

Article

A TRAÇA-DA-UVA, *LOBESIA BOTRANA*, NA REGIÃO DEMARCADA DO DOURO: EFEITO DA SUB-REGIÃO, ANO, GERAÇÃO E CASTA, NA INTENSIDADE DO ATAQUE DA PRAGA

THE EUROPEAN GRAPE MOTH, *LOBESIA BOTRANA*, IN THE DOURO DEMARCATED REGION: EFFECT OF SUB-REGION, YEAR, GENERATION AND GRAPEVINE CULTIVAR IN THE INTENSITY OF PEST INFESTATION

Ana Catarina Almeida^{1*}, Cristina Carlos^{1,2}, Juliana Salvação³, Ana Rita Ferreira⁴, Irene Oliveira^{2,5}, Anabela Nave^{2,6}, Laura Torres², Fátima Gonçalves^{1,2}

¹ Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD, 5000-801 Vila Real, Portugal.

² Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas, CITAB, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD, 5000-801 Vila Real, Portugal.

³ Engenheira Florestal e consultora SIG, R. da Telheira, 4, 5000-471 - Vila Real, Portugal.

⁴ ADVID, Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense, Parque de Ciência e Tecnologia de Vila Real–Régia Douro Park, 5000-033 Vila Real, Portugal.

⁵ Centro de Matemática Computacional e Estocástica, CEMAT-IST-UL, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, Portugal.

⁶ Unidade Estratégica de Sistemas Agrários e Florestais e Sanidade Vegetal (UESAFSV) Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV), Av. da República, Quinta do Marquês, 2780-157 Oeiras, Portugal.

* Corresponding author: Tel.: + 351934385848; e-mail: acatarinalmeida@hotmail.com

(Received 30.07.2022. Accepted 27.09.2022)

RESUMO

A traça-da-uva, *Lobesia botrana*, é praga-chave da vinha na Região Demarcada do Douro (RDD). A sua importância económica, a par da necessidade de reduzir o uso de inseticidas de síntese na vinha, conferem relevância ao desenvolvimento de estratégias de proteção contra a praga, alternativas aos meios químicos. Incluem-se nestas estratégias, a seleção das castas, as medidas culturais e a confusão sexual. O seu adequado uso obriga a um aprofundado conhecimento do comportamento do inseto em relação a diversos parâmetros biológicos. Com o presente trabalho, pretendeu-se, através da análise de dados recolhidos entre 2000 e 2019, estudar a influência, na intensidade do ataque de *L. botrana*, na RDD, da sub-região, ano, geração e casta. Os resultados mostraram que, a intensidade do ataque da praga: i) foi, em geral, inferior no Douro Superior, comparativamente, quer ao Cima Corgo quer ao Baixo Corgo; ii) diferiu entre anos, na dependência das condições climáticas, mas tendencialmente diminuiu ao longo dos anos; iii) na primeira geração, em geral manteve-se em valores inferiores ao nível económico de ataque, enquanto nas restantes gerações se situou entre os limites estabelecidos para o mesmo (i.e. 1 – 10% cachos atacados); iv) as castas ‘Touriga Franca’, no caso das castas tintas, e ‘Malvasia Fina’, no caso das castas brancas foram, de entre as estudadas, as tendencialmente mais atacadas.

ABSTRACT

The European grape moth, *Lobesia botrana*, is a key pest of vineyards in the Douro Demarcated Region (DDR). The economic importance of this pest, together with the need to reduce the use of synthetic insecticides in the crop has been arousing growing interest in the development of alternative control strategies against the pest. Selection of grapevine cultivars, cultural control measures and mating disruption are some of these strategies. Their appropriate use requires an in-depth knowledge of the insect's behavior in relation to various biological parameters. With the present work, it was intended, through the analysis of data collected between 2000 and 2019, to study the influence of the sub-region, year, generation and the grapevine cultivar on the *L. botrana* infestation in the DDR. The results showed that infestation: (i) was, in general, lower in the Douro Superior compared to both Baixo Corgo and Cima Corgo; ii) was dependent on the climatic conditions of the year but, tendentially, has been decreasing over the years; iii) in the first generation, generally remained at values below the economic threshold level, while in the remaining generations it was within the limits established for the same (i.e. 1 – 10% attacked clusters); iv) ‘Touriga Franca’ and ‘Malvasia Fina’, in the case of red and white grapevine cultivars, respectively, tended to be the most infested cultivars.

Palavras-chave: alterações climáticas, confusão sexual, meios de proteção.

Keywords: climate change, mating disruption, pest control.

INTRODUÇÃO

A traça-da-uva, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae) é uma das principais pragas da vinha, em particular nas regiões do Sul da Europa e bacia do Mediterrâneo (Delbac *et al.*, 2010; Ioriatti *et al.*, 2011; Caffarra *et al.*, 2012). Trata-se de uma espécie tipicamente multivoltina que, dependendo da região e ano, pode desenvolver duas a quatro gerações anuais (Martín-Vertedor *et al.*, 2010). As larvas de *L. botrana* alimentam-se de diferentes órgãos da videira, consoante a geração. Na primeira geração alimentam-se das inflorescências, raramente causando estragos com importância económica. Nas gerações seguintes alimentam-se dos bagos em diferentes estados de desenvolvimento, causando estragos de importância variável. Nas gerações que se desenvolvem próximo da maturação, aos estragos diretos, resultantes das perfurações dos bagos, frequentemente associam-se estragos indiretos que assumem gravidade, mesmo no caso de ataques de baixa intensidade, por favorecerem a instalação e desenvolvimento de podridões, designadamente da podridão-cinzenta, causada por *Botrytis cinerea* Persoon (Fermaud e Giboulot, 1992) ou da podridão-negra causada por *Aspergillus* spp., com consequente acumulação de ocratoxina A (OTA), um metabolito secundário tóxico produzido por estes fungos (Cozzi *et al.*, 2009).

A Região Demarcada do Douro (RDD), localizada no Nordeste de Portugal, onde se produz o famoso Vinho do Porto, é das mais importantes regiões vitivinícolas do País. Esta região, com uma área de vinha da ordem de 43703 ha (IVDP, 2021), está dividida em três sub-regiões naturalmente distintas por fatores climáticos, isto é: Baixo Corgo, Cima Corgo e Douro Superior. Na RDD, onde *L. botrana* geralmente desenvolve três a quatro gerações anuais (Carlos *et al.*, 2018), os estragos causados pelo inseto diferem muito entre locais e anos, podendo situar-se entre 0 a 90% de cachos atacados à vindima (Carlos *et al.*, 2014).

A proteção da vinha contra *L. botrana* na RDD é, tradicionalmente, efetuada com recurso à aplicação regular de inseticidas de síntese. Contudo, o reconhecimento dos inconvenientes do uso destes produtos, designadamente a nível ambiental e da saúde humana, tem fomentado o interesse da sua substituição por estratégias de menor impacto ambiental. Importa ainda referir que, o uso destas estratégias contribui para a promoção da imagem dos vinhos produzidos na região e, desta forma, para aceder a mercados cada vez mais exigentes e para

promover o desenvolvimento de atividades de ecoturismo e enoturismo.

No contexto apresentado, a confusão sexual (CS) tem ganho cada vez mais relevância como método de proteção alternativo à luta química (Seixas *et al.*, 2022). Este método assenta no uso, na cultura, de feromonas sexuais de síntese que confundem os machos do inseto, impedindo a comunicação com as fêmeas e, desta forma, o acasalamento e a reprodução. Contribuem ainda para o interesse da CS o facto de não se conhecerem efeitos adversos no ambiente, aplicadores, consumidores e espécies não-alvo (Witzgall *et al.*, 2010; Miller e Gut, 2015; Barzman *et al.*, 2015). Potencialmente interessante, do mesmo ponto de vista, é o uso de castas menos sensíveis à praga.

