes^{2,*}, Sérgio Martins² & Cristina Amaro da Costa^{1,*}

¹Escola Superior Agrária de Viseu, CI&DETS e CERNAS, Quinta da Alagoa, Estrada de Nelas, 3500-606 Viseu, Portugal

²Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro, Estação Agrária de Viseu, Quinta do Fontelo, 3504-504 Viseu, Portugal

(*E-mails: amarocosta@esav.ipv.pt; arminda.lopes@drapc.gov.pt)

<https://doi.org/10.19084/rca.19771>

Recebido/received: 2020.03.28

Aceite/accepted: 2020.09.11

RESUMO

A biodiversidade funcional é uma mais-valia para os sistemas agrícolas, em particular pelo papel que desempenha na promoção de vários serviços do ecossistema, designadamente a limitação natural dos inimigos das culturas. A biodiversidade de artrópodes associados à cultura da aveleira em Portugal, em particular no que se refere à fauna auxiliar, é pouco conhecida, resumindo-se a listagens das pragas mais relevantes. Neste sentido, com o objetivo de contribuir para a conservação e promoção da biodiversidade funcional, na cultura da aveleira, importa conhecer a diversidade e abundância de artrópodes deste agroecossistema. O trabalho foi desenvolvido no pomar de aveleiras da Estação Agrária de Viseu, conduzido em modo de produção biológico. Procedeu-se à recolha de artrópodes, quinzenalmente, entre maio e agosto de 2018, através da técnica das pancadas, após o que foram triados em laboratório e separados por ordens, morfotipos e tipos funcionais (predadores, parasitóides, fitófagos, detritívoros e “indiferentes”). Capturaram-se 1557 artrópodes pertencentes a 9 ordens da classe Insecta (88% dos exemplares) e à classe Arachnida (ordem: Araneae). Relativamente à classe Insecta, as ordens mais abundantes foram: Hemiptera – subordem Heteroptera, (Anthocoridae e Miridae), Coleoptera (maior número de morfotipos, em particular da família Coccinellidae) e, ainda, Hymenoptera, Dermaptera e Neuroptera.

Palavras-chave: frutos secos, entomofauna, biodiversidade funcional, *Corylus avellana*

ABSTRACT

Functional biodiversity is an asset for agricultural systems, particularly due to the role played by the promotion of ecosystem services, namely the natural control of crop pests. The biodiversity of arthropods associated with the hazelnut orchards in Portugal is little known, especially in relation with the natural enemies, and resumed to lists of the main pests. In this sense, and in order to contribute to the conservation and promotion of functional biodiversity in the hazelnut orchards, it is important to know the diversity and abundance of arthropods of this agroecosystem. The work was carried out in the organic hazelnut orchard of Estação Agrária de Viseu. Arthropods were collected, between May and August 2018, using the beating technique, after which they were screened in the laboratory and selected by orders, morphotypes and functional roles (predators, parasitoids, phytophages, detritivores and “indifferents”). A total of 1557 arthropods, belonging to 9 orders from the class Insecta (88% of the individuals) and the class Arachnida (order: Araneae), were captured. Regarding the class Insecta, the most abundant orders were: Hemiptera - suborder Heteroptera, (Anthocoridae and Miridae), Coleoptera (greater number of morphotypes, in particular of the Coccinellidae family) and, also, Hymenoptera, Dermaptera and Neuroptera.

Keywords: nuts, entomofauna, functional biodiversity, *Corylus avellana*

INTRODUÇÃO

A biodiversidade funcional - refere-se aos elementos da biodiversidade à escala da exploração agrícola ou da paisagem, que fornecem serviços dos ecossistemas que apoiam a produção agrícola sustentável e podem proporcionar benefícios para o ambiente regional e global e para o público em geral (ELN-FAB, 2012) - é uma importante mais-valia nos sistemas agrícolas ao beneficiar diretamente o agricultor.

Esta biodiversidade funcional pode ser a base de estratégias de gestão do ecossistema que potenciem a componente da limitação natural, reduzindo a necessidade de implementar outras medidas de proteção das culturas, em particular o uso de pesticidas. Diversos estudos mostram que a conservação desta componente da fauna entomológica dos ecossistemas agrícolas apresenta resultados promissores, nomeadamente uma redução clara da pressão de pragas e do uso de pesticidas (ELN-FAB, 2012).

