

Contributo para a elaboração de um modelo de somatório de temperaturas para a traça-da-oliveira, *Prays oleae* (Bernard)

Contribution for the development of a degree-day model for the olive moth, *Prays oleae* (Bernard)

Ana Rodrigues¹, Vanda Batista², Anabela Nave¹, Cristina Matos^{3,4} e Cristina Amaro da Costa^{1,4,*}

¹Escola Superior Agrária de Viseu, Instituto Politécnico de Viseu, Quinta da Alagoa, 3500-606 Viseu, Portugal

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

³Escola Superior Tecnologia e Gestão de Viseu, Instituto Politécnico de Viseu, Campus Politécnico, 3504-510, Viseu, Portugal

⁴CI&DETS, Instituto Politécnico de Viseu, Av. Cor. José Maria Vale de Andrade, Campus Politécnico, 3504-510, Viseu, Portugal

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

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA16185>

Recebido/received: 2016.12.22

Recebido em versão revista/received in revised form: 2017.03.24

Aceite/accepted: 2017.03.24

RESUMO

A oliveira, cultura característica e com grande importância económica nos Países Mediterrânicos, enfrenta vários problemas fitossanitários que reduzem a sua produtividade e qualidade e obrigam o agricultor a intervir, muitas vezes com recurso a pesticidas. De entre estes, destaca-se a traça-da-oliveira, *Prays oleae* (Bern.), pragachave na região do Dão, que, em alguns anos, causa graves prejuízos. A necessidade de encontrar estratégias de proteção contra a traça-da-oliveira, que não passem pelo uso de pesticidas ou que permitam a redução da sua utilização, é do maior interesse pelos benefícios que terão para o ambiente e para a saúde humana, bem como para a redução de custos na cultura e melhoria da qualidade da azeitona e do azeite. O presente estudo teve como finalidade contribuir para a construção e validação de um modelo de somatório de temperaturas que se ajuste à região do Dão e permita determinar o desenvolvimento da praga e os períodos de risco, estabelecer os momentos de intervenção fitossanitária mais oportunos e contribuir para reduzir o número de tratamentos. Durante o ano de 2014, na Estação de Avisos do Dão, procedeu-se à monitorização dos diversos estados de desenvolvimento da traça-da-oliveira (ovos, lagartas e adultos), através de observação visual e capturas de machos com recurso a armadilhas sexuais. Simultaneamente, analisaram-se os dados de temperaturas e capturas de machos de 12 anos (2003 a 2014). Com base nestes dados, foi possível conhecer os inícios e picos de voo para as três gerações da praga (antófaga, carpófaga e filófaga) e dar um contributo para a construção de um modelo de soma de temperaturas para a traça-da-oliveira: primeira geração de 169 a 389 graus-dia, segunda geração de 436 a 778 graus-dia e terceira geração de 1334 a 2128 graus-dia.

Palavras-chave: modelo de desenvolvimento, modelo de previsão, proteção integrada, soma de temperaturas, traça-da-oliveira.

ABSTRACT

The olive tree is a traditional crop of great economic importance in the Mediterranean countries. Nowadays, it faces several crop protection problems that reduce their productivity and quality and force farmers to intervene, often using pesticides. Among these problems, the moth *Prays oleae* (Bern.) is a key pest in the Dão region, which in some years causes severe losses. The development of control measures against olive moth, that might constitute an alternative to the use of pesticides or that allow the reduction of its use, is in the best interest for the environment and human health as well as to reduce costs and improve the quality of olives and olive oil. The present study aimed to contribute to the establishment and validation of a degree-day model for the olive moth in the Dão region that helps establishing the biological cycle and risk periods of this pest. Based on this prevision the moments for applying the control measures can be determined with more precision, contributing to reduce the number of pesticide applications. During 2014, the olive moth was monitored (eggs, larvae, adults), through visual observation and capture of males using sex traps, at the

experimental farm belonging to regional services (Advisory services). Simultaneously, temperature and male captures from 12 years (2003-2014) were analysed. Based on these data, it was possible to establish the flight beginning and peaks for the three generations of the pest and to contribute to the establishment of a regional model to predict the development of the olive moth, based on the modified degree-day model: first generation from 169 to 389 degree-days; second generation from 436 to 778 degree-days and third generation from 1334 to 2128 degree-days.

