





O USO DE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO NO CONTROLO DE PRAGAS E DOENÇAS NAS CULTURAS HORTÍCOLAS

A pressão exercida sobre os produtores é agravada pelas restrições impostas pelos governos ao uso dos pesticidas convencionais e às exigências dos consumidores em termos de qualidade e segurança alimentar. É necessário encontrar soluções inovadoras que apoiem a sustentabilidade do sistema produtivo, a qualidade e a segurança dos produtos, designadamente, dos hortofrutícolas.

Paula S. Coelho e Corina Carranca

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



Uso de tecnologias inteligentes para proteção das plantas

Uma gestão fitossanitária eficaz depende da obtenção de dados de monitorização precisos e de modelos dinâmicos das populações de pragas e ciclo das doenças. É possível monitorizar estes parâmetros em interfaces instaladas em aplicações *web* e desenvolver modelos de proteção das culturas, fertilização e rega. Os produtores podem obter também informações sobre os dados climáticos, teores de humidade e temperatura nas folhas e no solo.

A monitorização das pragas pode ser efetuada por observação direta das plantas ou, indiretamente, usando armadilhas sexuais. A previsão do ataque da praga permite definir os períodos de maior risco para as culturas, controlar o ciclo biológico das pragas e usar os pesticidas químicos quando são indispensáveis.

Os *drones* desempenham um papel importante na monitorização das culturas e equipamentos, uma vez que possibilitam estimar a produtividade das culturas e detetar pragas e doenças. A análise das imagens aéreas permite identificar a variabilidade espacial ou temporal da saúde das plantas e ajudar os produtores a realizarem tratamentos com maior precisão.

Em 2020, Steve Hoffman referiu na conferência “O futuro da agricultura: como a tecnologia está a mudar a forma como cultivamos alimentos” que a agricultura de precisão será em breve uma das indústrias mais valiosas do mundo, devendo atingir um valor de mercado de cerca de 215 mil milhões de euros até 2050. As tecnologias inteligentes irão impulsionar uma agricultura mais sustentável, detetar problemas, monitorizar pragas e doenças, e aconselhar os produtores. Os microrrobôs estão também a ser introduzidos na agricultura, designadamente para simularem as abelhas polinizadoras, enquanto outros permitem a observação das raízes para monitorização da sua saúde, prevenindo ataques de pragas e doenças através de um controlo atempado e mais eficaz. É de realçar a importância do papel da tecnologia na necessidade de aumentar a produção de alimentos para nutrir os esperados 9 mil milhões de habitantes no planeta em 2050.

A cultura do tomate

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) é a segunda hortícola com maior importância económica a nível mundial, a seguir à batata. Na Europa, a maior produção de tomate provém dos países do Sul, sendo a Itália o principal produtor, seguido de Espanha e Portugal. O tomate fresco é produzido principalmente em estufa, enquanto o tomate para a indústria é cultivado em condições de campo. Em Portugal, o tomate para consumo em fresco tem

aumentado ao longo dos últimos 20 anos, atingindo em 2021 uma área de cultivo de 1776 ha, com uma produtividade média de 84,5 t por hectare. Nesse ano, as exportações portuguesas de tomate em fresco atingiram as 107,2 mil toneladas, superando a importação em 153%^[1].

A importância da traça-do-tomateiro

A traça-do-tomateiro [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] é uma das pragas invasoras mais importantes a nível mundial. As temperaturas baixas limitam a sua sobrevivência, sendo as zonas mais quentes e de baixa altitude (inferior a 1000 m) especialmente favoráveis ao seu desenvolvimento. A praga é nativa da América do Sul (Peru) e foi introduzida acidentalmente em Espanha, no final de 2006, tendo-se espalhado rapidamente na bacia do Mediterrâneo e no Norte de África. Em Portugal, a traça-do-tomateiro foi reportada pela primeira vez em 2009^[2]. Embora o tomateiro seja o hospedeiro preferencial, a praga ataca também outras solanáceas, nomeadamente a batata, beringela, pimento, tabaco e outras famílias, como as fabáceas (fava e luzerna) e as cucurbitáceas (melancia), e algumas espécies infestantes^[3].

