

# Impacto das práticas agrícolas e do uso de pesticidas em proteção integrada, agricultura biológica e agricultura convencional, em vinha e pomóideas

## The impact of agricultural practices and pesticide use in integrated pest management, organic and conventional farming, in vineyards and apple and pear orchards

Cristina Amaro da Costa<sup>1,2,\*</sup>, Maria do Céu Godinho<sup>3</sup>, Elisabete Figueiredo<sup>4</sup> e António Mexia<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Escola Superior Agrária de Viseu, Instituto Politécnico de Viseu, Quinta da Alagoa – Estrada de Nelas, Ranhados, 3500-606, Viseu, Portugal

<sup>2</sup>CI&DETS, Instituto Politécnico de Viseu, Av. Cor. José Maria Vale de Andrade, Campus Politécnico, 3504-510, Viseu, Portugal

<sup>3</sup>Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Quinta do Galinheiro, 2001-904 Santarém, Portugal

<sup>4</sup>LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal

(\* E-mail: amarocosta@esav.ipv.pt)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA16170>

Recebido/received: 2016.12.22

Recebido em versão revista/received in revised form: 2017.03.21

Aceite/accepted: 2017.03.22

### R E S U M O

A monitorização das práticas agrícolas e do uso de pesticidas, através de indicadores ambientais, permite avaliar os impactos da agricultura e das políticas agrícolas e ambientais. A proteção integrada em Portugal e o seu contributo para a redução dos impactos, pela adoção de práticas agrícolas ‘amigas do ambiente’ e pelo uso sustentável dos pesticidas, é descrita com base nos resultados de inquéritos às práticas agrícolas e na monitorização da biodiversidade em explorações em proteção integrada, agricultura biológica e agricultura convencional, em duas culturas nas quais o uso de pesticidas é preocupante: vinha (regiões do Douro, Vinhos Verdes, Dão e Alentejo) e pomóideas (regiões do Dão e Ribatejo e Oeste). As explorações de proteção integrada contribuíram mais para o equilíbrio dos ecossistemas, não pela redução da quantidade de pesticidas utilizados, mas devido à adoção de práticas mais sustentáveis, que contribuíram para reduzir os efeitos dos pesticidas no ambiente e para aumentar os níveis de biodiversidade das explorações. O uso de pesticidas foi mais elevado em vinhas do Douro, sobretudo fungicidas, ainda que nesta região o uso de insecticidas tenha sido inferior ao verificado nas restantes regiões. Já a diversidade de artrópodes foi maior em pomares de macieiras e pereiras e nas regiões do Dão e Douro, para a generalidade dos grupos taxonómicos e índices de diversidade considerados (riqueza específica, índices de Simpson e de Berger-Parker, abundância, presença e riqueza de espécies indicadoras). A riqueza florística foi superior em vinhas do Douro e em pomares do Dão.

**Palavras-chave:** agricultura biológica, artrópodes, índices de diversidade, proteção integrada, uso sustentável de pesticidas.

### A B S T R A C T

Monitoring farming practices and the use of pesticides, through environmental indicators, allows evaluating the impacts of agriculture and of agricultural and environmental policies. IPM in Portugal and its contribution to reducing agricultural environmental impact by adopting ‘environmentally friendly’ farming practices and the sustainable use of pesticides, is described based on the results of a survey to the farming practices adopted and on biodiversity monitoring on integrated pest management, organic and conventional farms in two crops in which the use of pesticides is worrying: vineyards (Douro, Vinhos Verdes, Dão and Alentejo regions) and apple and pear orchards (Dão and Ribatejo e Oeste regions). IPM farms provides a greater contribution to the ecosystems balance, not by reducing the amount of pesticides used but due to the adoption of sustainable practices that effectively contributed to reduce the effects of pesticides on the environment and to increase farm biodiversity. Pesticide use was higher in vineyards, mainly due to the use of fungicides, in the Douro region, although in this case the use of insecticides was lower than in other regions. Arthropods’ diversity was higher in apple and pear orchards, for most taxa and diversity indices considered (richness, Simpson and

Berger-Parker, abundance, presence and richness on indicator species). Higher levels of diversity were observed in Dão and Douro regions and weeds richness was higher in vineyards in Douro and in orchards in Dão.