Keywords: development model, prevision model, integrated pest management, degree-days model, olive moth.

INTRODUÇÃO

A oliveira, cultura com grande importância econômica nos países mediterrânicos, enfrenta vários problemas fitossanitários que reduzem a sua produtividade e, conseqüentemente, a qualidade dos seus produtos e subprodutos.

Dos problemas fitossanitários que obrigam o agricultor a intervir, muitas vezes com recurso a pesticidas, destaca-se a traça-da-oliveira *Prays oleae* (Bern.), praga-chave na região do Dão, que, em alguns anos, causa graves prejuízos. Trata-se de um inseto da ordem Lepidoptera e família Praydidae, com hábitos fitófagos e especificidade para a oliveira (Carvalho, 2011).

No estado adulto este insecto pode atingir cerca de 67 mm de comprimento sendo a sua cor cinzenta-prateada (Figura 1a). Coloca os ovos de pequenas dimensões (0,40,5 mm de comprimento) nos diversos órgãos da oliveira – folhas, flores e frutos –, consoante a geração. Os ovos após a postura têm a cor-branco leitoso que passa a amarelada (Baltazar, 2004).

A lagarta mede cerca de 0,65 mm de comprimento e é de cor branca-amarelada quando a postura é recente. Passa por cinco instares até atingir o pleno desenvolvimento com 78 mm de comprimento e 1,4 mm de largura (Bento *et al.*, 2007). A pupa é de cor verde-clara e, mais tarde, acastanhada-escura, apresentando-se envolvida num casulo pouco denso que mede entre 5 a 5,5 mm de comprimento e 1,7 mm de largura com forma cilindro-cônica (Baltazar, 2004).

A praga é uma espécie monófaga que desenvolve três gerações anuais, cada uma delas associada a diferentes órgãos da oliveira: geração antófaga – alimenta-se das flores, geração carpófaga – alimenta-se dos frutos e geração filófaga – alimenta-se das folhas (De la Rosa *et al.*, 2010). Os prejuízos causados por esta praga variam em cada uma das três gerações (Bento *et al.*, 2007; Gonzalez, 2009; Andreadis *et al.*, 2011; DRAPC, 2013): geração antófaga – as lagartas entram nos botões florais, alimentam-se deles e formam uma teia em volta dos cachos florais, o que dificulta o vingamento dos frutos; geração carpófaga – as lagartas causam estragos ao penetrarem e ao saírem do interior do fruto (Figura 1b) e podem



Figura 1 - Traça-da-oliveira, *Prays oleae*: (a) adulto, (b) lagarta e azeitona com orifício de saída.

levar à queda dos frutos em dois momentos (fase de penetração e de saída das lagartas); geração filófaga – redução da área fotossintética, devido à densidade de galerias formadas pela lagarta nas folhas e rebentos, e deficiente formação de botões florais.

A gravidade dos prejuízos pode variar de ano para ano e de local para local e depende do tipo de órgão atacado. Os ataques das gerações antófaga e carpófaga causam geralmente prejuízos, de maior ou menor gravidade consoante a densidade populacional da praga e da carga produtiva da árvore, enquanto a geração filófaga raramente tem importância económica, exceto se atingir plantações jovens em que a destruição dos gomos terminais atrasa o desenvolvimento das árvores (Cavaco *et al.*, 2006).

