



QUALITOMATE



Proteção da cultura de tomate para indústria.
Desafios e soluções: contribuição do GO QUALITOMATE





QUALITOMATE

Proteção da cultura de tomate para indústria.

Desafios e soluções: contribuição do GO QUALITOMATE



Ficha Técnica

Proteção da cultura de tomate para indústria. Desafios e soluções: contribuição do GO QUALITOMATE

Autores

Ana Paula Nunes (COTHN-CC), Célia Mateus (INIAV, I.P.), Elisabete Figueiredo (LEAF, ISA/ULisboa), Elsa Valério (IPSantarém-ESA), Fátima Alves (TEF, CRL), João Santos Silva (CCTI), Luís Hilário (Tomataza, S.A.), Maria do Céu Godinho (IPSantarém-ESA), Sofia Stilwell (Grupo HIT)

Propriedade e edição

Centro de Competências para o Tomate Indústria

Coordenação

Ana Paula Nunes

João Santos Silva

Grafismo da capa

Helder Coelho

Impressão

Netcópia, Centro de impressão e fotocópias

Tiragem: 50 exemplares

ISBN: 978-989-33-4907-6

Ano: 2023

Índice

| | |
|------------------------------------------|----|
| Prefácio | 5 |
| 1. Introdução | 9 |
| 2. O setor do tomate em Portugal | 11 |
| 3. Caraterização dos inimigos da cultura | 13 |
| 3.1 Mosca-branca | 13 |
| 3.1.1. Morfologia | 13 |
| 3.1.2. Hospedeiros | 15 |
| 3.1.3 Biologia e ciclo biológico | 16 |
| 3.1.4 Sintomatologia e estragos | 16 |
| 3.2 Traça-do-tomateiro | 17 |
| 3.2.1. Morfologia | 18 |
| 3.2.2 Hospedeiros | 19 |
| 3.2.3 Biologia e ciclo biológico | 19 |
| 3.2.4 Sintomatologia e estragos | 20 |
| 3.3 Ácaro-do-bronzeamento-do-tomateiro | 21 |
| 3.3.1. Morfologia | 21 |
| 3.3.2 Hospedeiros | 22 |
| 3.3.3 Biologia e ciclo biológico | 22 |
| 3.3.4 Sintomatologia e estragos | 23 |
| 3.4 Ácaros tetraniquídeos | 24 |
| 3.4.1. Morfologia | 24 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.2 Hospedeiros | 25 |
| 3.4.3 Biologia e ciclo biológico | 25 |
| 3.4.4 Sintomatologia e estragos | 25 |
| 3.5 Outras pragas | 25 |
| 3.6 Inimigos emergentes | 27 |
| 3.6.1 <i>Thrips parvispinus</i> | 27 |
| 3.6.2 <i>Spodoptera frugiperda</i> | 29 |
| 3.6.3 <i>Phenacoccus solenopsis</i> | 31 |
| 4. Proteção da cultura. Percepções e práticas | 37 |
| 5. Estimativa do risco e tomada de decisão | 45 |
| 5.1 Técnicas de monitorização e métodos de amostragem | 45 |
| 5.2 A estimativa do risco definida no projeto Qualitomate é expedita e aplicável para apoio na tomada de decisão? | 51 |
| 5.3. Outras técnicas para estimativa do risco: armadilhas automáticas | 52 |
| 5.4. Novos meios de proteção | 55 |
| 6. A produção científica de referência para o setor | 57 |
| 7. Bibliografia | 67 |

Prefácio

A cultura de tomate para indústria iniciou-se em Portugal, nos campos do Ribatejo, no final das décadas de trinta e quarenta do século passado, com vista a abastecer o número crescente de unidades industriais de processamento, tendo a SPALIL sido a primeira unidade fabril moderna, instalada no país, na Chamusca, no ano de 1938.

O negócio prosperou, com a criação de mercados europeus e coloniais, e o número de produtores, muitos deles seareiros, expandiu-se ao Alentejo e à região Oeste, chegando a atingir meia dezena de milhares, bem como o número de fábricas, que atingiu mais de três dezenas no início dos anos setenta, dispersas pelos territórios onde a produção crescia.

Desse tempo é a IDAL, em Benavente, que terá iniciado atividade em 1945-46, foi adquirida pela HEINZ em 1965 e depois vendida à SUGAL em 2007, empresa que iniciou a sua laboração na Azambuja em 1957. Hoje, o sector é alimentado por um reduzido número de produtores, comparativamente com o passado, abaixo das quatro centenas, e o processamento é assegurado por oito unidades de transformação, sendo que a SUGAL e a ITALAGRO garantem à volta de dois terços do mesmo.

Mas nunca a produtividade, produção, transformação e exportação de processados de tomate foram tão elevadas, posicionando a indústria portuguesa de tomate de indústria no grupo dos principais “*players*” mundiais e a qualidade do concentrado português no grupo dos melhores do mundo. Nestes oitenta anos de indústria inúmeras mudanças ocorreram que justificam esta evolução.

No início, a produção era baseada em variedades com fraco rendimento industrial, como a coração-de-boi, era mão-de-obra intensiva em todo o seu itinerário técnico, a rega era à rasa, por alagamento, e o transporte do produto para as unidades fabris era feito por tração animal ou por meios mecânicos que serviam em simultâneo vários produtores. Na verdade, tratava-se de circuitos curtos, como hoje se diz, na maioria das vezes dependentes de contratos entre produtores e indústria totalmente dominados pela indústria, que fornecia plântulas, fatores de produção, proporcionava acompanhamento técnico e garantia o escoamento do produto. As produtividades, nesta fase, dificilmente atingiam as 40 t/ha.

A primeira grande mudança prendeu-se com as cultivares. Procuraram-se novas, com maior rendimento industrial, como a "Roma", ainda hoje presente na memória coletiva. Certamente o interesse da HEINZ nesta atividade no país estimulou esta mudança, o que levou a uma melhoria muito significativa. Esse impacto é ainda hoje traduzido pelo facto de mais de 40% das cultivares de tomate para indústria inscritas no Catálogo Nacional de Variedades ter origem nesta empresa. E continua a ser uma área de constante evolução, agora estendida às questões de natureza fitossanitária ligados à resistência aos diversos inimigos que afetam a planta, para além das questões de rendimento, e potenciada pelas novas ferramentas da biotecnologia ligadas ao ácido ribonucleico.

A segunda grande mudança teve a ver com a mecanização da cultura e aqui importa recordar, como marco, o projeto METI (Mecanização do tomate de indústria), liderado pela Universidade de Évora e coordenado pelo Professor Carlos Portas. Este projeto, desenvolvido nos campos da Azaruja, formou também um conjunto de novos quadros técnicos que vieram a ter enorme impacto na indústria. Referem-se, como

exemplo, António Calado e Martin Stilwell, e, claro, mais uma vez foi necessário ajustar as cultivares ao novo itinerário técnico.

A terceira grande mudança foi o sistema de rega e a gestão da água. O estender a “fita de rega” passou a ser crucial no distanciamento dos gotejadores, na dotação de rega, na adoção da fertirrega. Foi o tempo em que as searas se encheram de estações automáticas de recolha de dados meteorológicos, quando afinal, veio a descobrir-se depois, a solução mais ajustada estava na prestação de serviços. Mas surgiu um novo problema para a indústria, que se mantem: os resíduos de plástico. E começou a surgir outro: a sodização dos solos, focado na Lezíria, naquela faixa de terra entre o arroz e o Tejo, onde a indústria, definitivamente, se instalou, partilhando às vezes a terra com o milho. Mas esta foi a mudança que permitiu levar as produtividades para valores em torno das 100 t/ha.

Finalmente, a mudança organizadora da produção: a criação de Organizações de Produtores (OP). Nestas, o apoio técnico comum foi consolidado, criou-se escala de negócio quer para aquisição de fatores de produção quer para volume de fornecimento de produto, mas sobretudo na representatividade do sector na definição de políticas públicas de apoio ao rendimento e na manutenção desses apoios financeiros. Por outro lado, a concentração da indústria, por falências, fusões ou aquisições, agilizou as relações com a produção.

Foi, até, possível criar um Centro de Competências do Tomate de Industria (CCTI), numa interface de investigação aplicada que, em colaboração com Instituições do sistema científico nacional, OP e seus técnicos, e industrias mais representativas, tem desenvolvido projetos aplicados à cultura e região nas preocupações maiores, estruturais (qualidade dos solos e sua sustentabilidade física, química e biológica; disponibilidade e qualidade da água) ou conjunturais (surgimento de *Bemisia*

tabaci e seu impacte na produção; a infestante rabo-de –raposa, duas culturas por ciclo cultural, como exemplos), de que o Projeto QUALITOMATE, no qual se insere a publicação deste Manual, é exemplo.

Certamente a produção e processamento de tomate de ar livre em Portugal continuará a ser confrontada com problemas de natureza económica, ambiental e social, mas só com a sua resolução em todas estas componentes poderá garantir a sua sustentabilidade, e os projetos do CCTI seguramente contribuirão para alcançar esse *desideratum*, que todos ambicionam.

António Mexia

1. Introdução

Ana Paula Nunes

A cultura do tomate para indústria em Portugal, praticada essencialmente na região do vale do Tejo, permite a obtenção de um concentrado de elevada qualidade, mundialmente reconhecida.

A qualidade do processado do tomate, em particular no final da campanha, é afetada pela destruição de área foliar, que se deve à natural senescência das plantas, mas também a estrangimentos técnicos relacionados com múltiplos fatores, entre os quais a dificuldade de combate a pragas com elevada incidência, como mosca-branca, ácaros e traça-do-tomateiro, que contribuem para a desfoliação e redução de área foliar. Associado à incidência das pragas, registam-se aumentos dos encargos dos produtores devido aos tratamentos que se efetuam para combater estas pragas e do impacto destes nos ecossistemas, pela contaminação do solo e água e perda de biodiversidade. Esta problemática levou à constituição do Grupo Operacional Qualitomate (GO Qualitomate), o qual permitiu a constituição de um consórcio que procurou disponibilizar métodos, estratégias de avaliação do risco e ferramentas de decisão expeditas para diminuir os prejuízos causados por pragas-chave na cultura de tomate para indústria.

O GO Qualitomate insere-se no PDR2020, na Área 1. Inovação e Conhecimento, na Medida 1. Inovação e na Ação 1.1 Grupos Operacionais, e integrou empresas (Tomataza, S.A., Fruto Maior, Lda., Soc. Agro-pecuária do Vale da Adega S.A., Soc. Agrícola Ortigão Costa, Lda., Relcampo, Lda. e Italagro, S.A.), associações (FNOP) e entidades com atividade na investigação e desenvolvimento (ISA, IPS-ESA, COTHN-CC e CCTI).

Esta iniciativa permitiu identificar as espécies causadoras de prejuízos, assim como as práticas responsáveis pelo aumento das populações e a sua dinâmica ao longo do ciclo da cultura, com especial destaque para a fase final da campanha. Foram ainda analisados métodos, estratégias de avaliação do risco e ferramentas de decisão expeditas, com o objetivo de diminuir os prejuízos causados por pragas-chave na cultura, garantir a qualidade do produto final em tomate para indústria e manter a credibilidade dos mercados internacionais relativamente ao tomate processado de origem portuguesa.

O presente manual reúne informação acerca dos inimigos-chave, inimigos emergentes, estimativa do risco e tomada de decisão para os inimigos-chave, meios de proteção e I&D em curso associada à temática do projeto Qualitomate.

2. O setor do tomate em Portugal

Sofia Stilwell

A qualidade do tomate português continua a ser reconhecida mundialmente como única. O nosso clima torna possível produzir campos de tomate produtivos com frutos de elevado brix, boa cor e um sabor doce que dificilmente se consegue reproduzir em qualquer outro local do mundo.

As mudanças derivadas da globalização e o aquecimento global têm vindo, no entanto, a colocar a competitividade do nosso sector em risco. A redução da produtividade e/ou diminuição de qualidade numa indústria tão competitiva como a nossa poderia ter um impacto desastroso.

Durante a última década, o setor tem-se deparado com novos desafios, nomeadamente o aparecimento de novos inimigos da cultura tais como traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*, agora *Phthorimaea absoluta*), mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e, mais recentemente, o aparecimento do *Tomato severe rugose virus* (ToSRV). O desaparecimento simultâneo de muitas ferramentas de combate químicas, com alterações climáticas, com o progressivo agravamento do custo dos fatores de produção e com a introdução das novas regras e metas do quadro comunitário, têm sido desafios que à primeira vista parecem difíceis de ultrapassar e que têm limitado a janela de oportunidade para a manutenção da produtividade e qualidade da cultura do tomate em Portugal.

Felizmente, tanto a indústria como a produção têm-se demonstrado à altura das novas metas de sustentabilidade e procura evoluir, utilizando novas tecnologias para se tornarem mais competitivos, reduzindo o uso de pesticidas e indo ao encontro das novas restrições ambientais. O projeto Andante é um exemplo destes mesmos esforços, tal como a utilização de

sistemas de inteligência artificial e *datalearning* para monitorização de pragas, e o projeto MaisSolo com um papel fundamental na recuperação dos solos.

O uso de variedades de tomate resistentes, coordenado com sistemas de monitorização e débitos controlados de rega, adoção de modelos de previsão de pragas, de métodos de estimativa do risco, assim como de níveis económicos de ataque, continuam a ser ferramentas fundamentais, sem as quais não seria possível garantir a sobrevivência do sector.