A importância económica dos danos causados nas plantas pela *T. absoluta*, designadamente no tomateiro, deve-se ao ciclo curto da praga, à sua elevada capacidade de adaptação a diversas condições climáticas, considerável número de hospedeiros, facilidade em desenvolver resistência aos inseticidas, e à quase inexistência de variedades resistentes^[4]. Na ausência de medidas de controlo adequadas, a *T. absoluta* pode reduzir a produção de tomate em mais de 90%^[5].

Biologia e epidemiologia da *Tuta absoluta*

Devido aos seus hábitos endófitos, em que as lagartas se desenvolvem protegidas no interior do mesófilo das folhas ou nos frutos, a *Tuta absoluta* é uma praga difícil de controlar. A *T. absoluta* ataca as plantas em todos os seus estados de desenvolvimento, desde o viveiro até à fase adulta. Uma vez introduzida numa região, a *T. absoluta* expande-se

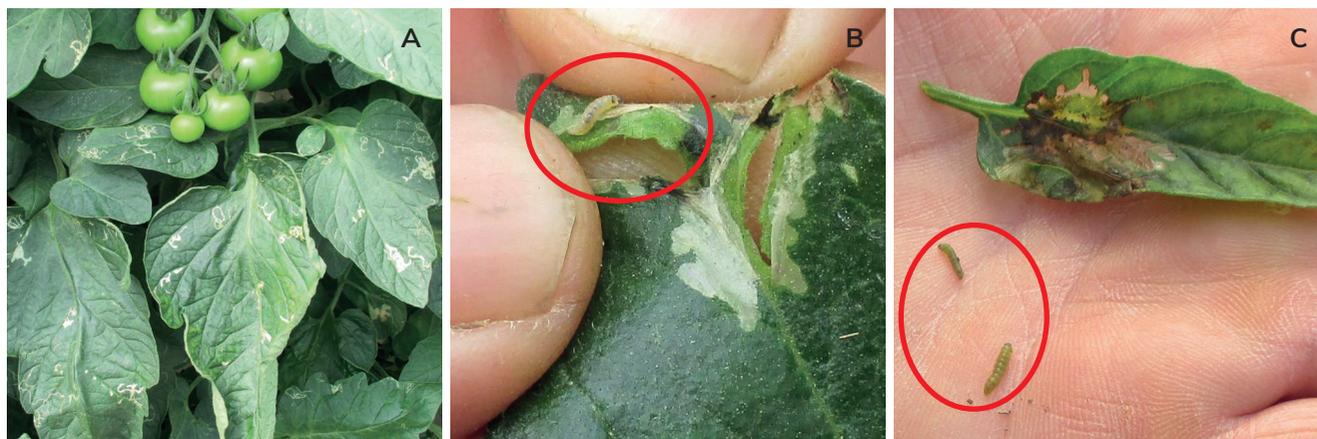


Figura 1 – Folhas de tomateiro atacadas por *Tuta absoluta* (A). As lagartas alimentam-se do mesófilo das folhas, formando áreas translúcidas denominadas “galerias” e mantendo a epiderme intacta (B). Os ataques causam a malformação das folhas e nos ataques mais severos, as folhas apresentam um aspeto queimado, acabando por secar (C).

facilmente através de plântulas provenientes dos viveiros e de plantas, frutos, paletes ou outros recipientes infestados. Alimenta-se no interior dos órgãos aéreos da planta, formando galerias nas folhas (Figura 1), mas também nas flores e frutos, que podem ser totalmente destruídos. As perdas indiretas causadas pela contaminação de agentes patogénicos secundários também são importantes, uma vez que as galerias nas folhas e frutos são vias de entrada para a infeção de diversos agentes patogénicos, especialmente bactérias.