**Keywords:** organic farming, arthropods, biodiversity indices, integrated pest management, sustainable use of pesticides.

## INTRODUÇÃO

O uso de pesticidas tem contribuído para o aumento da produção agrícola, mas com custos elevados para a saúde humana e ambiente. As preocupações que a sociedade tem manifestado em relação à proteção do ambiente têm conduzido à implementação de políticas que visam a disseminação de práticas agrícolas sustentáveis, como a proteção integrada e o cumprimento de regras para o uso adequado (ou sustentável) dos pesticidas. Ao longo das últimas duas décadas, a prática da proteção integrada aumentou na Europa e, desde 2014, os agricultores devem adotar esta estratégia de proteção das culturas, de acordo com a Directiva para o Uso Sustentável dos Pesticidas (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2009).

A avaliação das políticas e programas agroambientais, de modo a aferir se os custos da sua implementação são compensados por benefícios ambientais, é crucial e complexa. Uma das formas de avaliação baseia-se na monitorização das práticas agrícolas e do uso de pesticidas de modo a avaliar os impactos positivos e negativos da agricultura e das políticas agrícolas e ambientais, ao longo do tempo (Primdahl *et al.*, 2010; Galli *et al.*, 2011; Elbersen *et al.*, 2014).

Com base em informação relativa às práticas agrícolas, biodiversidade e uso de pesticidas podem definir-se indicadores ambientais que medem os efeitos da atividade agrícola de forma global e permitem relacionar o uso de pesticidas com o impacto dos sistemas de produção. A construção de indicadores deste tipo baseia-se nas seguintes hipóteses: (1) o uso de pesticidas está relacionado com a riqueza e abundância de artrópodes e com o balanço pragas/auxiliares (Wascher, 2000; Rodríguez *et al.*, 2006); e alguns táxones podem relacionar-se com determinados sistemas de produção (Duelli e Obrist, 2003; Rainio e Niemela, 2003; Duarte, 2009); (2) o uso de pesticidas é determinante na riqueza e abundância de infestantes e as práticas agrícolas associadas a sistemas de produção 'amigos do ambiente', incluindo a

manutenção de maior densidade e diversidade de plantas adventícias, contribuem para aumentar a biodiversidade funcional das explorações agrícolas (Pereira e Cooper, 2006; Torres *et al.*, 2013); (3) os agricultores que se comprometem com sistemas de produção sustentáveis, baseados no uso da proteção integrada, estão mais disponíveis para adotar práticas agrícolas sustentáveis relacionadas com a gestão e proteção da cultura (Jarvis *et al.*, 2004; Piorr *et al.*, 2004); (4) o conhecimento dos riscos associados ao uso dos pesticidas está relacionado com a adoção de sistemas de produção sustentáveis e contribui para a redução do seu impacto (Kings, 2014; Lefebvre *et al.*, 2014).

Com o objetivo de comparar o impacto de diferentes sistemas de produção no ambiente, recolheu-se informação sobre a adoção de práticas agrícolas 'amigas do ambiente' e monitorizou-se a biodiversidade de artrópodes e infestantes em explorações em proteção integrada (PI), agricultura biológica (AB) e agricultura convencional (AC), em duas culturas: vinha (regiões do Douro, Vinhos Verdes, Dão e Alentejo) e pomóideas (regiões do Dão e Ribatejo e Oeste). Estas culturas foram escolhidas pela sua importância para o setor agrícola e, no caso da vinha, por se tratar da cultura responsável pelo uso de maior quantidade de pesticidas, principalmente fungicidas (DGAV, 2014), e das pomóideas, já que os seus frutos estão entre os produtos agrícolas com maior percentagem de amostras com resíduos de pesticidas acima dos limites legais (EFSA, 2013).