É um gosto salientar a capacidade, dinamismo e inovação do sector do tomate para se unir e desenvolver novas ferramentas de combate para estes desafios e aqueles que irão emergir.

Olhamos para o futuro com confiança, baseados na capacidade e inteligência dos intervenientes do sector em liderar uma área agrícola portuguesa que é admirada pelos nossos clientes internacionais e invejada pelos países nossos concorrentes.

3. Caracterização dos inimigos da cultura

Ana Paula Nunes, Elsa Valério, Elisabete Figueiredo, Célia Mateus

3.1 Mosca-branca



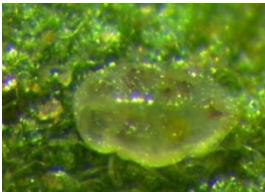

(*Trialeurodes vaporariorum* e *Bemisia tabaci*)

Na cultura do tomateiro podem ser encontradas duas espécies de mosca-branca: *Trialeurodes vaporariorum* (mosca-branca-das-estufas) e *Bemisia tabaci* (mosca-branca-do-tabaco) (Quadro 3.1). Apesar de ambas serem insetos sugadores de seiva das plantas, têm impacto económico diferente na produção. Ambas as espécies pertencem à família Aleyrodidae. Em tomate para indústria, em monitorizações efetuadas nos Pontos de Observação Biológica (POB), afetos ao projeto Qualitomate e de projetos anteriores, apenas se identificou *B. tabaci*.

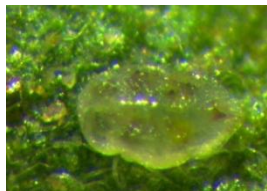
3.1.1. Morfologia

No quadro 3.1, estão reunidos os principais aspetos da morfologia externa visíveis no campo, com lupa de bolso (ampliação de 20x). Recorde-se que neste caso, à fase final do último instar ninfal (4º instar) dá-se o nome de pupa.

Quadro 3.1 – Principais características morfológicas das espécies de mosca-branca, visíveis com lupa de bolso (ampliação 20x).

| Estado | <i>Bemisia tabaci</i> | <i>Trialeurodes vaporariorum</i> |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Adulto |  <p>Mais pequenos (♀ 1,0 mm) do que <i>T. vaporariorum</i> (Tv). Corpo amarelo-alaranjado e asas anteriores com margem anterior reta; asas em repouso mantidas com um ângulo acentuado (em telhado), mais estreitas e mais pontiagudas na extremidade posterior do que em Tv; padrão de voo geralmente a direito.</p> |  <p>Maiores (♀ 1,5 mm), corpo amarelo-pálido e asas anteriores com margem anterior curva; asas em repouso mantidas mais planas, paralelas ao substrato; padrão de voo em geral errático.</p> |
| Ovo | <p>Amarelo-creme após a postura, castanho-pálido posteriormente; após a eclosão, cório ereto que mantém a forma. Padrão de oviposição: ovos geralmente isolados e dispersos ou, raramente, em pequenos grupos, podendo formar semicírculos em folhas lisas.</p>  | <p>Amarelo-esbranquiçado após a postura a cinzento-púrpura 2 dias após; após a eclosão, cório achatado lateralmente; Padrão de oviposição: ovos geralmente colocados em círculos organizados ou semi-círculos em folhas lisas, podendo ser espalhados em folhas muito peludas”.</p>  |

Ninfa



No 1º instar têm patas e antenas e são semelhantes às de *T. vaporariorum*. Ninfa geralmente amarela, podendo ser cremes; quando parasitadas são castanhas; forma oval ou elítica; com extremidade posterior mais pontiaguda, muitas vezes com pequenas manchas na parte posterior; contorno frequentemente distorcido por pelos da planta hospedeira; distribuição dispersa e densidade por folha geralmente baixa, exceto em folhas lisas.



No 1º instar têm patas e antenas e são semelhantes às de *B. tabaci*. Ninfa geralmente verde-pálido, branco-amarelado, mais dourada ou negra quando parasitadas; achatada, forma oval (ou elíptica), arredondada na parte posterior e rebordo regular; contorno não distorcido por pelos da planta hospedeira; distribuição agrupada, e densidade por folha alta.

Pupa
(fase
final do
4º
instar
ninfal
corres-
ponden-
do a
adulto
farate)

Olhos vermelhos visíveis; face dorsal e ventral juntam-se num rebordo lateral (não existe face lateral). Plano, de forma oval irregular, com 0,7 mm de comprimento. Numa folha lisa, não há cerdas dorsais compridas, mas em folha "peluda" há duas a oito e longas.

Cor amarela leitosa; opaca, olhos vermelhos visíveis; forma cilíndrica (tem face lateral). A franja marginal (muitos fios de cera fundidos), muito evidente, 0,7 mm comprimento. Em hospedeiro com folhas sem "pelo", longas cerdas cerosas na superfície dorsal (nem sempre presentes em pupas em folhas glabras).

3.1.2. Hospedeiros

A espécie *B. tabaci* alimenta-se de cerca de 600 espécies de plantas. Desde o início da década de 1980, tem causado problemas crescentes nas culturas agrícolas e ornamentais, tanto de ar livre como protegidas.

A espécie *T. vaporariorum* alimenta-se em mais de 150 espécies botânicas, com destaque para solanáceas e cucurbitáceas.

3.1.3 Biologia e ciclo biológico

Tanto *B. tabaci* (Figura 3.1) como *T. vaporariorum* completam uma geração em 20 a 25 dias, dependendo da temperatura. Para ambas as espécies, a temperatura ótima ronda 25 -30 °C.

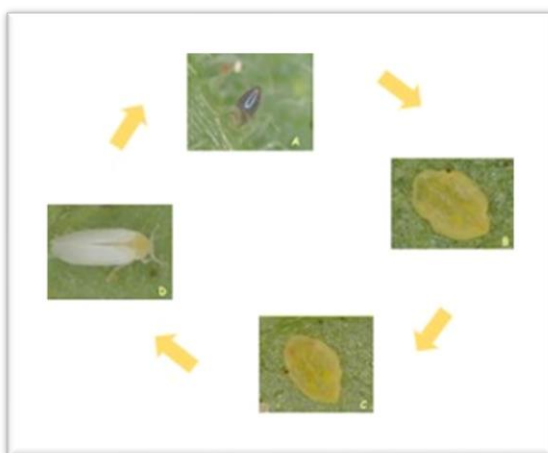


Figura 3.1 - Ciclo de vida da *Bemisia tabaci*: A – ovo; B - ninfa; C - pupa; D – adulto (adaptado de Ramos e Soares, 2015).

3.1.4 Sintomatologia e estragos

A espécie *T. vaporariorum* causa estragos diretos na planta, quer no estado adulto quer no estado de ninfa, devido à sua alimentação. Sugam a seiva das plantas, enfraquecem as plantas e induzem murchidão. Provocam ainda estragos indiretos, pela excreção de melada, onde posteriormente se desenvolve fumagina, que se instala nas folhas e frutos, e reduz a capacidade fotossintética da planta. Por outro lado, atua como vetor de alguns *Crinivirus*, a maioria também transmitidos por

B. tabaci, como *Tomato chlorosis virus* (ToCV), outros exclusivamente transmitidos por *T. vaporariorum*, como *Tomato infectious chlorosis virus* (TICV).

A espécie *B. tabaci* reduz o vigor e o crescimento do hospedeiro, causando clorose e maturação irregular, por induzir distúrbios fisiológicos. As ninfas também produzem melada à qual se associa fumagina, resultando em desfolha e atrofiamento. Esta espécie é também vetora de mais de 100 vírus vegetais dos géneros *Begomovirus* (Geminiviridae), *Crinivirus* (Closteroviridae) e *Carlavirus* ou *Ipomovirus* (Potyviridae), podendo alguns deles causar perdas de rendimento significativas, como os vírus do género *Begomovirus* (*Tomato yellow leaf curl virus* - TYLCV) com perdas de rendimento da cultura entre 20% e 100%.

3.2 Traça-do-tomateiro

(*Phthorimaea absoluta*)

Esta espécie, até há pouco designada por *Tuta absoluta* e vulgarmente conhecida por traça-do-tomateiro, é considerada uma praga-chave desta cultura.

Foi detetada na Europa, pela primeira vez, em Espanha, em 2006 e, em Portugal, foi registada a sua presença, em cultura protegida de tomate, no Algarve, em maio de 2009.

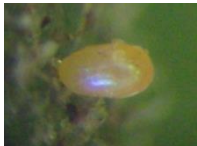



Em tomate para indústria, foi na campanha de 2011 que ocorreram prejuízos pela primeira vez, na região do Ribatejo.

Atualmente, com maior conhecimento da praga e das estratégias de proteção, para os quais contribuíram projetos como o "Protomate", os estragos e prejuízos podem ser minimizados com uma gestão adequada e estratégias eficazes de proteção.

3.2.1. Morfologia

No quadro 3.2 indicam-se os principais aspetos da morfologia externa possíveis de identificar no campo com alguma facilidade.

Quadro 3.2 - Principais características morfológicas da traça-do-tomateiro.

| Estado | Morfologia |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ovo |  <p>Forma elíptica; inicialmente esbranquiçado, depois amarelado, e, no final do desenvolvimento embrionário, castanho ou castanho-avermelhado. Dimensão: 0,4 mm de comprimento; 0,2 mm de largura.</p> |
| Lagarta |  <p>Cabeça negra, corpo amarelado, depois esverdeado; rosada, sobretudo no dorso, na fase final do 4^o instar (pré-pupa); Dimensão: até 7 - 8 mm de comprimento.</p> |
| Pupa |  <p>Cor acastanhada e forma cilíndrica; dentro de casulo rudimentar, branco sedoso, na folha ou no solo. Dimensão: 4 mm de largura, 10 mm de comprimento.</p> |
| Adulto |  <p>Asas anteriores de coloração acinzentada, salpicadas com manchas mais escuras; asas posteriores escuras; antenas compridas dispostas lateralmente ao corpo quando em repouso. Dimensão: até 7 mm de comprimento; 7-9 mm envergadura (largura com asas abertas).</p> |

3.2.2 Hospedeiros

O principal hospedeiro é o tomateiro, podendo também atacar batateira e beringela, assim como solanáceas infestantes, como erva-moira (*Solanum nigrum*) e figueira-do-inferno (*Datura stramonium*).

3.2.3 Biologia e ciclo biológico

Cada geração completa-se em 29 a 38 dias na primavera-verão, dependendo da temperatura; no inverno pode demorar 80 a 90 dias. Tem 9 a 12 gerações anuais (Figura 3.2). As fêmeas podem pôr 180 a 260 ovos, normalmente isolados e junto das nervuras, de preferência na página inferior das folhas.

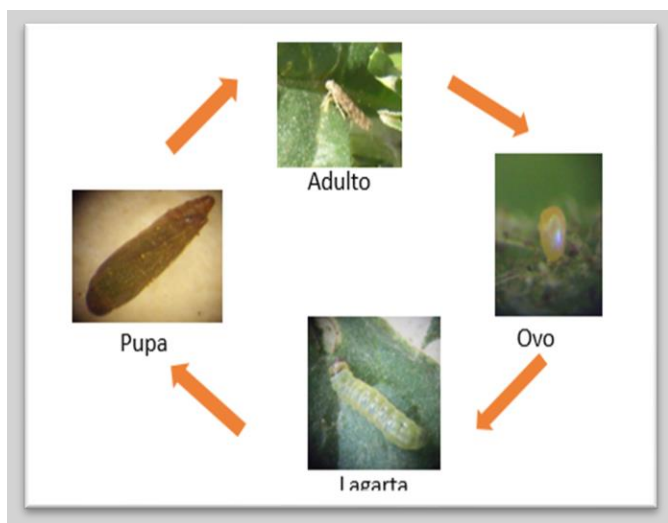


Figura 3.2 - Ciclo de vida de traça-do-tomateiro (Valério et al., 2019).

3.2.4 Sintomatologia e estragos

Os estragos desta praga nas folhas, numa primeira fase de ataque, podem confundir-se com os das larvas-mineiras, *Liriomyza* spp. Contudo, ao contrário do que sucede com as larvas-mineiras, em fase posterior as galerias são maiores, mais largas e os tecidos desidratam e secam (Figura 3.3).



Figura 3.3- Estragos em tomateiro provocados por traça-do-tomateiro.

Nos frutos observam-se, inicialmente, pequenos orifícios de entrada, geralmente junto do pedúnculo (Figura 3.4). Podem confundir-se com orifícios causados por lagartas do 1º ou 2º instar de lagarta-do-tomate (*Helicoverpa armigera*). Contudo, esta última espécie não provoca vários orifícios no mesmo fruto (sobretudo orifícios próximos), pois por ter hábitos de canibalismo, só há, normalmente, uma lagarta por fruto e, por isso, só há dois orifícios (um de entrada e outro de saída da lagarta).



Figura 3.4 - Frutos com pequenos orifícios de entrada junto ao pedúnculo.

3.3 Ácaro-do-bronzeamento-do-tomateiro

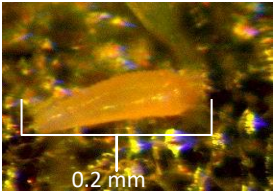
(Aculops lycopersici)

O ácaro-do-bronzeamento-do-tomateiro é um eriofídeo livre associado a solanáceas e considerado como uma praga-chave na cultura do tomate.

