

A traça do tomateiro, *Phthorimaea absoluta*: estimativa do risco e avaliação da proteção biológica por limitação natural através do uso de plantas de companhia selecionadas

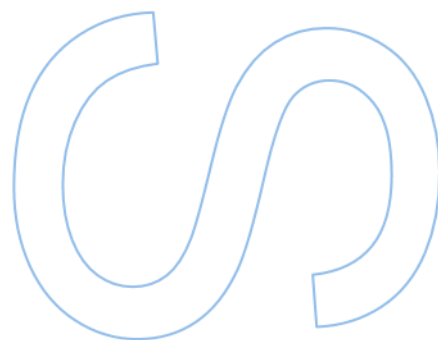
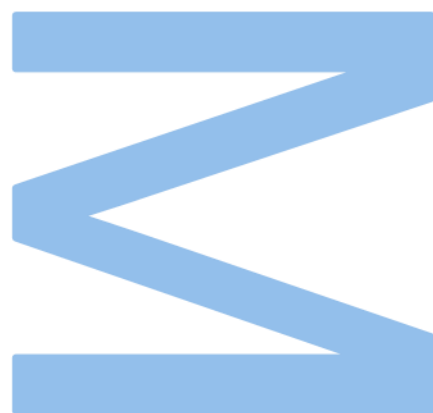
Sara de Carvalho Batista

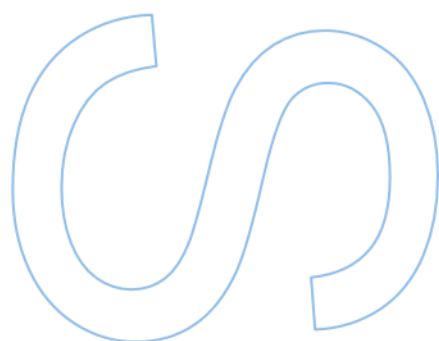
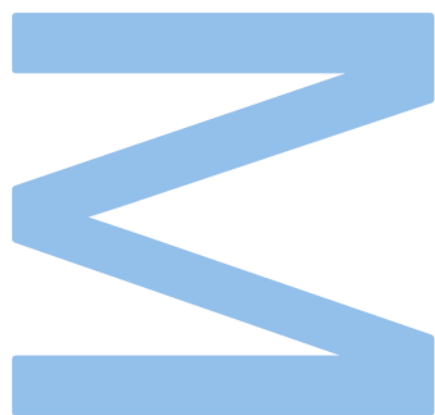
Mestrado em Engenharia Agronómica

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2023

Orientador

Professora Doutora Ana Álvares Ribeiro Marques de Aguiar,
Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.





Aos meus pais, Maria e Francisco, à minha irmã Mara, ao meu namorado Gabriel e à restante família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

Agradecimentos

Agradeço profundamente a todas as pessoas e entidades que tornaram possível a realização deste trabalho e que contribuíram para o seu sucesso.

Em primeiro lugar, agradeço à Professora Doutora Ana Álvares Ribeiro Marques de Aguiar, pela honra de aceitar ser minha orientadora. Os seus valiosos conselhos, orientação e partilha de conhecimentos foram fundamentais para a conclusão desta dissertação. A sua disponibilidade e apoio constantes foram inestimáveis.

À Investigadora Joana Neto, expresso o meu sincero agradecimento pelo apoio constante ao longo deste trabalho. As suas preciosas sugestões e disponibilidade foram de grande relevância para a concretização de todas as fases deste trabalho.

À Engenheira Sofia Rocha, da PAM-OP, agradeço o apoio e fornecimento dos dados climáticos e de campo, cruciais para a realização deste estudo. A sua colaboração foi fundamental para a obtenção de informações essenciais.

À Professora Valeria Momente, da Universidade Federal do Tocantins no Brasil, agradeço pela sua ajuda essencial na identificação das plantas e pela partilha de conhecimento que foi de grande utilidade para este estudo.

À Josiele Broëtto, aluna de Engenharia Agronómica da Universidade Federal de Viçosa no Brasil, expresso a minha gratidão pela valiosa ajuda nos registos de trabalho de campo e pela sua amizade e companheirismo.

À Dona Fernanda, funcionária do Campus de Vairão, expresso um enorme agradecimento pela ajuda incansável durante todo o trabalho de campo, bem como pela sua simpatia e apoio ao longo deste processo.

À minha família, em especial aos meus pais, pela confiança inabalável em mim e pelo constante encorajamento. O vosso apoio foi fundamental para prosseguir com este trabalho, estou verdadeiramente grata.

Aos meus incríveis amigos e colegas que estiveram ao meu lado ao longo desta jornada, o meu mais profundo agradecimento. A vossa presença, apoio e amizade nos momentos mais desafiadores, foram fundamentais para a realização deste trabalho. Ao meu amigo Luís André, quero agradecer pela sua inestimável disponibilidade e ajuda na realização de alguns trabalhos de campo, os seus conselhos e apoio foram fundamentais para este trabalho. À Marta Teixeira, o meu sincero agradecimento pela disponibilidade, paciência e apoio nos momentos de maior incerteza. Ao Gabriel Sampaio, quero expressar a minha profunda gratidão pela constante disponibilidade,

confiança e apoio nos momentos mais difíceis como nos melhores momentos. Obrigada por terem sempre acreditado em mim.

À empresa Frescura Sublime e à PAM-OP, pela generosa colaboração e pela disponibilização das suas instalações, contribuiu de forma decisiva para o sucesso das atividades de campo realizadas neste estudo.

À GreenUPorto e Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, expresso a minha maior gratidão pelo apoio ao longo destes dois anos, pela generosa partilha de conhecimento, por contribuir significativamente para o meu desenvolvimento pessoal e capacidade científica e preparação para a minha futura carreira profissional.

A todos os mencionados e a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para este projeto, o meu sincero obrigado. O apoio de todos vocês foi fundamental neste trabalho.

Trabalhos de Divulgação Científica

Esta tese inclui resultados já apresentados em Encontros Nacionais e Internacionais através de comunicação em painel.

Apresentação em Encontro Internacional

Josiele Broëtto, Joana Neto, Sara Batista, Diego S. Souza, Ana Aguiar. Suscetibilidade de cultivares de tomate ao ataque de *Phthorimaea absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae) Norte de Portugal. VII Simpósio Internacional de Entomologia, 2023. Apresentação em painel.

Momenté, Valéria; Silva, Weslany; Neto, Joana; Batista, Sara; Sousa, Pedro; Aguiar, Ana. Trigo Sarraceno, *Fagopyrum esculentum*: uma planta multiusos. Desafios – Revista interdisciplinar da Universidade Federal de Tocantins. Brasil.

Apresentação em Encontro Nacional

Joana Neto, Maria João Campos, Sara Batista, Ana Aguiar. Avaliação de fatores de incidência de *Phthorimaea absoluta* e estimativa de risco em três cultivares de tomate em estufa. 12º Encontro Nacional de Proteção Integrada, 2023.

Resumo

Phthorimaea absoluta (sin.: *Tuta absoluta*), originária da América do Sul, é uma praga que afeta a família Solanaceae, nomeadamente o tomate, tendo-se disseminado na Europa. Com o objetivo de estimar o risco da praga, fornecer informações cruciais para a tomada de decisão e avaliar a diversidade de inimigos naturais de *P. absoluta*. Numa estufa comercial, foram monitorizadas duas cultivares de tomateiro, Almirante e Runner, que envolveu a caracterização do crescimento das plantas. A amostragem incluiu a contagem de adultos machos capturados em armadilhas com feromona sexual e a observação direta de galerias com larvas vivas nas folhas do tomateiro. Para avaliar a diversidade de inimigos naturais, procedeu-se à recolha de insetos e posterior identificação até à ordem. Os resultados revelaram um crescimento regular das plantas e uma incidência da praga mais acentuada em uma das cultivares, a Almirante, que se mostrou mais suscetível, mesmo com menor densidade de folhas. A abundância de inimigos naturais permaneceu bastante baixa ao longo do estudo. No Campus de Vairão, o estudo focou-se em avaliar se as infraestruturas ecológicas são abrigos eficazes para inimigos naturais de *P. absoluta* e comparar se uma infraestrutura de vegetação espontânea difere na composição e diversidade de inimigos naturais de uma infraestrutura semeada com plantas herbáceas selecionadas. Foram instaladas infraestruturas ecológicas atrativas, com seleção de plantas específicas e comparadas com infraestruturas de vegetação espontânea, além disso foi realizada a caracterização das espécies de plantas presentes nas infraestruturas ecológicas. Os resultados indicaram que as infraestruturas com vegetação espontânea apresentaram espécies com floração mais tardia e que teve uma maior abundância de inimigos naturais em comparação as infraestruturas com plantas herbáceas selecionadas. Estes estudos contribuíram para a compreensão da suscetibilidade das cultivares à praga *P. absoluta*, e que é fundamental a diversidade de espécies de plantas para promover uma maior diversidade de inimigos naturais.

Palavras-chave: Proteção biológica, infraestruturas ecológicas, inimigos naturais, monitorização da praga, Solanaceae, Solanum, traça do tomateiro.

Abstract

Phthorimaea absoluta (sin.: *Tuta absoluta*), originally from South America, is a pest that affects Solanaceae family, namely tomatoes, and has spread to Europe. With the aim of estimating the risk of the pest, providing crucial information for decision-making and assessing the diversity of natural enemies of *P. absoluta*. Two tomato cultivars, Almirante and Runner, were monitored in a commercial greenhouse, which involved characterizing plant growth. Sampling included counting male adults captured in sex pheromone traps and directly observing galleries with live larvae on the leaves of tomato. To assess the diversity of natural enemies, insects were collected using the beating technique and then identified. The results showed regular plant growth and a higher incidence of the pest in one of the cultivars, Almirante, which proved to be more susceptible, even with lower foliage density. The abundance of natural enemies remained fairly low throughout the study. Vairão Campus, the study focused on assessing whether ecological infrastructures are effective shelters for natural enemies of *P. absoluta* and comparing whether a spontaneous vegetation infrastructure differs in the composition and diversity of natural enemies from an infrastructure sown with selected herbaceous plants. Attractive ecological infrastructures with a selection of specific plants were installed and compared with spontaneous vegetation infrastructures, the plant species present in the ecological infrastructures were also characterized. The results indicated that the infrastructures with spontaneous vegetation had later flowering species, and a greater abundance of natural enemies compared to the infrastructures with selected herbaceous plants. These studies have contributed to understanding the susceptibility of cultivars to the pest, and that a diversity of plant species is essential to promote a greater diversity of natural enemies.

Keywords: Biological control, ecological infrastructures, natural enemies, pest monitoring, Solanaceae, Solanum, tomato moth.

Índice

Agradecimentos.....	i
Trabalhos de Divulgação Científica.....	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Lista de Tabelas	viii
Lista de Figuras	x
Lista de Abreviaturas	xiii
Introdução.....	1
1. Estado de Arte.....	3
1.1. Cultura do tomate	3
1.2. A traça do tomateiro – <i>Phthorimaea absoluta</i>	3
1.2.1. Origem e distribuição	3
1.2.2. Classificação taxonómica e morfologia	5
1.2.3. Ciclo de vida	8
1.2.4. Hospedeiros	10
1.2.5. Estragos e prejuízos	10
1.2.6. Monitorização e Estimativa do Risco	12
1.2.7. Meios de Proteção	14
1.3. Inimigos Naturais.....	21
1.3.1. Parasitoides.....	22
1.3.1.1. Parasitoide <i>Necremnus tutae</i>	24
1.3.2. Predadores	26
1.3.2.1. Predador <i>Nesidiocoris tenuis</i>	27
1.4. Infraestruturas ecológicas para a proteção biológica de conservação	30
1.4.1. Importância das Infraestruturas ecológicas.....	30
2. Material e Métodos	34
2.1. Estufa Comercial.....	35
2.1.1. Caracterização da área de estudo	35
2.2. Campus de Vairão.....	41
2.2.1. Caracterização da área de estudo	41
2.2.2. Monitorização	41
2.2.3. Criação em estufa de plantas de tomate e de <i>P. absoluta</i>	42
2.2.4. Instalação de uma infraestrutura ecológica para inimigos naturais de <i>P. absoluta</i>	43

2.2.5.	Plantas isco nas Infraestruturas Ecológicas.....	45
2.2.6.	Identificação da vegetação nas Infraestruturas Ecológicas.....	48
2.2.7.	Monitorização da presença de inimigos naturais de <i>Phthorimaea absoluta</i>	49
2.3.	Análise dos dados.....	52
3.	Resultados.....	53
3.1.	Estufa Comercial.....	53
3.1.1.	Evolução da Temperatura.....	53
3.1.2.	Evolução das plantas de tomateiro.....	54
3.1.3.	Presença de adultos e larvas de <i>P. absoluta</i> na estufa.....	55
3.1.5.	Densidade de folhas nas plantas de tomateiro.....	59
3.1.6.	Captura de inimigos naturais de <i>Phthorimaea absoluta</i>	62
3.2.	Campus de Vairão.....	63
3.2.1.	Caracterização das Infraestruturas Ecológicas.....	63
3.2.2.	Captura de insetos nas plantas isco.....	67
3.2.3.	Captura de Insetos nos campos.....	72
3.2.4.	Larvas nas plantas isco.....	75
3.2.5.	Larvas nas folhas recolhidas e observadas no laboratório.....	78
4.	Discussão.....	79
4.1	Estufa Comercial.....	79
4.2	Campus de Vairão.....	84
5.	Conclusão.....	89
6.	Referências Bibliográficas.....	91
	Anexo I – Cultivares de tomate.....	104

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Classificação taxonómica de <i>Phthorimaea absoluta</i> (EPPO, 2022d).	5
Tabela 2 - Duração em média para cada estado de desenvolvimento de <i>Phthorimaea absoluta</i> , em dias (Delgado, 2009).	9
Tabela 3 - Temperatura base estimada para cada um dos estados de desenvolvimento de <i>Phthorimaea absoluta</i> (Barrientos et al., 1998; Estay, 2000).	9
Tabela 4 - Constante térmica em graus-dia estimada para cada um dos estados de desenvolvimento de <i>Phthorimaea absoluta</i> (Barrientos et al., 1998).	10
Tabela 5 - Níveis de estragos de larvas vivas de <i>Phthorimaea absoluta</i> nas parcelas em estufa (Delgado, 2009).	14
Tabela 6 - Valores indicativos de risco em culturas protegidas (pelo número de capturas, por armadilha, por semana) (Delgado, 2009).	14
Tabela 7 - Parasitoides associados a <i>Phthorimaea absoluta</i> na bacia do Mediterrâneo adaptado de Ferracini et al. (2019).	23
Tabela 8 - Classificação taxonómica de <i>Necremnus tuta</i> (EPPO, 2022b).	24
Tabela 9 - Predadores associados a <i>Phthorimaea absoluta</i> na bacia do Mediterrâneo adaptado de Ferracini et al. (2019).	27
Tabela 10 - Classificação taxonómica de <i>Nesidiocoris tenuis</i> (EPPO, 2022c).	28
Tabela 11 - Espécies de plantas atrativas para inimigos naturais de <i>Phthorimaea absoluta</i>	33
Tabela 12 - Lista das espécies cedida pela Sementeira da Alípio Dias & Irmão, para a realização da sementeira da IE, para uma área de 1000 m ² com uma densidade de sementeira de 30 g/m ² num total de 30 kg.	44
Tabela 13 - Estados fenológicos de desenvolvimento de culturas e ervas adventícias (Lancashire et al., 2008).	49
Tabela 14 - Resultados obtidos pelo teste U de Mann-Whitney da altura das duas cultivares (Almirante e Runner) na estufa comercial.	54
Tabela 15 - Resultados obtidos pelo Teste U de Mann-Whitney da altura da primeira folha e dos cachos das duas cultivares (A: Almirante e R: Runner) na estufa comercial.	55
Tabela 16 - Risco de estragos nas parcelas de ambas as cultivares (Almirante e Runner), em função do número de capturas de adultos, por armadilhas/por semana e classificação por níveis de risco com base em Delgado (2009).	56
Tabela 17 - Número, média e percentagem de plantas com larvas vivas nas cultivares Runner e Almirante, por semana e classificação por níveis de prospeção de larvas vivas com base em Delgado (2009).	57

Tabela 18 - Médias da altura da vareta, em ambas as cultivares com recurso ao Método Point Quadrat.....	59
Tabela 19 - Inimigos naturais de <i>Phthorimaea absoluta</i> , capturados perto das plantas de tomateiro de ambas as cultivares, pela técnica das abanadelas.	62
Tabela 20 - Cronograma do estado fenológico da vegetação semeada na parcela com plantas isco e número de plantas de cada espécie.....	64
Tabela 21 - Cronograma do estado fenológico da vegetação semeada e número de plantas de cada espécie.	65
Tabela 22 - Cronograma do estado fenológico da vegetação espontânea na parcela com plantas isco e número de plantas de cada espécie.	66
Tabela 23 - Cronograma do estado fenológico da vegetação espontânea e número de plantas de cada espécie.	67
Tabela 24 - Resultados obtidos pelo Teste U de Mann-Whitney dividido pelas respetivas ordens (Hy: Hymenoptera, H: Hemiptera, C: Coleoptera, N: Neuroptera e D: Diptera) e pela vegetação (espontânea e semeada) com a presença de plantas isco.	69
Tabela 25 - Resultados obtidos pelo Teste U de Mann-Whitney dividido pelas respetivas ordens (Hy: Hymenoptera, H: Hemiptera, C: Coleoptera, N: Neuroptera e D: Diptera) e pela vegetação (espontânea e semeada).....	72
Tabela 26 - Resultados obtidos pelo Teste U de Mann-Whitney das larvas nas plantas isco dividido pelo tempo (48h e 72h) e pela vegetação (espontânea e semeada).....	77

Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa de distribuição geográfica da presença de <i>Phthorimaea absoluta</i> (GNORAB) (EPPO, 2022d).....	4
Figura 2 - Ciclo de vida de <i>Phthorimaea absoluta</i> (Chaker Bennour et al., 2021).....	8
Figura 3 – <i>Necremnus tuta</i> . A: Parasitoide fêmea e B: Parasitoide macho (Coexphal; Gebiola et al., 2015).....	25
Figura 4 - Estados de desenvolvimento de <i>Nesidiocoris tenuis</i> . Primeiro instar (A), segundo instar (B), terceiro instar (C), quarto instar (D), quinto instar (E), adulto (F), fêmea depositando os ovos (G) e ovo de <i>N. tenuis</i> numa planta (H) (Bouagga, 2018).	29
Figura 5 - Interações biológicas estabelecidas entre predadores, parasitoides e plantas de companhia em proteção biológica de conservação (Neto et al., 2023).	32
Figura 6 - Esquema dos ensaios realizados nos dois estudos, na Estufa Comercial e no Campus de Vairão.	34
Figura 7 - Identificação dos setores um e dois da estufa comercial em Novais, Vila Nova de Famalicão.	35
Figura 8 - Imagens da cultura do tomate em semi-hidroponia no setor um da estufa comercial. A: Cultura no mês de março; B: Cultura no mês de maio e C: Cultura no mês de julho.	36
Figura 9 - Exemplo de armadilha sexual artesanal, para captura de machos de <i>Phthorimaea absoluta</i> , com feromona sexual.	37
Figura 10 - Material utilizado para a recolha de indivíduos nos tomateiros pela técnica das “abanadelas”. A: Dispositivo da técnica das abanadelas e B: Recolha dos indivíduos pela técnica das abanadelas.....	39
Figura 11 - Frascos de plástico do tipo contentor com os insetos recolhidos, provenientes da técnica das abanadelas na estufa comercial para ambas as cultivares.	40
Figura 12 - Propriedade do polo de Vairão da FCUP, identificada com as zonas do ensaio do Campus de Vairão, A: Vegetação semeada com plantas de tomate (plantas isco), B: Vegetação semeada, C: Vegetação herbácea espontânea com plantas de tomate (plantas isco) e D: Vegetação herbácea espontânea.	41
Figura 13 - Imagem das plantas de tomate utilizadas para a criação de <i>Phthorimaea absoluta</i> , na estufa de Vairão da FCUP.	42
Figura 14 - Realização da sementeira da infraestrutura ecológica com plantas selecionadas. A:Trabalhos de limpeza do terreno com a utilização de máquinas agrícolas e B: Sementeira realizada em lanço.	45

Figura 15 - Plantas isco. A: Campo com vegetação semeada; B: Campo com vegetação herbácea espontânea e C: Plantas isco no campo.	46
Figura 16 - Folhas infestadas das plantas isco em ambos os campos (VS e VE), após 72 horas no campo para seis caixas individuais.	47
Figura 17 - Colocação de um fio de 50x50 cm, adaptado da técnica do quadrado de madeira (Cavalcante et al., 2018). A - Quadrado na vegetação semeada e B - Quadrado na vegetação espontânea.	49
Figura 18 - Captura de inimigos naturais A: Rede entomológica e B: Recolha de indivíduos em volta das plantas isco na vegetação herbácea espontânea.....	50
Figura 19 - Processo de recolha de insetos. A: “Aspirador caseiro de insetos” por sucção para um tubo de ensaio de centrífuga de plástico e B: Tubos de ensaio de centrífuga com insetos provenientes de todas as zonas.	50
Figura 20 - Placa de petri com os possíveis inimigos naturais (artrópodes) de <i>Phthorimaea absoluta</i> , observados na lupa estereoscópica.....	51
Figura 21 - Número de larvas vivas da traça-do-tomateiro em dez plantas de cada cultivar ao longo do tempo. As datas circundadas a laranja, indicam os momentos em que foram aplicados tratamentos.	58
Figura 22 - Percentagem de folhas com larvas vivas da traça-do-tomateiro em contacto com a vareta (A) e número total de folhas em contacto com a vareta (B), nas duas cultivares ao longo do tempo.....	60
Figura 23 - Número total de frutos em contacto com a vareta, em cada cultivar ao longo do tempo.	61
Figura 24 - Número total de insetos capturados, incluindo os não inimigos naturais de <i>Phthorimaea absoluta</i> , ao longo de todo o ensaio, para cada planta isco por tipo de vegetação.	68
Figura 25 - Número de insetos de cada ordem capturados em cada um dos tipos de vegetação ao longo do período de observação (14 de junho a 6 de julho) nas parcelas em que se colocaram plantas isco. Hy: Hymenoptera; H: Hemiptera; C: Coleoptera; N: Neuroptera e D: Diptera.	68
Figura 26 - IN de <i>Phthorimaea absoluta</i> observadas entre cada tipo de vegetação, com a presença de plantas isco.....	70
Figura 27 - Número de indivíduos de cada ordem, em cada tipo de vegetação com a presença de plantas isco. Hy: Hymenoptera; H: Hemiptera; C: Coleoptera; N: Neuroptera e D: Diptera.	71
Figura 28 - IN de <i>Phthorimaea absoluta</i> observadas entre cada tipo de vegetação, sem plantas isco.	73

Figura 29 - Número de indivíduos de cada ordem, em cada tipo de vegetação sem plantas isco. Hy: Hymenoptera; H: Hemiptera; C: Coleoptera; N: Neuroptera e D: Diptera.	74
Figura 30 - Taxa de predação inferida na vegetação espontânea. A - Planta A; B - Planta B; C - Planta C; 1 - Primeira semana; 2 - Segunda semana; 3 - Terceira semana e 4 - Quarta semana.	75
Figura 31 - Taxa de predação inferida na vegetação semeada. A - Planta A; B - Planta B; C - Planta C; 1 - Primeira semana; 2 - Segunda semana; 3 - Terceira semana e 4 - Quarta semana.	76
Figura 32 - Número de larvas presentes em cada tipo de vegetação, no decorrer das 48 horas e 72 horas após a colocação das plantas isco.	77

Lista de Abreviaturas

EF	Estados Fenológicos
FCUP	Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
IE	Infraestrutura Ecológica
IN	Inimigos Naturais
VE	Vegetação Herbácea Espontânea
VS	Vegetação Semeada

Introdução

A alimentação é uma preocupação global que se torna cada vez mais crucial à medida que a população mundial cresce. Nesse contexto, a produção de culturas agrícolas desempenham um papel fundamental no abastecimento de alimentos para as populações em todo o mundo. No entanto, diversos fatores representam ameaças na produção agrícola, sendo uma delas a infestação por pragas.

O tomate é uma das culturas de grande importância económica e nutricional em todo o mundo, porém a constante ameaça da traça do tomateiro, *Phthorimaea absoluta*, representa um desafio significativo para a sustentabilidade dessa produção agrícola em várias regiões. Originária da América do Sul, esta praga é conhecida por causar estragos devastadores tanto em tomate quanto em diversas outras plantas da família Solanaceae. A sua capacidade de reprodução e adaptação às diferentes condições climáticas é uma das principais preocupações dos agricultores.

Torna-se, portanto, fundamental compreender o comportamento desta praga e desenvolver estratégias economicamente e ambientalmente sustentáveis para o seu controlo. Para avaliar a eficácia das estratégias de controlo aplicadas, torna-se necessário realizar monitorizações constantes da praga e estimar o risco de ataque. Além disso, a procura por outros métodos alternativos ambientalmente sustentáveis é crucial para reduzir a intensidade de ataque da praga, possibilitando, assim a tomada de decisões oportunas para reduzir os impactos negativos na cultura.

Ao longo deste trabalho, serão apresentados resultados de ensaios realizados em duas zonas distintas: numa estufa comercial e num campo no Campus de Vairão. Esses ensaios incluem a monitorização do crescimento das plantas de tomate, a avaliação da abundância de *P. absoluta*, bem como a presença e eficácia dos inimigos naturais (IN) da praga. Através destes ensaios, esperamos obter respostas sobre as interações dos IN com a praga e com os diferentes ambientes, e identificar oportunidades para implementar estratégias de controlo mais eficazes. Em última análise, este estudo pretende contribuir para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais sustentáveis, permitindo que os agricultores enfrentem os desafios apresentados por *P. absoluta* de maneira mais eficiente e sustentável.

No âmbito do Mestrado de Engenharia Agronómica, esta dissertação teve como objetivos proceder à estimativa do risco e tomada de decisão relativamente a *P. absoluta*, avaliar a riqueza específica de IN de *P. absoluta* na estufa comercial,

verificar se as infraestruturas ecológicas (IE) são abrigo para IN de *P. absoluta* e comparar se uma infraestrutura de vegetação espontânea (VE) difere na composição e riqueza específica de IN de uma infraestrutura de vegetação semeada (VS), com plantas herbáceas selecionadas. Como objetivos finais teve a identificação da riqueza específica de IN em infraestruturas espontâneas e semeadas e comparação da composição das comunidades de IN entre IE, identificar a riqueza específica de IN no interior de uma estufa comercial e auxiliar na tomada de decisão e estimativa do risco, tendo em conta a escolha das duas cultivares na estufa comercial.

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos, um capítulo inicial que apresenta um enquadramento teórico sobre a caracterização de *P. absoluta*, descrição de possíveis estragos e prejuízos, técnicas de monitorização, estimativa do risco, meios de proteção e IN. É ainda apresentada a importância de IE. O capítulo dois, descreve os materiais e métodos utilizados em ambos os ensaios, demonstrando o decorrer do desenvolvimento prático. De seguida, o capítulo três expõe todos os resultados práticos realizados e no capítulo quatro, a respetiva discussão. Por fim vem o capítulo cinco, onde são destacadas as principais conclusões do estudo e recomendações futuras.

1. Estado de Arte

1.1. Cultura do tomate

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma cultura importante em todo o mundo, com uma grande importância económica e comercial (FAO, 2022). Além de ser comercializado em fresco é também processado pela indústria na forma de polpas e concentrados (Bergougnoux, 2014).

Em Portugal, a produção de tomate alcançou cerca de 1,41 milhões de toneladas em 2022, sendo 1,278 milhões de toneladas destinadas à indústria e 128 mil toneladas para tomate fresco. Esses números indicam uma diminuição na produção em relação a 2021, que foram cerca de 1,75 milhões de toneladas (INE, 2023).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), a produção global de tomate em 2021 foi aproximadamente 189,1 milhões de toneladas, mostrando um aumento em relação à produção de 2020, que foram cerca de 184,8 milhões de toneladas (FAO, 2023).

1.2. A traça do tomateiro – *Phthorimaea absoluta*

1.2.1. Origem e distribuição

Phthorimaea absoluta é nativa da América do Sul, foi descoberta em Huancayo, no Peru e descrita como *Phthorimaea absoluta* pelo especialista em microlepidópteros, Edward Meyrick em 1917. Desde então, o nome do género foi sucessivamente alterado tendo sido *Gnorimoschema absoluta* (1962), *Scrobipalpula absoluta* (1964), *Scrobipalpuloides absoluta* (1987) e *Tuta absoluta* (1994) (EPPO, 2005). Recentemente esta espécie era ainda denominada como *Tuta absoluta*, até ser alterada novamente para *Phthorimaea absoluta* (Soares & Campos, 2022).

A partir dos anos 1960, *P. absoluta* já era encontrada em vários países da América do Sul, como Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela (EPPO, 2005; Korycinska & Moran, 2009). O primeiro registo da

praga na Europa ocorreu no final de 2006, na Província de Castellón, no leste de Espanha (Urbaneja et al., 2007) e desde então tem-se disseminado pela Bacia do Mediterrâneo e Europa, causando imensos estragos na cultura do tomate (Cajamar, 2012; Potting, 2013). Em 2008 e 2009, *P. absoluta* já havia-se estabelecido em vários outros países, como Itália, França, Holanda, Grécia, Suíça, Alemanha, Chipre, Bulgária, Portugal, Reino Unido, Marrocos, Argélia, Líbia e Tunísia (EPPO, 2010; Potting, 2013).

Em Portugal, *P. absoluta* foi identificada pela primeira vez em 2009, em várias localidades, incluindo o Algarve (maio de 2009, em estufas na zona de Faro), o Oeste (julho de 2009, em estufas na zona de Silveira e A-dos-Cunhados) (Serra et al., 2009) e desde setembro do mesmo ano no noroeste do país (Aguilar, 2011).

Desde a sua introdução na Europa, a praga rapidamente espalhou-se para outros países (Figura 1), acreditando-se que a sua disseminação para outras regiões tenha surgido com o aumento do comércio mundial, por falta de controlo na entrada e circulação de produtos agrícolas (Desneux et al., 2010; Tonnang et al., 2015).

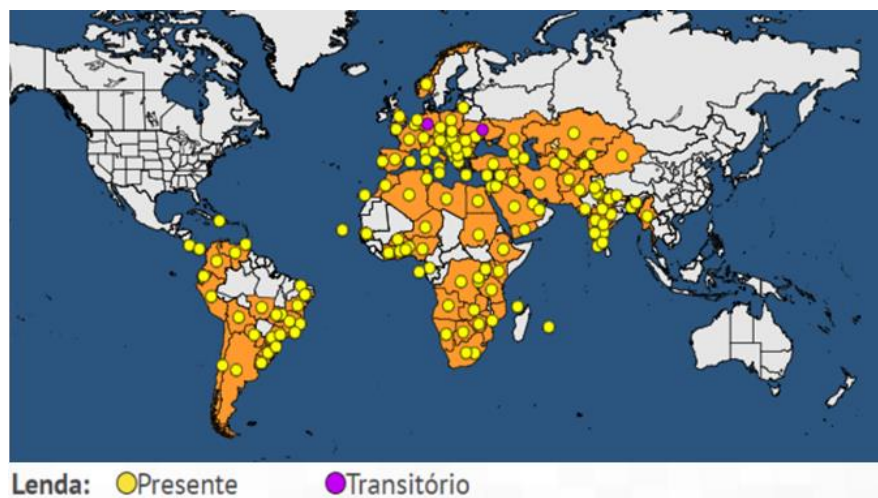


Figura 1 - Mapa de distribuição geográfica da presença de *Phthorimaea absoluta* (GNORAB) (EPPO, 2022d).

Phthorimaea absoluta é uma praga adaptada a diferentes condições climáticas em várias regiões, nomeadamente na América do Sul (sul do Brasil, Uruguai, Argentina e Chile) e na Bacia do Mediterrâneo. Apresenta maior tolerância em climas mais quentes e com maior disponibilidade de plantas hospedeiras, por sua vez climas mais frios podem reduzir o estabelecimento desta praga (Tonnang et al., 2015). Embora a temperatura seja um fator limitante para a sua sobrevivência (Desneux et al., 2010; Potting, 2013), já foi avistada em alguns países europeus com climas mais

frios, como a Suíça, Reino Unido e Países Baixos, tal acontecimento é explicado pelo cultivo protegido de tomate, em estufa (Potting, 2013). Esta espécie é altamente adaptável e pode ser encontrada em campos abertos até uma altitude de 1000 metros (Korycinska & Moran, 2009), com alguns registos a atingir 1900 metros e 2600 metros em campos abertos e estufas, respetivamente, na Colômbia (Desneux et al., 2010).

De acordo com a lista de pragas recomendadas para regulamentação como pragas de quarentena¹ da EPPO (2022a) em 2004, *P. absoluta* foi inicialmente classificada na lista A1, no entanto devido à sua rápida disseminação e crescente importância como praga, *P. absoluta* passou da lista A1 para a lista A2.

1.2.2. Classificação taxonómica e morfologia

De acordo com a classificação taxonómica apresentada pela EPPO (2022d), *P. absoluta* pertence a família Gelechiidae (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação taxonómica de *Phthorimaea absoluta* (EPPO, 2022d).

Taxa	Nome
Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Subfilo	Hexapoda
Classe	Insecta
Ordem	Lepidoptera
Família	Gelechia
Género	<i>Phthorimaea</i>
Espécie	<i>Phthorimaea absoluta</i> (Meyrick, 1917)

O nome comum atribuído à praga difere com a língua de cada país, em português é denominada traça-do-tomateiro, em inglês é denominada South American tomato moth, tomato borer, tomato leafminer, tomato leaf miner ou tomato leafminer moth e em espanhol é denominada polilla del tomate, cogollero del tomate, gusano minador del tomate, minador de la hoja y tallo de la papa, oruga minadora de hoja y tallo e polilla perforadora (EPPO, 2022d).

Phthorimaea absoluta é um pequeno lepidóptero que apresenta quatro estados de desenvolvimentos, ovo, larva, pupa e adulto (Cajamar, 2012; Mollá, Alonso, et al., 2011).

¹ Praga de importância económica potencial para a zona ameaçada e que ainda não se encontra presente (lista A1), ou presente (lista A2), mas não amplamente distribuída e que está a ser oficialmente controlada (EPPO, 2022a).

Os ovos apresentam uma forma esférica e quando depositados tem uma coloração branca ou ligeiramente amarelada. À medida que se aproximam da eclosão ficam amarelos e, na maturidade, adquirem uma coloração acastanhada (Biondi et al., 2018; Sannino, 2012). O tamanho varia entre 0,35-0,38 mm de comprimento e entre 0,22-0,25 mm de largura (Mujica et al., 2022; Sannino, 2012). Após a postura, os ovos eclodem em cinco a dez dias e normalmente são depositados na página superior ou inferior das folhas jovens ou quase maduras, podendo ser depositados separadamente ou agrupados, no máximo até três ovos (Delgado, 2009).