No entanto, os sistemas monoculturais, a intensificação agrícola e o abandono rural são, hoje, responsáveis por grande pressão na biodiversidade dos agroecossistemas, com a consequente perda dos referidos serviços do ecossistema (Kremen e Miles, 2012; Barnes, 2020). Assim, importa conhecer a biodiversidade funcional ao nível da cada agroecossistema, de modo a permitir avaliar a sua importância e contribuir para a sua conservação e promoção, nomeadamente ao nível da proteção da cultura.

A cultura da aveleira não tem expressão significativa, em Portugal: ocupava em 2017 uma área de 357 ha, com uma produção anual de 307 t, com maior importância na região Centro (INE, 2019). No entanto, encontra no território nacional condições favoráveis à sua produção, pelo que representa uma espécie fruteira com interesse e relativamente à qual importa estruturar conhecimento que permita obter um produto de qualidade com base em sistemas de produção sustentáveis.

A biodiversidade de artrópodes associados à cultura da aveleira em Portugal, em particular no que se refere à fauna auxiliar, é pouco conhecida, resumindo-se a listagens das pragas mais relevantes (AliNiazee, 1998; Silva *et al.*, 2005).

Destas, apenas algumas provocam estragos que podem assumir importância económica, como o balanino, *Curculio* (*Curculio*) *nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae), afídeos *Myzocallis* (*Myzocallis*) *coryli* Goeze e *Corylobium avellanae* Schrank (Hemiptera: Aphididae), ácaro-dos-gomos, *Phytoptus avellanae* Nalepa (Acari: Prostigmata: Eriophyidae) e mineira-da-aveleira, *Oberea linearis* (L.) (Coleoptera: Cerambycidae) (Silva *et al.*, 2005; Vieira, 2013). De facto, os estragos provocados pelas diversas espécies de artrópodes fitófagos, em pomares velhos, podem atingir cerca de 50% da colheita nas cultivares de casca mais fina, como 'Cosford' e 'Daviana', em particular devido à ação do balanino, ou uma redução na ordem dos 20%, em pomares não tratados e nas cultivares mais sensíveis como 'Dawton' e 'Daviana', por ação do ácaro-dos-gomos (Silva *et al.*, 2005).

Alguns estudos realizados em países produtores de avelã, indicam que existe um potencial importante associado à fauna auxiliar nesta cultura. Por exemplo, Walton *et al.* (2009) mostraram que larvas de sirfídeos e crisopídeos dos géneros *Chrysopa* e *Hemerobius* têm um papel importante na predação de afídeos e cochonilhas, e diversos outros entomófagos generalistas como carabídeos (predadores do pupas do lepidóptero *Cydia latiferreana* (Walsingham) e do curculionídeo *Curculio occidentis* L.), bichas-cadela (como *Forficula auricularia* L.) e aranhas (como *Pimoida altiocolata* (Keyserling)) que são predadoras de ovos e larvas de diversas espécies de insetos, coccinelídeos (diversas espécies do género *Adalia* são predadores de afídeos, cochonilhas, outros pequenos insetos e ácaros, sendo bastante eficientes quando existem elevadas densidades de pragas).

Aos longo dos últimos 30 anos, inúmeros estudos realizados em pomares de aveleiras na Turquia (principal produtor mundial) permitiram contruir uma listagem de mais de 150 espécies de insetos auxiliares e 70 espécies de ácaros predadores, com um papel importante na luta biológica contra pragas nesta cultura (Ozman-Sullivan, 2017).

Relativamente ao controlo do cerambicídeo *Oberea linearis* L. através da luta biológica, Tuncer (2009) identificou diversos insetos parasitóides com interesse - *Apanteles* spp., *Macrocentrus* spp., *Meteorus* spp., *Itoplectis* spp. e *Pristomerus vulnerator* (Panzer)

- podendo atingir 100% de taxa de parasitismo larvar em alguns anos.