3.3.1. Morfologia

Apresentam-se no quadro 3.3 aspetos da morfologia. É de difícil observação no campo devido à sua muito pequena dimensão.

Quadro 3.3 - Principais características morfológicas do ácaro-do-bronzeamento-do-tomateiro.

| Estado | Morfologia |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ovo | Esbranquiçado, 0,05 mm de diâmetro, postura página inferior folhas, pecíolos e caule estrato inferior. |
| Larva e ninfa | Corpo fusiforme, esbranquiçado; apenas dois pares de patas. |
| Adultos  | Corpo fusiforme, creme a amarelo-alaranjado, 0,16-0,18 mm de comprimento (machos ligeiramente mais pequenos); apenas dois pares de patas (e não quatro como os ácaros tetraniquídeos, vulgarmente conhecidos como aranhaços); um par de cerdas prodorsais apontando para trás. |

3.3.2 Hospedeiros

Esta espécie ocorre principalmente em tomateiro, mas pode surgir em diversas solanáceas cultivadas ou infestantes, as quais são hospedeiros secundários e, mesmo, em algumas convolvuláceas (batata-doce e corriola).

3.3.3 Biologia e ciclo biológico

Tem quatro estados de desenvolvimento: ovo, larva (um instar), ninfa (um instar) e adulto. Uma geração completa pode suceder

em apenas 7 dias, em condições ótimas de desenvolvimento (26,5 °C, 30% humidade relativa). São disseminados pelo vento. Surgem na página inferior das folhas.

No período de inverno sobrevivem nos hospedeiros secundários.

3.3.4 Sintomatologia e estragos

Esta espécie e, aliás, os eriofídeos em geral, vivem preferencialmente na página inferior das folhas, onde se alimentam, sugando o conteúdo das células epidérmicas das folhas, inflorescências e frutos jovens de tomateiro, originando o bronzeamento e enrolamento das folhas, queda de flores, carepa de frutos, acabando por levar à morte das plantas.

O ácaro-do-bronzeamento-do-tomateiro constitui uma das pragas-chave do tomateiro, sendo responsável por estragos avultados e perda total da cultura (Figura 3.5).



Figura 3.5 - Bronzeamento na página inferior das folhas pela presença de ácaro-do-bronzeamento-do-tomateiro.

3.4 Ácaros tetraniquídeos

(*Tetranychus urticae*)

A espécie mais comum no tomateiro é *Tetranychus urticae*, conhecido por aranhaço-vermelho.

3.4.1. Morfologia

No quadro 3.4 estão reunidas as principais características morfológicas desta espécie, observáveis com lupa de bolso (ampliação de 20x).

Quadro 3.4 - Principais características morfológicas dos *T. urticae*.

| Estado | Morfologia |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ovo  | Esféricos e translúcidos. |
| Larva (um instar) e ninfas (dois instares) | Larvas arredondadas, possuem três pares de patas e as ninfas com quatro pares de patas. |
| Adulto  | Fêmeas com cerca de 0,6 mm de largura, globosas, amarelas ou esverdeadas (nas formas estivais) ou alaranjadas (nas formas invernantes), com manchas laterais mais escuras. |

3.4.2 Hospedeiros

O aranhaço-vermelho é muito polífago; pode alimentar-se de plantas de famílias diferentes como corriola/verdizela, trevos, roseira, craveiro, violeta, prunóideas, pomóideas, tomateiro, feijoeiro, pepino, entre outras.

3.4.3 Biologia e ciclo biológico

O aranhaço-vermelho forma enormes colónias no interior de densas teias, o que dificulta quer a proteção biológica quer a química. Hiberna em folhas secas no solo ou no ritidoma (inverno). Podem ocorrer cerca de 6 a 12 gerações anuais.

3.4.4 Sintomatologia e estragos

A sintomatologia causada por tetraniquídeos resulta da atividade alimentar das larvas, ninfas e adultos, os quais retiram o conteúdo celular, levando ao aparecimento de pontuações e manchas cloróticas, podendo as folhas ficar amareladas, bronzeadas ou avermelhadas e, em caso de ataques fortes, secar e cair prematuramente.

3.5 Outras pragas

(*Helicoverpa armigera*)

A lagarta-do-tomate, *Helicoverpa armigera* é uma praga que normalmente não causa estragos de elevada importância económica. Mas, quando o “ano é de lagarta”, provoca prejuízos elevados (Figura 3.6). É uma praga migratória, pelo que a população num dado local, no início da primavera, não é dependente da população hibernante. É muito polífaga, pois as

larvas podem alimentar-se de plantas de cerca de 60 famílias botânicas.

A biologia e a morfologia desta espécie estão descritas em Figueiredo et al. (2006).

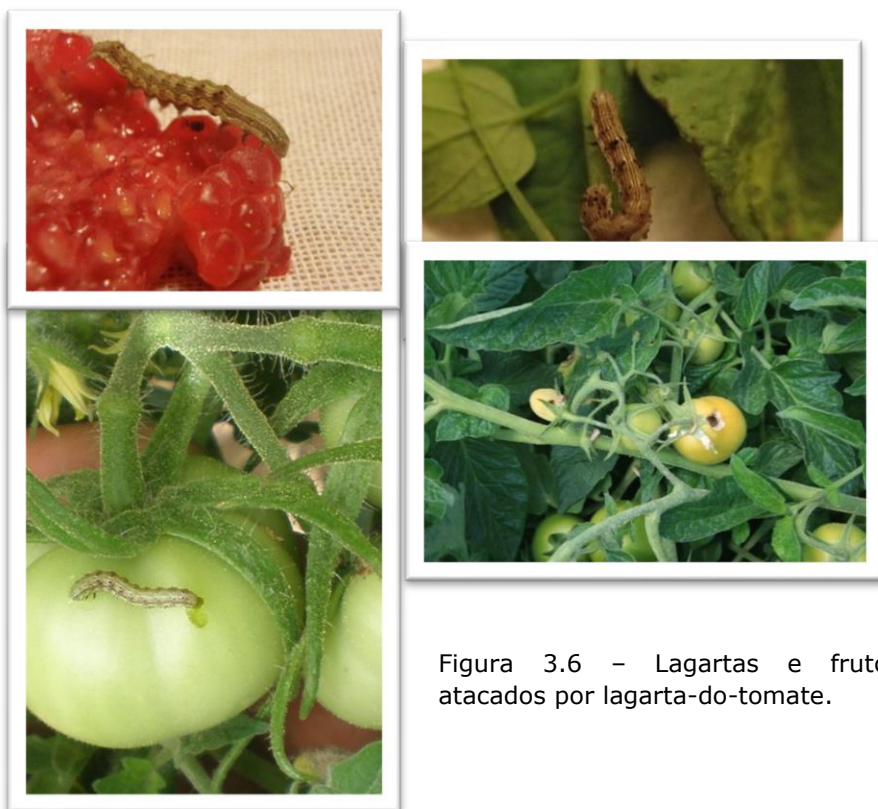


Figura 3.6 - Lagartas e frutos atacados por lagarta-do-tomate.

3.6 Inimigos emergentes

Num mundo global, a chegada de novas espécies que podem constituir praga é um acontecimento frequente. Estas espécies ao serem introduzidas sem as espécies que as controlam nos seus locais de origem e, muitas vezes, já com níveis elevados de resistência a pesticidas causam problemas sérios nos locais que invadem. Neste contexto, faz sentido incluir aqui informação sobre espécies que estão presentes já em Portugal e que poderão atacar o tomate para indústria, ou que estão em países próximos ou em países com os quais Portugal tem intensa circulação de pessoas e bens.

3.6.1 *Thrips parvispinus*

Thrips parvispinus é o nome de uma espécie de tripes conhecida por “tripes de Taiwan” ou por “tripes do sudeste asiático”.

É originária do Sudeste da Ásia, onde é abundante. Nos últimos anos, o comércio internacional de material vegetal e as alterações climáticas levaram-na a instalar-se noutras regiões da Ásia e, ainda, na Austrália, Nova Zelândia, América do Norte, África e Europa.

Foi registada na Grécia em 1998, em Espanha em 2017, em França em 2018, na Holanda em 2019 e na Alemanha em 2021. Ainda não foi detetada em Portugal.

É uma espécie polífaga, com uma vasta gama de plantas hospedeiras, nomeadamente fruteiras, culturas hortícolas e ornamentais e pode ser uma praga relevante em algumas delas, nomeadamente em tomate.

São insetos pequenos (cerca de 1mm). A fêmea não tem cor uniforme, com diferentes tonalidades de castanho (Figura 3.7) e o macho é uniformemente amarelo.

As larvas e os adultos picam e sugam as células dos tecidos vegetais mais tenros: botões florais e foliares, flores, pólen e frutos jovens.



Figura 3.7 – Fêmea de *Thrips parvispinus* (Foto de Blandine Delbourse, <https://gd.eppo.int>).

Os indivíduos dispersam-se naturalmente pelo voo e são arrastados pelo vento.

Tem uma elevada capacidade invasora: substituiu as pragas-chave *Thrips palmi* e *Scirtothrips dorsalis* em hortícolas, em algumas regiões do mundo.

É importante que se detete a infestação precocemente, através da vigilância atenta das culturas. A realização de pancadas nos órgãos mais atrativos das plantas e/ou a colocação de armadilhas adesivas coloridas nas culturas auxiliam nessa tarefa.

3.6.2 *Spodoptera frugiperda*

Spodoptera frugiperda, espécie vulgarmente conhecida como lagarta-do-cartucho, é um lepidóptero noctúideo cujo adulto tem tamanho similar ao da lagarta-do-tomate e está incluída na lista prioritária da União Europeia e na lista A2 de *Quarantine pests* da OEPP.

Esta espécie, de origem americana, invadiu recentemente outros continentes, incluindo África, onde entre 2016 e 2022 se dispersou por todo o território subsaariano. Está presente em todos os países de expressão portuguesa, do Brasil a Timor-Leste. Já foi detetada na bacia Mediterrânica, em Israel e no Egipto e, mais recentemente também, em Chipre, Turquia, e na ilha de Creta, na Grécia. Em 2023, foi detetado um adulto em armadilha de feromona sexual numa parcela de cana-de-açúcar na ilha da Madeira, em Câmara de Lobos.

A larva é muito voraz e muito polífaga, apresentando mais de 350 hospedeiros vegetais de 76 famílias, sobretudo Poaceae (106 hospedeiros), Asteraceae (31 hospedeiros) e Fabaceae (31 hospedeiros), mas também tomate, beringela, batata e outras culturas hortícolas, embora tenha preferência por poáceas (gramíneas), silvestres ou cultivadas, como milho, arroz, sorgo, trigo e cana-de-açúcar.

Os diferentes estados de desenvolvimento podem ser observados na Figura 3.8.



Figura 3.8 – *Spodoptera frugiperda*: ovo (a, d); adulto (b); larvas em milho (c, e, f) e em beringela africana, *Solanum aethiopicum*, do Burkina Faso (g) (fotos de Pamela Larrauri (Perú) (a), Regina Sugayama (Brasil) (b), Blandine Delbourse (França) (c, g), Boni B. Yarou (d, f), B.R. Wiseman (EUA) (e), disponibilizadas pela OEPP em <https://gd.eppo.int/taxon/LAPHFR/photos>

A pupação ocorre, normalmente, no solo. No caso do milho, pode ocorrer, raramente na espiga.

Os estragos consistem em desfoliação, morte de plântulas e plantas jovens, por corte do caule. Os estragos são mais importantes com densidades populacionais elevadas, na ausência de inimigos naturais e em culturas de menor vigor.

Portugal tem um plano de contingência para esta praga que inclui plano de prospeção e medidas a tomar caso se suspeite de ocorrência (ver https://www.dgav.pt/wp-content/uploads/2022/12/DGAV_Plano_Contingencia_SF.pdf).

3.6.3 *Phenacoccus solenopsis*

Em culturas protegidas, no Oeste, é relativamente frequente o aparecimento de cochonilhas-algodão, sobretudo *Pseudococcus viburni* e *Phenacoccus madeirensis* em tomate, pimento, alface e tabaco, como pragas ocasionais. A espécie *P. solenopsis* (Fig. 3.9) foi referida pela primeira vez na Europa, em Chipre, Grécia e Itália. Tal como as outras espécies de cochonilha-algodão mencionadas, é altamente polífaga (mais de 200 espécies de plantas hospedeiras de cerca de 60 famílias botânicas), entre as quais várias solanáceas e culturas herbáceas ornamentais. No Egipto e em Israel é uma praga-chave do tomate, pimento e algumas ornamentais como hibiscos.



Figura 3.9 – Cochonilhas-algodão *Phenacoccus solanopsis*: fêmea adulta (à esq.) mostrando as manchas escuras características no dorso; colônia de fêmeas adultas (manchas escuras escondidas por secreções cerosas (à dir.) (fotos de Chris Malumphy em EFSA PLH Panel (2021)).

Esta cochonilha-algodão resiste bastante tempo sem se alimentar, pelo que sobrevive em materiais não vegetais e pode ser transportada pelos trabalhadores ou por trocas comerciais para novos locais. É capaz de resistir a temperaturas entre 0 e 45 °C. Hiberna sob a forma de fêmeas adultas no ritidoma, caule ou ramos de plantas lenhosas. Prefere o estrato superior das plantas, rebentos jovens ou ramos com pequenos frutos, mas há fortes indícios de que se consegue desenvolver nas raízes de plantas herbáceas e ornamentais do género *Hibiscus*.