A larva, também denominada lagarta, eclode do ovo após cerca de três a cinco dias e pode alcançar até sete a oito mm de comprimento. Ao longo do seu desenvolvimento, apresenta uma coloração amarelada ou esverdeada e quando atinge a maturidade, a sua cor dorsal é rosada (Mujica et al., 2022; Sannino, 2012). A larva possui uma forma eruciforme, que é associada a larvas semelhantes a lagartas, esta forma apresenta um corpo cilíndrico com vários segmentos, permitindo que a larva mova-se de forma típica da lagarta, outra característica notável é a cabeça de cor escura (Santos & Perera, 2010). As larvas passam por quatro instares larvares, às vezes cinco (estados de desenvolvimento) antes de transformarem-se em pupa (Delgado, 2009).

No primeiro instar larvar (L1), a larva apresenta corpo cilíndrico com leve achatamento dorsal, com uma cabeça projetada para a frente e visivelmente achatada, forma esta que se mantém em todos os instares. Na fase inicial do seu desenvolvimento, a eclosão, a larva apresenta uma coloração branco creme, à medida que a larva continua a crescer, alimenta-se das suas plantas hospedeiras e adquire uma coloração verde-claro, que se torna proeminente durante a fase de alimentação. Durante o processo de crescimento, a larva passa periodicamente pela muda, em que após a muda a sua coloração pode voltar ao branco creme, devido à ausência de alimentação durante o processo e posterior esvaziamento do intestino (López, 2003). Nesta fase de desenvolvimento, a larva pode alcançar até 1,6 mm de comprimento (Cajamar, 2012; Mollá, Alonso, et al., 2011).

No segundo instar larvar (L2), a larva inicialmente tem uma coloração cinza esbranquiçada, no entanto ao retomar a alimentação, a cor volta a ser verde-claro, depois sofre outra mudança, voltando a ter uma coloração branco creme (López, 2003). Nesta fase de desenvolvimento, a larva pode alcançar até 2,8 mm de comprimento (Cajamar, 2012; Mollá, Alonso, et al., 2011).

No terceiro instar larvar (L3), a larva inicialmente tem uma coloração cinza esbranquiçada, que depois volta a ser verde-claro e vai-se intensificando, mais tarde adquire uma cor esbranquiçada (López, 2003). Nesta fase de desenvolvimento, a larva pode alcançar até 4,7 mm de comprimento (Cajamar, 2012; Mollá, Alonso, et al., 2011).

No quarto instar larvar (L4), a larva assume uma coloração verde-claro com coloração rosada na região dorsal e a cabeça de cor castanha (López, 2003). Nesta fase de desenvolvimento, a larva pode alcançar até 7,7 mm de comprimento (Cajamar, 2012; Mollá, Alonso, et al., 2011).

Na fase de pré-pupa, a larva diminui de tamanho, engrossa um pouco e adquire uma coloração rosa na superfície dorsal (Larraín, 2011; ob. cit., Méndez, 2015). Esta fase é marcada pelo fim da alimentação da larva e pelo início da preparação para a pupa.

A pupa transforma-se após a eclosão da larva, desenvolvendo-se num casulo de seda branco e sedoso (Biondi et al., 2018). Inicialmente a pupa tem uma coloração verde e um formato cilíndrico (Desneux et al., 2010). A pupa pode alcançar até cinco mm de comprimento e um mm de largura, sendo as fêmeas maiores que os machos, medindo 4,67 e 4,27 mm de comprimento e 1,37 e 1,23 mm de largura, respetivamente (Burguillo, 2018; Mujica et al., 2022).

Após 8 a 12 dias, o adulto emerge como uma pequena traça que é responsável pela reprodução e postura de ovos, completando assim o ciclo de vida da praga. Possui dois pares de asas membranosas com escamas de tamanho médio (as asas anteriores de cor cinza com manchas pretas e as asas posteriores de cor preta). A cabeça e tórax tem uma cor cinza com tons escuros, enquanto as antenas são longas e finas, com um padrão de listras brancas e escuras que ajudam a detetar feromonas e outros sinais químicos (Desneux et al., 2010; Santos & Perera, 2010). O adulto pode atingir um tamanho até sete mm de comprimento e 10 a 11 mm de largura (Cajamar, 2012). Uma das características dos adultos é o seu comportamento noturno, permanecendo durante o dia escondidos na folhas das plantas, principalmente na página inferior das folhas (Desneux et al., 2010).

A morfologia do macho e da fêmea de *P. absoluta* é bastante distinta externamente pelas suas diferenças. O macho apresenta um abdómen mais estreito e pontiagudo enquanto que a fêmea tem um abdómen mais largo e volumoso, as

escamas abdominais que marcam a separação dos segmentos abdominais no macho são de cor cinza e nas fêmeas são de cor creme (USDA, 2021).

1.2.3. Ciclo de vida

O ciclo de vida de *P. absoluta* (Figura 2), inicia-se com a postura de ovos que ocorre durante vários dias após a fertilização das fêmeas, depositando cerca de 180 a 260 ovos individualmente ou em pequenos grupos. A maioria dos ovos são depositados nas plantas mais próximas das laterais da estufa e na parte superior da planta (Cajamar, 2012), em páginas inferiores das folhas, mas também em outras partes da planta como, caules novos, pedúnculos ou no cálice dos frutos mais jovens (Desneux et al., 2010). Após a eclosão do ovo, a larva completa quatro a cinco instares, alimentando-se do mesófilo das folhas, caule e dos frutos a partir do pedúnculo, criando galerias (Biondi et al., 2018; Desneux et al., 2010).

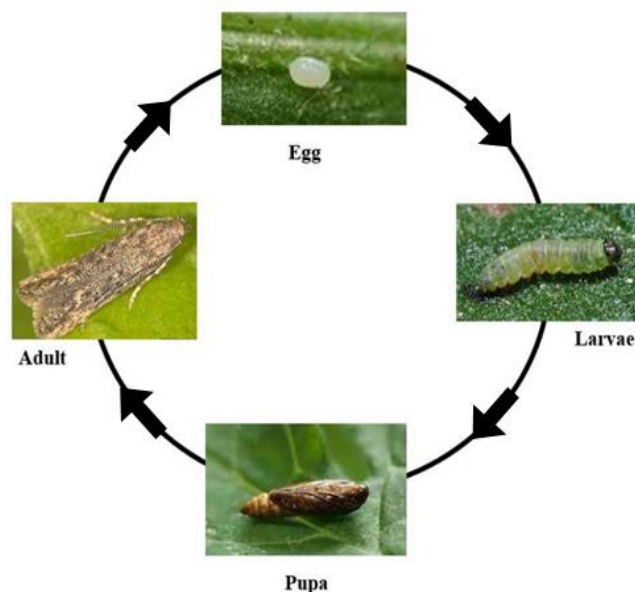


Figura 2 - Ciclo de vida de *Phthorimaea absoluta* (Chaker Bennour et al., 2021).

Quando a larva completa o último estado larvar, após 12 a 18 dias transforma-se em pupa no solo ou em partes da planta, transformando-se em adulto entre 9 a 23 dias, conforme a temperatura (Tabela 2) (Delgado, 2009). A vida média dos adultos é de cerca de 10 a 15 dias nas fêmeas e de 6 a 7 dias nos machos (Cajamar, 2012).

Tabela 2 - Duração em média para cada estado de desenvolvimento de *Phthorimaea absoluta*, em dias (Delgado, 2009).

Temperatura	Ovo	Larva	Pupa	Adulto
15°C	10	36	20	23
30°C	4	11	5	9

O tempo que *P. absoluta* leva a completar o seu ciclo de vida varia em média cerca de 29-38 dias em meses mais quentes e cerca de 80 a 90 dias em meses mais frios, permitindo completar aproximadamente 9 a 12 ciclos por ano (Cajamar, 2012; Delgado, 2009). Em estufas com condições ideais é capaz de desenvolver-se entre 12 a 30 °C, quando a temperatura é de 12 °C o seu desenvolvimento demora aproximadamente quatro meses, enquanto com 30 °C demora cerca de 20 dias a completar o seu ciclo de vida (Krechemer & Foerster, 2015; Vercher et al., 2010).

O ciclo de vida de *P. absoluta*, assim como muitas espécies de insetos é fortemente influenciado por fatores ambientais, principalmente a temperatura. A temperatura afeta diretamente o tempo de evolução dos estados de desenvolvimento da praga. Para estudar o impacto da temperatura no desenvolvimento de *P. absoluta*, é utilizado o zero de desenvolvimento conhecido como temperatura base. A temperatura base é a temperatura mínima necessária para que o desenvolvimento do inseto prossiga, e dessa forma avaliar a faixa de temperatura onde o inseto é mais ativo e observar o seu desenvolvimento (Tabela 3). O desenvolvimento de *P. absoluta* está também ligado à constante térmica, também conhecida como graus-dia. A constante térmica representa o calor acumulado necessário para o inseto passar de um estado de desenvolvimento para outro (Tabela 4) (Barrientos et al., 1998).

Tabela 3 - Temperatura base estimada para cada um dos estados de desenvolvimento de *Phthorimaea absoluta* (Barrientos et al., 1998; Estay, 2000).

Estado de desenvolvimento	Temperatura base (°C)
Ovo a larva	7,0
Larva a pupa	7,6
Pupa a adulto	9,1

Tabela 4 - Constante térmica em graus-dia estimada para cada um dos estados de desenvolvimento de *Phthorimaea absoluta* (Barrientos et al., 1998).

Estado de desenvolvimento	Constante térmica (°D)*
Ovo	103,2
Larva	239,2
Pupa	118,2

* Graus-dia representa a quantidade acumulada de calor recebido por uma praga ou cultura ao longo do tempo. É expressa em graus Celsius ou Fahrenheit e é calculada subtraindo o limite inferior de temperatura (temperatura base) da temperatura média diária e somando esses valores para cada dia. A temperatura base é a temperatura mínima abaixo da qual o desenvolvimento da praga é considerado inativo ou retardado significativamente. Por exemplo, se a temperatura base for definida em 10°C e a temperatura média diária for 20°C, o grau-dia desse dia será de 10°C (20°C - 10°C).

1.2.4. Hospedeiros

Phthorimaea absoluta é uma praga com uma grande diversidade de plantas hospedeiras principalmente da família Solanaceae, em que o seu hospedeiro principal é o tomate (*Lycopersicon*) (Desneux et al., 2010). Dentro da família Solanaceae pode-se alimentar, desenvolver e reproduzir em plantas, como a berinjela (*Solanum melongena* Graham), batata (*S. tuberosum* Graham), pimento (*Capsicum annuum* Graham), tabaco (*Nicotiana tabacum* Graham) (Campos, 1976; Desneux et al., 2010; Vargas, 1970) entre outras Solanaceae. Tem também como hospedeiras outras espécies de plantas não cultivadas como *Solanum nigrum* Graham, *S. elaeagnifolium* Graham, *S. bonariense* Graham, *S. sisymbriifolium* Graham, *Datura ferox* Graham, *D. stramonium* Graham e *N. glauca* Graham (Larraín, 1986; ob. cit., Desneux et al., 2010; García & Espul, 1982). Em nenhuma destas plantas os danos provocados, são tão intensos como no tomate; no caso da batata, *P. absoluta* apenas provoca estragos na parte aérea da planta, o que não prejudica diretamente o desenvolvimento do tubérculo (Pereyra & Sánchez, 2006).

Desde que *P. absoluta* chegou à Europa, tem demonstrado uma alta tendência para hospedeiros secundários pertencentes à família Solanaceae, pois gradualmente têm sido identificadas outras espécies de plantas como hospedeiros alternativos (Desneux et al., 2010).

1.2.5. Estragos e prejuízos

Os estragos provocados pela *P. absoluta* começam logo após a eclosão, são mais predominantes nas folhas, contudo há estragos em toda a planta, desde flores,

caules e o mais importante os frutos independentemente da fase de crescimento da planta (Urbaneja et al., 2012).

Nas folhas os estragos são provocados principalmente durante o estado larvar, especificamente nos dois últimos instares. Os três primeiros instares larvares, conhecidos como L1, L2 e L3, são particularmente críticos para o seu crescimento e desenvolvimento. Durante esses estados de desenvolvimento, as larvas penetram ativamente nas folhas dos tomateiros e alimentam-se do tecido do mesófilo foliar, que é rico em nutrientes (Silva et al., 2006). As larvas têm peças bucais especializadas que lhes permitem perfurar a epiderme da folha e, posteriormente, alimentarem-se do tecido do mesófilo deixando a epiderme da folha praticamente intacta, criando galerias que são facilmente identificadas pelas áreas translúcidas que deixam (Cajamar, 2012; El-Ghany & Faucheux, 2022; Quiroz, 1976). Ao manter a epiderme intacta, as larvas ficam mais protegidas de ameaças externas e podem continuar a alimentar-se e a desenvolver-se. Com o desenvolvimento das larvas, as galerias vão-se tornando cada vez maiores. A distinção das galerias de *P. absoluta* de outros insetos é feita pelos excrementos que são depositados apenas num local da galeria (Blom & Méndez, 2015; Delgado, 2010). Em consequência, a planta sofre alterações no seu processo de desenvolvimento, aumentando o envelhecimento precoce da planta e o aparecimento de possíveis infeções pela entrada de patógenos nas galerias como fungos e bactérias (Blom & Méndez, 2015; Delgado, 2009). Nos frutos, os estragos ocorrem normalmente após a postura perto do cálice, facilitando a entrada direta das larvas no interior do fruto e permitindo que as larvas dos primeiros instares larvares se alimentem e permaneçam dentro do fruto mais tempo (Aznar et al., 2010). Nos caules os estragos são menos frequentes, as larvas penetram na zona de inserção dos pedúnculos ou folhas, mas apenas quando há grandes infestações da praga (Blom & Méndez, 2015).

Os prejuízos causados por *P. absoluta* estão relacionados com a densidade populacional da praga. Em casos de baixa densidade populacional, os estragos são restritos às folhas, onde são visíveis as galerias. No entanto, quando a densidade populacional é alta, a praga pode causar estragos em toda a planta, incluindo folhas, frutos e caules. Esses estragos podem ser prejudiciais na qualidade e rendimento da cultura, afetando assim o produto final (Blom & Méndez, 2015).

1.2.6. Monitorização e Estimativa do Risco

As técnicas utilizadas para monitorização e estimativa do risco de pragas, variam de acordo com o tipo de praga e estado de desenvolvimento (Aguiar et al., 2005). É fundamental que essas técnicas sejam viáveis, ou seja, que possam ser facilmente executadas, interpretadas e tenham um custo acessível (Amaro, 2003). Cada técnica de estimativa do risco está associada a um nível económico de ataque e/ou regra de decisão, para os interpretar tem de ser acompanhados de informação relativa ao método de amostragem utilizado (Aguiar et al., 2005). As técnicas de monitorização utilizadas para a estimativa do risco, podem ser diretas ou indiretas (Amaro, 2003). As técnicas diretas consistem na observação direta de organismos, como o método de observação visual. Já as técnicas indiretas envolvem a captura de pragas e de auxiliares entomófagos por meios de dispositivos específicos, seguida de identificação e quantificação (Amaro, 2003).

No caso de *P. absoluta*, as técnicas mais utilizadas para monitorização da praga, incluem a captura de machos por meio de armadilhas de feromona sexual, captura de ovos e larvas nas plantas hospedeiras e observação visual (Amaro, 2003; Biondi et al., 2018). As feromonas sexuais são sinais químicos libertados por um organismo para atrair parceiros do sexo oposto, são compostas por uma mistura de vários componentes voláteis específicos da espécie ou de um pequeno número de espécies semelhantes (Amaro, 2003). No entanto estas técnicas não parecem ser suficientemente eficientes para a estimativa do risco. A captura de machos tem vários fatores que podem interferir, como a densidade populacional, o tipo de armadilha e feromonas utilizadas (Megido et al., 2013). As amostragens de ovos, larvas e adultos podem ser ineficazes na estimativa de estragos causados pela *P. absoluta*, pois os ovos são pequenos e colocados aleatoriamente em várias folhas, além de ser uma técnica dispendiosa devido ao custo da mão de obra necessária (Benvença et al., 2007; Biondi et al., 2018).

Contudo o uso de armadilhas sexuais é considerada por vários autores a técnica mais eficiente, pois apresenta grande capacidade de seleção (Amaro, 2003), atraindo machos por meio do uso de feromonas sintéticas femininas, permitindo a deteção precoce de pequenas populações e a implementação de estratégias de controlo adequadas (Benvença et al., 2007; Biondi et al., 2018). As armadilhas utilizadas para monitorização de *P. absoluta* geralmente são feitas de papel ou plástico em forma de prisma triangular, possuindo extremidades abertas e um painel adesivo

na base interna da armadilha com a feromona suspensa acima. Outra opção é a utilização de armadilhas de água em combinação com a feromona. A utilização da feromona sexual aumenta a eficácia das armadilhas e possibilita a deteção precoce de infestações, permitindo a implementação rápida (Benvenega et al., 2007). Para garantir a eficácia das armadilhas, é importante considerar a posição em relação às plantas (altura, densidade), pois armadilhas colocadas acima da altura das plantas são mais eficazes (Ferrara et al., 2001). Além disso, em campos abertos, é necessário o uso de doses mais elevadas de feromona do que em condições de estufa, onde a feromona não é dispersa pelo vento. Esses fatores devem ser levados em consideração ao escolher o método de monitorização adequado para cada situação (Desneux et al., 2022).

A observação visual é uma técnica simples que pode ser aplicada com base na experiência e conhecimento do agricultor sobre a sua cultura, permitindo manutenção constante às necessidades presentes. Esta técnica consiste na determinação periódica de doenças, estragos ou prejuízos, bem como da presença de IN na cultura, através da observação de um determinado número de órgãos representativos para conseguir ter a estimativa representativa do que está a acontecer com a população da praga (Amaro, 2003). Para aplicar esta técnica é necessário ter conhecimento sobre a cultura em questão: pragas, doenças e o tipo de estragos e prejuízos que provocam; ciclo biológico dos organismos nocivos, a escolha das épocas de observação e os órgãos a examinar mais adequados; os principais IN potencialmente presentes e os fatores de nocividade principais (Amaro, 2003).