Neste sentido, parece ser importante conhecer a diversidade e a abundância de artrópodes na cultura da aveleira, pelo papel que podem desempenhar na redução dos estragos causados pelas diversas pragas da cultura. Com este objetivo, monitorizou-se, em 2018, ao longo de toda a campanha cultural, um pomar de aveleiras conduzido em modo de produção biológico, na região Centro, de modo a conhecer a biodiversidade de artrópodes nesta cultura e disponibilizar essa informação para apoiar a tomada de decisão na proteção da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Campo de ensaio

O campo de ensaio consistiu num pomar de aveleiras, em Modo de Produção Biológico desde 2005, com uma área de $\approx 5500\text{m}^2$, pertencente à Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro e localizado na Estação Agrária de Viseu. A plantação das aveleiras foi realizada em 1989, num solo tipo A1 - aluviosolos modernos de textura média a ligeira, derivados de granito, com um compasso de 5 m x 3 m e um sistema de condução em

vaso. No campo estão instaladas 15 cultivares de aveleira, cada uma com 6 árvores em cada um de 3 talhões. A envoltória do pomar é constituída a poente por uma bordadura de aveleiras, a nascente por um pomar de macieiras, a norte por um prado e a sul por um souto. A rega é efetuada através de um sistema de micro-aspersão. O solo é revestido com vegetação espontânea natural permanente (enrelvamento natural).

O campo de ensaio foi dividido em 3 talhões (Figura 1), seguindo o alinhamento das 3 repetições de cultivares instaladas, identificadas de 1 a 3, com cerca de 90 árvores cada, tendo-se excluído as árvores de bordadura de cada talhão.

Colheita de artrópodes

O ensaio decorreu de maio a agosto de 2018, sempre que possível com monitorizações quinzenais, pois devido à elevada precipitação que ocorreu durante aquele período nem sempre foi possível realizar as monitorizações previstas.

A amostragem foi realizada de forma aleatória, com recurso à técnica das pancadas, tendo-se utilizado 100 pancadas por talhão, 2 pancadas por árvore.

Os artrópodes foram recolhidos em saco de plástico e imobilizados de imediato com recurso a algodão embebido em acetato de etilo. Posteriormente e já em laboratório, foi realizada a triagem com recurso a microscópio estereoscópico e os artrópodes guardados em frascos, devidamente identificados com data de recolha e talhão. De seguida, os artrópodes capturados foram separados e contabilizados por morfoespécies e identificados até ao táxon possível, seguindo Booth *et al.* (1990), Triplehorn e Johnson (2005) e Dotson *et al.* (2011). O uso de morfoespécies como alternativa à classificação taxonómica tem sido utilizado como para superar as dificuldades de identificação, em particular quando se trata de estudos de biodiversidade (Derraik *et al.*, 2010). Baseia-se na separação dos indivíduos por *taxum* com base em características morfológicas facilmente reconhecíveis (Derraik *et al.* 2002).

As morfoespécies foram agrupadas em grupos funcionais baseados na informação taxonómica e

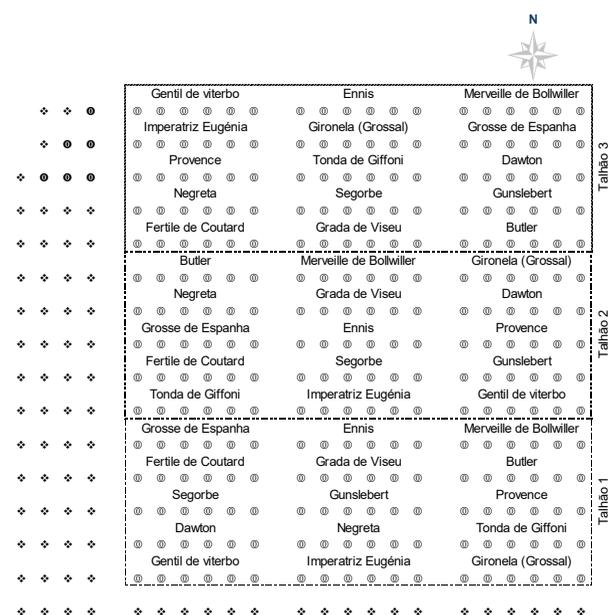


Figura 1 - Campo de ensaio, pomar de aveleiras, da DRAP-C, EA Viseu.

hábitos alimentares: predadores (organismos que se alimentam de presas), parasitóides [organismos que em estados imaturos se desenvolvem à custa de um organismo de outra espécie (hospedeiro) conduzindo à sua morte], fitófagos (organismos que se alimentam de plantas), detritívoros (organismos que se alimentam de detritos, matéria vegetal morta) e “indiferentes” (organismos sem ação de interesse) (Carlos e Torres, 2009; Coutinho, 2007).