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em 118 vinhas (Douro, Vinhos Verdes, Dão e Alentejo) e 58 pomares de pomóideas (Dão e Ribatejo e Oeste), em proteção integrada (90), agricultura biológica (13) e agricultura convencional (73).

A informação sobre as práticas agrícolas utilizadas e as atitudes dos agricultores relativamente ao uso dos pesticidas foi obtida através da aplicação de

um questionário ao chefe da exploração, presencialmente, entre 2007 e 2009. Os dados recolhidos incluíram: práticas culturais, proteção da cultura e atitudes dos agricultores relativamente ao uso dos pesticidas.

O uso de pesticidas foi registado durante dois anos (2007 e 2008), incluindo informação sobre substâncias ativas, doses, concentrações, volumes de calda e equipamento utilizado. Foi construída uma base de dados que inclui informação toxicológica e ecotoxicológica para a construção do indicador de uso de pesticidas – Environmental Impact Quotient (EIQ) – de acordo com as metodologias de Kovach *et al.* (1992).

Os artrópodes foram monitorizados com base na técnica das pancadas e por observação visual. A recolha de artrópodes através da técnica das pancadas permitiu identificar táxones indicadores de biodiversidade (Duarte, 2009; Costa *et al.*, 2012). A observação visual de artrópodes realizou-se duas vezes por ano (julho e agosto), em 10 árvores/videiras, e os artrópodes presentes foram registados durante três minutos em cada unidade da amostra aleatória.

As infestantes foram monitorizadas com base em transetos aleatórios de 300 passos. A cada passo, a planta mais próxima foi identificada. Foi determinado o grau de cobertura com base na escala de Braun-Blanquet<sup>1</sup> e a percentagem de cobertura do solo. Calcularam-se diversos índices de biodiversidade – riqueza específica, índices de Simpson<sup>2</sup>, Berger-Parker<sup>3</sup>, abundância e presença e riqueza de espécies indicadoras.

<sup>1</sup> O grau de cobertura corresponde a uma estimativa da projeção do conjunto de plantas presentes num determinado espaço, baseada na escala de abundância-dominância de Braun-Blanquet: 5 – qualquer número de plantas que cobrem mais de 75% da área; 4 – qualquer número de plantas que cobrem 50-75% da área; 3 – qualquer número de plantas que cobrem 24-50% da área; 2 – plantas numerosas ou cobrindo pelo menos 5% da área; 1 – cobertura incipiente ou plantas espaçadas a muito espaçadas; x – indivíduos raros ou isolados, cobertura incipiente ou plantas espaçadas a muito espaçadas (Braun-Blanquet, 1932; Poore, 2007).

<sup>2</sup> O índice de Simpson é uma abordagem não paramétrica que permite determinar a heterogeneidade da amostra e pode ser definido como a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso pertencerem à mesma categoria (Larsen, 2014).

<sup>3</sup> O índice de dominância de Berger-Parker corresponde à proporção da espécie mais frequente na comunidade ou na amostra. Valores mais elevados correspondem a menores equitabilidades e maiores dominâncias (Magurran, 1988).

Com base numa análise de componentes principais, foram identificadas as variáveis que evidenciaram relações fortes com PI, AB e AC (Costa *et al.*, 2016). Estas variáveis foram submetidas a uma análise de variância (one-way ANOVA) ou teste não paramétrico (Kruskal-Wallis) tendo em conta sistemas de produção, culturas e regiões. A normalidade foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene. Para a comparação de médias foram utilizados os testes de Tukey HSD e Bonferroni-Holm, quando se verificou, respectivamente, homogeneidade de variâncias ou não. Todos os testes foram realizados para um nível de significância de 5%. A análise estatística foi realizada com o software IBM SPSS Statistics for Windows, Versão 22.0 (Armonk, NY; IBM Corp.).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentam-se alguns resultados que incluem variáveis que se revelaram significativamente diferentes entre sistemas de produção, culturas e regiões ou que apesar de não significativas, pela sua importância, importa destacar (Costa *et al.*, 2016).