A estimativa do risco consiste em avaliar quantitativamente os inimigos das culturas, ou seja, determinar a intensidade de ataque e analisar a influência de diversos fatores da sua atividade, considerando as consequências negativas que os mesmos podem provocar, ou seja, os fatores de nocividade (Aguilar et al., 2005).

De acordo com Amaro (2003), na estimativa do risco deve-se compreender:

- a natureza do inimigo, determinando a sua identificação;
- dimensão da população ou intensidade de ataque;
- como poderá o ataque ser condicionado por fatores de nocividade da praga.

As técnicas de monitorização devem ser aplicadas de acordo com o tipo de área e abundância da praga, variando conforme a época do ano. Com a observação visual das plantas, pode-se obter um nível de estragos das larvas vivas de *P. absoluta*

(Tabela 5), elaborada por uma equipa técnica de Sanidade Vegetal de Múrcia (Delgado, 2009).

Tabela 5 - Níveis de estragos de larvas vivas de *Phthorimaea absoluta* nas parcelas em estufa (Delgado, 2009).

Nível	Significado
0	Não existem estragos provocados por larvas.
1	Nível insignificante: <5% das plantas situadas perto das entradas/saídas.
2	Nível muito baixo: 5-25% das plantas situadas em qualquer parte da parcela.
3	Nível médio: 25-50% das plantas com alguma larva viva.
4	Nível alto: >50% das plantas com alguma larva viva.
5	Nível muito alto: >50% das plantas com várias larvas vivas por planta.

A quantidade de machos capturados nas armadilhas é um indicador importante do risco de infestação por *P. absoluta*. Num ensaio realizado em Espanha, foram obtidos valores de referência para os níveis de captura e risco de *P. absoluta* (Tabela 6), apesar da presença de variabilidades nos resultados (Delgado, 2009).

Tabela 6 - Valores indicativos de risco em culturas protegidas (pelo número de capturas, por armadilha, por semana) (Delgado, 2009).

Número de capturas	Nível de risco
0	Não há risco
1-3	Risco muito baixo
4-30	Risco moderado
30-100	Alto risco
>100	Risco extremo

As armadilhas sexuais são importantes na monitorização do aparecimento e atividade de certas pragas. Compreender esses aspetos estabelece a base, para determinar níveis económicos de ataque (Amaro, 2003).

1.2.7. Meios de Proteção

Nos últimos anos, têm sido utilizados diversos meios de proteção para controlar a população de *P. absoluta*, mas nenhum deles está a dar resposta eficaz e suficiente aos agricultores (Biondi et al., 2018; Delgado, 2009). Atualmente a Proteção Química continua a ser o meio mais utilizado no Mediterrâneo (Bielza, 2010), além da Proteção Química, os meios de proteção utilizados para o controlo da praga *P. absoluta* são a Proteção Cultural, Proteção Biológica e Proteção Biotécnica.

Proteção Cultural

A Proteção Cultural é uma estratégia de prática agrícola que é baseada no uso de práticas culturais, técnicas e conhecimentos tradicionais para proteger as culturas contra populações de inimigos, que podem afetar a produção agrícola através de medidas diretas e indiretas. As medidas diretas implicam a eliminação de órgãos afetados e infestados, recolha de insetos manualmente e desinfeção das plantas com detergentes ou água. Por outro lado, as medidas indiretas implicam diminuir a origem de doenças e eliminar/reduzir fatores de stress, promovendo condições de desenvolvimento para a cultura e melhor tolerância de ataque das pragas (Aguiar et al., 2005).

As principais medidas para controlo da praga, devem ter início antes da plantação da cultura. A utilização sempre que possível da rotação de culturas com espécies que não sejam da família Solanaceae; o uso de plântulas (plantas jovens) que não estejam infestadas com *P. absoluta*; instalação e manutenção de redes de exclusão nas aberturas das estufas para impedir a entrada de adultos de *P. absoluta*; eliminação e destruição de restos das culturas e infestantes hospedeiras tanto do interior da estufa/parcela como de áreas circundantes para reduzir significativamente o risco de infestação (Cajamar, 2012; Serra et al., 2009), evitar ter plantações novas e antigas no mesmo espaço, pois as plantas antigas podem servir de reservatório para a praga e colonização das plantas jovens (Blom & Méndez, 2015). Durante o cultivo caso se verifique uma infestação leve, as folhas com galerias de *P. absoluta* devem ser retiradas semanalmente e continuar a eliminar as infestantes hospedeiras que surjam para evitar a infestação da cultura (Blom & Méndez, 2015; Cajamar, 2012). No final da cultura é fundamental fazer uma limpeza completa após a última colheita, todos os restos da cultura devem ser removidos ou destruídos para eliminar possíveis pragas existentes (Cajamar, 2012); o solo deve ser revirado para interromper o desenvolvimento de pupas e larvas que possam estar presentes no solo; para evitar a propagação da praga, deve-se implementar a desinfeção sistemática de ferramentas, equipamentos e meios de transporte; para sistemas de cultivo protegido, como estufas, recomenda-se cobrir o solo com plástico pelo menos 15 dias após a última colheita, devido à possível presença de pupas no solo (Blom & Méndez, 2015) e se as próximas culturas forem da família Solanaceae é fundamental garantir um intervalo de quatro a seis semanas entre plantações sucessivas (Serra et al., 2009).

Proteção Biológica

A Proteção Biológica consiste na ação de organismos vivos ou produtos derivados da sua atividade, para diminuir as populações dos inimigos das culturas e consequentemente, reduzir os prejuízos sobre as culturas ou produtos agrícolas (Aguiar et al., 2005). Os agentes de Proteção Biológica são designados de IN e, conforme, os inimigos a combater, o modo de alimentação e a forma com atuam, podem ser predadores, parasitoides, antagonistas, competidores, herbívoros (Amaro, 2003).

A Proteção Biológica contra pragas, doenças e infestantes pode ser organizada em três modalidades, que são designadas por Proteção Biológica de Conservação (ou Limitação Natural), Proteção Biológica Clássica e Tratamento Biológico.

Em Proteção Biológica de Conservação não há introdução de organismos auxiliares, apenas a manutenção e aumento dos que existem. Baseia-se na capacidade de os IN garantirem a limitação das populações dos inimigos das culturas, que às vezes manifesta-se suficiente para manter as populações abaixo do nível económico de ataque (Aguiar et al., 2005). Em proteção integrada a Proteção Biológica de Conservação é uma das modalidades com bastante interesse, pois preservam a fauna auxiliar e outros agentes, devido à melhoria das populações através da introdução de alimento suplementar, hospedeiros alternativos e locais de abrigo (IE) ou pela preservação através da eliminação do uso de pesticidas tóxicos (redução de doses e/ou número de aplicações) (Aguiar et al., 2005).

A Proteção Biológica Clássica consiste em combater uma espécie exótica que causa prejuízos a uma cultura/região através da introdução e manutenção de IN a médio prazo, provenientes normalmente da região de origem dessa espécie exótica (Amaro, 2003). E o Tratamento Biológico consiste em aumentar as populações de IN que existem no ecossistema, mas que não estão em quantidades suficientes para combater os inimigos das culturas (Aguiar et al., 2005).

Atualmente existe uma grande diversidade de IN de artrópodes² que têm sido explorados para o controlo de *P. absoluta*, desempenhando um papel fundamental na regulação desta praga (Desneux et al., 2022).

Existem mais de 50 espécies de predadores encontrados na América do Sul e alguns em regiões da Europa recém invadidas (Ferracini et al., 2019). Na Europa e na

² Os artrópodes são um filo de animais invertebrados caracterizados por possuírem um exoesqueleto quitinoso, um corpo segmentado e apêndices articulados em seus segmentos corporais. Os artrópodes incluem uma ampla variedade de organismos, como insetos, aranhas, crustáceos e miriápodes (como centopeias e milípedes).

Bacia do Mediterrâneo encontram-se mirídeos predadores (ordem Hemiptera, família Miridae); *Nesidiocoris tenuis* e *Macrolophus pygmaeus* são comercializados como principais agentes de controlo biológico para *P. absoluta* (Pérez-Hedo et al., 2021). Permitem atrasar/interromper o estabelecimento e desenvolvimento da praga na cultura através da alimentação dos ovos e larvas (Jaworski et al., 2015; Mollá, Gonzalez-Cabrera, et al., 2011), além de complementarem a sua alimentação com matéria vegetal em períodos de escassez de presas, pois são predadores fitófagos que alimentam tanto de plantas quanto de artrópodes (Ferracini et al., 2019).

Por isso, é recomendável que a libertação de mirídeos seja feita quando a população de *P. absoluta* é baixa, permitindo que se estabeleçam antes que as populações de *P. absoluta* aumentem. Por outro lado, a libertação de *N. tenuis* quando a cultura ainda está em crescimento e mesmo que haja controlo da praga, pode haver um aumento da população desse predador que seja prejudicial à cultura por ser fitófago (Desneux et al., 2022; Ferracini et al., 2019). Nesse caso, terá de haver pulverizações de inseticidas para reduzir as populações de *N. tenuis* sem que seja eliminado completamente. No inverno, raramente este predador atinge densidades que sejam prejudiciais à cultura (Desneux et al., 2022).

Na literatura, várias espécies de parasitoides foram identificadas na América do Sul e em regiões recém-invadidas, as quais estão intimamente associadas a *P. absoluta*, dos quais foram encontradas três espécies de parasitoides, *Neochrysocharis formosa*, *Trichogramma dendrolimi* e *Trichogramma exiguum* (Ferracini et al., 2019).

Os parasitoides de ovos pertencentes à família Trichogrammatidae são os mais utilizados para o controlo de *P. absoluta*. Na Europa a libertação de *Trichogramma achaeae* aparenta ser eficaz, seja isoladamente ou em combinação com o predador *N. tenuis* ou com *M. pygmaeus* (Chailleux et al., 2013; Desneux et al., 2022). Algumas destas espécies que são criadas para libertação (*T. pretiosum*, *T. acheae* e *T. euproctidis*) mostram-se eficazes no controlo da praga, apresentando até 90% de parasitismo em estufas de tomate (Biondi et al., 2018; Parra & Zucchi, 2004; Zappalà et al., 2013). As famílias Eulophidae e Braconidae também apresentam parasitoides larvares com boa eficácia (Biondi et al., 2018; Urbaneja et al., 2012).

Destacam-se também no controlo desta praga, fórmulas comerciais baseadas em *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (Firmicutes: Bacillaceae), que é um biopesticida microbiano que não tem efeitos negativos para o meio ambiente nem para a saúde humana e outros vertebrados, sendo compatíveis com IN artrópodes (Desneux et al., 2022; González-Cabrera et al., 2011). Esta espécie *B. thuringiensis* (Bt) tem sido

utilizada para controlar outras pragas de insetos da ordem Lepidoptera. Estudos efetuados em Espanha em laboratório, estufa e campo aberto demonstraram que apresenta alta eficácia no controlo de *P. absoluta*, principalmente nas larvas de primeiro instar, que tiveram maior suscetibilidade em relação às de segundo e terceiro instar. Foi também demonstrado que a pulverização com determinadas formulações à base de Bt pode reduzir a densidade populacional da praga em mais de 95% sem a necessidade de utilizar pesticidas químicos (González-Cabrera et al., 2011), além de poder ser usado em simultâneo com os predadores *N. tenuis* e *M. pygmaeus* uma vez que não interfere na eficácia dos predadores (Urbaneja et al., 2012).

Fungos, como *Beauveria bassiana*, podem também ser usados para uma grande diversidade de insetos/praga, demonstrando para *P. absoluta* uma eficácia na sua mortalidade em cerca de 30-50% em todos os instares (Klieber & Reineke, 2015).

Nemátodes são também espécies capazes de infetar todos os instares de *P. absoluta*, como *Steinernema* e *Heterorhabditis* que apresentam alta eficácia na redução de *P. absoluta* em cerca de 87-95%, em condições de laboratório e estufa, sendo ideal a sua aplicação foliar e no solo (Van Damme et al., 2016).

A Proteção biológica contra *P. absoluta* deve ser constituído pela combinação de proteções biológicas complementares, incluindo o uso de parasitoides, microorganismos (por exemplo, Bt) e/ou predadores mirídeos (Biondi et al., 2018).

Proteção Biotécnica

A Proteção Biotécnica são todos os meios presentes no organismo ou habitat da praga suscetíveis de manipulação, que permita alterar negativamente determinadas funções vitais que delas dependam, seja mais ou menos profunda, provocando em geral, a morte dos indivíduos afetados (Aguar et al., 2005).

As técnicas utilizadas na Proteção Biotécnica para reduzir as densidades populacionais de *P. absoluta*, são a captura em massa e a confusão sexual que são técnicas muito diferentes, contudo, para o caso de *P. absoluta* ambas usam a feromona sexual mimética feminina.

A captura em massa, consiste em usar um “isco” de forma a atrair um ou ambos os sexos (neste caso os machos) com armadilhas para capturar a praga (Witzgall et al., 2010). São utilizados vários tipos de armadilhas como as armadilhas com água, as armadilhas adesivas ou outras versões modificadas (Lobos et al., 2013).

As armadilhas de água geralmente são as mais utilizadas no controlo de *P. absoluta*, no entanto quando há uma alta densidade populacional da praga, as armadilhas ficam cheias ou sobrecarregadas com insetos capturados, exigindo manutenção. A captura de machos nessas armadilhas leva a uma diminuição da população (Desneux et al., 2022). A captura em massa de *P. absoluta* envolve, assim, a colocação de armadilhas de água contendo feromonas sexuais, a uma altura de 40 centímetros do solo. Para aumentar a eficácia, é recomendável adicionar algumas gotas de detergente na armadilha e trocar a água regularmente. Geralmente, é recomendado utilizar 20 a 40 armadilhas por hectare (Serra et al., 2009). Em *P. absoluta*, por exemplo, os machos são atraídos por feromonas libertadas pelas fêmeas, que atraem os machos a longas distâncias (Desneux et al., 2022).

O uso de armadilhas adesivas é outra técnica, que consiste em fita adesiva amarela revestida com uma camada de cola. Essas armadilhas são geralmente distribuídas uniformemente perto do solo e instaladas antes da plantação. Para aumentar ainda mais a eficácia das armadilhas, é adicionada uma cápsula de feromona (Serra et al., 2009).

A captura em massa, relativamente ao monitoramento com a feromona, exige uma maior quantidade de armadilhas posicionadas estrategicamente em todo o campo, para capturar uma proporção significativa de machos da população de *P. absoluta*. Na literatura, tem-se investigado a colocação das armadilhas; as que são posicionadas nas bordas dos campos de tomate a favor do vento tendem a ter um maior número de capturas em comparação com outras áreas dentro do campo (Lobos et al., 2013). No entanto, a captura em massa por si só geralmente não é suficiente para controlar a praga, sendo necessário combinar outras medidas de controlo para atingir um nível aceitável de proteção da cultura (Desneux et al., 2022; Mansour et al., 2018).

A confusão sexual consiste na libertação de feromonas sexuais no ar, através de difusores para impedir o processo de acasalamento. Assim, o uso de feromonas sexuais permite impedir o acasalamento e diminuir o encontro dos machos com as fêmeas, quando a atmosfera está saturada de feromonas femininas. Isso resulta em uma redução de acasalamentos bem sucedidos, permitindo níveis mais baixos de pragas e estragos mínimos às culturas (Caparros Megido et al., 2013; Cocco et al., 2013). No entanto, alguns fatores podem interferir na redução de estragos, como a densidade populacional da praga, a migração de fêmeas acasaladas para a área tratada e a capacidade de a fêmea de *P. absoluta* reproduzir-se sem acasalar com os machos (partenogênese) (Caparros Megido et al., 2012; Michereff Filho et al., 2000).

Proteção Química

Na Proteção Química são utilizadas substâncias químicas naturais ou de síntese, designados produtos fitofarmacêuticos, para reduzir ou eventualmente eliminar as populações de inimigos das culturas. Existem atualmente várias substâncias ativas homologadas tais como, emamectina, abamectina, clorantroliniprol, metaflumizona, metomil (Agromanual, 2022).

A Proteção Química é uma das estratégias mais utilizadas para reduzir a população de pragas de insetos na agricultura e minimizar os prejuízos na produção de tomate. Os inseticidas são amplamente utilizados devido à sua eficácia e aos efeitos imediatos no controlo de pragas (Desneux et al., 2022).

A chegada de *P. absoluta* em áreas recém-invasidas é frequentemente marcada por um aumento acentuado no uso de inseticidas, na tentativa de conter a disseminação dos invasores e reduzir possíveis perdas de produtividade (Desneux et al., 2022; Guedes & Picanço, 2012). No Brasil, por exemplo, as 10-12 tratamentos necessários para controlar as pragas antes da chegada de *P. absoluta* passaram a ser mais do dobro, atingindo mais de 30 aplicações por ciclo de cultivo de tomate no início da introdução desta praga (Guedes & Picanço, 2012).

Assim, o uso excessivo de inseticidas resulta numa resistência genética nas populações de pragas, fenómeno observado em *P. absoluta* e impulsionada pelo uso desequilibrado de inseticidas para controlar a população de pragas (Biondi et al., 2018; Guedes & Picanço, 2012). Esse efeito foi inicialmente reconhecido na América do Sul e posteriormente em outras partes do mundo (Biondi et al., 2018; Guedes et al., 2019), onde quase 60 casos de resistência a 24 inseticidas foram relatados (Guedes et al., 2019).