O ciclo de vida da *T. absoluta* inclui quatro fases de desenvolvimento: ovo, lagarta, pupa e adulto (borboleta) que, dependendo das condições ambientais, principalmente a temperatura, fica concluído em 30–35 dias. Os requisitos térmicos variam entre 14 e 35 °C^[6]. As fêmeas adultas acasalam imediatamente após a emergência e depositam 250–300 ovos durante o ciclo de vida, geralmente na página inferior das folhas, nos caules e, menos frequentemente, nos frutos. Os ovos são pequenos, ovado-cilíndricos (0,35 mm de comprimento), inicialmente de cor creme, passando a laranja à medida que se aproximam da eclosão. A fase larvar é o período mais prejudicial com uma duração de 12–15 dias. As lagartas adultas podem causar danos substanciais às plantas, com perda total da colheita (Figura 1). As borboletas adultas são de pequena dimensão (5–7 mm), sendo os machos ligeiramente mais pe-

quenos que as fêmeas. São acastanhadas ou prateadas, com asas estreitas e manchas acastanhadas (Figura 2). As características mais importantes na identificação deste lepidóptero são as antenas filiformes, as escamas cinzento-prateadas e as manchas pretas na asa anterior. Os insetos adultos são geralmente notívagos, permanecendo escondidos durante o dia, com maior atividade ao nascer do sol



Figura 2 – Machos de *T. absoluta* capturados numa placa aderente de uma armadilha. Numa tomada de decisão de controlo de pragas consciente é essencial a sua deteção e identificação precoce e conhecer a sua abundância. O uso de armadilhas com feromonas específicas é muito útil na deteção e monitorização da atividade de voo das pragas durante a época de cultivo.

ou ao anoitecer. As fêmeas podem viver 10–15 dias e os machos 6–7 dias^[4].

Em muitas zonas do mundo, a aplicação de inseticidas químicos convencionais é o método mais adotado pelos produtores para controlar *T. absoluta*^[7]. A sua aplicação aumenta os custos de produção e causa efeitos secundários importantes, nomeadamente, afetando os organismos auxiliares e polinizadores e promovendo o aparecimento de resistência das pragas aos inseticidas, para além da contaminação ambiental. Para uma produção mais sustentável é imprescindível recorrer ao uso racional dos químicos convencionais, utilizando-os como último recurso. Métodos alternativos, ambientalmente seguros, como sejam a utilização de inseticidas microbianos (*Bacillus thuringiensis*) e outros agentes de controlo, são cada vez mais usados para controlar a *T. absoluta*.

Para apoiar uma tomada de decisão consciente sobre as medidas de controlo químico ou biológico a adotar, é essencial a deteção precoce da presença da praga e informação sobre o nível de infestação. No entanto, dependendo do nível de infestação, a monitorização das pragas pode ser muito trabalhosa e dispendiosa. A contagem visual das capturas em armadilhas aderentes pode ser uma tarefa exausti-

va e demorada, exigindo algum conhecimento para identificação do inseto. Na última década, têm sido desenvolvidas tecnologias inteligentes para a monitorização remota das pragas.

Caso de estudo: captura de *Tuta absoluta* em armadilhas tradicional e inteligente

Numa estufa de produção de tomate para consumo em fresco, na região Oeste, concelho de Torres Vedras, foram instaladas, na primavera de 2023, duas armadilhas tipo Delta e uma armadilha inteligente Trapview[®] para comparar o número de capturas de *Tuta absoluta* nos dois modelos de armadilhas. A armadilha inteligente (Trapview WING SC) é produzida pela EFOS d.o.o. e foi integrada nas atividades desenvolvidas no âmbito do projeto H2020 SmartProtect (2020–2023).

Próximo da entrada da estufa, instalou-se uma armadilha Delta (Delta-1) e, distanciada de 100 m, uma armadilha Trapview[®] e outra Delta (Delta-2) separadas de 1 m. Em todas as armadilhas colocou-se uma feromona sexual específica à captura da espécie, posicionada na parte superior da armadilha. A cápsula liberta lentamente e por um período de 5 a 6 semanas a feromona, atraindo os machos



Figura 3 – Armadilha tipo Delta (A) e inteligente Trapview[®] (B) usadas para a captura de *Tuta absoluta*. As placas aderentes das armadilhas Delta foram inspecionadas semanalmente e as traças capturadas foram quantificadas por observação visual. Na armadilha inteligente Trapview[®], as capturas diárias foram registadas automaticamente pelo registo fotográfico da placa aderente. Os dados foram analisados pelo software específico que integra o sistema.