Além do enfraquecimento das plantas pela sucção de floema, e da redução da fotossíntese devido ao desenvolvimento de

fumagina, esta praga provoca atrofia das plantas e amarelecimento, deformação e queda prematura das folhas.

Esta espécie não está incluída no Regulamento de Execução 2019/2072 da Comissão. No entanto, pela disponibilidade de hospedeiros e do clima apropriado, a maior parte da União Europeia será adequada para o seu estabelecimento. Associado ao facto de grandes populações causarem a morte das plantas e redução da produção, é considerada pela EFSA uma potencial praga de quarentena.

3.6.4 *Halyomorpha halys*

A espécie *Halyomorpha halys*, conhecida por percevejo-marmoreado-castanho ou sugador-castanho-marmoreado (Fig. 3.10), foi registada recentemente em Portugal. Apesar de avistamentos referenciados, em 2018, em Pombal, apenas em 2020 foi confirmada o seu estabelecimento.

É um percevejo pentatomídeo, originário do leste asiático (e.g., China, Coreia, Japão), que já invadiu mais de 15 países europeus, em alguns deles provocando avultados prejuízos, sobretudo em fruteiras (pomóideas, prunóideas, citrinos, dióspiro e figo), tal como sucedeu anteriormente nos EUA. Contudo, é muito polífago e ataca também espécies florestais, ornamentais, pequenos frutos, uva, soja, milho, feijão verde e tomate.

■ Distinção entre espécies similares

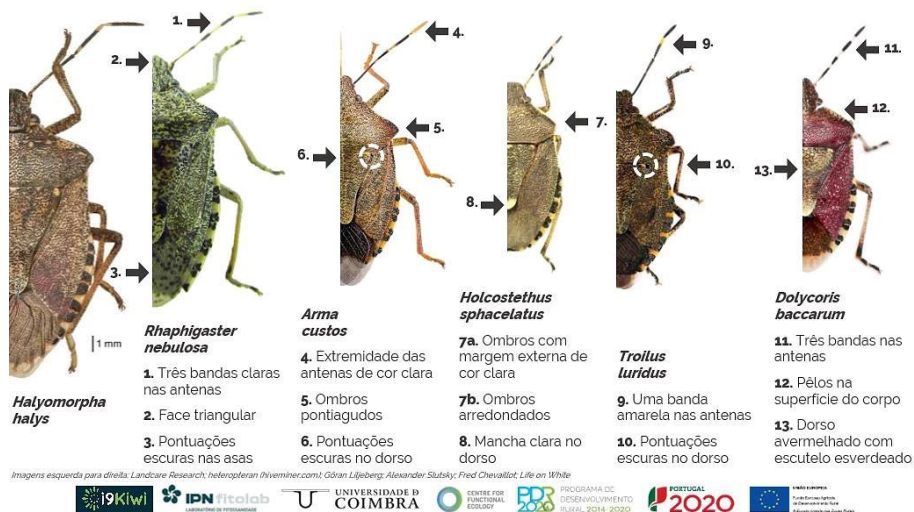


Figura 3.10 – *Halyomorpha halys*: como distinguir de outras espécies de heterópteros morfologicamente semelhantes (a) (Univ. Coimbra); adulto (b) (<https://www.dgav.pt/destaques/noticias/nota-informativa-sobre-o-percevejo-asiatico-halyomorpha-halys>)

A alimentação de *H. halys* pode causar descoloração, necroses, cloroses e/ou deformações. Em tomate, na Califórnia, tem causado estragos importantes, sobretudo quando as populações são elevadas. Os adultos e as ninfas sugam a polpa e as sementes, causando marcas no epicarpo e deformações que

tornam os frutos inviáveis comercialmente. A polpa danificada torna-se dura, encortificada e amarga. Há, também, diminuição nutricional pela diminuição do poder antioxidante do tomate atacado.

Em Portugal, a Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) e as Direções Regionais de Agricultura e Pescas (DRAP) têm vindo a acompanhar a evolução deste problema fitossanitário, estando já em curso um Programa Nacional de Prospeção direcionado.



4. Proteção da cultura. Percepções e práticas

Maria do Céu Godinho

A percepção dos agricultores sobre os inimigos das culturas com importância económica pode variar em função de um conjunto de parâmetros, tais como a região, sistema cultural, objetivos económicos da exploração, cultura agrícola e até a experiência individual do produtor. Esta percepção pode ser uma ferramenta forte para direcionar melhorias a vários níveis. Em primeiro lugar, na proteção da cultura e mitigação do efeito nefasto do inimigo e, paralelamente, na definição de melhores estratégias de abordagem à proteção da cultura no sentido do cumprimento dos princípios da proteção integrada.

No âmbito das linhas de ação do projeto Qualitomate para melhoria da proteção da cultura, com base num plano definido em proteção integrada, importou identificar os inimigos-chave, (pragas), em especial na perspetiva do produtor. Esta perspetiva refere-se à deteção da presença de populações da praga e da conseqüente importância económica, traduzida pelos prejuízos provocados pelas mesmas. Esta dupla perspetiva nem sempre é coincidente, uma vez que os produtores acionam medidas limitativas das populações, muitas vezes, sem a mais adequada justificação. As observações e experiência dos agricultores em proteção das plantas influenciam as decisões de combater as pragas, ou melhor, de proteger as culturas.

Este trabalho realizado e desenvolvido em co-criação entre a investigação e os utilizadores das soluções, com acompanhamento próximo das partes, parece ser o melhor caminho para abordar esses tópicos de forma eficaz.

Entender as perspetivas e os desafios dos agricultores pode ajudar no desenvolvimento de estratégias de gestão da proteção e implementação de soluções que se pretende que sejam cada

vez mais exequíveis e sustentáveis. Um dos principais desafios, na atualidade, é a garantia do rendimento, com redução das práticas agrícolas com impacto nos recursos para equilibrar as necessidades de curto e longo prazo no que respeita à segurança alimentar. Um ponto crucial é o uso de produtos fitofarmacêuticos para evitar ataques de pragas, doenças e infestantes e/ou para limitar as populações e a gestão do risco de ocorrência dos seus efeitos secundários.

De acordo com os princípios da proteção integrada o uso destes fatores de produção está limitado, uma vez que a prioridade é dada à aplicação de medidas indiretas que atribuem resiliência ao sistema. São exemplos disto, a opção por cultivares mais tolerantes, práticas de mobilização do solo com menos impacto nas suas características físicas, químicas e biológicas, fertilização e rega adequadas e equilibradas, uso de outros meios de proteção não químicos como soluções de caráter biológico e biotécnico. Apenas, em último recurso, podem ser utilizados produtos químicos de síntese que, por sua vez, devem ser selecionados, em função do perfil toxicológico.

Foram introduzidas, nos últimos anos, algumas mudanças importantes na legislação europeia, onde se destaca a Diretiva de Uso Sustentável dos Pesticidas, a Lei 26/2013 que a transpõe, e o Plano de Ação Nacional para o Uso Sustentável dos Produtos Fitofarmacêuticos.

À luz destas mudanças de política, parece relevante realizar exercícios de avaliação da perceção e interesse dos agricultores e identificar em que medida a sua prática se aproxima dos princípios definidos na Lei e perspetivar como poderá evoluir a proteção das plantas num processo desejável de transição para sistemas de cariz agroecológico.

Faz-se, neste capítulo, um exercício de análise simples com base na informação correspondente a 114 parcelas num total de, aproximadamente, 2000 ha. Destas 114 parcelas, 67 correspondem a parcelas de tomate para processamento industrial, correspondendo a cerca de 75% do total do universo inquirido.

Cerca de 46% dos produtores têm ensino secundário, 4% em relação ao total têm formação superior e 21% está abaixo dos 40 anos. Cerca de 30% das parcelas estão inseridas em explorações com área superior a 100 ha e apenas 20% da terra é propriedade própria, pelo que domina, neste universo, a situação de terra arrendada. Mais de 90% dos inquiridos realizaram formação profissional nos últimos 5 anos, sendo que em 80% dos casos está incluída formação relacionada com a proteção das culturas. Como primeira nota a reter refere-se este aspeto, como uma força, já que nesta muito breve caracterização fica a imagem de um nível de capacitação dos operadores que sugere alguma facilidade no processo de transição agrogeológico referido anteriormente.

Em cerca de 70% dos casos estudados e, na perceção dos agricultores, estes referem como pragas principais espécies que atacam a cultura do tomate: mosca-branca (19%), traça-do-tomateiro (10%), ácaros (18%) e lagarta-do-tomate (20%). O míldio e a alternaria são referidos em 70% das respostas como as doenças principais. Acresce, ainda, que as doenças do solo são referidas como um dos três problemas mais relevantes, mas apenas em 10% das parcelas estudadas. Apesar do valor aparentemente baixo de 10%, estas doenças são referidas como as mais importantes em termos económicos e relacionam-se, também, com a cultura de tomate (Figura 4.1). Em relação às pragas, são apenas referidas seis espécies das 16 colocadas na escolha possível e verifica-se, à semelhança das doenças, uma

resposta clara da diferença entre a percepção da sua presença e do significado económico provocado na cultura (Figura 4.2). Podemos reter, como segunda nota, que este aspeto se apresenta também como uma força para o processo de transição.

Numa segunda parte da análise e seguindo uma abordagem metodológica de acordo com os oito princípios da proteção integrada, suportados na informação recolhida com a realização do inquérito anteriormente mencionado, foi selecionado um conjunto de respostas a questões que nos parece poder espelhar o estado da transição de esquemas clássicos de proteção para uma abordagem mais integrada.

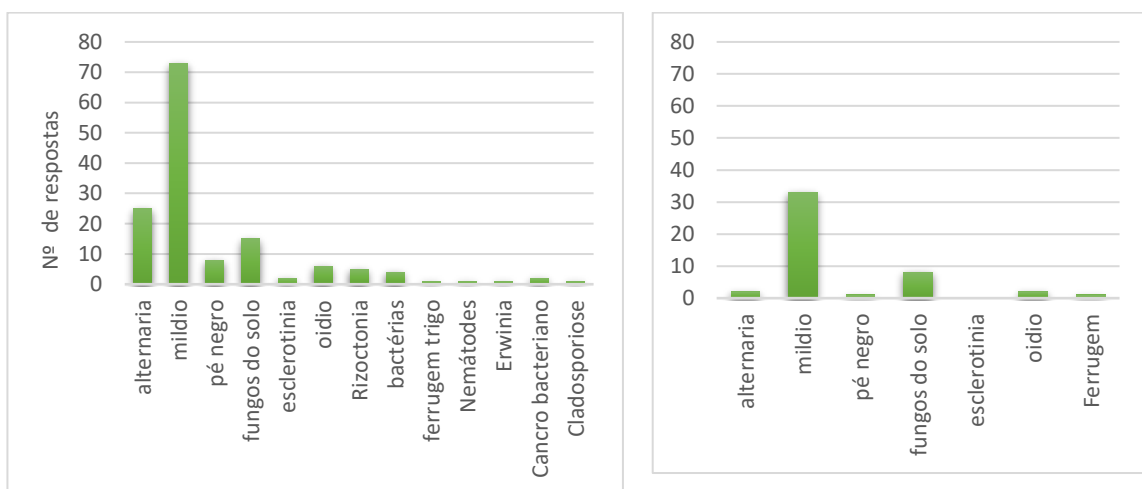


Figura 4.1 - Referência às três principais doenças nas culturas e à doença que causa prejuízos.

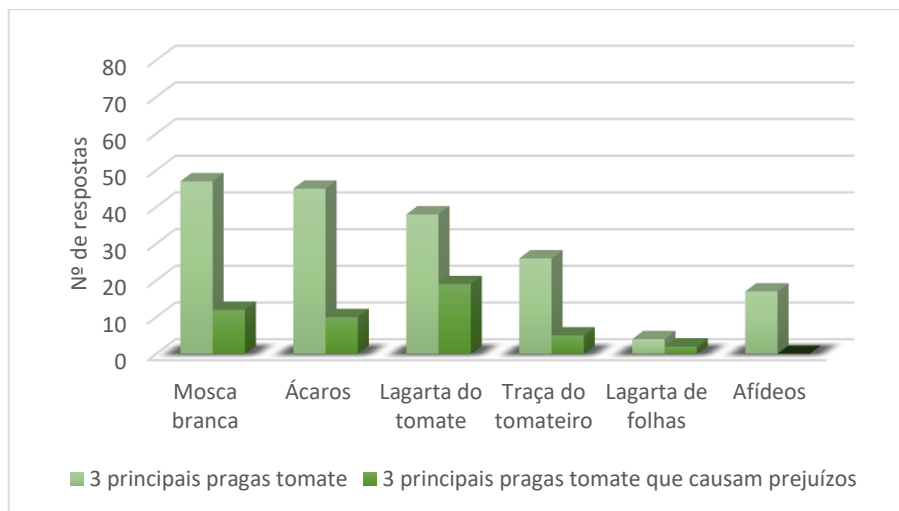


Figura 4.2 - Referência às três principais pragas às que causam prejuízos.

Assim, em primeiro lugar, na situação de partida, refere-se que menos de 2% dos produtores assumem estar num modelo de proteção integrada e referem que as práticas são enquadradas em modelos convencionais. Nota a reter como uma fragilidade já que é assumido por parte do produtor que não realizou mudança relevante nas suas práticas.

Os números relacionados com a gestão do solo e de outros aspetos do ecossistema através do indicador "rotação cultural" são, infelizmente, bem esclarecedores: quase 71% das parcelas estão em monocultura de tomate (Figura 4.3).