No *itinerário técnico* identificaram-se práticas sustentáveis relacionadas com a adopção da PI e AB. Destacam-se a gestão de infestantes (enrelvamento, uso de herbicidas e intensidade de mobilização do solo) e o plano de fertilização (fertilização mineral e análises de solo e foliares) (Quadro 1).

A gestão de infestantes varia significativamente entre sistemas de produção: se a adoção de enrelvamento é mais frequente em AB e PI, em AC recorre-se com maior intensidade a mobilizações do solo, em particular na cultura da vinha. As explorações em PI são as que usam maior quantidade de herbicidas.

Apesar das explorações em PI utilizarem com mais frequência fertilizações minerais, em CA o uso destes fatores de produção é realizado sem que sejam efetuadas análises de solo.

A mobilização do solo, a realização de análises de solo e foliares e a fertilização mineral, são mais frequentes em vinhas do Alentejo do que noutras

**Quadro 1** - Práticas sustentáveis utilizadas nos itinerários técnicos em PI, AB e AC

Variável	Itinerário técnico			Região - Vinha				Região - Pomares	
	AB (n=13)	PI (n=90)	AC (n=73)	Alentejo (n=27)	Dão (n=31)	Douro (n=32)	Verdes (n=28)	Dão (n=31)	Oeste (n=27)
Intensidade de mobilização	1,154	1,122	1,096	a 3,519	c 2,290	b 0,844	c 1,704	a 1,065	b 2,259
Enrelvamento	a 0,769	b 0,389	c 0,111	a 0,111		b 0,344	0,333	0,452	0,333
Uso de herbicidas	b 0,077	a 0,733	a 0,681	a 0,778	a 0,677	a 0,750	b 0,407	0,774	0,556
Fertilização mineral	0,556	a 0,788	b 0,569	a 0,958	b 0,481	b 0,600	c 0,318	0,833	0,885
Análises de solos	b 0,909	b 0,822	a 0,072	a 0,800	b 0,323	b 0,516	b 0,500	0,516	0,538
Estimativa do risco	a 0,917	a 1,000	b 0,514	a 1,000	b 0,742	b 0,710	b 0,714	0,774	0,852
Adoção de avisos agrícolas	0,750	a 0,911	b 0,767	a 1,000	b 0,774	b 0,750	0,857	0,871	0,815
Leitura de rótulos	0,909	a 0,978	b 0,808	1,000	0,871	0,813	0,929	0,968	0,852
Formação em aplicação de pesticidas	a 0,600	a 0,444	b 0,069	a 0,042	b 0,323	b 0,387	0,179	0,355	0,444

Valores com letra diferente são significativamente diferentes com nível de significância inferior a 0,05.

**Quadro 2** - Impacto do uso de pesticidas nos itinerários técnicos em PI, AB e AC, com base no Environmental Impact Quotient (EIQ)

Variável	Itinerário técnico			Região - Vinha				Região - Pomares	
	AB (n=13)	PI (n=90)	AC (n=73)	Alentejo (n=27)	Dão (n=31)	Douro (n=32)	Verdes (n=28)	Dão (n=31)	Oeste (n=27)
EIQ_Total	a 5,558	b 5,931	b 5,841	a 5,497	b 5,864	c 6,218	b 5,963	5,852	5,720
EIQ_ Fungicidas	a 4,620	b 5,753	b 5,640	a 5,242	b 5,833	c 6,187	5,958	5,265	5,058
EIQ_ Inseticidas	a 1,783	b 3,190	2,697	a 2,618	b 1,298	b 0,798	c 2,110	5,480	5,420
EIQ_ Herbicidas	a 0,215	b 2,649	c 1,819	2,865	a 2,030	b 3,520	c 0,398	a 2,482	b 0,902

Valores com letra diferente são significativamente diferentes com nível de significância inferior a 0,05.