Com o presente estudo pretendeu-se aprofundar o conhecimento existente sobre o efeito da sub-região, ano, geração do inseto e casta, na intensidade do ataque de *L. botrana*, na RDD. É expectável que esta informação contribua para uma maior eficiência na utilização de meios de proteção contra a praga, capazes de promoverem a sustentabilidade do ecossistema vitícola.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das parcelas amostradas

A componente de campo do presente estudo decorreu no período de 2000 a 2019, em parcelas de diferentes Quintas localizadas em cada uma das três sub-regiões da RDD, isto é, Baixo Corgo, Cima Corgo e Douro Superior (Figura 1), e incidiu em castas tintas ('Touriga Franca', 'Touriga Nacional', 'Tinto Cão' e 'Aragonez'/'Tinta Roriz') e brancas ('Moscatel Galego', 'Arinto', 'Viosinho', 'Chardonnay' e 'Malvasia Fina') (Quadro I).

As três sub-regiões da RDD apresentam características climáticas muito diferentes. O Baixo Corgo apresenta uma mediana de precipitação anual de 1190 mm e uma mediana de temperatura de 17,5 °C no período de abril a outubro, caracterizando-se como húmida (Jones e Alves, 2012). Já o Cima Corgo, para o mesmo período, tem uma mediana de precipitação anual de 1026 mm e 17,5 °C de mediana de temperatura, caracterizando-se como região sub-húmida seca (Jones e Alves, 2012). Por último, o Douro Superior, com uma mediana de precipitação anual de 832 mm e uma mediana de temperatura de 18 °C (abril a outubro) caracteriza-se como região semi-árida (Jones e Alves, 2012).

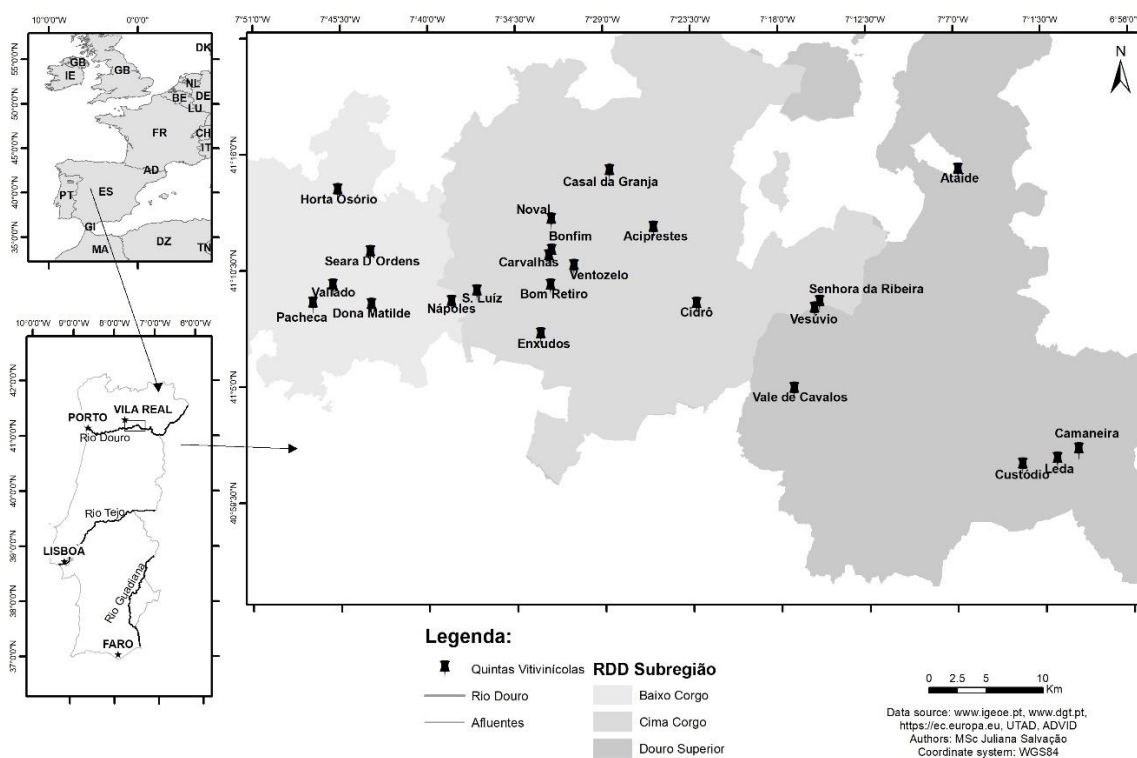


Figura 1. Localização das Quintas onde decorreu a componente de campo do presente estudo.

Colheita de dados

A intensidade do ataque de *L. botrana* avaliou-se nas três gerações do inseto da seguinte forma:

- 1ª geração – realizou-se em fim de maio/início de junho, durante a floração da videira, tendo sido contabilizado o número total de ninhos formados pelas larvas do inseto, em 100 cachos observados aleatoriamente em cada uma das parcelas amostradas;
- 2ª geração – realizou-se a seguir ao início do segundo voo, tendo sido contabilizada a percentagem de cachos atacados (com ovos viáveis, larvas ou perfurações) em 100 cachos observados aleatoriamente em cada uma das parcelas amostradas;
- 3ª geração – realizou-se em dois períodos diferentes: a primeira avaliação realizou-se a seguir

ao início/pico do terceiro voo, na fase de pintor, e consistiu na contabilização da percentagem de cachos atacados, maioritariamente com ovos viáveis, já que nesta fase, com o cacho completamente fechado, a observação de perfurações é difícil (e a destruição dos cachos é inviável); a segunda avaliação decorreu no período de vindima, e os cachos foram analisados no laboratório contabilizando-se o seu ataque (maioritariamente perfurações), por abertura do mesmo, à medida que os viticultores foram realizando a vindima. Assim, nas castas brancas, as primeiras a serem vindimadas, as estimativas decorreram entre agosto e setembro, geralmente pela seguinte ordem: ‘Chardonnay’, ‘Moscatel Galego’, ‘Viosinho’, ‘Malvasia Fina’ e ‘Arinto’; no caso das castas tintas, as estimativas decorreram entre setembro e outubro, normalmente pela seguinte ordem: ‘Aragonez’/‘Tinta Roriz’, ‘Touriga Nacional’, ‘Touriga Franca’ e, por último, ‘Tinto Cão’.

Quadro I

Quintas, anos e castas em que decorreram as observações correspondentes ao presente estudo

Sub-região	Freguesia	Quinta	Anos	Castas
Baixo Corgo	Poiães e Canelas	Seara D'Ordens	2000 - 2002	'Touriga Franca'
	Vilarinho dos Freires	Vallado	2002; 2004-2010; 2013-2019	'Touriga Franca'; 'Touriga Nacional'
	Poiães e Canelas	Dona Matilde	2005; 2006; 2012; 2018; 2019	'Touriga Franca'; 'Arinto'
	Cumieira	Horta Osório	2015- 2019	'Touriga Nacional'
	Cambres	Pacheca	2004; 2006	'Touriga Franca'
Cima Corgo	Soutelo do Douro	Aciprestes	2011-2014	'Touriga Franca'; 'Touriga Nacional'
	Ervedosa do Douro	Carvalhas	2006-2019	'Touriga Franca'; 'Touriga Nacional'; 'Tinto Cão'
	Adorigo	São Luiz	2000- 2019	'Touriga Franca'
	Pinhão	Bomfim	2002; 2003; 2019	'Touriga Franca'
	Vale Mendiz	Noval	2003; 2014- 2019	'Touriga Franca'; 'Touriga Nacional'
	Ervedosa do Douro	Ventozelo	2009; 2010	'Touriga Franca'
	São João da Pesqueira	Cidrô	2006; 2007; 2009- 2019	'Touriga Franca'; 'Touriga Nacional'; 'Chardonnay'; 'Viosinho'
	Seixo de Ansiães	Senhora da Ribeira	2014-2019	'Touriga Franca'
	Valença do Douro	Bom Retiro	2005; 2014- 2019	'Touriga Franca'; 'Touriga Nacional'
	Desejosa	Enxudos	2014- 2019	'Touriga Nacional'
	Granja	Casal da Granja	2011-2019	'Arinto'; 'Moscatel Galego'; 'Malvasia Fina'
	Vila Seca	Nápoles	2015-2019	'Aragonez'/'Tinta Roriz'
Douro Superior	Almendra	Leda	2006; 2014-2019	'Touriga Franca'
	Vila Flor	Ataíde	2014; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019	'Touriga Franca'
	Numão	Vale de Cavalos	2014; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019	'Touriga Nacional'
	Numão	Vesúvio	2014; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019	'Touriga Nacional'
	Poiães	Canameira	2018; 2019	'Touriga Nacional'
	Castelo Melhor	Custódio	2017; 2018; 2019	'Aragonez'/'Tinta Roriz'

Análise de dados

Efeito da sub-região

As diferenças entre sub-regiões na intensidade do ataque de *L. botrana* foram avaliadas com base nos dados de duas castas que são comuns às três sub-regiões ('Touriga Franca' e 'Touriga Nacional'). Na análise dos dados usou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis, por não se terem verificado os pressupostos da distribuição normal e homogeneidade da variância. Os resultados apresentam-se na forma de diagrama de caixa. Para a análise estatística dos dados recorreu-se ao software SPSS.20.