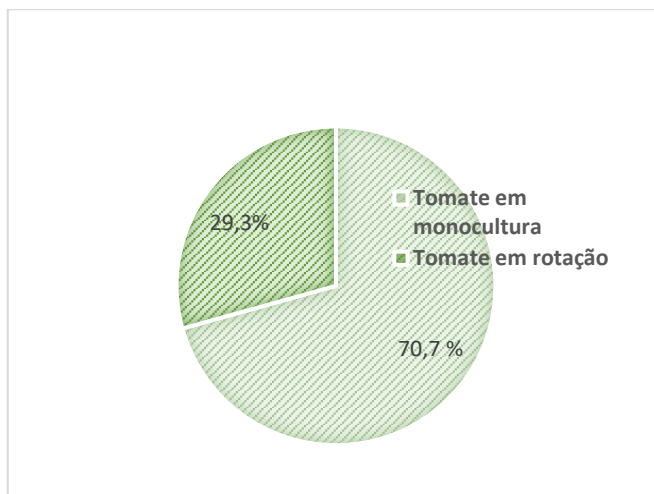


Figura 4.3 – Distribuição relativa das parcelas com cultura principal de tomate em rotação ou em monocultura.

Ainda com relação às práticas de mobilização do solo, fertilização e rega, a nota é de grande fragilidade no processo (Figura 4.4). Destaca-se uso de um número excessivo de maquinaria pesada (cerca de 65% realiza um número superior a seis passagens com máquinas no processo de preparação do solo) e dificuldade em encontrar processos inovadores de preparação do solo. No que se refere à fertilização, apesar de todos os inquiridos referirem realização de análises ao solo para tomada de decisão, apenas cerca de 30% recorre a fertilização orgânica. Quando são questionados sobre as necessidades da cultura em nutrientes e em água, cerca de, respetivamente, 69% e 61% dos inquiridos refere preocupação com práticas equilibradas na quantidade e cadência nas doses de unidades fertilizante e dotações de rega e optam por realizar fertirrega. Em relação a este aspeto a nota a registar é de uma força que deverá ainda ser melhor consolidada.

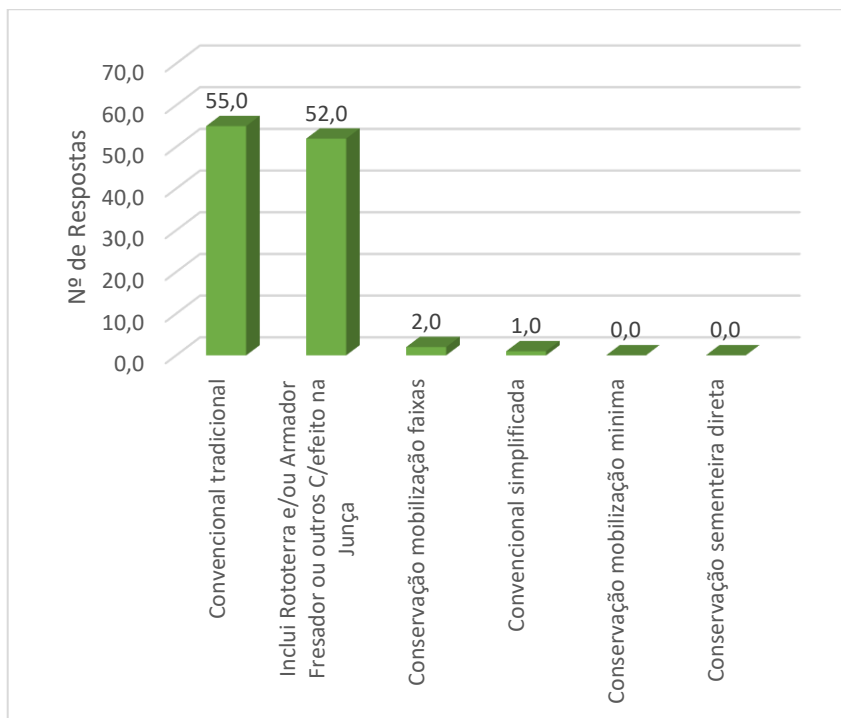


Figura 4.4 – Classificação do tipo de preparação do solo realizada pelos produtores.

Ainda em relação a medidas indiretas, podemos salientar a não realização de falsa sementeira. Nenhum dos inquiridos opta por esta prática e a opção pelo uso de herbicidas de pré-sementeira é feita por 10% dos inquiridos. Nota a destacar é a grande fragilidade que se verifica nos aspetos de conservação do solo e, conseqüentemente, no que se espera sobre todos os serviços prestados por esse recurso numa perspetiva de sustentabilidade.

Relativamente ao processo prévio à tomada de decisão, a monitorização e estimativa do risco apresentam fragilidades. Apenas quatro inquiridos referem realizar observações rotineiras

ao estado fitossanitário das culturas, embora cerca de 53 refira realizar observações com apoio dos técnicos que acompanham as culturas. Todos referem realizar estas observações sem protocolo. Para apoio na deteção das pragas é referido o uso de armadilhas tipo delta e tipo funil por 48 e 16 agricultores, respetivamente, e apenas oito agricultores referem não usar qualquer tipo de armadilha.

A opção pelas soluções de caráter curativo são expressivas: todos os agricultores referem uso de produtos fitofarmacêuticos de origem química de síntese, 47% refere soluções físicas ou mecânicas, 35% utiliza também soluções biotécnicas e apenas 10% afirma também optar por produtos de origem biológica (Figura 4.5). Em relação a este aspeto a nota é de expressa fragilidade para a transição que se quer em culturas, como o tomate, que requerem forte investimento e onde as soluções de base natural podem e devem ser consideradas para suporte e equilíbrio das componentes do ecossistema.

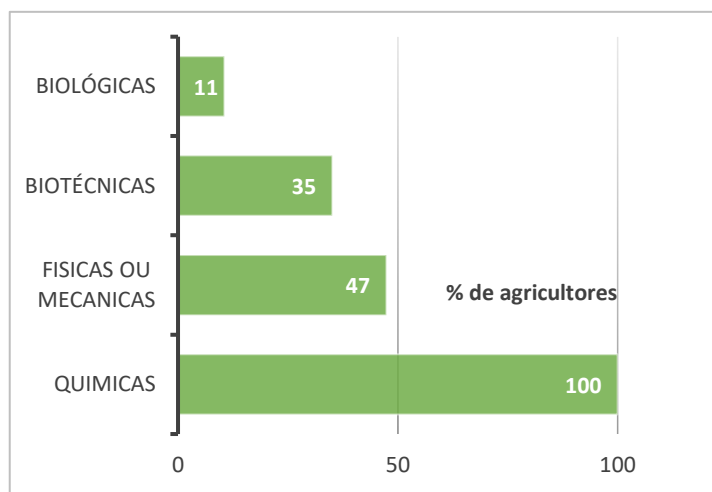


Figura 4.5 – Frequências de respostas de agricultores em relação à natureza das soluções utilizadas como meios diretos de proteção.

5. Estimativa do risco e tomada de decisão

Elsa Valério, Ana Paula Nunes, Luís Hilário, Fátima Alves, Elisabete Figueiredo

5.1 Técnicas de monitorização e métodos de amostragem

Os métodos de amostragem devem ser de fácil execução, rápidos e rigorosos. Se este rigor é necessário para as pragas em geral, ele assume especial importância quando se refere a pragas-chave por causarem elevados prejuízos, quer pela sua nocividade quer por atacarem culturas de elevado valor económico.

Relativamente às pragas, os métodos de monitorização diretos, recorrendo à observação visual, aplicam-se por observação de um número definido de unidades amostrais (plantas, folhas ou frutos, em localizações específicas na planta ou não), considerado como a dimensão mínima da amostra. Os métodos indiretos baseiam-se na utilização de dispositivos de captura para posterior quantificação, como é o caso dos diferentes tipos de armadilhas.

O protocolo para estimativa do risco das pragas-chave da cultura de tomate para indústria do projeto Qualitomate foi sendo adaptado e melhorado até se encontrar definido e pronto para ser posto em prática por produtores e técnicos, os principais decisores das intervenções fitossanitárias.

A estimativa do risco efetua-se através de métodos indiretos pela quantificação de adultos de mosca-branca e traça-do-tomateiro, respetivamente, em armadilhas adesivas amarelas (Figura 5.1a) e armadilhas tipo delta iscada com feromona sexual (Figura 5.1b). Na estimativa do risco da lagarta-do-tomate recorre-se a armadilhas de funil (Figura 5.1c), de preferência totalmente verdes (as que são total ou parcialmente

amarelas capturam muitos polinizadores), iscadas com feromona sexual e à observação de plantas (Figura 5.2).

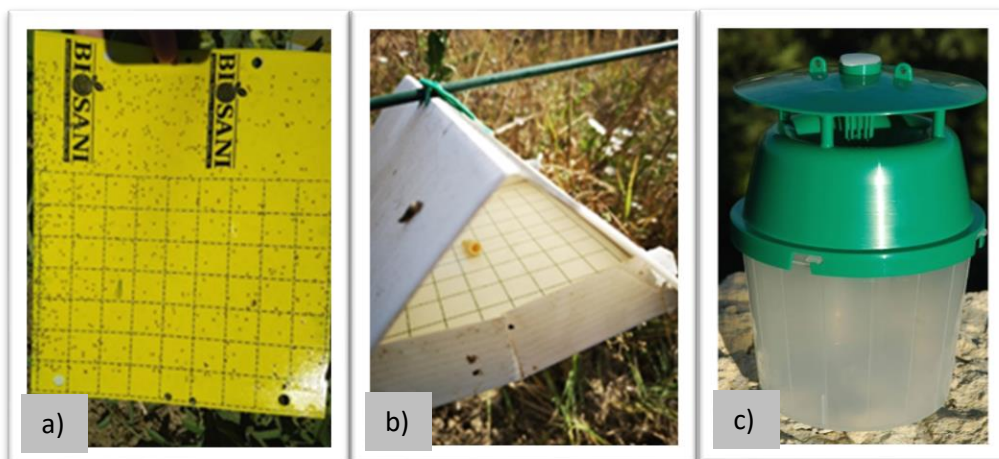


Figura 5.1 – Armadilhas utilizadas na estimativa do risco: a) armadilha adesiva amarela; b) armadilha delta; c) armadilha de funil.

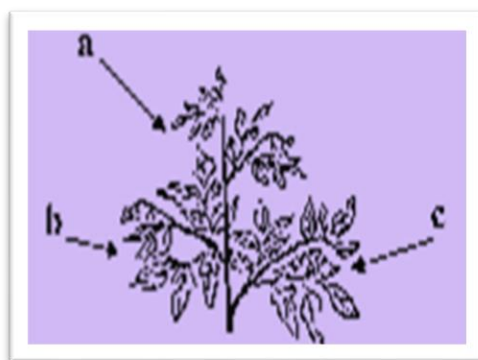


Figura 5.2 - Posicionamento das observações visuais a efetuar (folhas imediatamente abaixo de cachos florais abertos cimeiros na planta (a), lateral cimeiro (b) e lateral (c)).

A observação visual deve ser semanal, tendo-se em consideração o plano de monitorização (Figuras 5.3 e 5.4) definido para cada uma das pragas a monitorizar. Alerta-se para o detalhe sobre a monitorização da lagarta do tomate que está suportada em resultados de investigação com uma amostra de 60 plantas.

A robustez da estimativa do risco depende do conhecimento do ciclo da cultura, das práticas fitotécnicas e fitossanitárias realizadas durante a cultura e do conhecimento das parcelas vizinhas, especialmente pelo risco associado à migração entre parcelas de adultos das espécies praga (Figura 5.5).