**Quadro 3** - Diversidade de artrópodes nos itinerários técnicos em PI, AB e AC

Variável	Itinerário técnico			Região - Vinha				Região - Pomares	
	AB (n=13)	PI (n=90)	AC (n=73)	Alentejo (n=27)	Dão (n=31)	Douro (n=32)	Verdes (n=28)	Dão (n=31)	Oeste (n=27)
Riqueza específica	6,201	5,770	5,958	2,973	5,700	5,487	5,742	8,344	7,883
Simpson	0,346	0,282	0,268	0,287	0,286	0,330	0,285	0,173	0,332
Berger Parker	0,419	0,361	0,350	0,374	0,373	0,411	0,371	0,221	0,414
Abundância	1,138	1,062	1,098	0,728	1,146	0,963	1,101	1,340	1,332
Riqueza em espécies indicadoras	0,575	0,552	0,526	0,335	0,579	0,547	0,564	0,677	0,601
Presença de Tetranychidae	0,024	0,067	0,067	0,047	0,008	0,000	0,048	0,223	0,068
Presença de Coccinellidae	0,137	0,068	0,064	0,049	0,069	0,093	0,054	0,114	0,079
Presença de Coleoptera	0,137	0,076	0,078	0,051	0,091	0,115	0,056	0,119	0,081
Presença de Eriophyidae	0,220	0,141	0,210	0,171	0,349	0,179	0,277	0,003	0,083
Presença de <i>abelhas</i> e <i>Bombus</i> spp.	0,195	0,103	0,065	0,068	0,161	0,058	0,108	0,132	0,076

Valores com letra diferente são significativamente diferentes com nível de significância inferior a 0,05.

regiões. Quanto ao uso de herbicidas, é mais reduzido na região dos Vinhos Verdes. Na cultura de pomóideas, a mobilização do solo é realizada com maior intensidade no Ribatejo e Oeste.

Os agricultores de AB e PI têm quase sempre formação de aplicadores de pesticidas, com maior expressividade nos pomares. A estimativa do risco é uma prática usual em PI. Já em AC, os agricultores raramente monitorizam as pragas e doenças e, quando adotam a luta química, não têm o cuidado de proceder à leitura dos rótulos. O Alentejo é também a região onde a realização da estimativa do risco e o uso de avisos agrícolas é mais frequente.

O *impacto do uso de pesticidas*, avaliado com base em indicadores de uso de pesticidas (Quadro 2), permitiu verificar que esse impacto foi sempre inferior em AB, sendo que as explorações com maior impacto foram as de PI.

O impacto do uso de pesticidas foi mais elevado em vinhas do que em pomares, em particular relativamente aos fungicidas. Ao nível desta cultura, o uso de pesticidas apresentou menor impacto no Alentejo. No entanto, nesta região o uso de insecticidas foi superior comparativamente às outras três regiões, e o uso de herbicidas foi ainda menor na região dos Vinhos Verdes. Por outro lado, o uso de pesticidas foi mais elevado na região do Douro, à excepção dos insecticidas cujo impacto foi menor nesta região. Nos pomares da região do Dão, o impacto do uso de herbicidas foi sempre superior ao que se verificou na região Ribatejo e Oeste, para qualquer dos índices calculados.