Efeito do ano

Para avaliar o efeito do ano na intensidade do ataque da praga procedeu-se a uma análise qualitativa gráfica tendo por base as amostragens efetuadas na casta 'Touriga Franca', nas sub-regiões do Baixo Corgo e Cima Corgo. Apenas se analisou esta casta por ter sido a única relativamente à qual existiam dados para todo o período de estudo, isto é, de 2000 a 2019.

Efeito da geração

A análise do efeito da geração na intensidade do ataque da praga foi efetuada por avaliação dos valores das medianas obtidos para cada geração. Contudo, não foi possível comparar os dados estatisticamente por terem sido utilizadas metodologias diferentes na avaliação da intensidade do ataque, nas diferentes gerações (isto é, na primeira geração contabilizou-se o número de ninhos por 100 cachos e, nas gerações seguintes, a percentagem de cachos atacados). Assim, os valores foram avaliados qualitativamente, comparando-os com o nível económico de ataque (NEA) estabelecido, isto é 100 - 200 ninhos por 100 cachos no caso da primeira geração e 1-10% de cachos atacados no caso das segunda e terceira gerações.

Efeito da casta

O efeito das diferentes castas na intensidade do ataque da praga foi estudado por análise de Kruskal-Wallis, dado não terem sido cumpridos os pressupostos da normalidade e homogeneidade da variância. As castas tintas e brancas foram analisadas separadamente. Usou-se apenas os dados obtidos nas sub-regiões Baixo-corgo e Cima Corgo. Os

resultados apresentam-se na forma de diagrama de caixa. Na amostragem da terceira geração realizada na fase do pintor, para o caso das castas brancas, não foi possível efetuar tratamento estatístico dado o reduzido número de amostragens realizadas. Para a análise estatística dos dados recorreu-se ao software SPSS.20.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito da sub-região

A análise dos dados recolhidos nas castas ‘Touriga Franca’ e ‘Touriga Nacional’, mostra que a intensidade do ataque de *L. botrana* variou de acordo com a sub-região, embora no caso da ‘Touriga Nacional’, as diferenças não tenham sido significativas na vindima. Assim, nas duas castas e nas duas primeiras gerações, o ataque foi significativamente inferior na sub-região do Douro

Superior relativamente ao Baixo Corgo e ao Cima Corgo, sendo que nas duas últimas sub-regiões o ataque não diferiu entre si (primeira geração: $\chi_{Kw} = 22,323$; $p < 0,001$, no caso da ‘Touriga Franca’ e $\chi_{Kw} = 11,415$; $p = 0,003$ no caso da ‘Touriga Nacional’; segunda geração: $\chi_{Kw} = 20,623$; $p < 0,001$, no caso da ‘Touriga Franca’ e $\chi_{Kw} = 13,400$; $p = 0,001$ no caso da ‘Touriga Nacional’) (Figuras 2 e 3). No que diz respeito à terceira geração, na avaliação efetuada ao pintor, a intensidade do ataque na casta ‘Touriga Franca’ foi significativamente inferior na sub-região do Douro Superior comparativamente, quer ao Baixo Corgo, quer ao Cima Corgo, que não diferiram entre si ($\chi_{Kw} = 18,535$; $p < 0,001$) (Figura 4). Contudo, na ‘Touriga Nacional’, o ataque foi significativamente superior no Cima Corgo comparativamente ao Douro Superior, enquanto que o ataque no Baixo Corgo não diferiu de nenhuma das outras sub-regiões ($\chi_{Kw} = 8,563$; $p = 0,014$) (Figura 4).

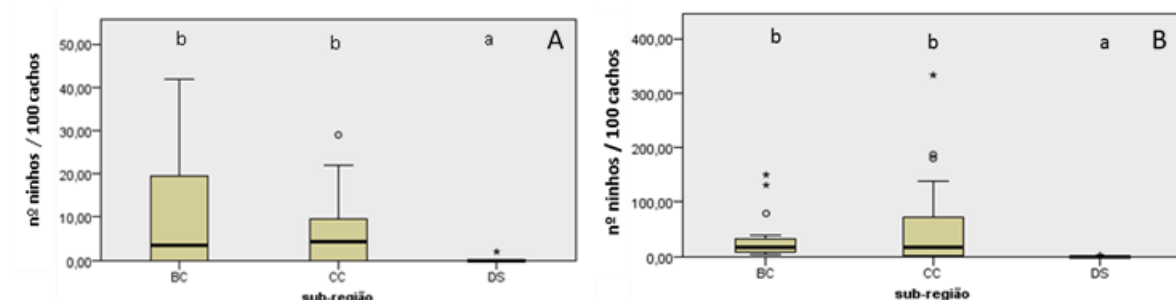


Figura 2. Intensidade do ataque de *Lobesia botrana* nas castas ‘Touriga Franca’ (A) e ‘Touriga Nacional’ (B) durante a primeira geração (expressa em número de ninhos por 100 cachos) nas diferentes sub-regiões da Região Demarcada do Douro (BC – Baixo Corgo; CC – Cima Corgo; DS – Douro Superior). Sub-regiões que partilham a mesma letra, não são estatisticamente diferentes ($p > 0,05$).

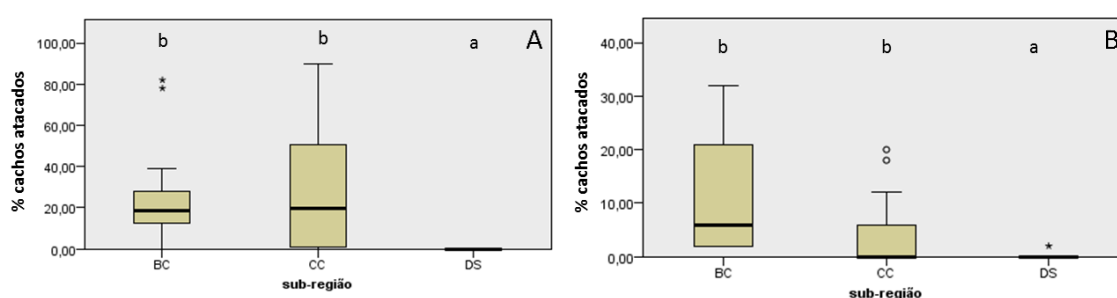


Figura 3. Intensidade do ataque de *Lobesia botrana* nas castas ‘Touriga Franca’ (A) e ‘Touriga Nacional’ (B) durante a segunda geração (expressa em percentagem de cachos atacados) nas diferentes sub-regiões da Região Demarcada do Douro (BC – Baixo Corgo; CC – Cima Corgo; DS – Douro Superior). Sub-regiões que partilham a mesma letra, não são estatisticamente diferentes ($p > 0,05$).