Índices de Biodiversidade

A biodiversidade do agroecossistema em estudo foi avaliada com recurso a diversos índices de biodiversidade, de modo a obter resultados comparáveis em relação à diversidade e riqueza com outras comunidades de insetos ou ao longo do tempo (Campos *et al.*, 2008). Estes baseiam-se na riqueza em espécies, dominância e a equitabilidade de espécies (Quadro 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Capturaram-se 1557 artrópodes pertencentes a 9 ordens da classe Insecta e à ordem Araneae da classe Arachnida, sendo a classe Insecta a mais representativa com cerca de 88% dos artrópodes capturados.

Contabilizando por talhão, verificou-se que no talhão 1 se registou maior número de capturas, com 658 artrópodes, seguindo-se o talhão 2 com 473 e o talhão 3 com 426. Ao longo do tempo, houve também variação do número de indivíduos quer por data quer por talhão (Figura 2). No dia 24 de julho, a quantidade de indivíduos capturados foi mais elevada em todos os talhões, o que está relacionado com o aumento da população de afídeos que ocorreu até aquela data, originando um aumento de alimento disponível e um acréscimo da população de indivíduos pertencentes ao grupo predadores e parasitóides.

Quadro 1 - Índices utilizados para avaliar a diversidade da comunidade de artrópodes

Tipo	Nome	Fórmula de cálculo	Interpretação	Referência
Riqueza	Riqueza de espécies	S	S - Número de espécies observadas ou riqueza específica	Gomes e Ferreira, 2004
	Margalef	$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$	N - Número total de indivíduos amostrados	Valores inferiores a 2,0 considera-se baixa diversidade e superiores a 5,0 é indicador de grande diversidade Moreno, 2001; Biondi & Bobrowski, 2014
Abundância Proporcional - Dominância	Simpson	$\lambda = \sum p_i^2$	p^i - Frequência relativa da espécie i	Uramoto <i>et al.</i> , 2005; Biondi <i>et al.</i> , 2014
			n_i - Número de indivíduos pertencentes à espécie i	
Abundância Proporcional - Equitabilidade	Shannon-Wiener	$H' = - \sum \left[\left(\frac{n_i}{N} \right) \times \left(\frac{\ln n_i}{N} \right) \right]$	H' - Índice de diversidade de Shannon-Wiener	Varia entre 0 e lnS; assume valor de 0 quando há apenas uma espécie e o lnS quando todas as espécies estão igualmente; normalmente entre 1,5 e 4,5; quanto maior o valor de H', maior a diversidade Nagendra, 2002; Kanieski <i>et al.</i> , 2010; Türkmen & Kazanci, 2010
	Pielou	$EQ = \frac{H'}{\ln S}$		Varia entre 0 e 1, para o mínimo e máximo de uniformidade Magurran, 1988; Biondi <i>et al.</i> , 2014

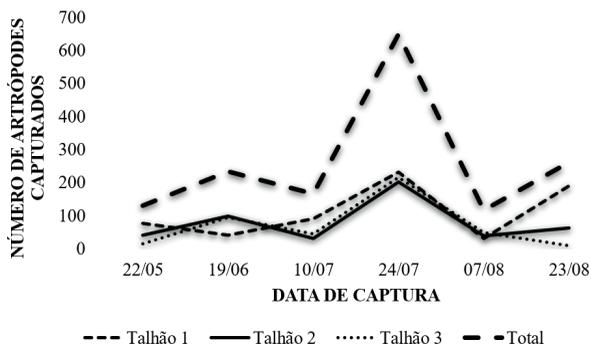


Figura 2 - Número de artrópodes capturados ao longo do ensaio (2018), no pomar de aveleiras da DRAP-C, EA Viseu.