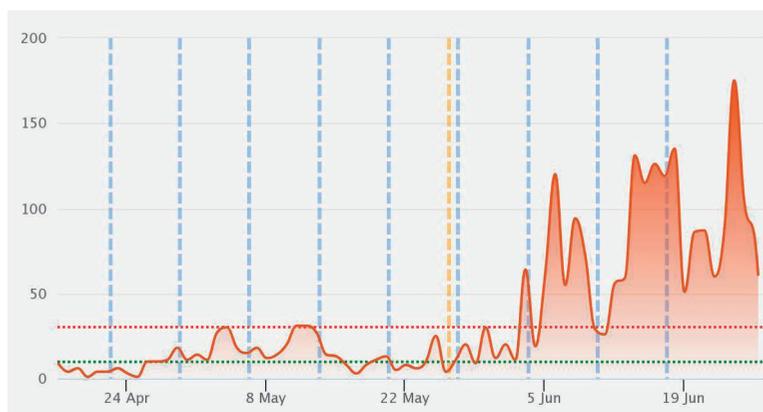


Figura 4 – Registo das capturas diárias de *Tuta absoluta* na armadilha Trapview®, na estufa de produção de tomate. No programa informático da armadilha é possível definir um limite inferior (10 machos) e superior (30 machos) de capturas diárias, representado pelas linhas horizontais pontilhadas verde e vermelha, respetivamente, que estão associados ao envio de alertas ao utilizador.

No período entre 17 de abril e 2 de junho de 2023, as capturas diárias mantiveram-se baixas (menos de 30 machos por dia), com exceção dos dias 11 e 12 de maio onde o limite superior foi ligeiramente ultrapassado, com 31 capturas por dia. A partir do mês de junho, as capturas diárias aumentaram muito, registando-se a 24 de junho um máximo de 175 capturas.

de *T. absoluta* que ficam retidos na placa aderente. O período de monitorização decorreu de 15 de abril de 2023, 100 dias após a plantação do tomateiro (100 DAP), até à fase de colheita dos frutos em 26 de junho (172 DAP). A cultura de tomate foi conduzida em Modo de Produção Biológico, sem aplicação de inseticidas químicos convencionais. As plantas cresceram em sacos com substrato, utilizando um sistema de fertirrega, de acordo com as práticas culturais locais.

As armadilhas Delta têm um formato triangular, com aberturas laterais, e possuem uma placa aderente na base, removível, onde os insetos são capturados (Figura 3). Nas armadilhas Trapview® foi possível acompanhar remotamente a evolução da infestação, com a fita aderente a rodar automaticamente para ser substituída e com um registo diário das capturas da praga. O *software* identificou as capturas de *T. absoluta*, sendo a identificação morfológica dos espécimes confirmada periódica e presencialmente no local. A armadilha inteligente registou, ainda, os dados climáticos na estufa, durante o período de estudo. Os dados recolhidos e o tratamento estatístico dos resultados podem ser consultados na plataforma móvel sempre que necessário.

As capturas diárias da traça-do-tomateiro (*T. absoluta*) na armadilha Trapview® estão representadas na Figura 4.

Os dados climáticos (temperatura e humidade relativa), no período de estudo, registados pela armadilha inteligente Trapview® instalada na estufa, estão apresentados na Figura 5.