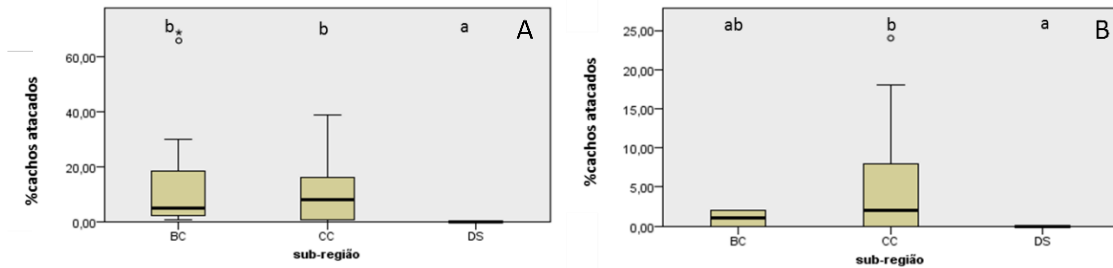


Figura 4. Intensidade do ataque de *Lobesia botrana* nas castas ‘Touriga Franca’ (A) e ‘Touriga Nacional’ (B) durante a terceira geração (amostragem efetuada no pintor), expressa em percentagem de cachos atacados) nas diferentes sub-regiões da Região Demarcada do Douro (BC – Baixo Corgo; CC – Cima Corgo; DS – Douro Superior). Sub-regiões que partilham a mesma letra, não são estatisticamente diferentes ($p > 0,05$).

Na avaliação realizada à vindima, na ‘Touriga Franca’ a intensidade do ataque foi inferior na sub-região do Douro Superior comparativamente às outras duas sub-regiões ($\chi_{Kw} = 6,634; p = 0,036$), mas

no caso da ‘Touriga Nacional’, não foram observadas diferenças significativas entre as regiões em estudo ($\chi_{Kw} = 4,166; p = 0,125$) (Figura 5).

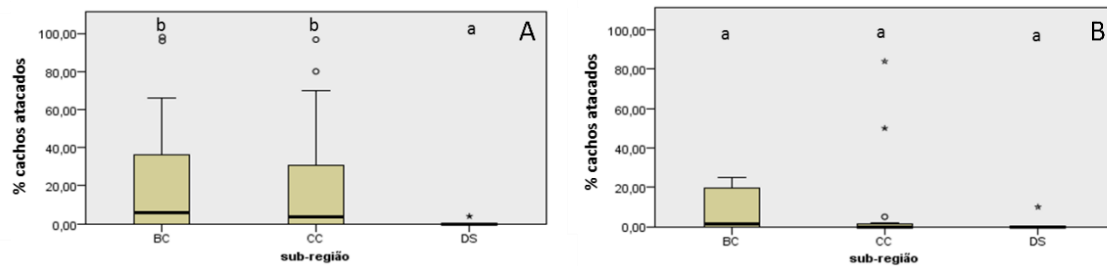


Figura 5. Intensidade do ataque de *Lobesia botrana* nas castas ‘Touriga Franca’ (A) e ‘Touriga Nacional’ (B) durante a terceira geração (amostragem de vindima, expressa em percentagem de cachos atacados) nas diferentes sub-regiões da Região Demarcada do Douro (BC – Baixo Corgo; CC – Cima Corgo; DS – Douro Superior). Sub-regiões que partilham a mesma letra, não são estatisticamente diferentes ($p > 0,05$).

As diferenças na intensidade do ataque de *L. botrana*, observadas entre sub-regiões poderão ser explicadas pelo facto das mesmas apresentarem características climáticas distintas, designadamente no respeito à temperatura e humidade relativa, que são os principais fatores abióticos condicionantes do desenvolvimento do inseto (Coscollá, 1998). Assim, os valores de temperatura mais favoráveis ao desenvolvimento larvar do inseto, situam-se entre 12 e 30 °C, enquanto os valores de humidade relativa mais favoráveis se situam entre 40 e 70% (Coscollá, 1980). Por outro lado, os limiares mínimo e máximo para o seu desenvolvimento são, respetivamente, 7,3 °C e 33 °C (Savopoulou-Soultani *et al.*, 1996; Brière e Pracros, 1998). Atendendo a estas exigências bioclimáticas, as sub-regiões do Baixo Corgo e Cima Corgo são mais favoráveis ao desenvolvimento de *L. botrana* do que o Douro Superior, uma vez que a última apresenta condições extremas de baixa

humidade relativa e elevadas temperaturas, onde o inseto terá maior dificuldade em desenvolver-se (Reis *et al.*, 2021).

Efeito do ano

A intensidade do ataque de *L. botrana* apresentou grande variação entre os anos em estudo, embora tendencialmente tenha sido observada uma diminuição desse ataque ao longo dos anos (Figura 6). Tal redução pode ser explicada por diferentes fatores. O fenómeno das alterações climáticas parece ter importante influência neste decréscimo. Assim, Itlis *et al.* (2018) referem que, com o aquecimento global (aumento da temperatura), o desenvolvimento larvar da traça-da-uva é acelerado, originando maior número de gerações por ano.

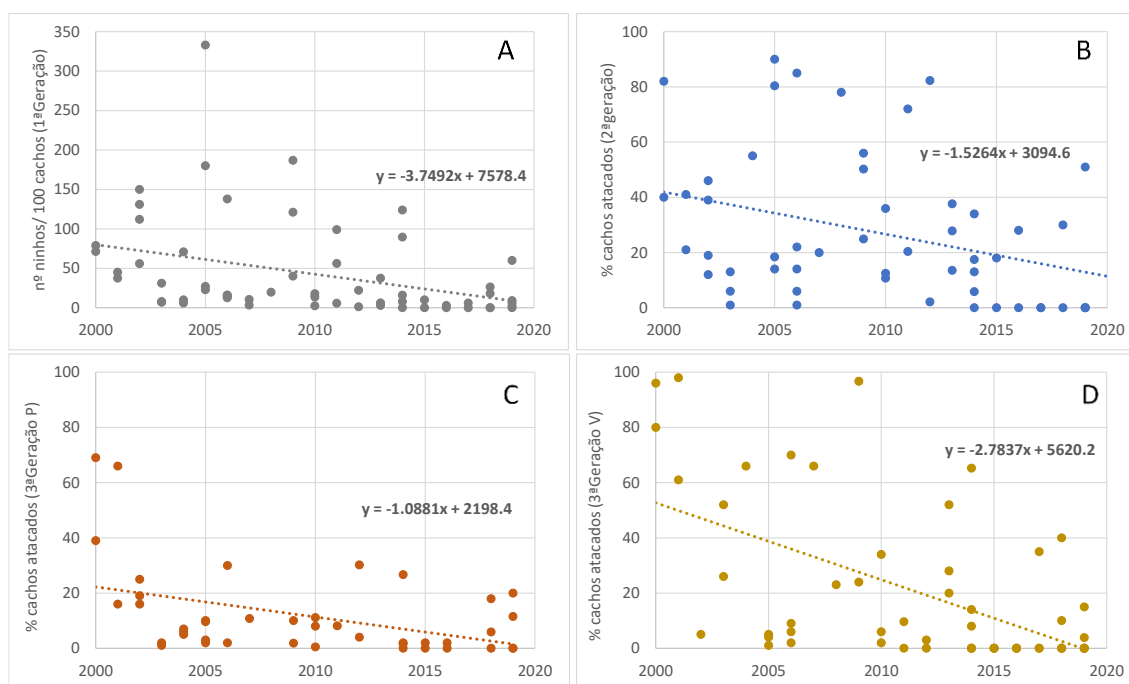


Figura 6. Evolução da intensidade do ataque de *Lobesia botrana* na casta ‘Touriga Franca’, no período de 2000 a 2019, na Região Demarcada do Douro (Baixo Corgo e Cima Corgo): número de ninhos em 100 cachos, na amostragem da primeira geração (A) e percentagem de cachos atacados nas gerações seguintes (segunda geração – B; terceira geração (antes da vindima) – C; terceira geração (à vindima) – D). A linha de tendência a tracejado, bem como o valor negativo do seu declive, evidenciado na equação, mostram a evolução decrescente da intensidade do ataque da praga ao longo do tempo.