A exposição a inseticidas não direcionados³ pode provocar diversas consequências, tais como: (i) stress em espécies não-alvo de inseticidas, incluindo IN e polinizadores, entre outras; (ii) causar uma seleção imprevisível para resistência a inseticidas em espécies não-alvo; (iii) promover mudanças na dominância de espécies de pragas; e (iv) gerar stress em comunidades (Desneux et al., 2022).

A aplicação excessiva, prejudica o controlo natural por artrópodes benéficos, que poderiam ser preservados com a utilização de menores quantidades de inseticidas (Lu et al., 2012). Por falta de alternativas, o método químico continua a ser o mais utilizado

³ Inseticidas não direcionados, também conhecidos como inseticidas de amplo espectro, são produtos químicos utilizados no controlo de pragas que não possuem um alvo específico, são projetados para combater uma ampla gama de insetos e outras pragas, sem seletividade significativa em relação à espécie ou grupo de insetos.

na Bacia do Mediterrâneo e na América do Sul para controlar *P. absoluta* (González-Cabrera et al., 2011; Guedes & Picanço, 2012), tanto em culturas ao ar livre como protegidos (Biondi et al., 2018).

Em resumo, apesar de existirem diversos meios de proteção, nenhum esta a ser totalmente eficaz, porque a Proteção Cultural exige muito rigor em não deixar vestígios de contaminação pela praga (p.e. remoção das folhas infestadas) exigindo mais mão de obra, além de não ser muito prático. Na Proteção Química o uso de pesticidas apesar de ser eficaz algumas das substâncias homologadas já originaram populações resistentes, além de ser prejudicial ao meio ambiente e de ter um alto custo. Na Proteção Biotécnica a captura em massa não estão a ser totalmente eficaz, pois é necessário grandes quantidades de armadilhas, além de ser necessária a manutenção das armadilhas. Por isso só nos resta escolher um meio de luta que seja ambientalmente seguro, eficaz e de baixo custo. A Proteção Biológica é uma solução, porque permite que os IN de artrópodes controlem a praga sem a necessidade de químicos ou armadilhas dispendiosas.

1.3. Inimigos Naturais

Os IN desempenham um papel crucial no controlo biológico das pragas presentes em algumas culturas e constituem uma alternativa promissora às intervenções químicas (Thomson & Hoffmann, 2010). Estes IN podem ser categorizados em diferentes grupos, incluindo predadores, parasitoides... (Held, 2020), que contribuem para a regulação das populações de pragas. Os predadores são organismos que caçam, capturam e se alimentam ativamente das pragas, ajudando a manter as populações sob controlo. Os predadores podem reduzir significativamente o número de pragas, proporcionando um equilíbrio natural do ecossistema. Os parasitoides são insetos especializados que depositam os seus ovos sobre ou dentro do corpo do hospedeiro. As larvas parasitoides alimentam-se então do hospedeiro, acabando por provocar a sua morte. Este processo ajuda a controlar as populações de pragas, resultando numa diminuição do número de pragas (Amaro, 2003).

Os IN de artrópodes desempenham um papel fundamental na gestão de *P. absoluta*, constituindo uma via promissora para o controlo das suas populações. Na América do

Sul e na Bacia do Mediterrâneo foram identificados diversos IN como agentes de proteção biológica contra esta praga (Ferracini et al., 2019; Urbaneja et al., 2012).

1.3.1. Parasitoides

Os parasitoides têm como alvo os ovos ou larvas de *P. absoluta*, não se conhece nenhum parasitoide a parasitar ambos os estados de desenvolvimento da praga, existindo poucos ou nenhuns parasitoides de pupas ou adultos (Ferracini et al., 2019; Urbaneja et al., 2012) (Tabela 7). Encontradas espécies de parasitoides pertencentes às ordens Diptera e Hymenoptera dentro dos quais temos as famílias Syrphidae, Ichneumonidae, Braconidae, Chalcididae, Pteromalidae, Eulophidae e Trichogrammatidae. De entre os parasitoides de *P. absoluta*, as espécies da família Trichogrammatidae como *Trichogramma achaeae* apenas parasitam ovos (Polaszek, 2010), enquanto espécies da família Eulophidae apenas parasitam larvas, à exceção do *Cirrospilus* que também parasita pupas (Ferracini et al., 2019; Urbaneja et al., 2012). Como exemplo de parasitoide temos *Trichogramma achaeae*, que é uma espécie que já foi criada em laboratório para se proceder a largadas na Europa, possibilitando uma redução da praga (Roy et al., 2011). No entanto tem alguns fatores que interferem na eficácia deste parasitoide, como a pequena dimensão dos ovos de *P. absoluta* (Cabello et al., 2012), adaptação ao clima visto que adapta-se melhor a temperaturas quentes (Kabiri et al., 2010) o que acaba por ser um problema em algumas regiões da Europa. E a introdução em zonas não nativas que pode provocar a parasitação de outros ovos de insetos (Babendreier et al., 2005). A espécie *Stenomesus cf. japonicus*, parasita larvas de segundo e terceiro instar, a espécie *Necremnus tutae* parasita todos os instares larvares de *P. absoluta* (Gabarra & Arno, 2010; Urbaneja et al., 2012; Zhang et al., 2022) e *Neochrysocharis formosa* foi encontrado a parasitar larvas de primeiro instar de *P. absoluta* em vários países, incluindo Espanha. Estas espécies de parasitoides foram encontradas na zona da Bacia do Mediterrâneo com um desenvolvimento a uma temperatura de 25 °C (Lara et al., 2010; ob. cit., Urbaneja et al., 2012).

Em alguns países da América do Sul (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Peru, e Venezuela) são encontrados determinados parasitoides característicos desses países (Desneux et al., 2010), tais como várias espécies de parasitoides de ovos pertencentes às famílias Encyrtidae, Eupelmidae ou Trichogrammatidae (Colomo et al., 2002; Oatman & Platner, 1989) e várias espécies de parasitoides de larvas

pertencentes às famílias Bethyridae, Braconidae, Eulophidae, Ichneumonidae e Tachinidae (Desneux et al., 2010).

Entre todos os parasitoides de *P. absoluta* destaca-se *N. tutae*, um parasitoide que tem demonstrado uma eficácia notável no controlo de *P. absoluta*, visando principalmente os instares mais jovens de *P. absoluta* durante o seu ciclo de vida (Zhang et al., 2022).

Tabela 7 - Parasitoides associados a *Phthorimaea absoluta* na bacia do Mediterrâneo adaptado de Ferracini et al. (2019).

Ordem	Família	Espécie	Estado de desenvolvimento da praga
Diptera	Syrphidae*		
Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Hyposoter didymator</i>	Larva
	Braconidae	<i>Bracon</i> sp.	Larva
		<i>Bracon didemie</i>	Larva
		<i>Bracon hebetor</i>	Larva
		<i>Bracon near nigricans</i>	Larva
		<i>Doichogenidae gelechiidivais</i>	Larva
	Chalcididae	<i>Brachymeria secundaria</i>	Larva
		<i>Hockeria unicolor</i>	Larva
	Pteromalidae	<i>Pteromalus intermedius</i>	Larva
	Eulophidae	<i>Baryscapus bruchofagi</i>	-
		<i>Cirrospilus</i> sp.	Larva, pupa
		<i>Closterocerus clarus</i>	Larva
		<i>Diglyphus</i> sp.	Larva
		<i>Diglyphus isaea</i>	Larva
		<i>Hemiptarsenus ornatus</i>	Larva
		<i>Hemiptarsenus zilahisebessi</i>	Larva
		<i>Necremnus near artynes</i>	Larva
		<i>Necremnus tutae</i>	Larva
		<i>Neochrysocharis</i> sp.	-
		<i>Neochrysocharis formosa</i>	Larva
		<i>Pnigalio christatus</i>	Larva
		<i>Pnigálio incompleto</i>	-
		<i>Stenomesus</i> sp.	Larva
		<i>Sympiesis</i> sp.	Larva
		<i>Sympiesis near flavopicta</i>	Larva
	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma achaeae</i>	Ovo
		<i>Trichogramma bourarachae</i>	Ovo
		<i>Trichogramma cacaeciae</i>	Ovo
		<i>Trichogramma dendrolimi</i>	Ovo
		<i>Trichogramma evanescens</i>	Ovo
		<i>Trichogramma exiguum</i>	Ovo
		<i>Trichogramma telengai</i>	Ovo

*Estão identificadas diversas espécies que são IN da praga na América do Sul, no entanto dado a natureza generalista destes parasitoides é possível que as espécies encontradas no Mediterrâneo sejam também IN (Arnó et al., 2021).

1.3.1.1. Parasitoide *Necremnus tutae*

Origem e distribuição

Necremnus tutae é uma espécie bastante abundante em campo, com grande distribuição geográfica e com elevado parasitismo em *P. absoluta*. É uma espécie nativa da Europa e África (Zhang et al., 2022) e inicialmente era descrita como *Necremnus near artynes* (Walker) (Hymenoptera, Eulophidae), mas recentemente foi descrita como *N. tutae* (Gebiola et al., 2015).

A descoberta de *N. tutae*, demonstrou ser um potencial agente de controlo de *P. absoluta*. Em 2010, um estudo pioneiro realizado numa área de vegetação na província de Almeria demonstrou a eficácia promissora de *N. tutae*, no controlo das populações de *P. absoluta* (Blom et al., 2011). Após a descoberta inicial, foi realizada mais investigação para avaliar a distribuição e impacto de *N. tutae* como agente de controlo desta praga. Em 2015, um estudo subsequente indicou que o parasitoide tinha-se tornado mais amplamente distribuído nas populações de *P. absoluta* (Blom et al., 2016).

Classificação taxonómica e morfologia

De acordo com a classificação taxonómica apresentada pela EPPO (2022b), *N. tutae* pertence à família Eulophidae (Tabela 8).

Tabela 8 - Classificação taxonómica de *Necremnus tutae* (EPPO, 2022b).

Taxa	Nome
Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Subfilo	Hexapoda
Classe	Insecta
Ordem	Hymenoptera
Família	Eulophidae
Género	<i>Necremnus</i>
Espécie	<i>Necremnus tutae</i> (Ribes & Bernardo, 2015)

Necremnus tutae é um ectoparasitóide⁴ que apresenta quatro estados de desenvolvimento, ovo, larva, pupa e adulto.

⁴ Ectoparasitóide é um tipo de parasitoide que desenvolve sua fase larvar fora do hospedeiro. Eles depositam seus ovos em ou sobre o corpo do hospedeiro e as larvas desenvolvem-se e alimentam-se externamente, causando a morte do hospedeiro em algum momento do seu ciclo de vida.

A fêmea adulta pode atingir cerca de 1,7 a 3 mm de comprimento e caracteriza-se por ter uma cabeça e corpo verde-escuro com reflexos bronzes no dorso. Possui dois pares de antenas e patas com coxas coloridas, onde os fêmures aparecem escuros com reflexos brilhantes. A fêmea também possui um ovipositor ligeiramente saliente. Por outro lado, o macho adulto é mais pequeno, medindo cerca de 1,2 a 1,9 mm de comprimento e partilha algumas semelhanças com a fêmea em termos de estrutura corporal. No entanto, existem diferenças distintas na estrutura das antenas e das asas. As suas patas são variavelmente escurecidas sendo a parte do meio geralmente pálida, mas por vezes escura (Gebiola et al., 2015) (Figura 3).

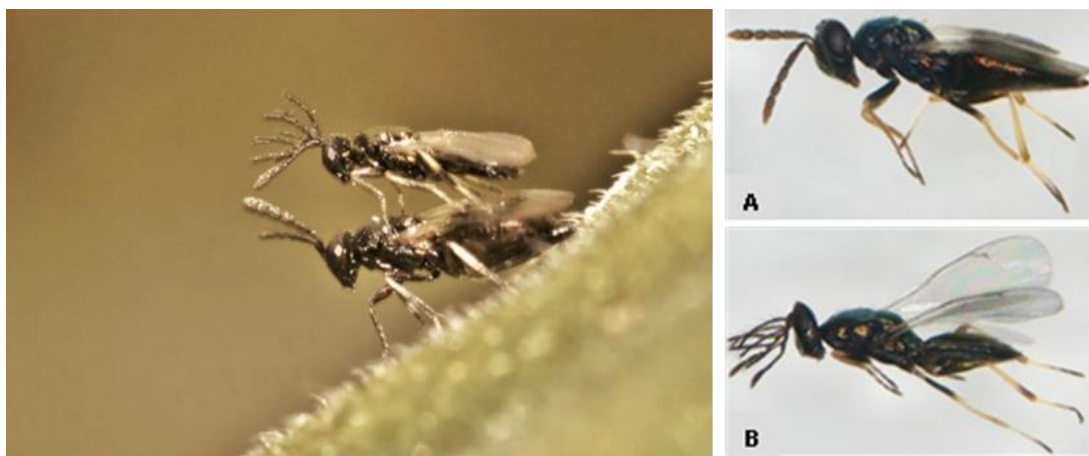


Figura 3 – *Necremnus tutae*. A: Parasitoide fêmea e B: Parasitoide macho (Coexphal, 2022; Gebiola et al., 2015).

Ciclo de vida

Necremnus tutae é um parasitoide que parasita todos os instares larvares de *P. absoluta*, mas mostra uma preferência pelas larvas mais jovens, particularmente o primeiro e segundo instar (Zhang et al., 2022). *N. tutae* pode utilizar diferentes estratégias quando interage com o seu hospedeiro. Para além de parasitar o hospedeiro colocando os seus ovos no seu interior, pode também alimentar-se do hospedeiro causando a sua morte (Bodino et al., 2016; Zhang et al., 2022). Estas táticas alternativas contribuem para uma elevada taxa de mortalidade na população hospedeira (Calvo et al., 2013). Além disso, *N. tutae* não depende apenas do parasitismo de *P. absoluta* para a sua nutrição. Ele também alimenta-se de outras fontes de nutrientes fornecidas pelas plantas, como o pólen e o néctar, que são ricos em açúcar (Arnó et al., 2018).

Os ovos geralmente são depositados no segundo e terceiro instar larvar do hospedeiro, depositando uma quantidade maior em larvas de primeiro instar do que em larvas de quarto instar. A fêmea deposita os ovos no hospedeiro que

posteriormente vão eclodir e transformarem-se em larvas. A fêmea pode provocar a morte ou paralisia do hospedeiro, injetando veneno através de picadas antes da deposição dos ovos do hospedeiro (Gebiola et al., 2015; Zhang et al., 2022). O adulto emerge da pupa e são pequenos insetos com coloração preta ou castanha, com cerca de dois a três mm de comprimento (Gebiola et al., 2015).

No entanto, as fêmeas recém-emergidas geralmente têm poucos ovos maduros, então grande parte dos seus ovos são desenvolvidos e amadurecidos a partir da obtenção de nutrientes, através da alimentação de hospedeiros após a emergência (Zhang et al., 2022). As fêmeas depositam os seus ovos ao longo da sua vida em períodos curtos de pré e pós-oviposição, normalmente entre 25 a 30 °C (Calvo et al., 2013). Os adultos de ambos os sexos de *N. tutae*, para atingir a maturidade demoram em média cerca de 10,9 a 11,9 dias, a uma temperatura de 25 °C (Calvo et al., 2013).

Quanto aos seus hospedeiros, as espécies de *Necremnus* têm como hospedeiros naturais as larvas de lepidópteros e coleópteros que normalmente são maiores em tamanho do que as larvas de *P. absoluta* (Dosdall et al., 2009). E ainda não se sabe muita coisa, acerca de como os hospedeiros se reproduzem. *N. tutae* é uma espécie que tem vindo a ser estudada para possível agente de controlo biológico (Bodino et al., 2016), contudo ainda não é uma espécie possível de ser criada em laboratório (Martínez & Blom, 2019; Zhang et al., 2022).

1.3.2. Predadores

Na região do Mediterrâneo, os predadores alimentam-se principalmente dos ovos e larvas de primeiro instar larvar de *P. absoluta*. São encontradas espécies de predadores pertencentes às ordens Hemiptera, Neuroptera, Coleoptera e Hymenoptera dentro dos quais temos as famílias Anthoridae, Nabidae, Miridae, Chrysopidae, Coccinellidae e Formicidae (Ferracini et al., 2019; Urbaneja et al., 2012) (Tabela 9). As espécies da família Miridae como *M. pygmaeus* e *N. tenuis* são endémicas da região do Mediterrâneo, sendo predadores de *P. absoluta* e de outras espécies, predando ovos e todos os estados larvares de *P. absoluta* com maior preferência para larvas de primeiro instar (Arnó et al., 2009; Urbaneja et al., 2012). Existem ainda outras espécies que são predadoras de ovos de *P. absoluta*, como *Amblyseius cucumeris* e *Amblyseius swirskii* na cultura da beringela (Urbaneja et al., 2012).

Tabela 9 - Predadores associados a *Phthorimaea absoluta* na bacia do Mediterrâneo adaptado de Ferracini et al. (2019).

Ordem	Família	Espécie	Estado de desenvolvimento da praga
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Orius</i>	Ovo, larva, pupa
		<i>Orius albidipennis</i>	-
	Nabidae	<i>Nabis</i>	Ovo, larva
	Miridae	<i>Dicyphus errans</i>	Ovo, larva
		<i>Dicyphus tamaninii</i>	Ovo, larva
		<i>Dicyphus cerastii</i>	Ovo, larva
		<i>Macrolophus pygmaeus</i>	Ovo, larva
		<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Ovo, larva
		<i>Dicyphus cerastii</i>	Ovo, larva
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	Larva
Coleoptera	Coccinellidae*		
Hymenoptera	Formicidae	<i>Tapinoma nigerriumu</i>	Larva

*Estão identificadas diversas espécies que são IN da praga na América do Sul, no entanto dado a natureza generalista destes predadores é possível que as espécies encontradas no Mediterrâneo sejam também IN.