Encontrar estratégias de proteção contra a traça-da-oliveira, que não passem pelo uso de pesticidas ou que permitam a redução da sua utilização, é do maior interesse pelos benefícios que terão para o ambiente e para a saúde humana, bem como para a redução de custos e melhoria da qualidade da azeitona e do azeite. Uma das metodologias que pode contribuir para este objetivo é a construção de modelos de previsão do risco para a traça-da-oliveira e sua validação nas diversas regiões produtoras.

Os modelos de previsão são modelos matemáticos, baseados em condições ambientais relacionadas com o desenvolvimento dos inimigos das culturas, nas características do ciclo biológico de cada espécie e cultura e em fatores de nocividade como a limitação natural, por exemplo. Servem para prever a evolução do ataque de pragas e doenças, e determinar a necessidade e o momento adequado para intervir (Amaro, 2003; Kumral *et al.*, 2005).

Todos os seres vivos são caracterizados por diferentes limiares de desenvolvimento (mínimo e máximo), que podem ser determinados experimentalmente. Os limiares mínimo e máximo de desenvolvimento são, respetivamente, as temperaturas a partir das quais a espécie inicia ou interrompe o seu crescimento (UC IPM, 2014).

A acumulação de temperatura pelo organismo – graus-dia (°D) – a partir de um determinado

momento em que se inicia o seu desenvolvimento – biofix – pode ajudar a prever as diversas fases do seu ciclo biológico. O biofix é um valor geralmente baseado em eventos biológicos específicos, tais como data de plantação, primeira captura na armadilha, primeira ocorrência da praga, data em que se inicia uma determinada condição ambiental, entre outras (Ramos, 2008).

Um grau-dia (também referido como dia-grau crescente ou unidade térmica) é uma unidade de medida que reflete a quantidade de calor que se acumula no organismo acima de uma temperatura de base especificada, durante um período de 24 horas (Herms, 1998). A maioria destes métodos são lineares, pois pressupõem uma relação direta do crescimento da espécie com a temperatura ambiental (Ramos, 2008), ou seja baseiam-se num valor estimado da temperatura – temperatura média diária, média de 12 horas ou horária.

Os métodos mais utilizados para construir modelos de previsão são os métodos da média e da média modificada (Herms, 2013; UC IPM, 2014). O método da média (1) é o mais simples e mais utilizado, e consiste em calcular a média entre a temperatura máxima (T_{máx}) e mínima diária (T_{mín}) e subtrair a temperatura base (T_{base}) (temperatura mínima à qual o agente biológico se desenvolve).

$${}^{\circ}D = \left[\left(\frac{T_{máx} + T_{mín}}{2} \right) - T_{base} \right] \quad (1)$$

O método da média modificada (2) é idêntico ao anterior, mas é mais preciso na previsão da atividade dos organismos, pois quando a temperatura mínima é inferior à temperatura base, esta é substituída pela temperatura base, ou seja, tem em consideração que abaixo dessa temperatura – o limiar mínimo de desenvolvimento – a espécie não se desenvolve e por isso não deve ser acumulada temperatura (graus-dia).

$${}^{\circ}D = \left[\left(\frac{T_{máx} + T'_{mín}}{2} \right) - T_{base} \right] \quad (2)$$

em que T' _{mín} = T_{mín} se T_{mín} > T_{base} e T' _{mín} = T_{base} se T_{mín} < T_{base}.

Este trabalho teve como objetivo contribuir para a elaboração de um modelo de somatório de temperaturas para a traça-da-oliveira, por forma a reduzir o número de intervenções fitossanitárias e permitir o posicionamento oportuno dos tratamentos. Procedeu-se ao acompanhamento do ciclo da traça-da-oliveira, durante o ano de 2014, em dois olivais em diferentes parcelas, com base em observações visuais, capturas de adultos em armadilhas sexuais e registo das temperaturas, e analisaram-se dados de capturas de adultos em armadilhas sexuais e de temperaturas registadas nos últimos 12 anos, na Estação de Avisos do Dão (EADão).