No entanto, importa notar que o impacto do aumento da temperatura no desenvolvimento populacional de *L. botrana* não é linear, estando subjacentes consequências complexas para a dinâmica populacional do inseto e interações tróficas (Iltis *et al.*, 2019). Segundo Iltis *et al.* (2019), o aumento das temperaturas afeta positivamente o desenvolvimento, a taxa de sobrevivência e a rapidez de movimentos, fundamental na capacidade da larva fugir aos seus inimigos naturais. Os mesmos autores referem também que as temperaturas elevadas causam efeitos negativos nas reservas de lípidos, que são fundamentais para a dispersão e reprodução dos adultos e sobrevivência da geração hibernante, bem como na imunidade. Para além disso, com o aumento das temperaturas, as fêmeas passam a ter reduzido sucesso em termos do acasalamento e os machos ficam menos férteis, sendo de esperar que a abundância da praga diminua ao longo do tempo e das gerações (Iltis *et al.*, 2019, 2020). Acresce que, a ocorrência de ondas de calor, conduz à diminuição da longevidade e fertilidade dos adultos, da duração do período larvar e das defesas imunitárias das larvas (Iltis *et al.*, 2019). Estudos realizados por Iltis *et al.* (2021) mostram que os efeitos negativos provocados pelas ondas de calor são ainda maiores se a larvas tiverem uma alimentação pouco nutritiva no período pós-stress. Para além do exposto, e como é agora amplamente reconhecido, a resposta do inseto às alterações climáticas será determinada não só pela

plasticidade intrageracional, mas também pela plasticidade transgeracional (de que modo as temperaturas experimentadas por uma geração irão influenciar a expressão de um fenótipo nas gerações subsequentes), em conjunto com outros processos evolutivos (Iltis *et al.*, 2019).

Na RDD, Reis *et al.* (2021) verificaram que a previsão de um maior número de dias com temperatura máxima superior a 33 °C tende a ser acompanhada por uma diminuição do número total de capturas de *L. botrana* durante os segundo e terceiro voos, a par de uma redução da percentagem de cachos atacados pelas segunda e terceira gerações. Acresce que Gutierrez *et al.* (2018) referem que os níveis de infestação de *L. botrana* diminuíram em áreas secas e quentes, como o sudoeste de Espanha ou Marrocos, onde temperaturas de verão próximas ou que excediam o limiar máximo de desenvolvimento do inseto afetaram negativamente as suas taxas vitais.

As alterações climáticas originam também uma menor superfície foliar exposta da videira (Venios *et al.* 2020), o que poderá conduzir, por sua vez, a uma maior exposição dos cachos aos raios solares. Por outro lado, segundo Moosavi *et al.* (2017), temperaturas de 40 °C podem provocar a morte de ovos e larvas de *L. botrana*.

Outro fator que poderá ter contribuído para a redução da intensidade do ataque de *L. botrana* é o facto de, nos últimos anos, estar a ser aplicado caulino em diversas explorações. A aplicação deste mineral, considerada uma estratégia de adaptação de curto prazo às alterações climáticas em viticultura, tem como objetivo aumentar a reflexão da radiação solar que se traduz numa redução da temperatura das folhas, e numa menor perda de água por transpiração (Moutinho-Pereira *et al.*, 2015; Bernardo *et al.*, 2021). Simultaneamente, a presença de partículas esbranquiçadas de caulino sobre as folhas pode reduzir significativamente o ataque de *L. botrana* ao dificultar o reconhecimento do bago como sendo um substrato adequado para a postura (Tacoli *et al.*, 2018). Para além da redução da postura, também parece ocorrer uma diminuição da taxa de eclosão dos ovos e um aumento da mortalidade de larvas de *L. botrana* (Pease *et al.*, 2016).

Podem ainda estar a contribuir para a redução da intensidade do ataque de *L. botrana*: i) o aumento do uso da técnica da confusão sexual na RDD, com o seu efeito eventualmente alargado a parcelas de vinha vizinhas daquelas onde a técnica é usada; ii) os tratamentos inseticidas obrigatórios que, desde 2013 e, em concordância com o Plano Nacional para o Controlo da Flavescência Dourada e do seu inseto

vetor, *Scaphoideus titanus*, estão a ser efetuados nas sub-regiões do Baixo Corgo e Cima Corgo (DGAV, 2018).

Efeito da geração

A intensidade do ataque de *L. botrana* situou-se entre 0 e 333 ninhos por 100 cachos na primeira geração (mediana = 6 ninhos, percentil 75 = 17,3 ninhos), entre 0,0 e 90,0% de cachos atacados na segunda geração (mediana = 1,9% cachos atacados, percentil 75=18,3%), entre 0,0 e 69,0% na amostragem da terceira geração efetuada na fase de pintor (mediana = 2,0% cachos atacados, percentil 75 = 8,16%) e entre 0 e 99% de cachos atacados na terceira geração (observação feita à vindima) (mediana = 2,0% cachos atacados, percentil 75 = 17,5%). O menor valor da intensidade do ataque observado na amostragem da terceira geração efetuada na fase de pintor (Quadro II), relativamente à segunda geração, poder-se-á ter relacionado com o facto de, no primeiro caso, o cacho estar mais compacto, tornando difícil a observação das perfurações existentes no seu interior. A comprovar-se, este facto mostra que a avaliação da intensidade do ataque de *L. botrana* na fase de pintor, sem a abertura do cacho, pode subvalorizar este ataque.

Quadro II

Intensidade do ataque das três gerações de *Lobesia botrana* na Região Demarcada do Douro^Φ

Geração	N	min	máx	Q1 (P25)	Q2 (P50) Median	Q3 (P75)
1ª geração*	156	0,0	333,0	0.0	6.0	17.3
2ª geração**	146	0,0	90,0	0.0	1.9	18.3
3ª geração/pintor**	114	0,0	69,0	0.0	2.0	8.16
3ª geração /vindima***	140	0,0	99,0	0.0	2.0	17.5

Φ considerando apenas as sub-regiões do Baixo Corgo e Cima Corgo, devido ao reduzido ataque observado no Douro Superior. N – número de amostragens; min - valor mínimo observado; máx – valor máximo observado; Q2 – mediana ou percentil 50; Q1 – Percentil 25; Q3 – Percentil 75; *número de ninhos por 100 cachos; **percentagem de cachos atacados (com ovos viáveis e/ou perfurações); ***percentagem de cachos atacados (com ovos viáveis e/ou perfurações) - amostragem efetuada na vindima, em laboratório, com abertura do cacho.

Contudo, pode ter ocorrido também redução da intensidade do ataque da praga, em consequência dos elevados valores de temperatura e baixas humidades relativas registados durante o início da terceira geração (Carlos *et al.*, 2007). Assim, tal como referido anteriormente, de acordo com Moosavi *et al.* (2017), temperaturas de 40 °C, que durante este período do ano são facilmente atingidas na superfície de bagos expostos à luz solar, podem provocar a morte de ovos e larvas de *L. botrana*.

Por outro lado, os maiores valores da intensidade do ataque registados na amostragem da terceira geração

efetuada à vindima (com abertura do cacho), podem explicar-se, quer pelo maior rigor da observação, quer pela possibilidade de estarem a ser registadas perfurações causadas pela segunda geração, ou até mesmo por uma quarta geração (Carlos *et al.*, 2007).

Apesar de, pontualmente, o valor da intensidade do ataque da primeira geração ter sido superior ao nível económico de ataque (NEA) de referência (100-200 ninhos por 100 cachos), verificou-se que esta intensidade foi inferior a 17,3 ninhos por 100 cachos em 75% dos casos. Já no caso das segunda e terceira gerações, verificou-se que, em 50% das observações,

a intensidade do ataque de *L. botrana* esteve dentro do intervalo estabelecido para NEA (1-10% cachos atacados).