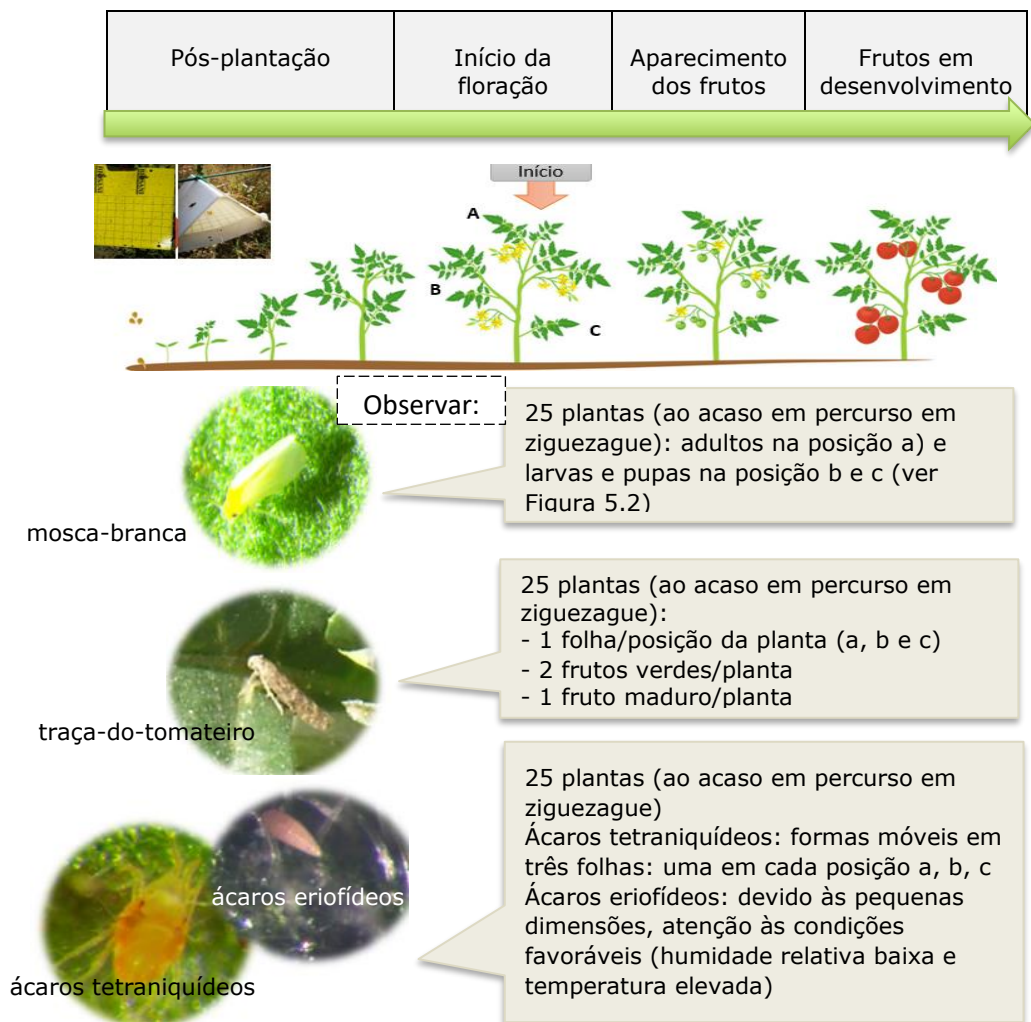
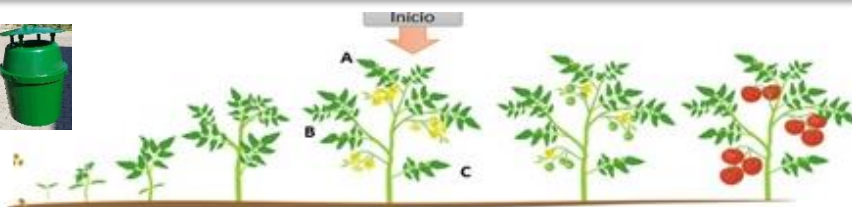
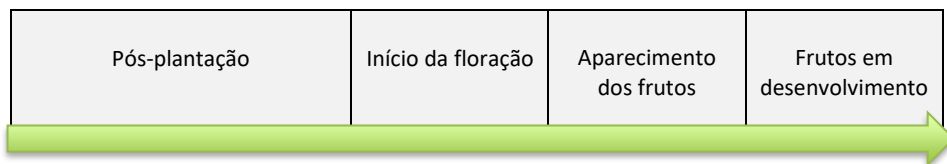


Figura 5.3 – Plano de monitorização para pragas-chave da cultura de tomate para indústria definido no projeto Qualitomate.



Observar:



lagarta-do-tomate

60 plantas (ao acaso em percurso em ziguezague) na parcela ou num esquema de amostragem sequencial (abaixo): 2 folhas imediatamente abaixo de cachos florais com flores abertas, um cimeiro e um lateral-cimeiro (cacho a e b).

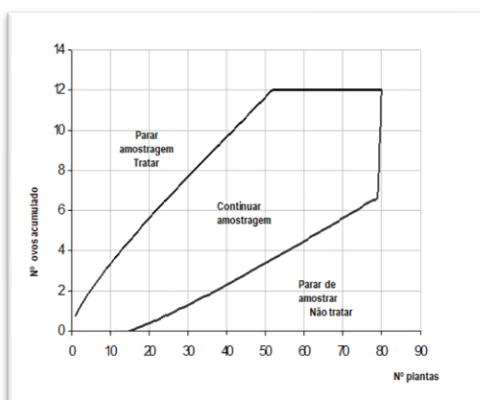


Figura 5.4 - Plano de monitorização e amostragem sequencial para lagarta-do-tomate (Figueiredo et al., 2006, 2021).

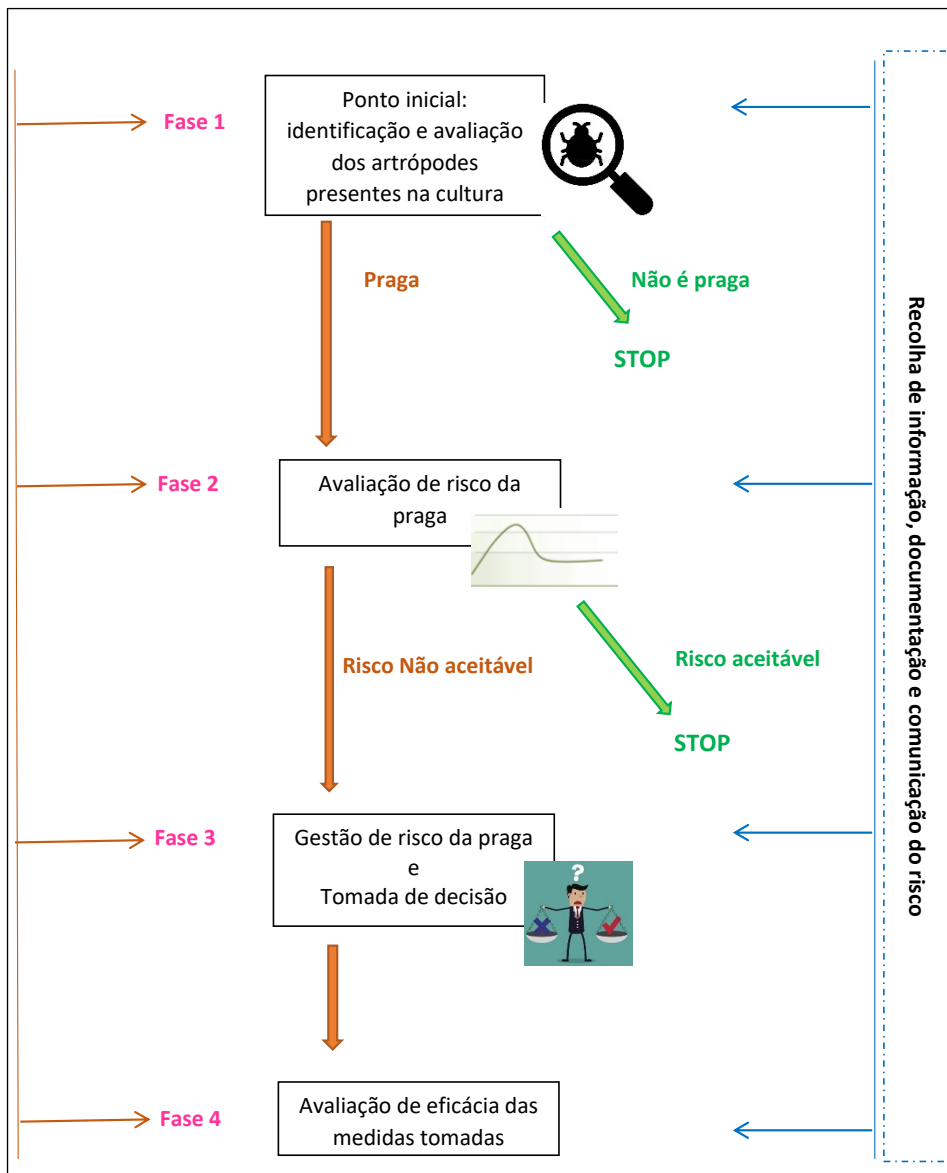


Figura 5.5 - Fluxograma de análise de risco de pragas.

5.2 A estimativa do risco definida no projeto Qualitomate é expedita e aplicável para apoio na tomada de decisão?

Relativamente à aplicabilidade dos métodos de estimativa do risco definidas no projeto (Figura 5.3), Luís Hilário, técnico da organização de produtores Tomataza - Organização de Produtores de Hortofrutícolas S.A. refere que: “As estratégias para a estimativa do risco definidas no projeto parecem adequadas, no entanto, na prática o protocolo desenvolvido não está a ser rigorosamente implementado, principalmente no que diz respeito às observações por ponto/parcela/local. Estas estão a ser efetuadas em menor número. Quando se efetua a estimativa do risco observam-se várias parcelas e, se por um lado, se observam menos plantas por ponto, por outro observam-se mais pontos/parcelas, o que permite monitorizar uma área maior em menos tempo, e torna a amostra mais representativa. Idealmente deveriam fazer-se observações regulares, sempre que possível duas vezes por semana. Na era das tecnologias das comunicações, seria ótimo a possibilidade de usar equipamentos, como armadilhas automáticas, que permitam observações em tempo real, para reforçar as observações presenciais.”

Por outro lado, Fátima Alves, técnica da TEF- Organização de Produtores, CRL refere: “Numa fase inicial do projeto, na falta de conhecimento adequado relativamente à biologia de algumas pragas como a mosca-branca *Bemisia tabaci*, elaborou-se um protocolo que exigiu mais amostragens e um registo de dados mais aprofundado, o que é normal acontecer quando estamos perante uma praga emergente. Com mais conhecimento acumulado e uma análise prévia das condições meteorológicas das semanas ou meses anteriores, complementando com a observação visual das plantas e, caso existam, das armadilhas, podemos ter indicações muito aproximadas do cenário

fitossanitário que poderá ocorrer. Essa avaliação meteorológica, juntamente com o conhecimento do histórico fitossanitário da parcela, deverá permitir a redução do número de plantas que se observam em campo, tornando mais expedita a estimativa de risco.”

Os resultados da monitorização efetuada durante o projeto Qualitomate nos Postos de Observação Biológica, em conjunto com as características das parcelas e com o perfil de produção, permitem concluir que há tratamentos fitossanitários desnecessários e/ou mal posicionados no tempo.

Adicionalmente, analisando os perfis de tratamentos efetuados contra os inimigos das culturas, verifica-se de forma consistente o uso pouco apropriado de algumas substâncias ativas que embora homologadas para as finalidades a que se destinam, constituem um fator de desequilíbrio com impacto nos serviços de ecossistema, que embora difícil de quantificar é real.

Sublinha-se que a seleção dos meios de proteção deve ser criteriosa, promovendo sempre substâncias ativas com menos efeitos secundários para os inimigos naturais das pragas.

O número de tratamentos deve ser limitado ao mínimo possível e, sobretudo, ajustado ao momento oportuno respeitando sempre a missiva “Menos é Melhor”.

5.3. Outras técnicas para estimativa do risco: armadilhas automáticas

Apesar de o número de adultos capturados em armadilha de feromona sexual não ser, só por si, suficiente para a tomada de decisão, a possibilidade de usar armadilhas que nos dão a contagem de capturas, remotamente, diretamente no

computador é uma mais-valia. Estas armadilhas usam análise de imagem, redes neuronais, algoritmos de *machine learning*, filtros de textura gabor, histogramas de curvatura multi-escala (HoMSC) e matriz de coocorrência de nível de cinzento de blocos de imagem (GLCMoIB), entre outros. Armadilhas automáticas de tipo funil para lagarta-do-tomate, *H. armigera*, e de tipo delta para traça-do-tomateiro, *P. absoluta*, foram desenvolvidas, por exemplo, pela EFOS Ltd. (Hruševje, Eslovénia) com o nome comercial TrapView® (Figura 5.6), usando análise de imagem. As câmaras fotográficas são alimentadas por energia solar e as armadilhas têm um mecanismo de limpeza automática pelo que não é necessária deslocação periódica para remoção dos insetos capturados. Estas armadilhas estão já disponíveis no mercado ibérico. Também a austríaca PessL instruments (Metos) disponibiliza armadilhas automáticas iScout para lagarta-do-tomate e traça-do-tomateiro (<https://metos.at/en/iscout/>).

Apesar de ser mais difícil conseguir identificação e contagem de insetos muito pequenos em armadilhas de tipo placa adesiva, amarela ou azul, já há resultados promissores. Por exemplo, a Biobest comercializa um sistema automatizado que identifica e conta indivíduos adultos de mosca-branca, larva-mineira, tripes, traça-do-tomateiro e mirídeos das espécies *Macrolophus pygmaeus* e *Nesidiocoris tenuis* capturados numa mesma armadilha adesiva amarela desenvolvida para o efeito (Figura 5.7).



Figura 5.6 - Armadilhas automáticas Trapview a) de tipo funil com sensor TRH; b) de tipo delta com sensor TRH (<https://trapview.com/project/perfected-tomato>).



Figura 5.7 - Armadilha Trap-Eye® desenvolvida pela Biobest (<https://trap-eye.com/>).

5.4. Novos meios de proteção

O vírus da granulose de *Phthorimaea operculella* (PhopGV) ataca a traça-da-batateira, *P. operculella*, mas também *P. absoluta* (anteriormente, *Tuta absoluta*). A estirpe ABC-V65 deste vírus está em processo de homologação na União Europeia desde novembro de 2018, solicitada pela empresa suíça Andermatt. A primeira autorização de emergência para uso na gestão das populações de traça-do-tomateiro foi obtida na Alemanha em 2019. Tem autorização de emergência na Grécia e em Chipre desde 2020 e no Reino Unido até fins de setembro de 2023.