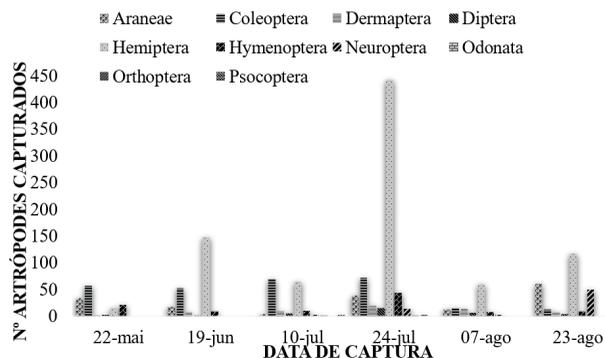


Figura 4 - Distribuição por ordens do total de artrópodes capturados ao longo do ensaio (2018) no pomar de aveleiras da DRAP-C, EA Viseu.

As ordens mais abundantes (Figura 3) foram Hemiptera (54%), com destaque para a grande presença de indivíduos das famílias Aphididae (subordem Sternorrhyncha), Anthocoridae e Miridae da subordem Heteroptera, e Coleoptera (18%) que apresentou maior número de morfotipos, em particular da família Coccinellidae. É de referir também a presença da ordem Araneae, com 11% de indivíduos capturados. As restantes ordens apresentaram valores residuais. Por data, como já foi referido anteriormente, sobressaiu o dia 24 de julho e, em especial, a ordem Hemiptera (Figura 4).

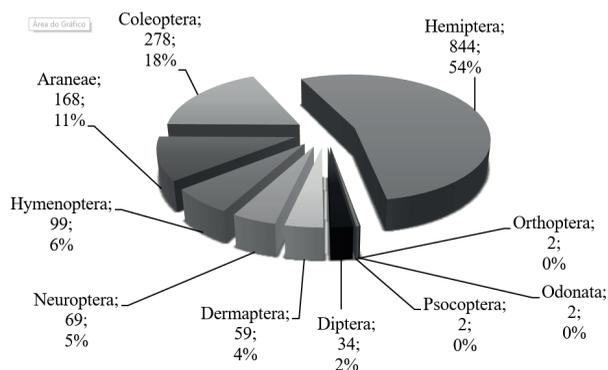


Figura 3 - Distribuição por ordens do total de artrópodes capturados (2018) no pomar de aveleiras da DRAP-C, EA Viseu.

Quanto à separação por tipos funcionais, constatou-se que predominam dois grandes grupos: os predadores e parasitoides (66% dos indivíduos capturados) e os fitófagos (33%) (Figura 5). Os restantes, detritívoros e “indiferentes”,

representaram um número residual. Por data destaca-se, mais uma vez, o dia 24 de julho com a captura de uma grande quantidade de indivíduos pertencentes ao grupo predadores e parasitoides (Figura 6). Esta situação poderá estar relacionada com a conjugação de fatores ocorrida nessa altura, nomeadamente no que se refere às condições meteorológicas (Figura 6) ocorridas e ao aumento da disponibilidade de alimento (afídeos).

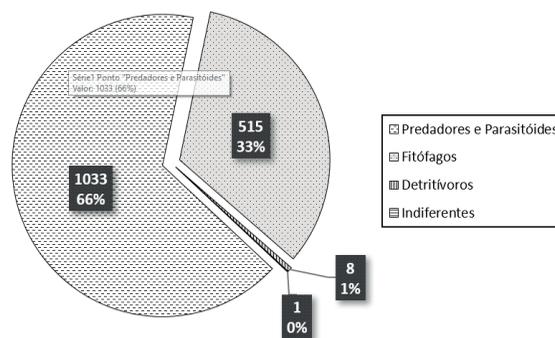


Figura 5 - Distribuição dos artrópodes capturados (2018), por grupo funcional, no pomar de aveleiras da DRAP-C, EA Viseu.