A *diversidade de artrópodes* (Quadro 3) foi mais elevada nas explorações de AB, em particular nas vinhas em AB; assim, por um lado o número de espécies presente e a abundância relativa de cada espécie (equitabilidade) foi elevado, uma vez que todas as espécies estavam representadas de igual

**Quadro 4** - Diversidade de flora adventícia nos itinerários técnicos em PI, AB e AC

Variável	Itinerário técnico			Região - Vinha				Região - Pomares	
	AB (n=13)	PI (n=90)	AC (n=73)	Alentejo (n=27)	Dão (n=31)	Douro (n=32)	Verdes (n=28)	Dão (n=31)	Oeste (n=27)
Grau de cobertura do solo (Braun-Blanquet)	a	a	b	a	a	a	b	a	b
	2,217	2,011	1,471	1,167	1,865	1,613	2,548	2,250	1,469
Percentagem de cobertura do solo		a	b	a	a	a	b	a	b
	0,468	0,463	0,346	0,193	0,484	0,346	0,607	0,584	0,288
Abundância		a	b	a	a	a	b	a	b
	1,710	1,883	1,653	1,386	1,920	1,750	2,004	2,008	1,551
Riqueza (espécies)		a	b	a	a	a	b	a	b
	8,826	10,154	7,518	6,139	10,108	7,484	11,258	12,031	6,406
Índice de Simpson (espécies)		a	b	a	a	a	b	a	b
	0,206	0,262	0,286	0,239	0,267	0,326	0,176	0,271	0,321
Índice de Berger Parker (espécies)		a	b	a	a	a	b	a	b
	0,312	0,379	0,393	0,338	0,394	0,423	0,287	0,402	0,420
Riqueza em espécies indicadoras		a	b	a	a	a	b	a	b
	1,652	1,956	1,176	0,861	1,324	1,258	2,677	2,469	1,094
Abundância em espécies indicadoras		a	b	a	a	a	b	a	b
	1,119	1,102	0,705	0,658	0,868	0,874	1,380	1,220	0,662

Valores com letra diferente são significativamente diferentes com nível de significância inferior a 0,05.

modo (índices de Simpson), por outro estas explorações detinham elevada equitabilidade e reduzida dominância (índice de Berger-Parker). No entanto, a riqueza específica, a abundância de artrópodes e a riqueza em espécies indicadoras de biodiversidade foram mais elevadas nos pomares de pomóideas.

Em vinhas do Alentejo e em pomares do Dão observaram-se valores inferiores de riqueza e abundância de artrópodes, no entanto no Dão observou-se maior número de espécies de artrópodes indicadores de biodiversidade.

A presença de Coleoptera, Coccinellidae, abelhas e *Bombus* sp. foi mais elevada em explorações em AB, especialmente em vinhas, enquanto Tetranychidae e Phytoseiidae foram observados principalmente em vinhas em PI e AC. A família Eriophyidae surgiu com maior significado em vinhas, em particular em AC. Alguns destes grupos foram mais abundantes em vinhas do Dão (Eriophyidae, abelhas, *Bombus* sp. e Phytoseiidae) e Douro (Coleoptera). Relativamente aos pomares, a família Tetranychidae foi significativamente mais presente em AB, em particular na região do Dão, e abelhas,

*Bombus* sp. e Phytoseiidae em explorações em PI, também na região do Dão.

Relativamente à *diversidade de infestantes* (Quadro 4), observaram-se valores mais elevados de abundância e riqueza específica em explorações de PI, especialmente em vinhas e na região dos Vinhos Verdes.

O grau de cobertura do solo, com base na escala de Braun-Blanquet e a abundância em espécies indicadores foram inferiores em explorações de AC, principalmente em vinhas. Na vinha, o índice de Berger-Parker foi mais elevado em explorações de AC, devido à presença de espécies dominantes e inferior na região dos Vinhos Verdes (maior equitabilidade). Nesta região, a presença de espécies de infestantes indicadoras de biodiversidade foi maior (maior riqueza e abundância).

Nos pomares de pomóideas da região do Dão observaram-se valores elevados de abundância e riqueza específica, grau de cobertura do solo, com base na escala de Braun-Blanquet, e percentagem de cobertura do solo e, ainda, de espécies indicadoras de biodiversidade.