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em duas parcelas de olival (designado olival biológico e olival varietal, o primeiro conduzido em modo de produção biológico e o segundo, que inclui uma coleção de cultivares de oliveira, conduzido em proteção integrada), da Estação Agrária de Viseu (EADão), entidade da Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro, situada na Quinta do Fontelo.

A parcela de olival varietal (F17S) possui uma área de 1,33 ha e é um olival de sequeiro, com rega pontual por alagamento e destruição das infestantes à superfície com o trator equipado com capinadeira. Nesta parcela foram acompanhadas

oito variedades de oliveira: Galega, Cobrançosa, Arbequina, Verdeal, Picual, Azeiteira, Maçanilha e Redondil. A parcela de olival biológico (F15N) tem uma área de 1,51 ha, com enrelvamento permanente e rega gota-a-gota. Nesta parcela foi acompanhada a variedade Galega. Em ambas as parcelas, a estratégia de proteção da cultura é a proteção integrada.

A monitorização da traça-da-oliveira efetuou-se semanalmente entre 11 de março e 1 de outubro de 2014, através da quantificação de capturas em armadilhas sexuais delta, para determinar o início de capturas e os picos de voo. Os dados das capturas foram integrados no conjunto de dados idênticos obtidos na EADão, entre 2003 a 2013 (Quadro 1).

Foram recolhidos os dados de temperaturas (mínima e máxima) relativos aos 12 anos, de 2003 a 2014, registados na estação meteorológica local, instalada na EADão.

Para o início e pico de voos, determinaram-se os intervalos de confiança das médias das temperaturas acumuladas. Recorreu-se aos métodos na média e média modificada para a construção dos modelos linear e linear modificado, para as temperaturas base de 10°C (mais utilizada) e 10,85°C (validada para a traça-da-oliveira em regiões da Península Ibérica) (Armendáriz *et al.*, 2007; González, 2009).

Quadro 1 - Registo de capturas de machos da traça-da-oliveira, entre 2003 e 2014, na EADão

Ano	1.ª Geração				2.ª Geração				3.ª Geração			
	Início de voo		Pico de voo		Início de voo		Pico de voo		Início de voo		Pico de voo	
2003	58	08-Abr	219	07-Mai	2	04-Jun	153	11-Jun	9	04-Set	60	02-Out
2004	2	26-Mar	45	27-Abr	1	01-Jun	113	22-Jun	11	15-Set	106	23-Set
2005	19	19-Abr	112	22-Jun	14	07-Jul	14	07-Jul	1	24-Ago	44	28-Set
2006	24	20-Abr	55	03-Mai	2	25-Mai	82	19-Jun	1	05-Set	300	26-Out
2007	3	09-Abr	301	26-Abr	37	05-Jun	92	12-Jul	5	04-Set	20	03-Out
2008	29	10-Abr	29	10-Abr	1	02-Jun	117	25-Jun	82	22-Out	82	22-Out
2009	1	27-Mar	50	08-Mai	4	28-Mai	88	26-Jun	18	23-Set	166	09-Out
2010	1	20-Abr	266	06-Mai	65	09-Jun	191	08-Jul	9	22-Jul	88	22-Out
2011	5	11-Abr	65	15-Abr	2	23-Mai	62	03-Jun	1	18-Jul	22	12-Out
2012	2	04-Abr	3	19-Abr	2	05-Jun	31	06-Jul	6	26-Set	31	03-Out
2013	2	22-Abr	15	15-Mai	3	05-Jun	166	12-Jul	54	26-Set	54	26-Set
2014	3	29-Abr	29	06-Mai	1	03-Jun	65	25-Jun	1	01-Out		

A validação do modelo de somatório de temperaturas foi feita através da comparação do erro absoluto médio (EAM) obtido nos dois modelos utilizados

$$EAM = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n}$$

em que t é o número de anos e o numerador o somatório dos valores absolutos dos desvios $-e_t$, onde e_t indica a diferença, para o ano t , entre os valores observados e os valores estimados pelo modelo (Lobo, 2007).