As capturas semanais de *T. absoluta* nas três armadilhas (Delta-1, Delta-2 e Trapview), no período entre 21 de abril e 26 de junho de 2023, estão representadas na Figura 6. Ao longo deste período, a armadilha Delta-1 registou um número de capturas mais elevado (3083 traças), seguido das armadilhas Trapview (2686 traças) e Delta-2 (2175 traças). Apesar das diferenças observadas nas capturas semanais nas armadilhas tipo Delta, distanciadas entre si cerca de 100 m, o coeficiente de correlação entre o número de capturas de *T. absoluta* nas duas armadilhas foi significativo ($r=0,760$, $p=0,007$, $n=11$). Também se verificou uma correlação altamente significativa entre as capturas obtidas nas armadilhas Trapview e Delta-2, espaçadas de 1 m ($r=0,918$, $p\leq 0,000$, $n=11$). Pelo contrário, as capturas registadas nas armadilhas Trapview e Delta-1 e distanciadas de 100 m não apresentaram um coeficiente de correlação significativo ($r=0,549$, $p=0,080$, $n=11$).

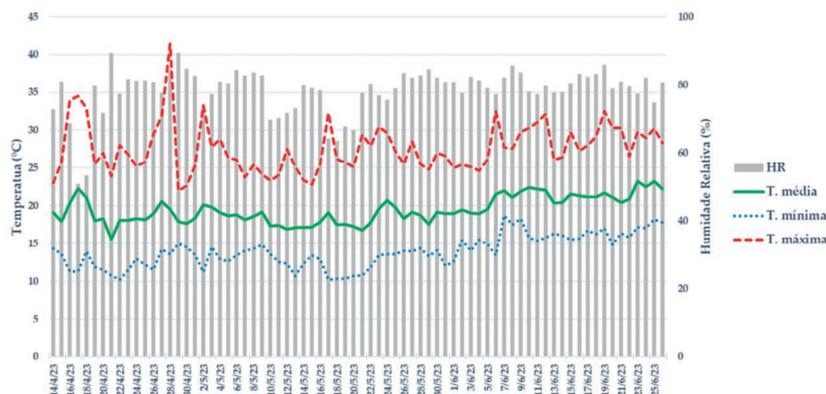


Figura 5 – Evolução diária da temperatura e humidade relativa registada na armadilha inteligente Trapview®, na estufa de produção de tomate. No período entre 14 de abril e 26 de junho de 2023, a temperatura mínima foi superior a 10 °C. No período de 7 a 26 de junho verificou-se um aumento contínuo da temperatura do ar, com valores mínimos, médios e máximos superiores a 15 °C, 20 °C e 25 °C, respetivamente.

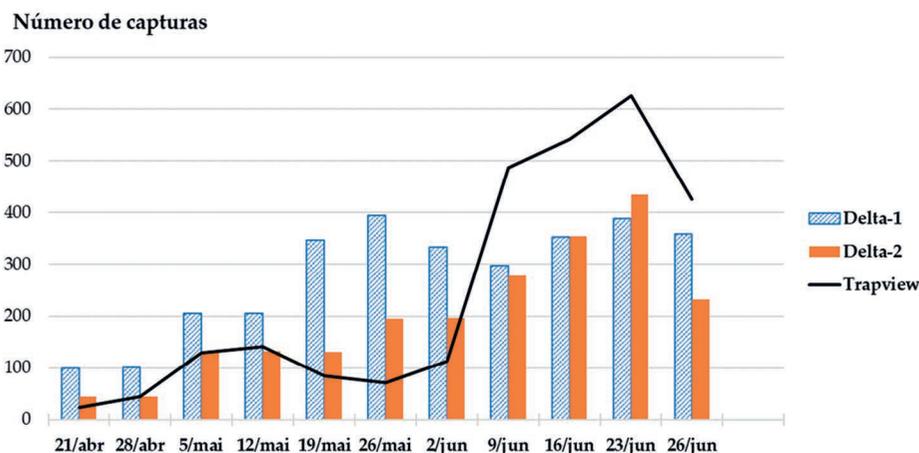


Figura 6 – Capturas semanais de *Tuta absoluta* observadas nas armadilhas Delta-1, Delta-2 e Trapview, no período entre 21 de abril e 26 de junho de 2023, na estufa de produção de tomate. No período inicial de abril a 2 de junho, as capturas observadas na armadilha Delta-1 (localizada próximo da entrada da estufa) registaram valores mais elevados. A partir de 9 de junho, registou-se um aumento de capturas de *T. absoluta* (>200 machos por semana), nas armadilhas Delta-2 e Trapview (espaçadas de 1 m), com valores mais elevados na Trapview. Na última data, com o início da destruição das plantas, o número de capturas nas armadilhas decresceu.