No Brasil são encontradas algumas espécies e famílias de predadores como Araneae, *Anthicus*, Staphylinidae, *Orius* entre outros (Desneux et al., 2010; Miranda et al., 2005).

1.3.2.1. Predador *Nesidiocoris tenuis*

Origem e distribuição

Nesidiocoris tenuis é uma espécie inicialmente descrita em 1886 como *Dicyphus tamaricis*, em 1895 como *Cyrtopeltis tenuis* e mais tarde como *N. tenuis* (Pérez-Hedo & Urbaneja, 2016).

Tem origem paleotropical (áreas tropicais de África, Ásia e Oceânia) e atualmente encontra-se distribuída globalmente à exceção de alguns países da América do Sul, norte da Europa e Rússia. A sua distribuição deve-se sobretudo ao transporte através de mercadorias (Pérez-Hedo & Urbaneja, 2016). É uma espécie que está adaptada a climas quentes (Sanchez et al., 2009), pelo que poderá ter dificuldades em adaptar-se e sobreviver em climas mais frios (Hughes et al., 2010).

Em Portugal, *N. tenuis* é comercializado para combater mineiras e moscas brancas e é cada vez mais utilizado na cultura do tomate (Duarte et al., 2021; Figueiredo et al.,

2004), em Espanha também é comercializado para o controlo biológico de pragas, existem imensos produtos como por exemplo o NESIDIOcontrol (Agrobio, 2023).

Classificação taxonómica e morfologia

De acordo com a classificação taxonómica apresentada pela EPPO (2022c), *N. tenuis* pertence à família Miridae (Tabela 10).

Tabela 10 - Classificação taxonómica de *Nesidiocoris tenuis* (EPPO, 2022c).

Taxa	Nome
Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Subfilo	Hexapoda
Classe	Insecta
Ordem	Hemiptera
Família	Miridae
Género	<i>Nesidiocoris</i>
Espécie	<i>Nesidiocoris tenuis</i> (Reuter)

O ovo apresenta uma coloração esbranquiçada e uma forma alongada e ligeiramente curva. As fêmeas depositam os seus ovos nas nervuras foliares e na epiderme dos caules. Após a eclosão, a ninfa tem cerca de um mm de comprimento, possui olhos vermelhos e inicialmente apresenta um corpo de cor branca que depois torna-se amarelo. Este estado de desenvolvimento é constituído por cinco instares que vão desde a sua emergência até à idade adulta. Quando atinge o quinto instar tem cerca de 2,5 mm de comprimento, uma coloração verde e a sua genitália começa a ser visível. Os adultos apresentam olhos castanhos e asas com manchas castanhas-escuras. Os adultos machos distinguem-se dos adultos fêmeas pelo seu abdómen mais fino e na genitália pela presença de um ponto preto (no fundo do abdómen), enquanto os adultos fêmeas têm um abdómen ligeiramente mais largo e pela não simetria bilateral da genitália (Pérez-Hedo & Urbaneja, 2016).

Nesidiocoris tenuis é considerado um predador generalista, o que significa que tem uma dieta diversificada e pode alimentar-se tanto de presas como de plantas presentes no seu habitat. Esta adaptabilidade fornece a *N. tenuis* vários recursos alimentares, facilitando o seu estabelecimento e sobrevivência em diferentes ambientes de cultivo (Pérez-Hedo & Urbaneja, 2016). Quando há escassez de presas, *N. tenuis* pode passar a alimentar-se de fontes de alimento alternativas, como espécies vegetais, pólen e néctar, o que ajuda a sustentar a sua população mesmo na

ausência das suas presas, contudo pode provocar estragos à cultura, afetando o crescimento e rendimento (Siscaro et al., 2019).

Ciclo de vida

Nesidiocoris tenuis desenvolve-se através de três estados de desenvolvimento: ovo, ninfa e adulto (Figura 4). A duração do ciclo de vida deste predador varia consoante a temperatura, à medida que a temperatura aumenta, o tempo necessário para concluir o seu ciclo de vida diminui. Por exemplo, para 15 °C é necessário um tempo médio de desenvolvimento de cerca de 86,7 dias, a 20 °C cerca de 38,2 dias e a 30 °C cerca de 17,2 dias para completar o seu ciclo de vida, sendo incapaz de desenvolver-se abaixo de 10 °C e acima de 40 °C (Sanchez et al., 2009). Na cultura do tomate, com a presença de presas, as fêmeas podem sobreviver aproximadamente cerca de 18 dias e produzir mais de 80 ninfas, a uma temperatura de 25 °C (Mollá et al., 2014). Segundo Sanchez et al. (2009), as fêmeas produzem em média cerca de 62 a 82 descendentes de ninfas por fêmea com temperaturas entre 20 a 35 °C. Tanto os adultos machos como as fêmeas apresentam tempos de desenvolvimento semelhantes (Pérez-Hedo & Urbaneja, 2016).

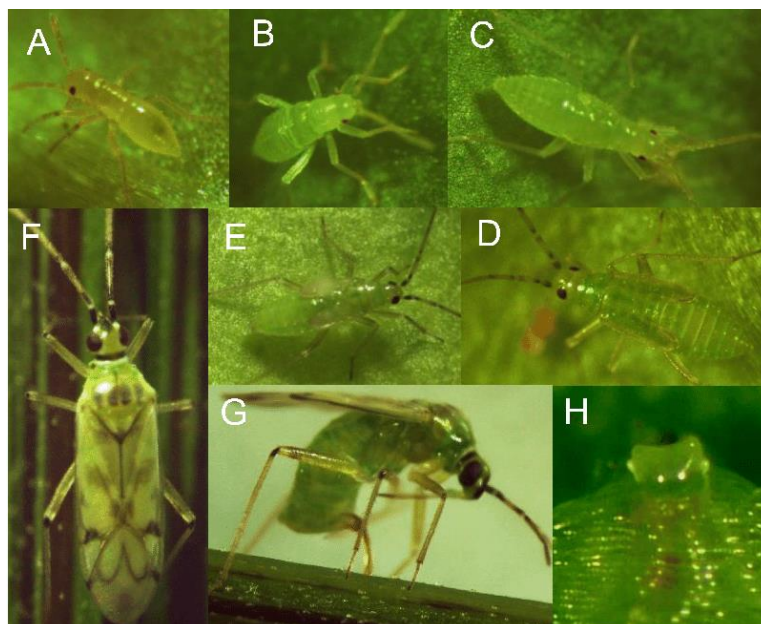


Figura 4 - Estados de desenvolvimento de *Nesidiocoris tenuis*. Primeiro instar (A), segundo instar (B), terceiro instar (C), quarto instar (D), quinto instar (E), adulto (F), fêmea depositando os ovos (G) e ovo de *N. tenuis* numa planta (H) (Bouagga, 2018).

Nesidiocoris tenuis tem como hospedeiros, plantas com superfícies pegajosas que têm pequenas estruturas chamadas tricomas glandulares que libertam líquidos viscosos. Curiosamente, *N. tenuis* foi observado em plantas selvagens como também em plantas cultivadas, como algumas espécies da família Solanaceae como tomate, pimento, tabaco, beringela, batata, erva-moura, em espécies da família Cucurbitaceae, Asteraceae e Pedaliaceae (Pérez-Hedo & Urbaneja, 2016).

1.4. Infraestruturas ecológicas para a proteção biológica de conservação

A Proteção Biológica de Conservação como referido anteriormente, permite conservar a fauna auxiliar e outros agentes através do aumento de recursos necessários, tais como a introdução de alimento complementar, hospedeiros alternativos entre outros (Aguiar et al., 2005). De modo a permitir uma adequada e maior diversidade vegetal no ecossistema para o aumento dos recursos, deverá ser instalada ou garantida a existência de IE.

Segundo Boller et al. (2004), uma IE é designada como qualquer infraestrutura que esteja na exploração agrícola ou vizinhança, num raio de cerca de 150 metros, de valor ecológico e que aumente a biodiversidade funcional da exploração.

A contribuição efetiva das IE no desenvolvimento da biodiversidade depende da sua qualidade ecológica, localização e ligação a outras IE situadas dentro e fora da exploração, relativamente à dimensão e distância máxima adequada entre IE e depende do tamanho e da capacidade de dispersão de cada animal, no entanto na agricultura a maioria dos IN apresenta fraca capacidade de dispersão (Boller et al., 2004).

1.4.1. Importância das Infraestruturas ecológicas

Um dos principais problemas no controlo biológico de pragas é a permanência dos IN (predadores e/ou parasitoides) a longo prazo nas culturas, embora sejam eficazes tendem a desaparecer com a ausência da praga. Em consequência disso, são utilizados métodos como o Tratamento Biológico, em que são realizadas

libertações frequentes desses IN, o que nem sempre é vantajoso a nível económico (Messelink et al., 2014).

Nos ecossistemas naturais as populações que causam estragos as culturas são reguladas pela presença de parasitoides e predadores existentes na vegetação envolvente. Neste sentido, a seleção de plantas de companhia para criação de IE pode melhorar o controlo biológico de pragas, que tem um papel fundamental no aumento da diversidade de IN, para determinadas culturas agrícolas (Cajamar, 2015; Jervis & Heimpel, 2005). Assim sendo, haverá uma maior possibilidade da persistência dos IN nas culturas e possivelmente aumento da sua eficácia, robustez e custo-benefício no controle biológico de pragas (Messelink et al., 2014).

A incorporação de uma maior diversidade de vegetação nas áreas agrícolas pode proporcionar inúmeros benefícios aos IN das pragas. Em primeiro lugar, uma gama diversificada de plantas pode oferecer a estes insetos benéficos mais fontes de alimento, como pólen, néctar e seiva (Cajamar, 2014; Menezes et al., 2021). Além disso, um habitat diversificado cria um microclima favorável que pode fornecer presas alternativas para além das pragas alvo (Messelink et al., 2014) e oferece mais locais de postura e abrigo/refúgio contra potenciais perturbações causadas por práticas agrícolas, como a lavoura, a pulverização e a colheita (Griffiths et al., 2008; Landis et al., 2000).

A disponibilidade de fontes de alimento desempenha um papel crucial no suporte das populações de IN, tais como predadores e parasitoides, nos ecossistemas agrícolas. Diferentes tipos de IN têm preferências alimentares variadas, mas a maioria deles apresenta um comportamento omnívoro, consumindo tanto plantas como presas (Coll & Guershon, 2002). Segundo a bibliografia, parasitoides adultos e os sirfídeos alimentam-se de néctar, que têm vários benefícios incluindo maior longevidade, maior atividade de voo e melhores taxas de postura (Wackers et al. 2005; ob. cit., Messelink et al., 2014). Da mesma forma, os predadores generalistas alimentam-se das presas podendo complementar a sua alimentação com alimento de origem vegetal, contribuindo para a sua sobrevivência (Symondson et al., 2002).

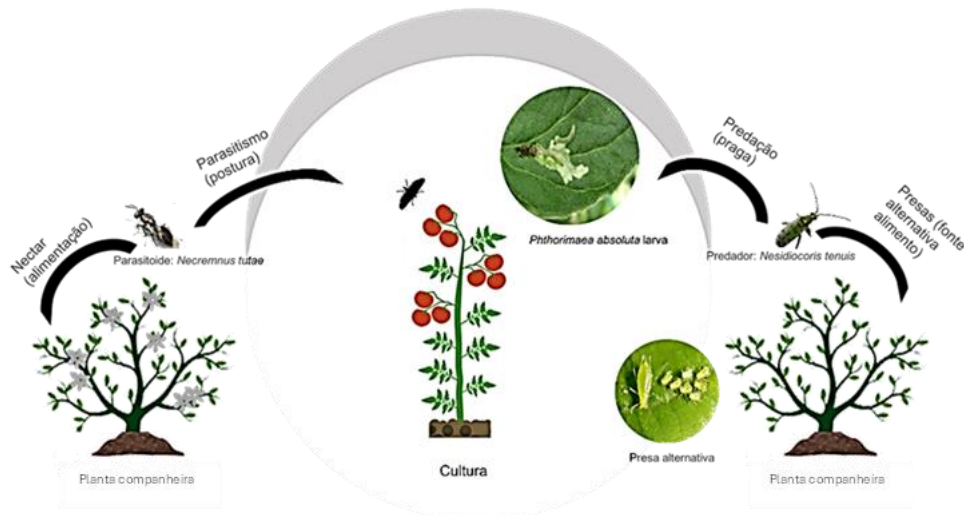


Figura 5 - Interações biológicas estabelecidas entre predadores, parasitoides e plantas de companhia em proteção biológica de conservação (Neto et al., 2023).

Ao conceber estrategicamente as IE com determinadas espécies de plantas conhecidas por atrair IN, podemos criar interações biológicas entre predadores, parasitoides e as IE (Figura 5). Estes habitats vão funcionar como refúgios, proporcionando um ambiente propício ao estabelecimento e à proliferação de IN, reforçando assim o seu potencial de controlo das populações de pragas.

Por essa razão, a criação de IE com uma mistura de plantas atrativas para IN, acaba por ser uma das formas para tentar captar a atenção e criar um refúgio que permita estes IN estabelecerem-se naquele local.

De acordo com a bibliografia, existem algumas plantas aparentemente atrativas (Tabela 11) para alguns parasitoides como *N. tutae*, *Stenomesus* nr. japonicus e *Bracon* nr. nigricans. Diferentes plantas possibilitam uma maior sobrevivência e carga de ovos dos parasitoides como é o caso de *Achillea millefolium* (Asterales: Asteraceae), *Calendula officinalis* (Asterales: Asteraceae), *Coriandrum sativum* (Apiales: Apiaceae), *Fagopyrum esculentum* (Caryophyllale: Polygonaceae), *Lobularia marítima* (Brassicales: Brassicaceae), *Ononis natrix* (Fabales: Fabaceae), *Sinapsis alba* (Brassicales: Brassicaceae) e *Tagetes patula* (Asterales: Asteraceae) (Arnó et al., 2018; Balzan & Wackers, 2013; Martínez & Blom, 2019).

Tabela 11 - Espécies de plantas atrativas para inimigos naturais de *Phthorimaea absoluta*.

Inimigos Naturais	Espécies de plantas	Distribuição em Portugal	Interação com Praga	Interação com a Planta	Referencias
<i>Macrolophus pygmaeus</i>	<i>Calendula officinalis</i> ; <i>Dittrichia viscosa</i> ; <i>Ononis</i> ; <i>Rubus</i> ; <i>Solanum nigrum</i> ; <i>Stachys</i> .	Em todo o lado Em todo o lado Em todo o lado Em todo o lado Em todo o lado Em todo o lado	Predação	Fitófago	(DiseñEN)
<i>Necremnus tutae</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i> ; <i>Lobularia marítima</i> ; <i>Ononis</i> ; <i>Sinapsis alba</i> .	Norte interior Litoral Em todo o lado Em todo o lado, exceto norte montanhoso	Parasitismo	Fitófago	(Arnó et al., 2018; Balzan & Wackers, 2013; Martínez & Blom, 2019)
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	<i>Dittrichia viscosa</i> ; <i>Ononis</i> ; <i>Ricinus communis</i> .	Em todo o lado Em todo o lado Litoral norte, Litoral centro e Sul	Predação	Fitófago	(DiseñEN, 2022)
Nabis sp.	<i>Dorycnium pentaphyllum</i> ; <i>Ononis natix</i> .	Litoral, Sul e Interior norte Norte interior	Predação	Fitófago	(DiseñEN, 2022)

2. Material e Métodos

No âmbito desta dissertação, com a finalidade de responder aos objetivos propostos neste trabalho, foram realizados dois estudos na região norte de Portugal: um numa Estufa Comercial de tomate e o outro no Campus de Vairão. Os ensaios na Estufa Comercial decorreram entre 1 de março e 19 de julho de 2023 e os do Campus de Vairão entre 14 de fevereiro e 5 de julho de 2023 (Figura 6).

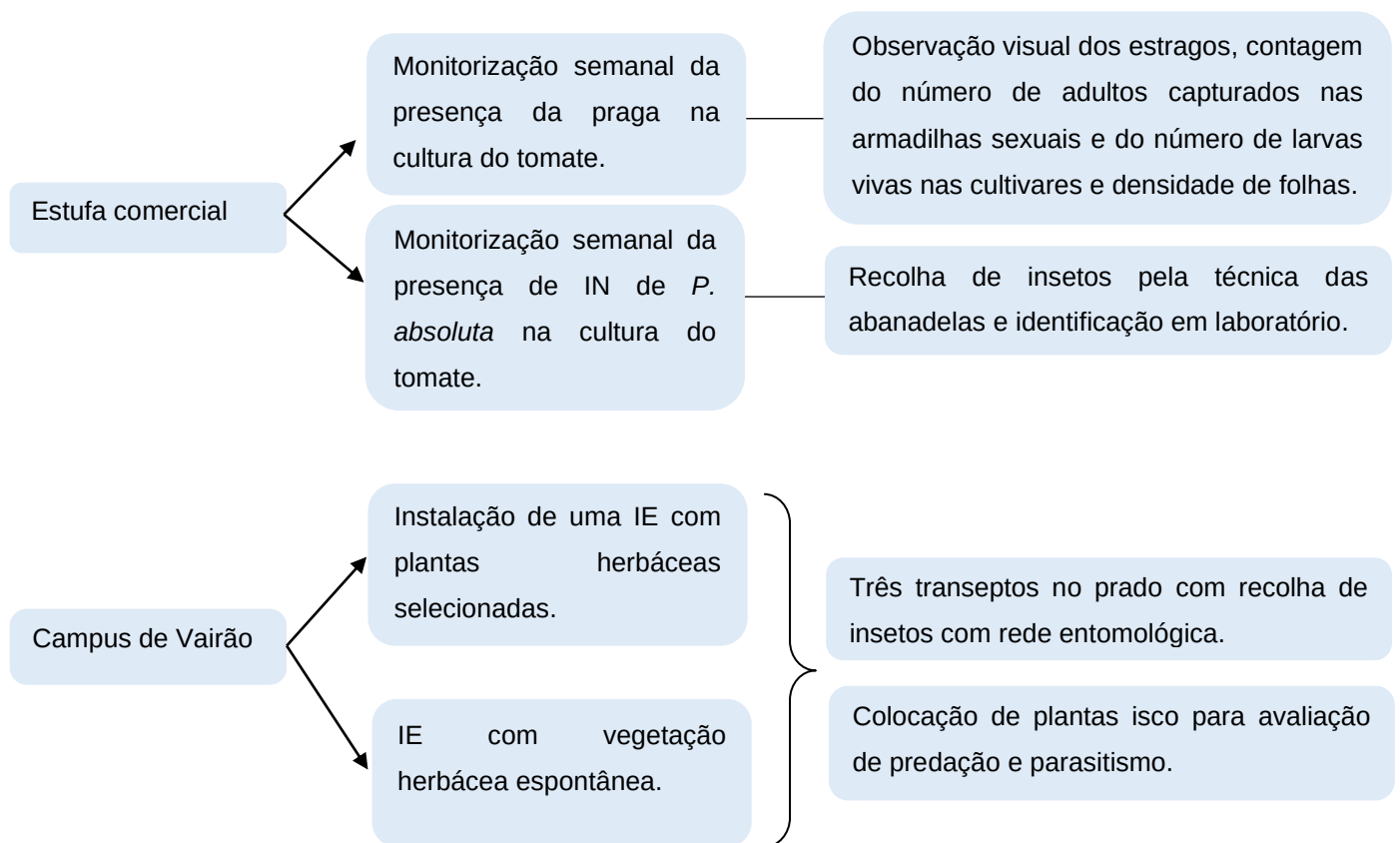


Figura 6 - Esquema dos ensaios realizados nos dois estudos, na Estufa Comercial e no Campus de Vairão.