Analisando os índices de biodiversidade por morfoespécies (Quadro 2), constatou-se que a riqueza específica variou entre 18 e 21 morfoespécies, revelando um valor de diversidade relativamente baixo quando comparado com estudos realizados em outros países (Ozman-Sullivan, 2017). Em termos de riqueza do ecossistema, o índice de Margalef apresentou-se, ao longo de todo o período de observação, dentro do intervalo de variação que indica a presença de uma diversidade

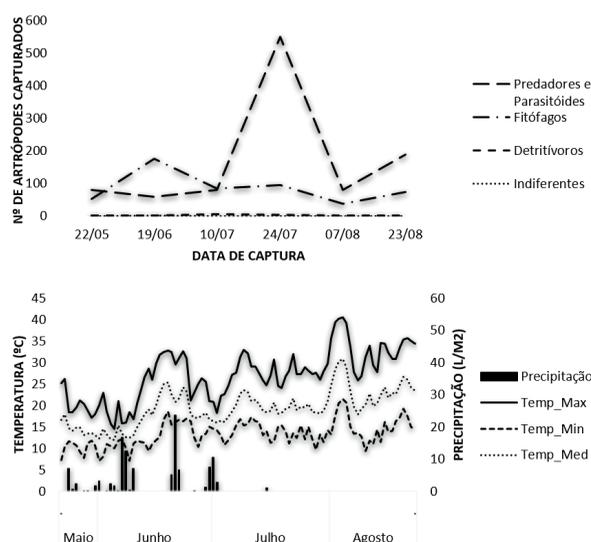


Figura 6 - Distribuição dos artrópodes capturados ao longo do tempo (2018) no pomar de aveleiras da DRAP-C, EA Viseu, por grupo funcional, e condições meteorológicas no mesmo período (Fonte destes valores: Estação Meteorológica da Estação Agrária).

média (superior a 2 e inferior a 5), tendo variado entre 3,09 no dia 24 de julho e 4,10 no dia 22 de maio.

Relativamente à abundância proporcional-dominância, o índice de Simpson foi inferior a 0,33 ao longo de todo o período de monitorização, o que indica uma baixa probabilidade de dois indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, reduzida dominância e maior diversidade.

O índice de Shannon-Wiener, que permite avaliar a abundância proporcional-equitabilidade, variou

Quadro 2 - Índices de biodiversidade da comunidade de artrópodes, por morfoespécies, ao longo do tempo (2018), no pomar de aveleiras da Estação Agrária de Viseu

Índices de Biodiversidade	Data					
	22/05	19/06	10/07	24/07	07/08	23/08
Abundância (N)	131	234	166	648	117	261
Riqueza específica (S)	21	20	21	21	18	21
Índice de Margalef (I)	4,10	3,48	3,91	3,09	3,57	3,59
Índice de Simpson (I)	0,12	0,19	0,14	0,33	0,13	0,15
Índice de Shannon-Wiener	2,48	2,22	2,38	1,79	2,35	2,22
Índice de Pielou	0,82	0,74	0,78	0,59	0,81	0,73

entre 1,79 no dia 24 de julho e 2,48 no dia 22 de maio, que foram sempre inferiores aos valores de $\ln S$ (3,04 e 2,89 nas datas referidas, respetivamente), o que indica equitabilidade média – não há dominância, mas as espécies também não estão igualmente representadas.

O índice de Pielou foi, sempre, superior a 0,50, o que pode indicar que, em termos de diversidade, a distribuição das espécies é relativamente uniforme, em particular nos dias 22 de maio e 7 de agosto (0,82 e 0,81 respetivamente).

A mesma análise foi realizada considerando os índices de biodiversidade por ordem (Quadro 3). Neste caso, em termos de riqueza do ecossistema, observa-se uma riqueza específica entre 6 e 9 ordens e um índice de Margalef inferior a 2, o que indica baixa diversidade ao nível das ordens. Em termos de abundância proporcional-dominância, o índice de Simpson apresenta valores inferiores a 0,50, o que indica uma baixa probabilidade de dois indivíduos serem da mesma ordem, ou seja, reduzida dominância.

Os valores do índice de Shannon-Wiener são baixos, o que indica uma equitabilidade baixa, ainda que com uma distribuição das espécies mediamente uniforme - índice de Pielou superior, mas próximo de 0,50.