A estirpe de PhopGV comercializada com o nome comercial de Tutavir deve ser aplicado numa dose de 50-200 ml/ha semanalmente e durante cinco semanas. Ao contrário do vírus da granulose do bichado-da-macieira que é um granulovírus de ação rápida e que, por isso, mata as larvas alvo em cerca de 5 dias, mais raramente 10 dias, este vírus tem ação mais lenta. Retarda o desenvolvimento larvar e acaba por matar a larva apenas no seu último instar, embora produzindo maior número de partículas virais parasitando as células do intestino médio, do corpo adiposo e da hipoderme. Contudo, tem muito maior capacidade de transmissão horizontal, isto é, entre larvas de traça-do-tomateiro da mesma geração, pelo que persiste na população. Assim, a aplicação deste vírus tem um carácter inoculativo. Daí a necessidade de um maior número de aplicações para conseguir ter uma diminuição mais rápida da população. Por outro lado, irá persistir na população até porque é normal ter larvas de diferentes instares nas searas de tomate.



6. A produção científica de referência para o setor

João Santos Silva

A realização do Qualitomate não pode ser dissociada do contexto e tendências dos projetos em curso na mesma época. Neste ponto não se pretendeu fazer um levantamento exaustivo de todos os progressos científicos com relevância para o setor, mas sim, dar uma perspetiva dos temas alvo e das estratégias de I&D eleitas para financiamento público.

1. QuantiFarm - Assessing the impact of digital technology solutions in agriculture in real-life conditions (H2020 - Comissão Europeia) (2022-2025)

As tecnologias digitais na agricultura (DAT) podem fazer crescer o setor agrícola, melhorando a sustentabilidade, o desempenho e a competitividade. Neste contexto, o projeto QuantiFarm iniciado em 2022, pretende introduzir um quadro de avaliação abrangente para uma avaliação qualitativa e quantitativa independente dos múltiplos custos e benefícios das tecnologias digitais na agricultura (DAT), bem como do seu impacto na sustentabilidade.

O projeto QuantiFarm centra-se no apoio à implantação de DAT como fatores essenciais para melhorar o desempenho de sustentabilidade (económica, ambiental e social) e a competitividade do setor agrícola. Para o efeito, estabelecerá um quadro para avaliar o impacto e a eficácia das DAT na agricultura e desenvolverá ferramentas, serviços e recomendações inovadoras para agricultores, conselheiros e decisores políticos.

Pode encontra-se mais informação em <https://quantifarm.eu/>

2. PESTEFFECT - Towards effective and efficient pest management in agriculture (H2020 - Comissão Europeia) (2022-2024)

O projeto PESTEFFECT pretende criar um modelo de decisão de utilização de pesticidas pelos agricultores, incorporando conceitos da economia agrícola, agronomia e ecologia.

O projeto define os seguintes objetivos a alcançar:

- i) melhorar a nossa compreensão das decisões de utilização de pesticidas pelos agricultores
- ii) quantificar os impactos dos principais impulsionadores de decisões ineficientes
- iii) identificar potenciais de redução de riscos a nível regional.

Com os trabalhos a desenvolver espera-se uma maior sustentabilidade na agricultura europeia, informando as políticas de pesticidas que possam promover decisões ineficientes na gestão de pragas, bem como criar *guidelines* para agricultores e consultores agrícolas.

3. FLEXIGROBOTS - Robôs flexíveis para automação inteligente de operações de agricultura de precisão (H2020 - Comissão Europeia) (2021-2023)

O projeto FlexiGroBots propõe-se criar uma plataforma para o desenvolvimento de sistemas e aplicações multi-robôs heterogéneos que permita:

- i) maior versatilidade através da utilização dos mesmos robôs para diferentes tarefas de observação e intervenção, em diferentes missões, ao longo do ciclo fenológico da cultura,
- ii) maior cooperação entre robôs heterogêneos (terrestres e aéreos) para a realização de missões mais complexas;
- iii) dados mais valiosos para gerar *insights* precisos sobre os campos, culturas e operações robóticas, combinando dados de sensores IoT, satélites e dados coletados pelos robôs;
- iv) maior autonomia para a adaptação em tempo real dos planos de missão, bem como o comportamento do robô no nível da cultura, dadas as condições operacionais e os *insights* em tempo real;
- v) maior precisão para realizar tarefas específicas de forma muito localizada, ganhando precisão e reduzindo custos.

Em <https://flexigrobots-h2020.eu/> pode-se encontrar mais informação.

4. SPRINT - Sustainable plant protection transition: a global health approach (EIP-Agri - Comissão Europeia) (2020-2025)

O projeto SPRINT desenvolverá, testará, validará e entregará um conjunto de ferramentas para avaliação de risco de saúde pública, promovidos pelo uso incorreto de pesticidas. Os trabalhos comportam a avaliação integrada dos impactos dos pesticidas nos ecossistemas terrestres e aquáticos, bem como na saúde vegetal, animal e humana.

A avaliação será realizada ao nível local, regional, nacional e europeu, centrando-se em diferentes padrões de utilização de produtos fitofarmacêuticos e misturas de resíduos detetados em

sistemas agrícolas contrastantes (convencionais, integrados, biológicos).

A equipa do projeto espera conseguir a sensibilização dos agricultores e dos cidadãos para a correta utilização de tecnologias químicas, a partir do desenvolvimento de um conjunto de novas estratégias de gestão para reduzir a dependência da utilização de produtos fitofarmacêuticos.

Mais informação poderá ser encontrada em <https://sprint-h2020.eu> .

5. VERTIGATION - Emerging viral diseases in tomatoes and cucurbits: implementation of mitigation strategies for durable disease management (H2020 - Comissão Europeia) (2021-2025)

O projeto VERTIGATION pretende desenvolver soluções rápidas e duradouras para as doenças virais emergentes causadas por begomovírus (transmitidos pela mosca-branca) e tobamovírus (transmitidos mecanicamente) em cucurbitáceas e tomate no Norte da Europa e na Bacia do Mediterrâneo. A estratégia passa pelo incremento dos conhecimentos existentes para, com propriedade científica, melhor controlar e gerir as doenças virais.

O delineamento dos trabalhos conta com três grandes linhas de atuação:

- a) estudo pormenorizado da biologia e transmissão dos vírus em condições de alterações climáticas;
- b) desenvolvimento de soluções clássicas para o controle de doenças virais com dois modos distintos de transmissão;

c) testar novas abordagens (biopesticidas, proteção biológica, proteção cruzada) para mitigar doenças virais e reduzir o uso de pesticidas.

Mais informação pode ser encontrada em <https://www.virtigation.eu/>

6. HARNESSTOM - Harnessing the value of tomato genetic resources for now and the future (H2020 - Comissão Europeia) (2020-2024)

O projeto HARNESSTOM pretende demonstrar que a utilização crescente de recursos genéticos é fundamental para a segurança alimentar e pode conduzir à inovação. Os trabalhos planeados deverão permitir às culturas aumentar a resistência contra as principais doenças emergentes, bem como aumentar a tolerância às alterações climáticas (harnesstom.eu/en/index.html).

7. ROBI - AI Adviser for Agronomy and Food Safety (H2020 - Comissão Europeia) (2022-2024)

O projeto ROBI tem um contrato de financiamento com o European Innovation Council (EIC), visando desenvolver um *software* de ponta, uma ferramenta de consultoria digital, orientada por Inteligência Artificial (IA), construída com algoritmos da AGRIVI (base de conhecimento de produtos agrícolas e de proteção de culturas). O novo software será uma ferramenta de consultoria digital, orientada por IA que guiará os agricultores em todo o processo de aplicação de fitofarmacêuticos (pulverização), interrelacionando a intensidade da praga e a substância ativa em aplicação.

Espera-se conseguir uma melhoria na produtividade, sem descuidar a segurança alimentar e menor desperdício alimentar pós-colheita. A diminuição do uso de pesticidas permitirá menores impactos na saúde do solo e na biodiversidade.

8. Smart Droplets - Accelerating the achievement of EU Green Deal Goals for pesticide and fertilizer reduction through AI, data and robotic technologies (H2020 - Comissão Europeia) (2020-2026)

O projeto visa integrar recursos de hardware e de software para fornecer um sistema holístico, capaz de traduzir grandes quantidades de dados para apoiar nas ações de aplicação de produtos fitofarmacêuticos no campo.

O projeto foca-se nas metas do *Green Deal* europeu para demonstrar como um conjunto de tecnologias digitais, tais como plataformas robóticas autónomas, representações virtuais da realidade (*digital twins*) e modelos com suporte em IA, podem oferecer benefícios ambientais, económicos e de responsabilização social.

9. Applying biotechnology techniques to improve disease resistance of tomato (USDA ARS)

O projeto em apreço enquadra-se nos programas de I&D do Departamento de Agricultura do Estados Unidos da América (EUA), focando-se em tecnologias de melhoramento genético. O projeto realiza-se nos EUA e nas Filipinas, prevendo-se importante impacto na agricultura dos dois países. Ao nível científico, os trabalhos preveem aplicar tecnologias de edição de genoma para manipular genes funcionais do tomateiro ou

elementos regulatórios capazes de gerar novos materiais genéticos, conferindo maior resistência ao vírus do frisado amarelo do tomateiro (TYLCV – *Tomato yellow leaf curl virus*).

10. BioProtect (H2020 - SusCrop ERA-net - Comissão Europeia)

A ERA-NET “BioProtect” está a desenvolver e a testar uma forma alternativa para proteger culturas, baseada em RNA de cadeia dupla (dsRNA), uma molécula que ocorre em todos os organismos e que é rapidamente degradada nos solos, com vista a silenciar RNA de interferência (RNAi). Os resultados do projeto poderão permitir uma nova tipologia de soluções para proteção de plantas, reduzindo o uso de produtos fitofarmacêuticos convencionais, no intuito de conseguir uma agricultura cada vez mais amiga do ambiente e sustentável.

Mais informação pode ser encontrada em <https://www.era-net-bioprotect.eu/>

11. AgriBIT - Intelligence System applied to precision farming – (H2020 - Comissão Europeia) (2021-2024)

O objetivo da AgriBIT é melhorar a cadeia agrícola através da prestação de serviços de agricultura de precisão de maior precisão, mais exatos e continuamente disponíveis. Neste contexto, irá combinar tecnologias GNSS, novos serviços de posicionamento e aumento de precisão do satélite Galileo, como o EGNOS e informações de observação da Terra (EO), com sensores no terreno e nas máquinas agrícolas. O projeto envolve ainda tecnologias de inteligência artificial (IA) e conhecimentos agrícolas especializados. Ao nível local, irá desenvolver novas

formas de apoio, com recurso a voos de *drones*, de forma a contribuir para a resolução eficiente de problemas localizados, durante o crescimento da cultura. Este facto permitirá maior rapidez e eficiência na avaliação do risco, reduzindo o número e o volume dos tratamentos.

Os resultados do projeto, prevêm a validação e posterior disponibilização no mercado de um conjunto de serviços de apoio à decisão para a agricultura europeia. Pode-se encontrar mais informação em <https://h2020-agribit.eu/>

12. ANDANTE - AI for new devices and technologies at the edge – H2020/ECSEL (2020-2023)

O principal objetivo da ANDANTE é construir e expandir o ecossistema europeu em torno da definição, desenvolvimento, produção e aplicação de hardware neuromórfico através de fertilização cruzada, conforme apresentado pelo European Leader Group (ELG).

Os esforços interdisciplinares levarão ao desenvolvimento de soluções inovadoras de aprendizagem automática de *hardware / software*, com base em *Resistive random-access memory (RRAM)*, *Pulse-code modulation (PCM)* e *Ferroelectric field-effect transistor (FeFET)* de alto nível de desenvolvimento tecnológico, para permitir produtos futuros que combinem extrema eficiência energética com robustos recursos de computação cognitiva. Este novo tipo de tecnologia de computação, combinando recursos de ANN e SNN, abrirá novas perspetivas, por exemplo, monitorização ambiental e vestuário eletrónico. (<https://www.andante-ai.eu/>).

A parte portuguesa do consórcio (CCTI, Italagro e TPRO) irá processar e desenvolver modelos de IA para incluir a identificação de doenças e pragas, bem como a previsão de ocorrência das mesmas em variedades de tomate para indústria. Esses modelos terão suporte nas estruturas de IA mais comuns e usadas (por exemplo, TensorFlow) e usarão a solução STM32 Hybrid que inclui Spiking Neural Networks (SNN) e Artificial Neural Networks (ANN).



7. Bibliografia

- Anónimo. 2014. A traça do tomateiro (*Tuta absoluta*) na cultura de tomate para indústria. Folheto. Projecto PROTOMATE.
- Anónimo. 2016. *Phenacoccus solenopsis* Tinsley. Dep. Entomology. The Robert H. Smith Fac. Agriculture Food and Environment, The Hebrew Univ. Jerusalem, http://www.agri.huji.ac.il/mepests/pest/Phenacoccus_solenopsis (acedido em 27 julho 2023).
- Beltrà, A., Soto, A. 2011. New records of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) from Spain. *Phytoparasitica*, 39: 385-387.
- Böckmann, E., Pfaff, A., Schirrmann, M., Pflanz, M. 2021. Rapid and low-cost insect detection for analysing species trapped on yellow sticky traps. *Sci. Rep.* 11: 10419. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89930-w>
- Brown, J.K., Bird, J. 1992. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean Basin. *Plant Disease* 76: 220-225.
- Canário, D.V.P. 2016. A problemática das cochonilhas-algodão em cultura protegida de hortícolas na região Oeste. Diss. Mestrado, ISA/ULisboa.
- CABI. 2021. *Aculops lycopersici* (tomato russet mite). CABI Digital Library. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.56111> (acedido em abril de 2023).
- Casmuz, A., Juárez, M.L., Socías, M.G., Murúa, M.G., Prieto, S., Medina, S., Willink, E., Gastaminza, G. 2010. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Rev. Soc. Entomol. Argentina* 9(3-4): 209-231.
- Comissão Europeia 2019. Aid for the costs of the prevention and eradication of animal diseases and plant pests and aid to make good the damage caused by animal diseases and plant pests (Article 26) (State Aid) SA.47750. European Commission.