Conclusões

As armadilhas tipo Delta exigem visitas regulares ao campo de cultivo para observação local das capturas, recolha e substituição da placa aderente, o que pode ser dispendioso em termos de tempo e número de deslocações. As armadilhas inteligentes, como a Trapview®, registam automaticamente as capturas diárias/semanais da praga, evitando a deslocação ao local para observação das capturas na armadilha. Este tipo de armadilha tem a grande vantagem de permitir um acesso remoto aos dados em tempo real,

de forma simples e prática, permitindo deste modo a proteção atempada da cultura contra a praga. No estudo apresentado, as diferenças observadas nas capturas nos dois tipos de armadilhas deveram-se, essencialmente, à sua localização na estufa. A armadilha mais próxima da entrada da estufa apresentou um número de capturas mais elevado. Observou-se uma correlação altamente significativa entre o número de capturas registadas automaticamente na armadilha inteligente Trapview® e na armadilha Delta-2, distanciadas de 1 m.

As técnicas de agricultura de precisão são um mercado em ascensão. O uso das novas tecnologias são muito úteis para avaliar atempadamente o risco de infestação das pragas. Novos modelos e algoritmos para a identificação automática das pragas e previsão do desenvolvimento das populações estão em permanente desenvolvimento, facilitando a tomada de decisão dos produtores. 🌱

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pelo projeto “H2020-RUR-12119 SmartProtect” N.º 862563 e pela FCT, através da Unidade “GREEN-IT Bioresources for Sustainability” DOI 10.54499/UIDB/04551/2020 e DOI 10.54499/UIDP/04551/2020 (<https://doi.org/10.54499/UIDB/04551/2020> e <https://doi.org/10.54499/UIDP/04551/2020>).

Bibliografia

- [1] Coelho, P.S.; Naves, P.; Carranca, C. (2024). Use of traps to monitor the tomato leaf miner moth attack in a West Portugal greenhouse. *Agri Res & Tech J*, **28**(4):556420. DOI: 10.19080/ARTOAJ.2024.28.556420.
- [2] European and Mediterranean Plant Protection Organization (2009). First report of *Tuta absoluta* in Portugal. EPPO Reporting Service no. 09-2009, Num. article 171.
- [3] Mohamed, E.S.I.; Mahmoud, M.E.E.; Elhaj, M.A.M.; Mohamed, S.A.; Ekesi, S. (2015). Host plants record for tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) in Sudan. *EPPO Bulletin*, **45**(1):108–111.
- [4] Desneux, N.; Wajnberg, E.; Wyckhuys, K.A.G.; Burgio, G.; Arpaia, S. et al. (2010). Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *J Pest Sci*, **83**:197–215.
- [5] Hogeia, S.S. (2020). *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) – Biology, ecology, prevention and control measures and means in greenhouse tomato crops. A review. *Curr Trend Natural Sci*, **9**(17):222–231.
- [6] Krechmer, F.S.; Foerster, L.A. (2015). *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): Thermal requirements and effect of temperature on development, survival, reproduction and longevity. *Eur J Entomol*, **112**(4):658–663.
- [7] González-Cabrera, J.; Mollá, O.; Montón, H.; Urbaneja, A. (2011). Efficacy of *Bacillus thuringiensis* (Berliner) in controlling the tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *BioControl*, **56**:71–80.



A PLATAFORMA DE COMUNICAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE AGRONEGÓCIOS

ASSINE A VIDA RURAL

Conteúdos exclusivos

Edição impressa e digital

App disponível em IOS ou Android

Leitura online e offline

Acesso a números antigos na App

Acesso a conteúdos premium

Organização de conteúdos por área de interesse

www.vidarural.pt