Embora a informação obtida seja bastante relevante, seria de esperar maior diversidade e abundância da fauna artrópode, em particular por se tratar de um pomar em modo de produção biológico. Importa lembrar que apenas foram contabilizados os artrópodes susceptíveis de captura com

Quadro 3 - Índices de diversidade da comunidade de artrópodes, por ordens, ao longo do tempo (2018), no pomar de aveleiras da Estação Agrária de Viseu

Índices de Biodiversidade	Data					
	22/05	19/06	10/07	24/07	07/08	23/08
Abundância (N)	131	234	166	648	117	261
Riqueza específica (S)	6	6	9	9	7	7
Índice de Margalef (I)	1,03	0,92	1,56	1,24	1,26	1,08
Índice de Simpson (I)	0,30	0,45	0,33	0,49	0,31	0,29
Índice de Shannon-Wiener	1,38	1,08	1,39	1,16	1,51	1,45
Índice de Pielou	0,77	0,60	0,63	0,53	0,78	0,75

a técnica das pancadas, o que representa apenas uma parte da comunidade de artrópodes presente e se refere apenas a um ano.

Este é um estudo preliminar. É importante continuar a realizar outros trabalhos idênticos, com o intuito avaliar a evolução em anos diferentes, em pomares com outros itinerários técnicos e modos de produção, bem como em outras regiões. Também é essencial prosseguir na identificação das espécies encontradas, avaliação do seu papel funcional e contabilização dos prejuízos causados pelas espécies fitófagas.

CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu realizar uma primeira avaliação da biodiversidade de artrópodes na cultura da aveleira, num pomar em modo de produção biológico. Se, por um lado houve alguma variação na abundância de indivíduos ao longo do período de observação, verificou-se um máximo e o mínimo de capturas respetivamente a 24 de julho e 7 de agosto.

Relativamente à avaliação da diversidade, verificou-se uma riqueza ao nível dos morfotipos e

ordens relativamente baixa, mas uma equitabilidade média e sem dominância de nenhum grupo, o que pode ser interessante em termos de equilíbrio do ecossistema.

A abundância de insetos auxiliares, principalmente das ordens Coleoptera e Hemiptera-Heteroptera, demonstra um potencial considerável da limitação natural, em particular para a manutenção das populações de afídeos em níveis não prejudiciais à cultura, aspeto bastante importante num pomar conduzido em modo de produção biológica.

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento às entidades, seus diretores e demais profissionais que contribuíram/permitiram para que a realização deste trabalho fosse possível. À DRAPC, por ter permitido que o estudo ocorresse no pomar de aveleiras da Estação Agrária de Viseu e disponibilizado os recursos laboratoriais desta delegação para realização da triagem e identificação do material recolhido e à ESAV por disponibilizar as suas instalações laboratoriais para realização do processo de identificação de artrópodes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AliNiasee, M. (1998) - Ecology and management of hazelnut pests. *Annual Review of Entomology*, vol. 43, p. 395–419. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.395>
- Barnes, R.D. (2020) – *Arthropod*. Encyclopædia Britannica. [cit. 2020-03-21]. <https://www.britannica.com/animal/arthropod>
- Biondi, D. & Bobrowski, R. (2014) - Utilização de índices ecológicos para análise do tratamento paisagístico arbóreo dos parques urbanos de Curitiba-Pr. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia - Centro Científico Conhecer*, vol. 10, n. 18, p. 3006-3017.
- Booth, R.G.; Cox, M.L. & Madge, R.B. (1990) - *IIE Guides to Insects of Importance to Man. 3. Coleoptera*. International Institute of Entomology. Cambridge, Cambridge University Press, 384 p.
- Campos, R.; Lopes, C.; Magalhães, W. & Vasconcelos, H. (2008) - Estratificação vertical de formigas em Cerrado *strictu sensu* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas. *Iheringia. Série Zoologia*, vol. 98, n. 3, p. 311-316.
- Carlos, C. e Torres, L. (2009) - Promover a biodiversidade funcional nas vinhas da Região Demarcada do Douro. *Vida Rural*, Março, p. 30-32.
- Coutinho, C. (2007) - *Artrópodes Auxiliares na Agricultura*. Mirandela, DRAPN – NDRP, Coleção “Uma Agricultura com Norte”, p. 23-30, 38, 49-51.