Efeito da casta

Castas tintas

Amostragens de campo: 1ª geração, 2ª geração e 3ª geração (na fase de pintor/início de maturação)

A intensidade do ataque de *L. botrana* diferiu significativamente entre castas nas primeira ($\chi^2_{kw} = 22,22, p < 0,001$) e segunda gerações ($\chi^2_{kw} = 28,492, p < 0,001$). Assim, foi superior na casta ‘Touriga Franca’ comparativamente a ‘Aragonez’/‘Tinta Roriz’ e ‘Touriga Nacional’, mas não diferiu entre ‘Touriga Franca’ e ‘Tinto Cão’ (Figura 7A e B). ‘Aragonez’/‘Tinta Roriz’, ‘Touriga Nacional’ e ‘Tinto Cão’ não diferiram entre si em nenhuma destas gerações. Relativamente à terceira geração (amostragem efetuada na fase de pintor), observaram-se diferenças significativas entre castas ($\chi^2_{kw} = 11,282; p = 0,010$), mas a análise de comparação de pares não permitiu detetar as castas que diferiram entre si (Figura 7C). Em certa medida estes resultados são concordantes com os referidos na bibliografia. Assim, Aguiar *et al.* (2003), em ensaios conduzidos em laboratório, verificaram que as fêmeas fertilizadas de *L. botrana* preferem a casta ‘Touriga Franca’ comparativamente à ‘Touriga Nacional’. Por outro lado, numa revisão sobre o tema, Böhm (2011) apontou a casta ‘Touriga Franca’ como sendo sensível ao ataque do inseto e a ‘Touriga Nacional’ como sendo pouco sensível.

Amostragem da vindima: 3ª geração

No caso da terceira geração (avaliação feita à vindima) observaram-se também diferenças significativas entre castas ($\chi^2_{kw} = 14,028; p = 0,003$).

Assim, a intensidade do ataque foi significativamente inferior na casta ‘Touriga Nacional’ comparativamente quer à ‘Touriga Franca’, quer à ‘Tinto Cão’. Contudo, o ataque nas duas últimas castas não diferiu. Por outro lado, a intensidade do ataque observado em ‘Aragonez’/‘Tinta Roriz’ não diferiu do observado em qualquer das outras castas em estudo (Figura 7D). Na análise destes resultados, é importante ter em atenção que a traça-da-uva tem a possibilidade de continuar o seu desenvolvimento nas castas que forem vindimadas mais tardiamente. Este facto pode ter influenciado na intensidade do ataque observada, nesta amostragem, na casta ‘Tinto Cão’, cuja maturação é muito tardia, sendo das últimas a ser vindimadas.

Castas brancas

Amostragens de campo: 1ª geração, 2ª geração e 3ª geração (amostragem anterior à vindima)

Relativamente às castas brancas, o ataque da primeira geração de *L. botrana*, expresso em número de ninhos por 100 cachos, não diferiu significativamente nas quatro castas em estudo ($\chi^2_{kw} = 5,215; p = 0,157$) (Figura 8A). Já na segunda geração, foram observadas diferenças significativas no ataque entre castas ($\chi^2_{kw} = 8,166, p = 0,043$). Assim, a intensidade do ataque foi significativamente maior na casta ‘Malvasia Fina’ relativamente à casta ‘Moscatel Galego’, mas não diferiu significativamente entre a casta ‘Malvasia Fina’ a casta ‘Arinto’ e a ‘Chardonnay’ (Figura 8B). Relativamente ao ataque da terceira geração (amostragem anterior à vindima), não foi possível efetuar o tratamento estatístico dos dados, por ter sido reduzido o número de amostragens realizadas. Em termos globais, os resultados obtidos sugerem que a casta ‘Malvasia Fina’ registou maior intensidade do ataque de *L. botrana* (Figura 8), facto que, contudo, não pôde ser demonstrado estatisticamente.

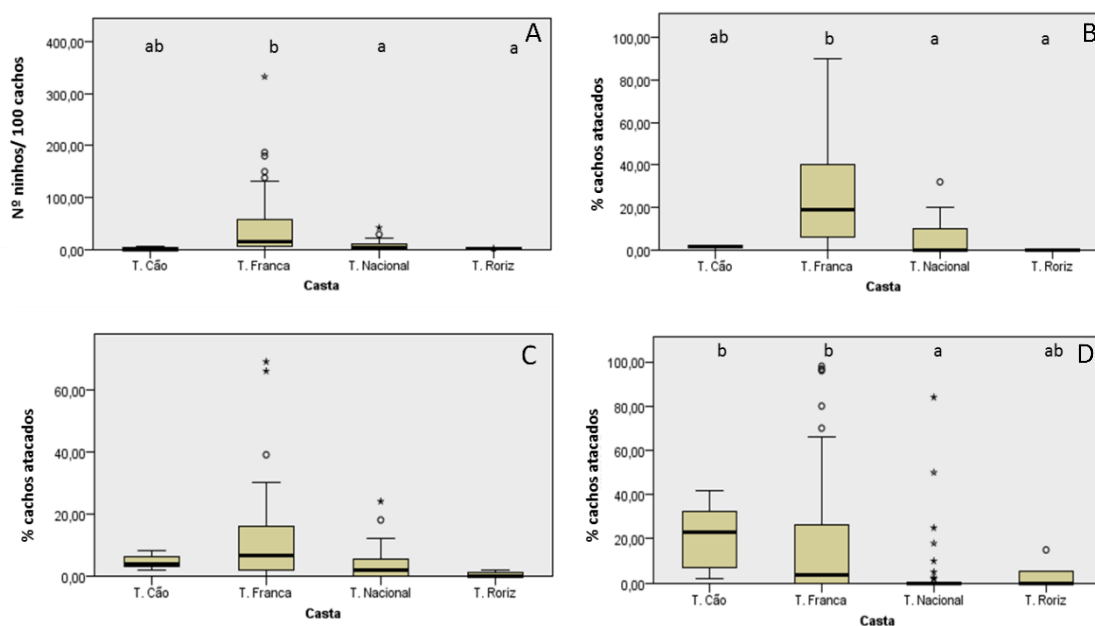


Figura 7. Intensidade do ataque de *Lobesia botrana* nas várias castas tintas em estudo: número de ninhos por 100 cachos na primeira geração (A); percentagem de cachos atacados na segunda geração (B) e terceira geração (amostragem efetuada antes da vindima (C) e à vindima (D)). Castas que partilham a mesma letra, não são estatisticamente diferentes ($p > 0,05$).

Amostragem à vindima: 3ª geração

Nesta amostragem não foi possível incluir as castas ‘Moscatel Galego’ e ‘Chardonnay’ devido ao insuficiente número de amostras mas, em contrapartida, incluiu-se a casta ‘Viosinho’. A análise dos resultados relativos à intensidade do ataque de *L. botrana* não evidenciou diferenças significativas entre as castas em estudo ($\chi^2_{Kw} = 4,420$, $p = 0,110$). Contudo, os diagramas de caixa (Figura 8C) sugerem maior intensidade do ataque da praga na casta ‘Malvasia Fina’ e menor intensidade na casta ‘Viosinho’. A apoiar esta observação refira-se que a casta ‘Viosinho’ foi apontada por Böhm (2011), como sendo pouco sensível ao ataque de *L. botrana*.

Diversos fatores podem estar subjacentes ao processo de escolha dos hospedeiros por *L. botrana*, e muitos dos trabalhos de investigação relativos ao tema corroboram a ideia de que a preferência do inseto por determinada casta não é movida por um único fator e que frequentemente a influência deste fator só é significativa na presença de outros fatores (Rid *et al.*, 2018, 2019; Tasin *et al.*, 2011).

Aparentemente, as fêmeas do inseto localizam os hospedeiros através de estímulos olfativos (compostos voláteis orgânicos libertados pela planta) e visuais (cor) (Tasin *et al.*, 2005). Depois de localizarem e pousarem no hospedeiro, diversos fatores podem estar implicados na decisão de efetuarem a postura, nomeadamente a cor (Markheiser *et al.*, 2018), a compactação do cacho (Fermaud, 1998), a dureza da epiderme (Snjezana, 2004), o teor de açúcar (Maher *et al.*, 2006; Varandas *et al.*, 2004), as ceras presentes na cutícula da uva (Rid *et al.*, 2018) e os compostos orgânicos voláteis emitidos (Tasin *et al.*, 2008; Rid *et al.*, 2019; Markheiser *et al.*, 2020). Markheiser *et al.* (2020) referem que as fêmeas têm a capacidade de, através das antenas e ovipositor, identificarem compostos orgânicos voláteis emitidos pelo hospedeiro que as podem atrair ou repelir para a postura.