## CONCLUSÕES

Através da monitorização das práticas agrícolas e do uso de pesticidas foi possível avaliar efeitos positivos e negativos da agricultura, em particular de sistemas de produção apoiados pelas medidas agroambientais – a proteção integrada e a agricultura biológica, por comparação com a agricultura convencional.

As explorações de PI revelaram contribuíram mais significativamente para o equilíbrio dos ecossistemas, não pela redução da quantidade de pesticidas utilizados, mas devido à adoção de práticas mais sustentáveis que contribuíram para reduzir os efeitos dos pesticidas no ambiente e para aumentar os níveis de biodiversidade das explorações.

De facto, as explorações de PI e AB privilegiam práticas mais ‘amigas do ambiente’, como o enrelvamento, estimativa do risco, tomada de decisão relativamente à proteção da cultura com base em avisos agrícolas, ou a preocupação com a formação em aplicação de pesticidas, com benefícios para o aplicador, consumidor e ambiente.

O uso de pesticidas foi mais elevado em vinhas do Douro, sobretudo devido ao uso de fungicidas, ainda que nesta região o uso de insecticidas tenha

sido inferior ao verificado nas restantes regiões. O uso de pesticidas e os seus impactos, avaliados com base no EIQ, são mais intensos em explorações de PI e AC, em comparação com a AB. Neste modo de produção, o impacto do uso de pesticidas deve-se sobretudo ao uso de enxofre e cobre e de biopesticidas.

Já a diversidade de artrópodes foi superior em pomares de macieiras e pereiras, para a generalidade dos grupos taxonómicos e índices de diversidade considerados, em particular em AB e, depois, em PI. No caso da vinha, verificou-se maior diversidade de artrópodes nas regiões do Dão e Douro. A riqueza florística foi mais elevada em vinhas do Douro e em pomares do Dão, quer em PI quer em AB.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos produtores que permitiram realizar este estudos nas suas vinhas e pomares, e à APAS, AAPIM, PAINHO, AJAP, ADVID, AVITILIMA, APIDÃO, AGROBIO, ATEVA, SOGRAPE e BIOCOA pelo apoio técnico. Este trabalho foi financiado no âmbito do projeto AGRO 545 “Os indicadores ambientais para avaliar a proteção integrada, a agricultura biológica e o uso sustentável dos pesticidas”.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Braun-Blanquet, J. (1932) – *Plant Sociology*. McGraw-Hill, Londres.
- Costa, C.A.; Godinho, M.C.; Duarte, S; Mateus, C.; Figueiredo, E. & Mexia, A. (2012) – Functional Biodiversity and Farming Techniques: How to Measure Impacts? *Acta Horticulturae*, vol. 933, p. 455-462. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.933.59>
- Costa, C.A.; Godinho, M.C.; Figueiredo, E.L.; Santos, J.L. & Mexia, A. (2016) – Environmental indicators to assess the benefits of the sustainable use of pesticides. In: Costa, C.A. – *Integrated pest management and the (un)sustainable use of pesticides. An assessment based on environmental indicators and the market potential*. Tese de Doutoramento em Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia/Universidade de Lisboa, p. 43-81.
- DGAV (2014) – *Plano de acção nacional. Contexto nacional da utilização de produtos fitofarmacêuticos*. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa, vol. 2, 48 p.
- Duarte, S. (2009) – *Arthropods diversity and abundance on different production systems in apple and pear orchards, and in vineyards in Portugal*. Master thesis, Coimbra University, Coimbra, p. 25-44.
- Duelli, P. & Obrist, M. (2003) – Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 98, n. 1-3, p. 87-98. [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00072-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00072-0)
- EFSA (2013) – *The 2010 European report on pesticide residues in food*. European Food Safety Authority, Parma, Italy, EFSA Journal, vol. 11, n. 3, 808 p.