- <http://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVG/fondi-europei-fvg-internazionale/aiuti-stato/FOGLIA7> (acedido em 25 abril 2019).
- DGAV. 2022. Plano de contingência *Spodoptera frugiperda* (Smith). Outubro 2022, versão 01. DGAV, Lisboa, 40 pp. https://www.dgav.pt/wp-content/uploads/2022/12/DGAV_Plano_Contingencia_SF.pdf
- EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health), Bragard, C., Di Serio, F., Gonthier, P., Jaques Miret, J.A., Justesen, A.F., Magnusson, C.S., Milonas, P., Navas-Cortes, J.A., Parnell, S., Potting, R., Reignault, P.L., Thulke, H.-H., van der Werf, W., Civera, A.V., Yuen, J., Zappalà, L., Gregoire, J.-C., Malumphy, C., Campese, C., Czwieniczek, E., Kertesz, V., Maiorano, A., MacLeod, A. 2021. Scientific opinion on the pest categorisation of *Phenacoccus solenopsis*. EFSA Journal, 19(8): 6801. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6801>
- Figueiredo, E., Amaro, F., Gonçalves, C., Godinho, M.C., Salvado, E., Albano, S. 2006. Lagarta do tomate. In: Amaro, F. & Mexia, A. (eds.). Protecção integrada em tomate de indústria, EAN/INIAP, Oeiras, pp. 42-50.
- Figueiredo, E., Gonçalves, C., Duarte, S., Godinho, M.C., Mexia, A., Torres, L. 2021. Risk assessment for tomato fruitworm in processing tomato crop-egg location and sequential sampling. Insects 12(1): 13. <https://doi.org/10.3390/insects12010013>
- Gaspar, 2018. Halyomorpha halys. Viu este inseto? Campanha de prospeção do percevejo asiático. 2ªs Jorn. APK. <https://i9kiwi.pt/wp-content/uploads/2020/02/Dezembro-2018-Apresenta%C3%A1%E2%88%86o-2%C2%B6-Jornadas-da-APK-Halyomorpha-halys.pdf> (acedido em julho 2023)
- Grosso-Silva, J.M., Gaspar, H., Castro, S., Loureiro, J., Amorim, F., van der Heyden, T. 2020. Confirmation of the presence of *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae) in mainland Portugal. Arq. Entomol. Galegos 22: 373-376.
- Hutasoit, R.T., Triwidodo, H., Anwar, R. 2017. Biology and demographic statistic of *Thrips parvispinus* Karny (Thysanoptera:

- Thripidae) in chili pepper (*Capsicum annum* Linnaeus). *Indon. J. Entomol.* 14(3): 107–116.
- Ingels, C., Varela, L. 2014. Brown marmorated stink bug. Integrated Pest Notes Publication 74169, IC-IPM, Univ. California, Davis, 4 pp. https://ipm.ucanr.edu/legacy_assets/pdf/pestnotes/pnbmsb.pdf (accedido em 27 julho 2023).
- IPPC Secretariat. 2021. Prevention, preparedness and response guidelines for *Spodoptera frugiperda*. FAO on behalf of the Secretariat of the International Plant Protection Convention, Rome. <https://doi.org/10.4060/cb5880en>
- Jones, D.R. 2003. Plant viruses transmitted by whiteflies. *Eur. J. Plant Pathol.* 109: 195–219.
- Keszthelyi, S., Gibicsár, S., Jócsák, I., Fajtai, D., Donkó, T. 2022. Analysis of the destructive effect of the *Halyomorpha halys* saliva on tomato by computer tomographical imaging and antioxidant capacity measurement. *Biol. (Basel)*. 11(7): 1070. <https://doi.org/10.3390/biology11071070>
- Lacasa, A., Lorca, M., Martínez, M.C., Bielza, P., Guirao, P. 2019. *Thrips parvispinus* (Karny 1922), un nuevo trips en cultivos de plantas ornamentales. *Phytoma España* 311: 62-69.
- Lacey, L.A., Hoffmann D.F., Federici B.A. 2011. Histopathology and effect on development of the PhopGV on larvae of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *J Invertebr. Pathol.* 108: 52–55.
- Larem, A., Ben-Tiba, S., Wennmann, J.T., Alletti, G.G., Jehle, J.A. 2019. Elucidating the genetic diversity of *Phthorimaea operculella* granulovirus (PhopGV). *J. Gen. Virol.* 100(4): 679-690. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001215>
- Leskey, T.C., Nielsen, A.L. 2018. Impact of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe: History, biology, ecology, and management. *Ann. Rev. Entomol.* 63: 599–618. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043226>.
- Lima, M.C.F., Leandro, M.E.D.A., Valero, C., Coronel, L.C.P., Bazzo, C.O.G. 2020. Automatic detection and monitoring of insect pests -

- a review. *Agriculture* 10(5): 161.
<https://doi.org/10.3390/agriculture10050161>
- Montezano, D.G., Specht, A., Sosa-Gómez, D.R., Roque-Specht, V.F., Sousa-Silva, J.C., Paula-Moraes, S.V., Peterson, J.A., Hunt, T.E., 2018. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomol.* 26(2): 286–300.
- Mound, L.A, Collins, D.W. 2000. A south east Asian pest species newly recorded from Europe: *Thrips parvispinus* (Thysanoptera: Thripidae), its confused identity and potential quarantine significance. *J. Eur. Entomol.* 97: 197-200.
- Murai, T., Watanabe, H., Wataru, T., Adati, T., Okajima, S. 2010. Damage to vegetable crops by *Thrips parvispinus* Karny (Thysanoptera: Thripidae) and preliminary studies on biology and control. *J. Insect Science* 10:166.
<https://doi.org/insectscience.org/10.166>
- Naves, P.M. 2019. Sugador castanho-marmoreado. *Bol. Técnico SAFSV-BT- 01/2019*. INIAV. Naves, P., Santos, M. 2021. Principais ácaros tetraniquídeos com importância agrícola em Portugal. *Proteção das plantas. Vida Rural* Abril 2021.
https://www.inia.pt/images/publicacoes/2021/Principais_acaros_tetraniquideos.pdf
- OEPP. s/ data. *Bemisia tabaci* (BEMITA).
<https://gd.eppo.int/taxon/BEMITA> (acedido em julho 2023).
- OEPP. 2019a. New data on quarantine pests and pests of the EPPO alert list. EPPO Reporting Service No. 10(199).
<https://gd.eppo.int/reporting/article-6629>
- OEPP. 2019b. First report of *Thrips parvispinus* in the Netherlands. EPPO Reporting Service No. 10(205).
<https://gd.eppo.int/reporting/article-6635>
- OEPP. 2020. First report of *Spodoptera frugiperda* in Israel. Num. article: 2020/161. EPPO Reporting Service No. 08.
<https://gd.eppo.int/reporting/article-6839>
- OEPP. 2021. First report of *Spodoptera frugiperda* in the Canary Islands, Spain. EPPO Reporting Service No. 2021/053.
<https://gd.eppo.int/reporting/article-6992>

- OEPP. 2022. New data on quarantine pests and pests of the EPPO alert list. EPPO Reporting Service, 4 (076). <https://gd.eppo.int/reporting/article-7307>
- OEPP. 2022b. *Phenacoccus solenopsis* (PHENSO) (atualizada a 16/12/2022). <https://gd.eppo.int/taxon/PHENSO/distribution>
- OEPP. 2023. First report of *Spodoptera frugiperda* in Cyprus. EPPO Reporting Service 02–2023 No. 2023/034. <https://gd.eppo.int/reporting/article-7516>
- Overton, K., Maino, J.L., Day, R., Umina, P.A., Bett, B., Carnovale, D., Ekesi, S., Meagher, R., Reynolds, O.L. 2021. Global crop impacts, yield losses and action thresholds for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): A review. Crop Protection 145: 105641. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105641>
- Pehlivan, S., Atakan, E. 2022. First record of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in Türkiye. Çukurova J. Agric. Food Sci. 37(2): 139-145.
- Preti, M., Verheggen, F., Angeli, S. 2021. Insect pest monitoring with camera-equipped traps: strengths and limitations. J. Pest Sci. 94: 203–217. <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01309-4>
- Ramos, N., Soares, C. 2015. Tomateiro em estufa. Mosca branca do feijoeiro. *Bemisia tabaci* (Gennadius). Ficha de Divulgação nº 26. Estação de Avisos Agrícolas do Algarve. Direção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve. https://www.drapalgarve.gov.pt/images/pdf/Fitossanidade/avisos_agricolas/FDT_EAA_26_2015_Mosca_branca_feijoeiro.pdf
- Rice, K.B., Bergh, C.J., Bergmann, E.J., Biddinger, D.J., Kevin B. Rice, Chris J. Bergh, Erik J. Bergmann, Dave J. Biddinger, Christine Dieckhoff, Galen Dively, Hannah Fraser, Tara Gariepy, George Hamilton, Tim Haye, Ames Herbert, Kim Hoelmer, Cerruti R. Hooks, Ashley Jones, Greg Krawczyk, Thomas Kuhar, Holly Martinson, William Mitchell, Anne L. Nielsen, Doug G. Pfeiffer, Michael J. Raupp, Cesar Rodriguez-Saona, Peter Shearer, Paula Shrewsbury, P. Dilip Venugopal, Joanne Whalen, Nik G. Wiman, Tracy C. Leskey, John F. Tooker (2014). Biology, ecology, and

- management of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *J. Integrated Pest Manag.* 5(3): A1–A13. <https://doi.org/10.1603/IPM14002>
- Ricupero, M., Biondi, A., Russo, A., Zappalà, L., Mazzeo, G. 2021. The cotton mealybug is spreading along the Mediterranean: first pest detection in Italian tomatoes. *Insects* 12(8): 675. <https://doi.org/10.3390/insects12080675>
- Rose, A.H., Silversides, R.H. & Lindquist, O.H. 1975. Migration flight by an aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae) and a noctuid, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Can. Entomol.* 107(6): 567–576
- Rwomushana, I. 2022. *Spodoptera frugiperda* (Fall Armyworm). CABI Compendium, (CABI Compendium). <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.29810>
- Sethy, S., Narayana, S., Twinkle, S., Arya, V., Sunda, S. 2023. First report of invasive thrips, *Thrips parvispinus* (Karny) infestation on chilli from Eastern part of India. *Ecol. Environ. & Conserv.* 29: 498-503.
- Spodek, M., Ben-Dov, Y., Mondaca, L., Protasov, A., Erel, E., Mendel, Z. 2018. The cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) in Israel: pest status, host plants and natural enemies. *Phytoparasitica* 46(1): 45-55.
- Sridhar, V., Chandana, P.S., Rachana, R.R. 2021a. Global status of *Thrips parvispinus* (Karny, 1922), an invasive pest. *J. Res. PJTSAU* 49(4): 1-11.
- Sridhar, V., Rachana, R.R., Prasanna, N.R. et al. 2021b. Displacement of *Scirtothrips dorsalis* by invasive *Thrips parvispinus* on chilli in southern states of India. 5th Nat. Symp. Plant Protection Hortic., 27-29 Dec. 2021.
- Thorat, S.S., Sisodiya, D.B., Gangwar, R.K. 2022. Invasive thrips, *Thrips parvispinus* (Karny) an invasive threat: A review. *Environ. Ecol.* 40 (4A): 2170-2175.
- Timmanna, H., Prashantha, C., Shashank, P.R., Nigam, V.D., Birla, N. 2022. Occurrence and spread of invasive thrips *Thrips parvispinus*

- (Karny) in north India. *Indian J. Entomol.* 85(1): 160–163. <https://doi.org/10.55446/IJE.2022.987>
- UC-IPM Tomato. s/ data. Identifying whiteflies. <https://ipm.ucanr.edu/PMG/C783/m783bpwhitefly.html> (acedido em julho de 2023).
- UC-IPM. 2020. Pest alert! Brown marmorated stink bug. UC. IPM. Publ. 5/20. <https://ipm.ucanr.edu/pestaalert/pabrownmarmorated.html> (acedido em julho de 2023).
- Valério, E., Figueiredo, E., Godinho, M.C., Alexandre, P., Santos, J. 2019. Guia prático: para (re)conhecer pragas e meios de proteção. COTHN, <http://www.cothn.pt>
- Waqas, M.S., Shi, Z., Yi, T.C., Xiao, R., Shoaib, A.A., Elabasy, A.S., Jin, D.C. 2021. Biology, ecology, and management of cotton mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae). *Pest Manag Sci.* 77(12): 5321-5333. <https://doi.org/10.1002/ps.6565>
- Watson, G. 2022. *Phenacoccus solenopsis* (cotton mealybug). CABI Compendium. CABI Int. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.109097> (acedido em julho 2023).



Fruto Maior, Organização de Produtores Hortofrutícolas Lda.



Sociedade Agro-Pecuária do Vale da Adega S.A.



ISBN 978-989-33-4907-6



9 789893 349076



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural
A Europa Investe nas Zonas Rurais