2.1. Estufa Comercial

2.1.1. Caracterização da área de estudo

A estufa comercial encontra-se situada na freguesia de Novais, no concelho de Vila Nova de Famalicão de coordenadas cartográficas: 41°23'20. 3"N 8°26'00. 8"W. O ensaio de campo foi realizado nesta propriedade de produção de tomate em estufa, ocupando uma área de 0,80 ha para as duas parcelas de monitorização, designadas por S1 e S2, que foram selecionadas dentro da estufa para o estudo (Figura 7).



Figura 7 - Identificação dos setores um e dois da estufa comercial em Novais, Vila Nova de Famalicão.

As parcelas cultivadas com tomateiros o setor um, a cultivar Runner e o setor dois, a cultivar Almirante (Fig 1 do Anexo I). Ambas em substrato (semi-hidroponia), com um substrato 100% fibra de coco com quatro anos de uso, instalado num saco de cultivo hidropónico Golden Grow Balance, da Projar (Figura 8). Ambas as cultivares de tomate, foram transplantadas para as suas áreas de cultivo a 18 de fevereiro de 2023.



Figura 8 - Imagens da cultura do tomate em semi-hidroponia no setor um da estufa comercial. A: Cultura no mês de março; B: Cultura no mês de maio e C: Cultura no mês de julho.

Durante 21 semanas, todas as quartas-feiras, foram realizadas observações em dez plantas de cada cultivar de tomate, selecionadas aleatoriamente pela estufa. Este trabalho dá continuidade ao relatório de licenciatura, efetuado na estufa comercial (Campos, 2021).

As armadilhas sexuais utilizadas na estufa comercial, são armadilhas artesanais (Figura 9) que foram construídas usando um método simples e de baixo custo. Cada armadilha consistia em um recipiente de plástico cortado ao meio verticalmente, criando dois compartimentos separados.



Figura 9 - Exemplo de armadilha sexual artesanal, para captura de machos de *Phthorimaea absoluta*, com feromona sexual.

A preparação da solução da armadilha foi feita combinando água e detergente. A metade do recipiente foi preenchida com essa solução, garantindo que os insetos que entram em contacto com a solução fiquem presos. A estufa em cada armadilha, colocou uma pequena tampa na solução do recipiente e sobre essa tampa foram colocadas duas a três cápsulas de feromonas sintéticas para atrair os machos de *P. absoluta*. As armadilhas sexuais artesanais encontravam-se em cada uma das parcelas em estudo (S1 e S2), com o objetivo de avaliar a eficiência do controlo tanto para a cultivar Runner quanto para a cultivar Almirante, as duas armadilhas foram posicionadas próximas do sistema de captação de água. A manutenção das armadilhas foi realizada semanalmente, substituindo a solução e limpeza das armadilhas mantendo as cápsulas de feromona, para evitar possível acúmulo de lixo. Foram monitoradas regularmente durante todo o período de estudo para registar as capturas de insetos e avaliar a eficácia das armadilhas, com registos do número de indivíduos machos de *P. absoluta* capturados.

Para avaliar o risco de ocorrência da praga *P. absoluta*, foram efetuadas contagens e registos semanais do número de machos capturados pelas armadilhas com feromonas sexuais. Cada cultivar de tomate teve a sua própria armadilha de feromonas sexuais, colocada na estufa.

Dez plantas de cada cultivar de tomate foram selecionadas aleatoriamente pela estufa. Nas plantas foi contado e registado o número total de galerias com larvas

vivas. Esta informação permitiu conhecer a extensão da infestação da praga nas plantas.

O Método Point Quadrat (Smart & Robinson, 1991), é um método que consiste em inserir uma vareta horizontalmente na zona de maior densidade de folhas da planta. Este método foi utilizado em cada uma das dez plantas de ambas as cultivares, a partir da 12ª semana de monitorização, quando a densidade de folhas aumentou e a praga tornou-se mais evidente. Com este método procedeu-se à contagem e registo semanal dos contactos vareta-folhas, vareta-cachos e das galerias com larvas vivas em contacto com a vareta, para obter a medida de densidade de ataque. Com isto iremos tentar perceber se a densidade de folhas e a densidade de frutos, determinam de alguma forma a intensidade de ataque.

Para proceder ao cálculo da taxa de infestação por planta, utilizou-se o quociente entre o número de larvas de *P. absoluta* e o número de folhas em contacto com a vareta contabilizadas pelo método Point Quadrat, conforme a seguinte equação:

$$\begin{aligned} & \text{Taxa de infestação por planta} \\ &= \frac{\text{Número de larvas}}{\text{Número de folhas em contacto com a vareta}} \times 100 \end{aligned} \quad (\text{eq. 1})$$

De seguida para avaliar a taxa de infestação por cultivar, obteve-se uma média dividindo as taxas de infestação pelo número de plantas em cada cultivar (dez plantas), como demonstrado na equação dois, observadas as percentagens de infestação para ambas as cultivares.

$$\text{Taxa de infestação por cultivar} = \frac{\sum \text{Taxa de infestação por planta}}{\text{Número de plantas por cultivar}} \quad (\text{eq. 2})$$

Para monitorizar o crescimento das plantas, foram registadas semanalmente várias medições da altura em dez plantas aleatórias de cada cultivar, utilizando uma fita métrica. As medições incluíram a altura total da planta, a altura do solo até à primeira folha, da primeira folha até ao primeiro cacho, do primeiro cacho até ao segundo cacho, e assim sucessivamente até ao nono cacho em algumas plantas.

Estas medições permitiram uma compreensão abrangente dos padrões de crescimento de cada cultivar de tomate.

Esta exploração agrícola aplicou e registou os tratamentos fitossanitários e proteção biológica para *P. absoluta* utilizados durante o período de amostragem (Tabela 1 e 2 do Anexo I). E também realizou a desfolha dos tomateiros antes de ser efetuado novo tratamento.

Para avaliar a riqueza específica de IN (artrópodes) de *P. absoluta* presentes na estufa, assim como, dos grupos funcionais (predadores, parasitoides, fitófagos e indiferentes), procedeu-se à recolha de indivíduos pela técnica das “abanadelas” designada também como técnica das “pancadas” (Texeira et al., 2000), que consiste na colocação de um tecido em volta da planta onde no final está introduzido um frasco e a planta é sacudida (Figura 10). Esta técnica foi utilizada quando a densidade da praga aumentou na área de estudo, a partir desse momento usou-se essa técnica semanalmente nas mesmas dez plantas selecionadas aleatoriamente de cada cultivar de tomate.



Figura 10 - Material utilizado para a recolha de indivíduos nos tomateiros pela técnica das “abanadelas”. A: Dispositivo da técnica das abanadelas e B: Recolha dos indivíduos pela técnica das abanadelas.

Das plantas selecionadas procedeu-se à recolha dos indivíduos para frascos de plástico do tipo contentor (Figura 11), posteriormente levados para o laboratório para serem analisados. Uma vez no laboratório, os frascos foram colocados no congelador durante cerca de uma hora para os insetos morrerem, após o período de congelação de uma hora, são retirados dos frascos para placas de Petri. As placas de

Petri foram utilizadas para facilitar a observação à lupa e permitir a identificação em laboratório de possíveis IN de *P. absoluta*, identificando assim artrópodes pertencentes ao subfiló Hexapoda. Após a identificação, os artrópodes identificados foram conservados em álcool 70% nos respectivos frascos, armazenados à temperatura ambiente para posteriores observações.



Figura 11 - Frascos de plástico do tipo contentor com os insetos recolhidos, provenientes da técnica das abanadelas na estufa comercial para ambas as cultivares.

2.2. Campus de Vairão

2.2.1. Caracterização da área de estudo

O Campus de Vairão, situa-se no polo de Vairão da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) (Figura 12), localizado na freguesia de Vairão, no concelho de Vila do Conde de coordenadas cartográficas: 41°19'37.3"N 8°40'32.1"W. Nesta propriedade foram selecionadas quatro zonas (A, B, C e D) para a realização do estudo. As IE nas zonas A e B, foram selecionadas para vegetação semeada (VS) com plantas herbáceas selecionadas, em contrapartida, as zonas C e D foram deixadas com vegetação herbácea espontânea (VE) (Figura 12).



Figura 12 - Propriedade do polo de Vairão da FCUP, identificada com as zonas do ensaio do Campus de Vairão, A: Vegetação semeada com plantas de tomate (plantas isco), B: Vegetação semeada, C: Vegetação herbácea espontânea com plantas de tomate (plantas isco) e D: Vegetação herbácea espontânea.

2.2.2. Monitorização

Neste estudo realizaram-se monitorizações com plantas isco (plantas de tomate) nas IE designadas de Campo VS (vegetação semeada) e Campo VE (vegetação herbácea espontânea) (zona A e C) (Figura 12) no Campus de Vairão da FCUP. E ainda a identificação da vegetação e de IN de *P. absoluta* presentes em ambas as IE (zona A, B, C e D) (Figura 12).

2.2.3. Criação em estufa de plantas de tomate e de *P. absoluta*

No Campus de Vairão da FCUP, foi implementada uma unidade de criação de *P. absoluta* na estufa de Vairão.

Foi necessário garantir um fornecimento contínuo de plantas hospedeiras em boas condições, para permitir uma rotatividade adequada entre plantas saudáveis e plantas infestadas no processo de criação. Para esse efeito, foram semeadas cerca de 300 plantas de tomate em tabuleiros alveolares com um substrato de turfa, cujo processo inicial de crescimento ocorreu em duas câmaras de fitoclima (Aralab Fitoclima 600 PLH e Aralab Fitoclima 13000E), a uma temperatura de $\pm 25^{\circ}\text{C}$ e humidade relativa $\pm 60\%$. De forma a assegurar, ao longo de todo o ensaio o desenvolvimento das plantas, procedeu-se semanalmente à rega nas câmaras de fitoclima. Assim que atingiram uma altura considerável, foram transplantadas para vasos maiores de 3 L com um substrato composto por turfa, terra e estrume de cavalo e transferidas para a estufa de Vairão (Figura 13).



Figura 13 - Imagem das plantas de tomate utilizadas para a criação de *Phthorimaea absoluta*, na estufa de Vairão da FCUP.

Na estufa de forma a assegurar o normal desenvolvimento das plantas, foram efetuadas regas semanalmente de forma a manter um fornecimento de água constante e evitar riscos de stress hídrico; o sistema de rega foi de gota a gota. Além disso, realizado conforme o desenvolvimento de cada planta a tutoragem com estaca individual para garantir a sustentação e crescimento da planta.

Depois de atingir uma boa robustez das plantas de tomate, o foco do estudo mudou para a criação de *P. absoluta*. Para garantir um fornecimento consistente de larvas de *P. absoluta* para experimentação, procurou-se a colaboração de agricultores locais. O apoio e disposição em permitir a recolha de larvas de *P. absoluta* nas estufas dos agricultores, foram fundamentais para a continuidade do estudo. A recolha de larvas procedeu-se por recolha de folhas do tomateiro infestados com larvas vivas de *P. absoluta*.

Semanalmente com a recolha de *P. absoluta* das estufas, procedeu-se à infestação das plantas de tomate na estufa de Vairão e colocação de taças rasas com água e açúcar para fornecer alimento aos adultos, permitindo assim a multiplicação da praga para o ensaio. A criação de larvas de *P. absoluta* nas plantas de tomate na estufa de Vairão, foi realizada para estabelecer uma população da praga para a experiência.

2.2.4. Instalação de uma infraestrutura ecológica para inimigos naturais de *P. absoluta*.

A instalação de uma IE foi escolhida com foco na criação de um ambiente propício aos IN de *P. absoluta*. Para conseguir isso, espécies de plantas com características específicas desejadas, incluindo néctar e pólen abundantes, foram identificadas por meio de uma extensa revisão da literatura. Como o sucesso da IE dependia em grande parte da seleção de espécies vegetais adequadas, encomendamos à empresa Alípio Dias & Irmão, um dos principais fornecedores de sementes, uma mistura diversificada e adequada de sementes com um longo período de floração, que foi selecionada em conjunto com a empresa, para a implementação de uma IE. Esta lista tem detalhado a percentagem de sementes para cada espécie de planta (Tabela 12).

Tabela 12 - Lista das espécies cedida pela Sementeira da Alípio Dias & Irmão, para a realização da sementeira da IE, para uma área de 1000 m² com uma densidade de sementeira de 30 g/m² num total de 30 kg.

Nome comum	Nome científico	Percentagem de sementes (%)
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i>	1,40
Trigo-sarraceno	<i>Fagopyrum sculentum</i>	1,61
Festuca	<i>Festuca rubra tricophylla</i>	51,0
Festuca	<i>Festuca rubra commutata</i>	30,0
Alfazema	<i>Lavandula dentata</i>	0,11
Alisso	<i>Lobularia marítima</i>	0,28
Luzerna	<i>Medicago sativa</i>	5,00
Hortelã	<i>Mentha piperita</i>	0,11
Nepeta	<i>Nepeta tuberosa</i>	0,35
Manjeriço	<i>Ocimum basilicum</i>	0,70
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,49
Salvia	<i>Salvia pratensis</i>	0,56
Mostarda	<i>Sinapis alba</i>	0,35
Trevo-branco	<i>Trifolium repens</i>	7,00
Folhado	<i>Viburnum tinus</i>	1,05

O local de estudo selecionado para o estabelecimento do campo de VS nas zonas A e B (Fig 12), foi cuidadosamente preparado para criar um ambiente ideal para o crescimento da vegetação. Isto envolveu uma série de passos planeados e executados para eliminar qualquer vegetação indesejada e assegurar uma preparação adequada do solo, pois era um solo pouco arenoso e com alguns torrões. Para atingir estes objetivos de forma eficaz, foram utilizadas máquinas agrícolas com alfaías.

Antes da preparação do solo, o local foi completamente limpo de vegetação. Isto foi essencial para criar um terreno limpo para o estabelecimento do prado com a vegetação selecionada. O primeiro passo na preparação do solo envolveu a utilização de uma charrua de aivecas. Esta alfaia mobilizou o solo, trazendo à superfície camadas inferiores. Após 15 dias, foi utilizada uma fresa, que mobilizou superficialmente o solo provocando uma fragmentação adequada e destruindo alguma vegetação que voltou a crescer, preparando o terreno para a sementeira. Para melhorar o nivelamento, facilitar o reviramento da leiva e uma maior regularidade da profundidade, foi utilizada uma grade de discos antes da sementeira. Com estas alfaías mobilizou o solo, melhorando a infiltração da água, penetração das raízes e facilitou a incorporação de quaisquer resíduos de vegetação espontânea. Para criar uma superfície bem assente, foi utilizado um rolo liso após a sementeira. Isto ajudou a compactar ligeiramente o solo, assegurando um bom contacto entre as sementes e o solo, para uma boa germinação das sementes e estabelecimento do prado.

A mistura de sementes para o prado foi semeada em lanço no final de março de 2023, tendo o cuidado de alcançar uma distribuição homogênea pela área, garantindo uma cobertura uniforme (Figura 14). Após a instalação, para facilitar o estabelecimento bem sucedido do prado foram utilizadas várias práticas de manutenção. Uma prática essencial foi a pôr aspersão, para facilitar o estabelecimento bem sucedido do prado.



Figura 14 - Realização da sementeira da infraestrutura ecológica com plantas selecionadas. A: Trabalhos de limpeza do terreno com a utilização de máquinas agrícolas e B: Sementeira realizada em lanço.