A análise estatística foi realizada com recurso ao software IBM SPSS Statistics for Windows, Versão 22.0 (Armonk, NY; IBM Corp.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados dos registos semanais das capturas de machos de traça-da-oliveira em 2014 foram analisados em conjunto com os de anos anteriores (2003 a 2013), recolhidos pela EADão, e permitiram conhecer o início e pico de voo da traça-da-oliveira, para as três gerações, para a região em estudo.

Entre 2003 e 2014, observaram-se sempre três picos de voo, com alguma variação interanual entre o início e o pico dos voos (Figura 2) e uma diferença acentuada relativamente à intensidade da praga, com o melhor ano (menor número de capturas) em 2012 e o pior (maior número de capturas) em 2007.

Relativamente às datas de início e pico de voo, verifica-se que a 1.^a geração ocorre, geralmente, entre finais de março e meados de junho, a 2.^a geração entre finais de maio e meados de julho e a 3.^a geração entre meados de julho e finais de

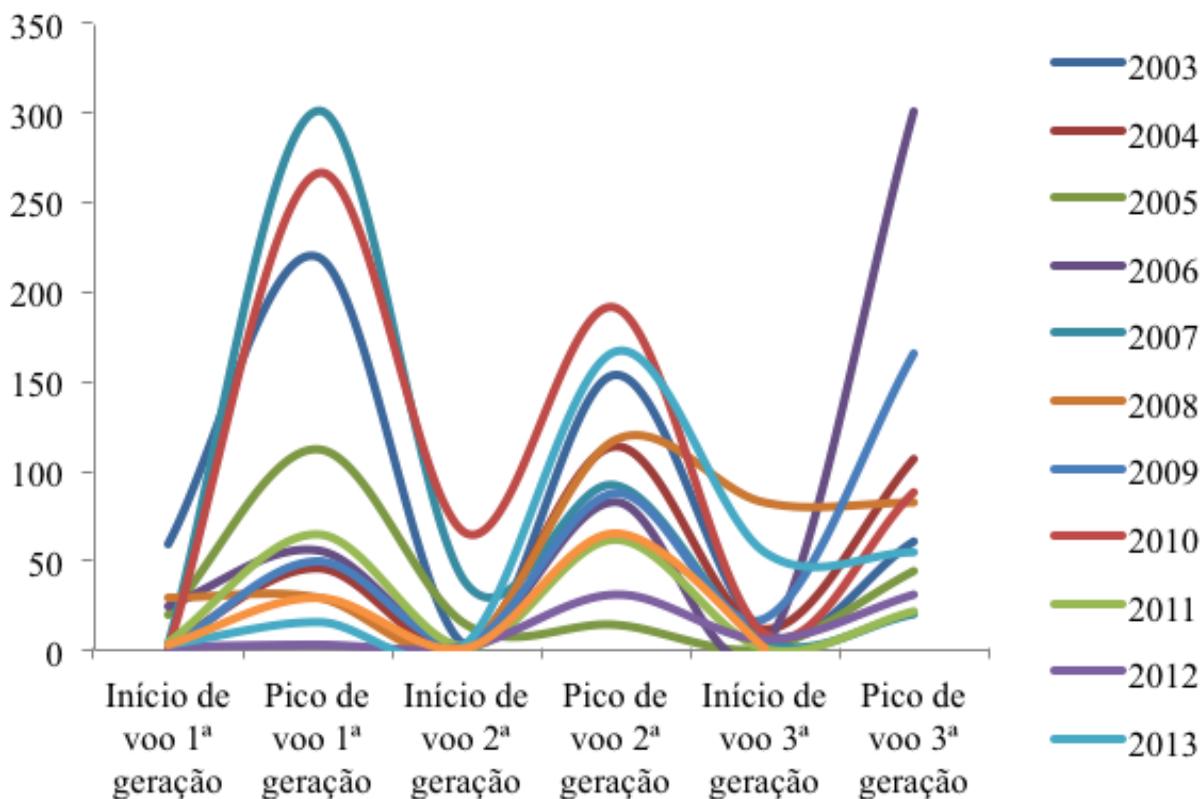
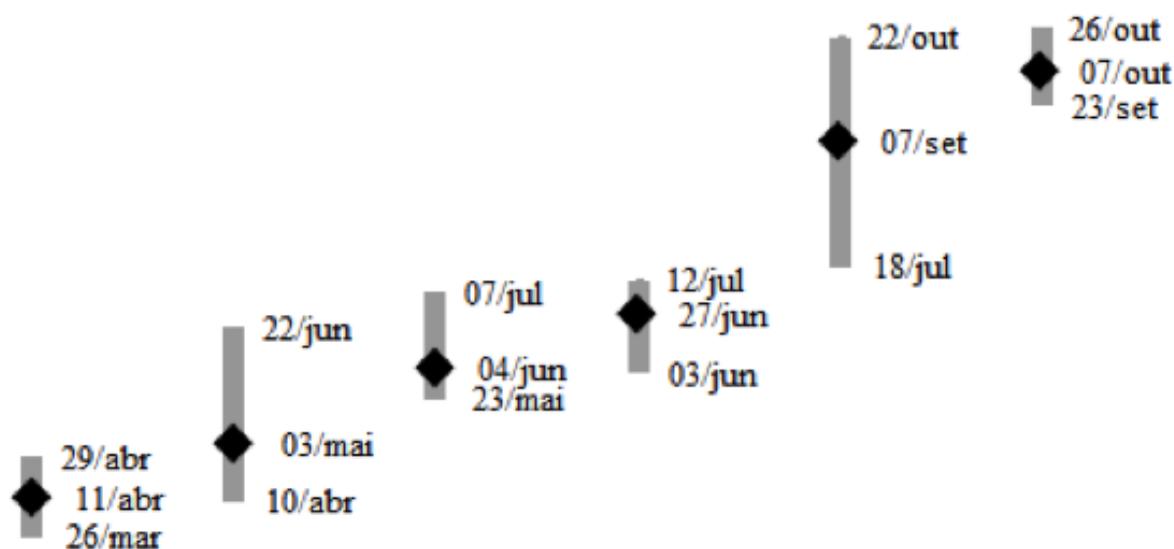