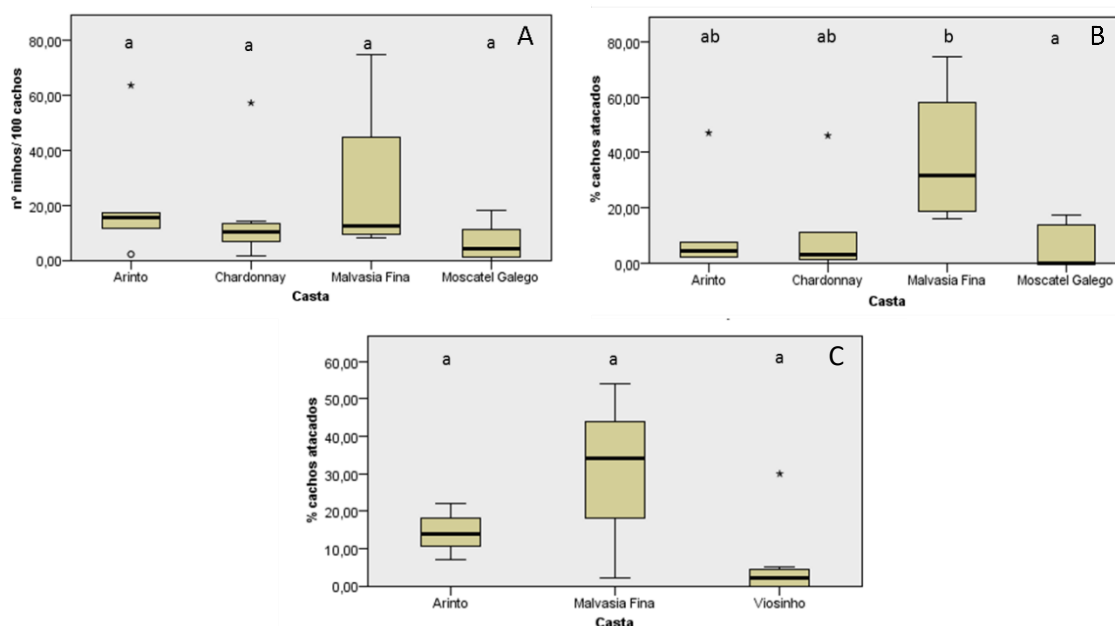


Figura 8. Intensidade do ataque de *Lobesia botrana* nas várias castas brancas em estudo: número de ninhos por 100 cachos na primeira geração (A) e percentagem de cachos atacados na segunda geração (B) e terceira geração (à vindima) (C). Castas que partilham a mesma letra, não são estatisticamente diferentes ($p > 0,05$).

CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo mostram que, no período em estudo (2000 a 2019), a intensidade do ataque de *L. botrana*, na RDD, diferiu com a sub-região, o ano de estudo, a geração e a casta. Assim, em geral, esta intensidade foi inferior no Douro Superior relativamente ao Cima Corgo e ao Baixo Corgo, admitindo-se que tais diferenças possam estar relacionadas com as condições climáticas associadas a estas sub-regiões. Assim, o Douro Superior, que é caracterizado por ter condições extremas em termos de baixa humidade relativa e elevadas temperaturas, poderá ser desfavorável ao desenvolvimento da praga na sub-região. A intensidade do ataque de *L. botrana* também diferiu entre anos e tendencialmente sofreu uma redução, admitindo-se que tenha estado relacionada com o fenómeno das alterações climáticas e a ocorrência de ondas de calor, que têm sido cada vez mais frequentes. Relativamente às castas analisadas, verificou-se que a ‘Touriga Franca’ no caso das castas tintas e a ‘Malvasia Fina’ no caso das castas brancas, foram tendencialmente as mais atacadas. A informação obtida sobre a suscetibilidade das diferentes castas ao ataque de *L. botrana* tem implicações diretas nos meios de proteção a adotar contra a praga, bem como na eficácia dos procedimentos de monitorização e amostragem a usar nas correspondentes tomadas de decisão. Por exemplo, no estabelecimento de um programa de confusão sexual, a susceptibilidade das castas ao ataque da praga deve ser cuidadosamente considerada. Este conhecimento poderá, por exemplo, permitir efetuar uma distribuição mais adequada dos difusores de feromona na vinha, reforçando a sua densidade nas zonas com castas

mais suscetíveis ao ataque de *L. botrana*. Por outro lado, este conhecimento poderá também permitir uma melhor adaptação dos planos de amostragem e estimativas do risco, dando especial atenção às castas que possibilitam um desenvolvimento mais precoce da praga, e permitindo, se necessário, atuar pontualmente, por forma a controlar possíveis focos de infestação.

AGRADECIMENTOS

Trabalho desenvolvido no âmbito do projeto CSinDouro, financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Rural (FEADER) e pelo Governo Português através da ação nº 1.1 “Grupos Operacionais” integrada na Medida 1” Inovação” do PDR 2020- Programa de Desenvolvimento Rural do Continente (PDR2020-101-031652 e PDR2020-101-031659); os autores pertencentes ao CITAB agradecem à Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) o apoio financeiro atribuído ao CITAB (UIDB/04033/2020). Os autores agradecem à equipa técnica da ADVID e aos técnicos das Quintas o apoio dado na realização dos trabalhos; agradecem ainda à ADVID a disponibilização dos dados climáticos.

CONFLITOS DE INTERESSE: Os autores declaram não existir conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

Aguiar A., Carlos C., Bastos M., Mexia A., 2003. Ataques de traça da uva *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) em diferentes castas das regiões dos Vinhos Verdes e do Douro. Em Actas