- Elbersen, B.; Beaufoy, G.; Jones, G.; Noij, G.-J.; Doorn, A.; Breman, B. & Hazeu, G. (2014) – *Aspects of data on diverse relationships between agriculture and the environment*. Rep. DG-Environment. Contract no. 07-0307/2012/633993/ETU/B1. Alterra. Wageningen, April, 224 p.
- Galli, A.; Wiedmann, T.; Erclin, E.; Knoblauch, D.; Ewing, B. & Giljum, S. (2011) – Integrating ecological, carbon and water footprint into a “Footprint Family” of indicators: definition and role in tracking human pressure on the planet. *Ecological Indicators*, vol. 16, p. 100-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.017>
- Jarvis, I.E.; Koroluk, R. & Lefebvre, A. (2004) – Canadian farm environmental management Indicators. In: *OECD Expert Meeting Farm Management indicators and the Environment*, Palmerston North, New Zealand, 25 p.
- Kings, D. (2014) – Farmers’ understandings of weeds and herbicide usage as environmental influences on agricultural sustainability. *Journal of Environmental Protection*, vol. 5, n. 11, p. 923-935. <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2014.511094>
- Kovach, J.; Petzoldt, C.; Degnil, J. & Tette, J. (1992) – A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York Food and Life Science Bulletin*, vol. 139, 8 p.
- Larsen, D. (2014) – Measures of diversity. In: *Natural Resources Biometrics*. University of Missouri, 1 p. <http://oak.snr.missouri.edu/nr3110/topics/simpsons.php>
- Lefebvre, M.; Langrell, S.R. & Gomez-y-Paloma, S. (2014) – Incentives and policies for integrated pest management in Europe: a review. *Agronomy Sustainable Development*, vol. 35, n. 1, p. 27-45. <http://dx.doi.org/10.1007/s13593-014-0237-2>
- Magurran, A.E. (1988) – *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia (2009) – *Directive (2009)/128/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October (2009) establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides*. JOCE, L 309, 24.11.2009, p. 71-86.
- Pereira, H.M. & Cooper, H.D. (2006) – Towards the global monitoring of biodiversity change. *Trends on Ecology and Evolution*, vol. 21, n. 3, p. 123-129. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2005.10.015>
- Pierr, H.-P.; Eiden, G.; Eppler, U. & Scholzen, A. (2004) – Indicators related to agricultural practices: intermediate results of Eurostat’s PAIS projects. In: *OECD Expert Meet Farm Management indicators and the Environment*, Palmerston North, New Zealand, 25 p.
- Poore, M. (2007) – The use of the phytosociological methods in ecological investigations: I. The Braun-Blanquet System. *The Journal of Ecology*, vol. 43, n. 1, p. 226-244. <http://dx.doi.org/10.2307/2257132>
- Primdahl, J.; Vesterager, J.; Finn, J.A.; Vlahos, G.; Kristensen, L. & Vejre, H. (2010) – Current use of impact models for agri environment schemes and potential for improvements of policy design and assessment. *Journal of Environmental Management*, vol. 91, n. 6, p. 1245-1254. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.12.012>
- Rainio, J. & Niemela, J. (2003) – Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity Conservation*, vol. 12, n. 3, p. 487-506. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1022412617568>
- Rodríguez, E.; Fernández-Anero, F.J.; Ruiz, P. & Campos, M. (2006) – Soil arthropod abundance under conventional and no tillage in a Mediterranean climate. *Soil Tillage Research*, vol. 85, n. 1-2, p. 229-233. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2004.12.010>
- Torres, L.; Carlos, C.; Gonçalves, F. & Sousa, S. (2013) – *Importância das infra-estruturas ecológicas no incremento da biodiversidade de artrópodes auxiliares na vinha*. EcoVitis, UTAD, Vila Real, 3 p.
- Wascher, D. (Ed.) (2000) – *Agri-environmental indicators for sustainable agriculture in Europe*. European Centre for Nature Conservation, Tilburg, ENCN Technical Rep. Ser., p. 193-218.