Figura 2 - N.º de gerações e de capturas de machos de traça-da-oliveira, nas várias fases de voo entre 2003 e 2014, na EADão.



Início de voo 1.^a geração Pico de voo 1.^a geração Início de voo 2.^a geração Pico de voo 2.^a geração Início de voo 3.^a geração Pico de voo 3.^a geração

Figura 3 - Datas mais baixas, mais altas e médias das diferentes fases de voo de traça-da-oliveira, entre 2003 e 2014, na EADão.

Quadro 2 - Médias, desvios padrões e erros absolutos médios para os modelos nas diferentes fases de voo ($p < 0.001$ em todas as fases e modelos)

Fase de voo	Média, desvio padrão e erro absoluto médio (EAM)	Modelo linear (10°C)	Modelo linear (10,85°C)	Modelo modificado (10°C)	Modelo modificado (10,85°C)
Início de voo 1. ^a geração	média ± desvio padrão	118,0 ± 67,0	85,2 ± 56,3	242,3 ± 76,5	197,0 ± 74,9
	EAM	42,6	36,8	57,3	56,3
Pico de voo 1. ^a geração	média ± desvio padrão	214,9 ± 137,8	131,0 ± 55,9	365,5 ± 135,9	270,3 ± 58,8
	EAM	89,9	42,8	86,0	43,3
Início de voo 2. ^a geração	média ± desvio padrão	399,3 ± 143,9	328,1 ± 132,9	575,2 ± 133,7	500,6 ± 126,4
	EAM	97,2	88,8	89,2	85,5
Pico de voo 2. ^a geração	média ± desvio padrão	677,6 ± 240,3	583,0 ± 226,7	856,5 ± 229,8	760,7 ± 215,0
	EAM	139,5	131,2	125,0	117,4
Início de voo 3. ^a geração	média ± desvio padrão	1442,7 ± 254,7	1289,7 ± 239,5	1628,2 ± 276,8	1479,4 ± 259,7
	EAM	186,8	173,1	207,9	194,3
Pico de voo 3. ^a geração	média ± desvio padrão	1880,2 ± 622,2	1701,9 ± 609,2	2072,9 ± 608,1	1902,2 ± 602,2
	EAM	341,7	333,4	472,7	323,8
Média do erro absoluto médio		149,6	134,4	173,0	136,8
Média do desvio padrão		244,3	220,1	243,5	222,9

setembro. É nesta última geração que se encontra maior variação entre as datas de início e pico de voo, ao longo dos anos, principalmente em relação ao início do voo (Figura 3).

Através dos métodos da média e da média modificada e para as temperaturas base de 10 e 10,85°C, estimaram-se modelos de desenvolvimento da traça-da-oliveira, para dados de 12 anos (2003 a 2014).

Com os dados obtidos foram calculados intervalos de confiança, para a média das temperaturas acumuladas, para cada uma das fases de voo das três gerações da traça-da-oliveira, utilizando as duas temperaturas base (10 e 10,85°C). Qualquer dos modelos estimados pode ser considerado válido, uma vez que a probabilidade de que as diferentes fases ocorram dentro dos períodos definidos é superior a 95%.

Através da análise do EAM observa-se que o modelo que melhor se ajusta aos dados observados é o modelo linear com a temperatura base de 10,85°C [estima com maior precisão o desenvolvimento da traça-da-oliveira – menor EAM (134,4) e menor desvio padrão (220,1)] (Quadro 2).

CONCLUSÕES

A traça-da-oliveira assume grande importância em Portugal, onde causa estragos/prejuízos durante cada uma das suas três gerações, ao nível das flores, frutos e folhas.

As capturas de adultos da traça-da-oliveira através de armadilhas sexuais permitiram conhecer, para a região do Dão, os inícios e picos de voo para as três gerações da praga (antófaga, carpófaga, filófaga) responsáveis por esses prejuízos.

Os valores das temperaturas diárias da região, relativas aos anos de 2003 a 2014, e os valores das capturas de machos, para o mesmo período, permitiram testar dois modelos de somas de temperatura (modelo linear e modelo linear modificado), a partir de duas temperaturas base referidas na bibliografia para a traça-da-oliveira. Os resultados obtidos permitiram criar e validar um modelo para previsão do período de aparecimento de cada uma das várias fases da praga, nesta região.

Foi dado, assim, um contributo para a construção de um modelo de soma de temperaturas para a traça-da-oliveira (primeira geração de 29 a 187 graus dia, segunda geração de 195 a 809 graus-dia e terceira geração de 1050 a 2311 graus dia) (Quadro 3).

Quadro 3 - Modelo de somatório de temperaturas proposto para as três gerações de traça-da-oliveira, *Prays oleae*, na região do Dão

	Modelo linear (10,85°C)	Temperatura acumulada (°D)	
		Limite mínimo	Limite máximo
1. ^a geração	Início de voo	28,9	141,6
	Pico de voo	75,1	186,9
2. ^a geração	Início de voo	195,2	461,0
	Pico de voo	356,3	809,7
3. ^a geração	Início de voo	1050,2	1529,2
	Pico de voo	1092,7	2311,1

A utilização deste modelo deverá ser sempre acompanhada por observações visuais e pela utilização de armadilhas sexuais para captura de machos, de forma a averiguar, em cada ano, a existência de populações da praga que possam vir a causar prejuízos na cultura. Estas observações conjugadas com os valores das temperaturas registadas poderão permitir, ainda, estreitar o intervalo de valores relativos à soma de temperaturas para cada geração da praga, anualmente.