- do 6º Encontro Nacional de Proteção Integrada. Castelo Branco, Portugal
- Barzman M., Barberi P., Birch A.N.E., Boonekamp P., Dachbrodt-Saaydeh S., Graf B., Hommel B., Jensen J.E., Kiss J., Kudsk P., Lamichhane J.R., Messéan A., Moonen A.C., Ratnadass A., Ricci P., Sarah J-L., Sattin M., 2015. Eight principles of integrated pest management. *Agron. Sustain. Dev.*, **35**, 1199–1215
- Bernardo S., Luzio A., Machado N., Ferreira H., Vives-Peris V., Malheiro A.C., Correia C., Gómez-Cadenas A., Moutinho-Pereira J., Dinis L-T., 2021. Kaolin Application Modulates Grapevine Photochemistry and Defence Responses in Distinct Mediterranean-Type Climate Vineyards. *Agronomy*, **11**(3), 477.
- Böhm J., 2011. Atlas das castas da Península Ibérica: História, Terroir, Ampleografia. 318 p. Dinalivro.
- Brière J.F., Pracros P., 1998. Comparison of temperature-dependent growth models with the development of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Environ. Entomol.*, **27**, 94–101.
- Caffarra A., Rinaldi M., Eccel E., Rossi V., Pertot I., 2012. Modelling the impact of climate change on the interaction between grapevine and its pests and pathogens: European grapevine moth and powdery mildew. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **148**, 89–101.
- Carlos C., Alves F., Torres L., 2007. Importância dos ataques de traça da uva, *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) na Região Demarcada do Douro. *Vitítecnic*, **4**, 23-24.
- Carlos C., Gonçalves F., Oliveira I., Torres L., 2018. Is a biofix necessary for predicting the flight phenology of *Lobesia botrana* in Douro Demarcated Region vineyards? *Crop Prot.*, **110**, 57-64.
- Carlos C., Gonçalves F., Sousa S., Nóbrega M., Manso J., Salvação J., Costa J., Gaspar C., Domingos J., Silva L., Fernandes D., Val M., Franco J.C., Aranha J., Thistlewood H., Torres L., 2014. Success of mating disruption against the European grapevine moth, *Lobesia botrana* (Den. & Schiff): a whole farm case-study in the Douro Wine Region. *IOBC-WPRS Bull.*, **105**, 93–102.
- Coscollá R., 1980. Incidencia de los factores climatológicos en la evolución de las plagas y enfermedades de las plantas. *Bolet. San. Veg. Plagas*, **6**, 123–139.
- Coscollá R., 1998. Polillas del racimo (*Lobesia botrana* Den. y Schiff.). In: Los parásitos de la vid. 29-42. G. Barrios et al. (eds.), MAPA-Mundi Prensa, Madrid.
- Cozzi G., Haidukowski H., Perrone G., Visconti A., Logrieco A., 2009. Influence of *Lobesia botrana* field control on black aspergilli rot and ochratoxin A contamination in grapes. *J. Food Prot.*, **72**, 894–897.
- Delbac L., Lecharpentier P., Thiery D., 2010. Larval instars determination for the European Grapevine Moth (Lepidoptera: Tortricidae) based on the frequency distribution of head-capsule widths. *Crop Prot.*, **29**, 623-630.
- DGAV, 2018. Flavescência dourada situação atual da doença no território nacional. 9 p.
- Fermaud M., 1998. Cultivar Susceptibility of Grape Berry Clusters to Larvae of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Econ. Entomol.*, **91**, 974–980.
- Fermaud M., Giboulot A., 1992. Influence of *Lobesia botrana* larvae on field severity of *Botrytis* rot on grape berries. *Plant Dis.*, **76**, 404–409
- Gutierrez A. P., Ponti L., Gilioli G., Baumgärtner J., 2018. Climate warming effects on grape and grapevine moth (*Lobesia botrana*) in the Palearctic region. *Agric. For. Entomol.*, **20**(2), 255-271.
- Itlis C., Louâpre P., Pecharová K., Thiéry D., Zito S., Bois B., Moreau J., 2019. Are life-history traits equally affected by global warming? A case study combining a multi-trait approach with fine-grain climate modeling. *J. Insect Physiol.*, **117**, 103916.
- Itlis C., Louâpre P., Vogelweith F., Thiéry D., Moreau J., 2021. How to stand the heat? Post-stress nutrition and developmental stage determine insect response to a heat wave. *J. Insect Physiol.*, **131**, 104214.
- Itlis C., Martel G., Thiéry D., Moreau J., Louâpre P., 2018. When warmer means weaker: high temperatures reduce behavioural and immune defences of the larvae of a major grapevine pest. *J. Pest Sci.*, **91**, 1315-1326.
- Itlis C., Moreau J., Pecharová K., Thiéry D., Louâpre P., 2020. Reproductive performance of the European grapevine moth *Lobesia botrana* (Tortricidae) is adversely affected by warming scenario. *J. Pest Sci.*, **93**(2), 679-689.
- Ioriatti C., Anfora G., Tasin M., De Cristofaro A., Witzgall P., Lucchi A., 2011. Chemical ecology and management of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Econ. Entomol.*, **104**, 1125–1137.
- IVDP, 2021. Área de vinha e sua composição. Disponível em <https://www.ivdp.pt/> (accessed on 03.05.2021).
- Jones G., Alves F., 2012. Impact of climate change on wine production: a global overview and regional assessment in the Douro Valley of Portugal. *Int. J. Glob. Warm.*, **4**, 383-406.
- Maher N., Thiéry D., Stadler E., 2006. Oviposition by *Lobesia botrana* is stimulated by sugars detected by contact chemoreceptors. *Physiol. Entomol.*, **31**, 14–22.
- Markheiser A., Rid M., Biancu S., Gross J., Hoffmann C., 2018. Physical factors influencing the oviposition behaviour of European grapevine moths *Lobesia botrana* and *Eupoecilia ambiguella*. *J. Appl. Entomol.*, **142**, 201–210.
- Markheiser A., Rid M., Biancu S., Gross J., Hoffmann C., 2020. Tracking short-range attraction and oviposition of european grapevine moths affected by volatile organic compounds in a four-chamber olfactometer. *Insects*, **11**, 45.
- Martín-Vertedor D., Ferrero-García J., Torres-Vila L. M., 2010. Global warming affects phenology and voltinism of *Lobesia botrana* in Spain. *Agric. For. Entomol.*, **12**, 169-176.
- Miller J.R., Gut L.J., 2015. Mating disruption for the 21st century: matching technology with mechanism. *Environ. Entomol.*, **44**(3), 427–453.
- Moosavi F., Cargnus E., Pavan. F., Zandigiacomo P., 2017. Mortality of Eggs and Newly Hatched Larvae of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) exposed to high temperatures in the laboratory. *Environ. Entomol.*, **46**, 700-707.
- Moutinho-Pereira J., Dinis L-T., Fraga H., Ferreira H., Gonçalves I., Oliveira A.A., Falco V., Malheiro A.C., Correia C.M., 2015. Potencialidades do caulino como protetor solar das folhas e cachos no período estival na Região Demarcada do Douro. *Agrotec*, dezembro 2015, 50-56.
- Pavan F., Stefanelli G., Villani A., Cargnus, E., 2018. Influence of grapevine cultivar on the second generations of *Lobesia botrana* and *Eupoecilia ambiguella*. *Insects*, **9**, 8.
- Pease C., López-Olguín J., Pérez-Moreno I., Marco-Mancebón V., 2016. Effects of kaolin on *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) and its compatibility with the natural enemy, *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *J. Econ. Entomol.*, **109**, 740–745.

- Reis S., Martins J., Gonçalves F., Carlos C., Santos J.A., 2021. European grapevine moth in the Douro region: voltinism and climatic scenarios. *OENO One*, **2**, 335-351.
- Rid M., Markheiser A., Hoffmann C., Gross J., 2018. Waxy bloom on grape berry surface is one important factor for oviposition of European grapevine moths. *J. Pest Sci.*, **91**, 1225–1239.
- Rid M., Markheiser A., Stein S., Hoffmann C., Gross J., 2019. Volatiles of several grapevine cultivars emitted at different phenological stages linked to discriminatory ability of grapevine moths. *J. Plant Dis. Prot.*, **126**, 115–127.
- Savopoulou-Soultani M., Milonas P.G., Skoulakis G.E., 1996. Development and life fertility tables for *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) at constant temperatures. *Recent Res. Dev. Entomol.*, **1**, 73–81.
- Seixas M., Carlos C., Gonçalves F., Ferreira A., Salvação J., Oliveira J.C., Torres L., Oliveira P.S. 2022. Confusão sexual contra a traça-da-uva, *Lobesia botrana*, na região Demarcada do Douro usando dois modelos de difusores de feromona: ISONET-LTT BIO® E ISONET-LTT®. *Ciência Téc. Vitiv.*, **37** (1), 100-115. Snjezana H., 2004. Susceptibility of some grapevine cultivars in area of vineyards of Podgorica on the attack of European grape berry moth - *Lobesia botrana* Den. Et Schiff. (Lepidoptera, Tortricidae). *Acta Hort.*, **652**, 355–358.
- Tacoli F., Cargnus E., Moosavi F., Zandigiacomo P., Pavan F., 2018. Efficacy and mode of action of kaolin and its interaction with bunch-zone leaf removal against *Lobesia botrana* on grapevines. *J. Pest Sci.*, **92**, 465-475.
- Tasin M., Anfora G., Bäckman A., Ioriatti C., Cristofaro A., Pozzolini E., Leonardelli E., Lucchi A., 2008. Volatiles from grape drive the oviposition of *Lobesia botrana* at short distance. *IOBC/wprs Bull.*, **36**, 351–353.
- Tasin M., Anfora G., Ioriatti C., Carlin S., Cristofaro A., Schmidt, S., Bengtsson M., Versini G., Witzgall, P. 2005. Antennal and Behavioral Responses of Grapevine Moth *Lobesia botrana* Females to Volatiles from Grapevine. *J. Chem. Ecol.*, **31**, 77–87.
- Tasin M., Lucchi A., Ioriatti C., Mraih M., De cristofaro A., Boger Z., Anfora G., 2011. Oviposition response of the moth *Lobesia botrana* to sensory cues from a host plant. *Chem. Senses*, **36**, 633–639.
- Varandas S., Teixeira M., Marques J., Aguiar A., Alves A., Bastos M., 2004. Glucose and fructose levels on grape skin: Interference in *Lobesia botrana* behaviour. *Anal. Chim. Acta*, **513**, 351–355.
- Venios X., Korkas E., Nisiotou A., Banilas G., 2020. Grapevine responses to heat stress and global warming. *Plants*, **9**, 1754.
- Witzgall P., Kirsch P., Cork A., 2010. Sex pheromones and their impact on pest management. *J. Chem. Ecol.*, **36**(1), 80–100.