- Derraik, J.G.; Closs, G.P.; Dickinson, K.J.; Sirvid, P.; Barratt, B.I. & Patrick, B.H. (2002) - Arthropod morphospecies versus taxonomic species: a case study with Araneae, Coleoptera, and Lepidoptera. *Conservation Biology*, vol.16, n. 4, p. 1015–1023. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00358.x>
- Derraik, J.G.; Early, J.W.; Closs, G.P. & Dickinson, K.J. (2010) - Morphospecies and taxonomic species comparison for Hymenoptera. *Journal of Insect Science*, vol. 10, n. 1, p. 108. <https://doi.org/10.1673/031.010.10801>
- Dotson, C., Germain, M.-J.; McCreless, A.; Millard, R. & Mitchell, S. (2011) – *Insect Identification Key*. Eastern Michigan University’s Fish Lake Biological Program. [cit. 2020-03-21]. <http://www.knowyourinsects.org/Database.html>
- ELN-FAB (2012) - *Functional agrobiodiversity: Nature serving Europe’s farmers*. – Tilburg, the Netherlands: ECNC-European Centre for Nature Conservation, 55 p. [cit. 2020-03-21]. https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/platform/documents/functional_agrobiodiversity_eln-fab_publication_en.pdf
- Gomes, A.S. & Ferreira S.P. (2004) - *Análise de Dados Ecológicos*. Brasil, Universidade Federal Fluminense, Instituto de Biologia, Centro de Estudos Gerais, Departamento de Biologia Marinha, 13 p.
- INE (2019) - *Estatísticas Agrícolas 2018*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística. [cit. 2020-03-21]. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=358629204&PUBLICACOESmodo=2
- Kanieski, M.R.; Araujo, A.C. & Longhi, S.J. (2010) - Quantificação da diversidade em Floresta Ombrófila Mista por meio de diferentes Índices Alfa. *Scientia Forestalis*, vol. 38, n. 88, p. 567-577.
- Kremen, C. & Miles, A. (2012) - Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. *Ecological and Society*, vol. 17, n. 4, art. 40. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05035-170440>
- Magurran, A.E. (1988) - *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey, Princeton University Press.
- Moreno, C.E. (2001) - *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, M&T Manuales y Tesis SEA, p. 1-84.
- Nagendra, H. (2002) - Opposite trends in response for the Shannon and Simpson indices of landscape diversity. *Applied Geography*, vol. 22, p. 175-186. [https://doi.org/10.1016/S0143-6228\(02\)00002-4](https://doi.org/10.1016/S0143-6228(02)00002-4)
- Ozman-Sullivan, S. (2017) - Pest management in organic hazelnut Growing. In: Vacante, V. & Kreiter, S. (Eds.) - *Handbook of pest management in organic farming*. CABI. P. 297-327.
- Silva, A.P.; Santos, F.A.; Santos, A.S.; Sousa, V.S.; Lopes, A.D.; Assunção, A.V.; Leme, P.; Carvalho, J.; Borges, O.; Ribeiro, R.; Fernandes, T.; Dias, R. & Aguiar, F.B. (2005) - *A aveleira*. Viseu, Projecto AGRO 162, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Tipografia Guerra, 178 p.
- Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F. (2005) - *Borrer and DeLong’s Introduction to the Study of Insects*. 7th Ed., Belmont, California, Thomson Brooks/Cole, 864 p.
- Tuncer, C. (2009) - Arthropod pest management in organic hazelnut growing. *Acta Horticulturae*, vol. 845, p. 571-578. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.845.90>
- Türkmen, G. & Kazanci, N. (2010) - Applications of various biodiversity indices to benthic macroinvertebrate assemblages in streams of a national park in Turkey. *Review of Hydrobiology*, vol. 3, n. 2, p. 111-125.
- Uramoto, K.; Walder, J.M. & Zucchi, R.M. (2005) - Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz. *Neotropical Entomology*, vol. 34, n. 1, p. 33-39. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000100005>
- Vieira, M.M. (2013) - Pragas agrícolas, ornamentais e florestais para as quais se admite o uso de produtos fitofarmacêuticos em Portugal. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia*, vol. VII-13, n. 227, p. 213-256.
- Walton, V.; Chambers, U. & Olsen, J. (2009) - *Hazelnut pest and beneficial insects. An identification guide*. Oregon State University, EM 8979-E, 4 p. [cit. 2020-03-21]. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/proj/ect/pdf/em8979.pdf>