Este modelo de soma de temperaturas para a traça-da-oliveira, para a região do Dão, contribui para a prática da proteção integrada e para a redução do uso de pesticidas, com benefícios para a defesa dos auxiliares, do ambiente e do consumidor.

AGRADECIMENTOS

À Estação Agrária de Viseu, em particular ao seu Serviço de Avisos, pela disponibilização de meios materiais e humanos que permitiram a realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaro, P. (2003) – *A protecção integrada*. 1.^a Ed. ISA/Press, Lisboa, 446 p.
- Andreadis, S.; Raptis, D.; Konstantinou, G. & Soutlani, M. (2011) – Monitoring and control of the olive moth *Prays oleae* in the prefecture of Evros. *Научни Трудове на Русенския Университет*, vol. 50, n. 1, p. 40-43.
- Armendáriz, I.; De la Iglesia, L.; Santiago, Y.; Campillo, G.; Alberte, C.; Miranda, L.; Tuárez, S. & Pérez-Sanz, A. (2007) – Ciclo del prays del olivo (*Prays oleae* Bern.) en Arribes del Duero. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, vol. 33, n. 4, p. 443-455.
- Baltazar, M. (2004) – *A protecção integrada no olival*. Trabalho de Final de Curso Engenharia Agronómica. Instituto Politécnico de Viseu, Escola Superior Agrária de Viseu. Viseu. 163 p.
- Bento, A.; Torres, L.; Cabanas, J. & Pereira, J. (2007) – Traça-da-Oliveira. In: Torres, L. – *Manual de protecção integrada do olival*. João Azevedo Ed., Mirandela, p. 202-228.
- Carvalho, F. (2011) – *Prays oleae* Bernard 1788. [cit. 2017-03-13]. <http://naturdata.com/Prays-oleae-9066.htm>
- Cavaco, M.; Sismeiro, R. & Guerra, M. (2006) – *Métodos de previsão e evolução dos inimigos das culturas – Olival*. Direção Geral de Alimentação e Veterinária, Serviço Nacional de Avisos Agrícolas, Lisboa, 57 p.
- De la Rosa, J.; Herrera, B.; Coletto, F.; Zamorano, F.; Rodríguez, J. & García, J. (2010) – *Técnicas de cultivo: plagas y enfermedades del olivo*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación, Sevilla, 94 p.
- DRAPC (2013) – *Traça da oliveira Prays oleae Bernard*. Direção Regional da Agricultura e Pescas do Centro, Coimbra, Ficha Técnica, 2 p.
- Gonzalez, D. (2009) – *Modelo Bioclimático de simulação da dinâmica populacional da traça-da-oliveira, Prays oleae (BERNARD)*. Tese de Mestrado Clima e Alterações Climáticas, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 214 p.
- Herms, D.A. (1998) – Understanding and Using Degree-Days. *Ornamental Plants. Annual Reports and Research Reviews*, 1998, p. 165-99.
- Kumral, N.; Kovanci, B. & Akbudak, B. (2005) – Pheromone trap catches of the olive moth, *Prays oleae* (Bern.) (Lep., Plutellidae) in relation to olive phenology and degree-day models. *Journal of Applied Entomology*, vol. 129, n. 7, p. 375-381. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.2005.00985.x>
- Lobo, B. (2007) – *Métodos estatísticos de previsão – análise de erros*. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 11 p.
- Ramos N (2008). *Relatório de aplicação de modelos de previsão de ocorrência de inimigos das culturas. Caso do modelo para a cochonilha de S. José – Resultados preliminares*. Direção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve, Patação, Julho, 19 p.
- UC IPM. (2014) – *How to manage pests – degree days*. [cit. 2017-03-13]. <http://ipm.ucanr.edu/WEATHER/ddconcepts.html>