2.2.5. Plantas isco nas Infraestruturas Ecológicas

Para avaliação das taxas de predação e parasitismo de *P. absoluta* no campo, foram semeadas cerca de 50 plantas de tomate em tabuleiros alveolares com um substrato de turfa, cujo processo de crescimento ocorreu na câmara de fitoclima (Aralab Fitoclima 13000E), a uma temperatura de $\pm 25^{\circ}\text{C}$ e humidade relativa $\pm 60\%$. Assegurou-se, ao longo de todo o ensaio o fornecimento de água, a transplantação para vasos maiores e a tutoragem com estaca individual para sustentação e crescimento da planta. Após um período de desenvolvimento, para garantir que estas plantas de tomate estivessem robustas e com o estabelecimento bem sucedido de uma população de larvas de *P. absoluta*, iniciaram-se os ensaios com as plantas isco. As plantas isco designadas também como plantas sentinela, são plantas de tomate infestadas com um número conhecido de larvas do segundo ao quarto instar de *P. absoluta* (Arnó et al., 2021).

As plantas isco vão permitir assim avaliar a taxa de predação e parasitismo de *P. absoluta* nas IE, em duas zonas distintas: a zona A, no campo VS e a zona C, no campo VE (Figura 12 e 15). Adicionalmente, uma planta isco foi colocada dentro de uma gaiola entomológica na estufa de Vairão, para servir como controlo.



Figura 15 - Plantas isco. A: Campo com vegetação semeada; B: Campo com vegetação herbácea espontânea e C: Plantas isco no campo.

Seguindo o procedimento experimental de Arnó et al. (2021), procedeu-se à infestação e à troca das plantas isco durante quatro semanas. Todas as semanas, três plantas isco foram colocadas em ambos os campos (VS e VE), resultando em um total de seis plantas isco por semana. A infestação semanal foi efetuada através da infestação de cinco larvas no total do segundo ao quarto instar de *P. absoluta*, em cada uma das seis plantas isco.

Para avaliação da predação, contabilizaram-se as larvas presentes nas seis plantas isco em ambos os campos. As observações visuais e registo dessas larvas presentes nas plantas isco, foram efetuadas ao fim de 48 horas e 72 horas no campo.

Para avaliação do parasitismo, após 72 horas no campo, as folhas infestadas das plantas isco foram recolhidas e transferidas para o laboratório, para análise e

identificação de possíveis IN (artrópodes) que parasitassem larvas de *P. absoluta*. As folhas recolhidas foram colocadas em caixas individuais. Essas caixas foram então mantidas no laboratório até ao fim do ensaio, para permitir que as larvas se desenvolvessem em adultos ou a emergência de parasitoides (Figura 16).



Figura 16 - Folhas infestadas das plantas isco em ambos os campos (VS e VE), após 72 horas no campo para seis caixas individuais.

Após a conclusão de cada avaliação semanal, as plantas isco de ambos os campos foram retiradas e substituídas por novas plantas para a avaliação na semana seguinte. Esta assegurou a disponibilidade contínua de plantas isco novas para observações exatas e consistentes. Em cada campo, as plantas isco foram colocadas a uma distância de oito m umas das outras, para criar uma separação espacial e garantir condições de exposição distintas para a avaliação da predação e parasitismo.

O procedimento de colocar uma planta isco dentro de uma gaiola entomológica na estufa de Vairão, foi executado apenas durante uma semana. Durante essa semana, a planta isco foi infestada com cinco larvas do segundo ao quarto instar de *P. absoluta*, e as observações subsequentes de predação e parasitismo foram efetuadas como descrito acima.

Os dados recolhidos durante cada avaliação semanal, incluindo a contagem de larvas e a emergência de indivíduos das folhas infestadas recolhidas, foram registados e organizados para análise.

Para proceder ao cálculo da percentagem de mortalidade por causas naturais utilizou-se os dados da planta isco da gaiola entomológica (controlo). A partir da taxa de mortalidade utilizou-se o quociente entre o número de larvas mortas e o número total

de larvas iniciais, obtendo-se uma mortalidade natural de 20%, como demonstrado na seguinte equação.

$$Taxa\ de\ mortalidade\ natural = \frac{\text{Número de larvas mortas}}{\text{Número total de larvas iniciais}} \times 100 \quad (\text{eq. 3})$$

De seguida para avaliar a taxa de predação inferida por planta em cada campo, subtraiu-se à taxa de mortalidade os 20% de mortalidade causada por causas naturais, como demonstrado na equação.

$$Taxa\ de\ predação\ inferida = Taxa\ de\ mortalidade - 20\% \quad (\text{eq. 4})$$

2.2.6. Identificação da vegetação nas Infraestruturas Ecológicas

Nas IE, no campo VE e campo VS nas zonas A, B, C e D (Figura 12), procedeu-se quinzenalmente à identificação das espécies vegetais e dos seus estados fenológicos (EF), utilizando uma adaptação da técnica do “quadrado de madeira” (Cavalcante et al., 2018). Para a realização desta técnica procedeu-se à colocação de um fio de 50x50 cm (Figura 17), duas vezes em cada zona aleatoriamente distanciados entre si. No interior de cada quadrado, as espécies de plantas foram observadas, contadas, registadas e identificadas taxonomicamente para obter uma proporção da quantidade de plantas de cada espécie presentes em ambos os campos. Os estados fenológicos (EF) das plantas, como a floração, a frutificação e a senescência, também foram documentados de acordo com a Tabela 13.



Figura 17 - Colocação de um fio de 50x50 cm, adaptado da técnica do quadrado de madeira (Cavalcante et al., 2018).
A - Quadrado na vegetação semeada e B - Quadrado na vegetação espontânea.

Tabela 13 - Estados fenológicos de desenvolvimento de culturas e ervas adventícias (Lancashire et al., 2008).

Estados fenológicos	
Estado	Definição
0	Germinação/brotamento
1	Desenvolvimento das folhas
2	Formação de rebentos laterais/perfilhamento
3	Alongamento do caule/desenvolvimento do rebento
4	Propagação vegetativa/enraizamento
5	Emergência da inflorescência
6	Floração
7	Desenvolvimento dos frutos
8	Maturação ou amadurecimento dos frutos e das sementes
9	Senescência, início da dormência

2.2.7. Monitorização da presença de inimigos naturais de *Phthorimaea absoluta*

Na Zona A e C do Campus de Vairão (Figura 12), foi efetuada uma recolha semanal de insetos com a utilização de uma rede entomológica (Figura 18), após 48 horas e 72 horas da colocação das plantas isco. A recolha concentrou-se em torno de cada planta isco, onde era provável que insetos estivessem presentes. Na zona B e D do Campus de Vairão (Figura 12), a recolha de insetos com a utilização da rede entomológica, foi efetuada após as 48 horas, em que envolveu caminhar em três transeptos dentro de cada zona e com a rede entomológica recolher os insetos que

sobrevoavam a vegetação. A recolha foi feita manualmente, utilizando a rede entomológica.



Figura 18 - Captura de inimigos naturais A: Rede entomológica e B: Recolha de indivíduos em volta das plantas isco na vegetação herbácea espontânea.

Ao fim de cada recolha com a rede entomológica, utilizou-se um “aspirador entomológico artesanal” que permitiu aspirar os insetos por sucção para um tubo de ensaio de centrífuga de plástico com tampa (Figura 19), resultando em um total de 14 tubos de ensaio por semana.

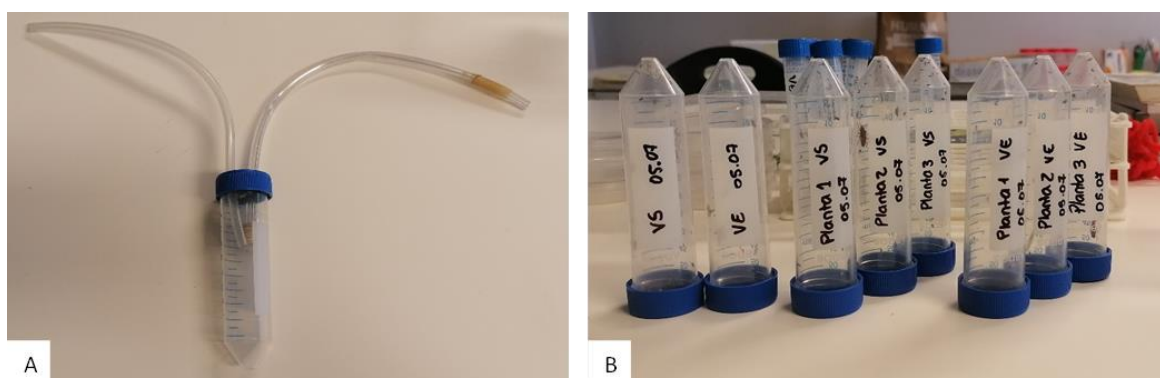


Figura 19 - Processo de recolha de insetos. A: “Aspirador caseiro de insetos” por sucção para um tubo de ensaio de centrífuga de plástico e B: Tubos de ensaio de centrífuga com insetos provenientes de todas as zonas.

Posteriormente, os tubos de ensaio contendo os insetos recolhidos foram colocados no congelador durante aproximadamente uma hora. Este processo permitiu que os insetos morressem. Ao fim de uma hora foram retirados dos tubos de ensaio e colocados em placas de Petri, onde foi retirado possível lixo presente (por exemplo, sementes de plantas, ervas...). Os insetos foram então observados sob uma lupa estereoscópica (Olympus U-PMTVC) (Figura 20) para identificação até à ordem e quando possível identificação até à família ou espécie. Após identificação para este estudo, foram apenas considerados os *taxa* aos quais pertencem os IN de *P. absoluta*, estes foram classificados como predadores ou parasitoides. Por fim, os insetos identificados foram conservados em álcool 70% nos respetivos tubos de ensaio, armazenados à temperatura ambiente para posterior identificação e análise.

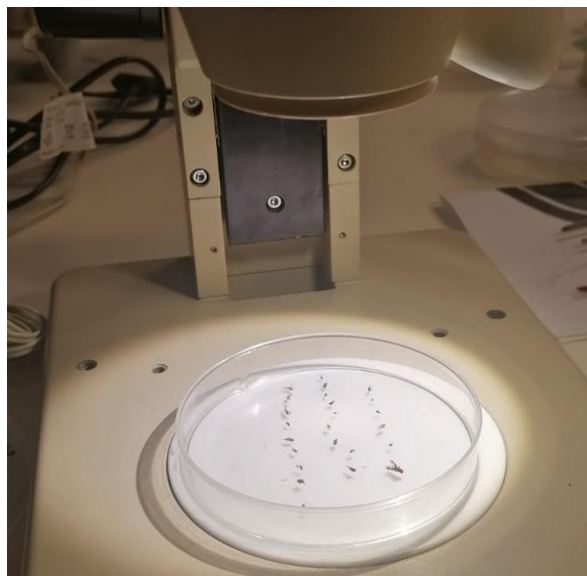


Figura 20 - Placa de petri com os possíveis inimigos naturais (artrópodes) de *Phthorimaea absoluta*, observados na lupa estereoscópica.

2.3. Análise dos dados

Todos os dados foram organizados em formato Microsoft Office Excel com as respetivas informações e para interpretação dos dados, realizou-se uma análise estatística utilizando o programa IBM SPSS Statistics 28.0.

A fase inicial envolveu uma análise estatística descritiva dos dados, começando por avaliar a normalidade e homogeneidade dos dados. Dado que os dados não apresentavam normalidade nem homogeneidade, foram utilizados testes não paramétricos. Para o ensaio em Estufa Comercial, para os dados da evolução das plantas de tomateiro, presença de larvas de *P. absoluta* e densidade de folhas e frutos nas cultivares, foi utilizado o Teste U de Mann-Whitney. No caso do ensaio realizado no Campus de Vairão, para os dados da captura de insetos em ambas as vegetações (VS e VE) com e sem plantas isco e ainda a presença de larvas nas plantas isco após 48 horas e 72 horas, foi utilizado o Teste U de Mann-Whitney. Para as ordens presentes em cada vegetação com e sem plantas isco, foi utilizado o Teste H de Kruskal-Wallis, usando o método de comparação de stepwise step-down.

3. Resultados

Os resultados encontram-se divididos pelos ensaios efetuados na Estufa comercial e no Campus de Vairão.

3.1. Estufa Comercial

3.1.1. Evolução da Temperatura

Durante o período de monitorização foram fornecidos os dados da temperatura interior e exterior da estufa e a humidade relativa (HR) interior, que permitiram calcular as médias semanais respetivas e os limites mínimos e máximos em cada semana (Tabela 3 do Anexo I). Estes dados foram retirados da estação meteorológica da própria estufa, que permitem fornecer uma compreensão abrangente das condições ambientais dentro e fora da estufa ao longo do período de amostragem. Esta análise é fundamental, pois fornece informação de como estes fatores ambientais podem influenciar o comportamento das pragas e a produção em geral.

Analisando os dados apresentados na Tabela 3 do Anexo I, podemos observar que durante o período de monitorização no interior da estufa, as temperaturas médias apresentaram uma maior variação até abril. Nesse intervalo, as temperaturas médias oscilaram entre 11 a 20 °C, no entanto a partir de maio, as temperaturas médias mantiveram-se entre 20 a 26 °C, resultando em uma média total de 20,3 °C para a temperatura interior. Ao analisar as temperaturas mínimas, observa-se uma maior oscilação de temperaturas em comparação com as temperaturas máximas que têm valores entre os 30 a 39 °C ao longo de todas as semanas. Nas semanas de 21 a 27 de junho e de 28 de junho a quatro de julho, quando as temperaturas médias eram as mais elevadas, com cerca de 25,6 °C e 25,1 °C respetivamente, as temperaturas máximas também atingiram valores máximos próximos a 40 °C.

Da mesma forma, as temperaturas médias no exterior da estufa, apresentaram uma maior variação até abril oscilando entre 7 a 18 °C, a partir de maio mantiveram-se entre 18 a 25 °C, resultando em uma média total de 17,9 °C para a temperatura

exterior. Analisando as temperaturas mínimas, observa-se temperaturas bastante baixas nas primeiras duas semanas, por outro lado, as temperaturas máximas ao longo de todas as semanas não ultrapassam os 30 °C, ao contrário das temperaturas máximas no interior da estufa, que atingem sempre valores superiores a 30 °C.

Além disso, a humidade relativa média no interior da estufa, manteve níveis relativamente elevados, com valores acima dos 51% e com uma média total de 71,2%, com mínimos acima dos 15% e máximos acima dos 91%.

3.1.2. Evolução das plantas de tomateiro

Observação e registo do crescimento das plantas ao longo do período de amostragem, em ambas as cultivares da estufa (Tabela 14).

Tabela 14 - Resultados obtidos pelo teste U de Mann-Whitney da altura das duas cultivares (Almirante e Runner) na estufa comercial.

Cultivar	Mediana	Média	Desvio-padrão	N	gl	U	Significância
Almirante	146,0	135,5	79,5	210	210	24162,0	0,1
Runner	158,0	144,3	84,7	210	210		

Os resultados demonstrados pelo teste U de Mann-Whitney comprovam que não há diferenças significativas entre as alturas de ambas as cultivares ($U(210;210)=24162,000$; $p>0,05$). A mediana da cultivar Runner é maior que a mediana da cultivar Almirante, o que indica que as plantas da Runner são um pouco mais altas (Tabela 14).

Complementando os dados anteriores, procedeu-se à observação e registo da altura do solo à primeira folha, da primeira folha ao primeiro cacho, do primeiro cacho ao segundo cacho e assim sucessivamente até ao nono cacho (Tabela 15). Com esta análise, pretende identificar qualquer efeito que a praga poderá ter nas diferentes fases de crescimento das plantas.

Tabela 15 - Resultados obtidos pelo Teste U de Mann-Whitney da altura da primeira folha e dos cachos das duas cultivares (A: Almirante e R: Runner) na estufa comercial.

	Cultivar	Mediana	Média	Desvio-padrão	N	gl	U	Significância
Folha	A	19,0	19,0	4,2	2	200	22927,5	0,5
	R	23,5	23,5	2,1	2	200		
1º Cacho	A	23,0	23,0	4,2	2	200	10028,5	0,7
	R	41,5	41,5	0,7	2	200		
2º Cacho	A	44,5	44,5	5,0	2	200	9846,0	0,8
	R	67,5	67,5	0,7	2	200		
3º Cacho	A	61,5	61,5	3,5	2	200	8651,0	0,4
	R	93,5	93,5	3,5	2	200		
4º Cacho	A	85,0	85,0	1,4	2	200	7378,0	0,1
	R	117,0	117,0	1,4	2	200		
5º Cacho	A	107,5	107,5	0,7	2	200	4864,0	0,0
	R	139,0	139,0	4,2	2	200		
6º Cacho	A	132,5	132,5	7,8	2	200	2148,5	0,2
	R	165,5	165,5	0,7	2	200		
7º Cacho	A	159,0	159,0	5,7	2	200	770,5	0,3
	R	190,0	190,0	4,2	2	200		
8º Cacho	A	183,0	183,0	5,7	2	200	95,5	0,0
	R	217,5	217,5	5,0	2	200		
9º Cacho	A	203,5	203,5	6,4	2	200	4,0	0,3
	R	237,0	237,0	5,7	2	200		

Os resultados comprovam que, na maioria dos parâmetros medidos, não há diferenças significativas entre a altura da primeira folha nem entre a altura dos cachos para as duas cultivares. Contudo, há diferenças significativas nos parâmetros de altura entre o quinto e oitavo cacho (Tabela 15).

3.1.3. Presença de adultos e larvas de *P. absoluta* na estufa

Para estimar o risco de ataque por *P. absoluta*, efetuou-se uma monitorização das áreas de cultivo das duas cultivares, utilizando amostragens diretas e indiretas, conforme apresentado nas Tabelas 16 e 17.

Tabela 16 - Risco de estragos nas parcelas de ambas as cultivares (Almirante e Runner), em função do número de capturas de adultos, por armadilhas/por semana e classificação por níveis de risco com base em Delgado (2009).

Data	Almirante		Runner		Tratamento Fitossanitário
	Nº capturas	Nível de risco	Nº capturas	Nível de risco	
01/mar	1	Risco muito baixo	3	Risco muito baixo	-
08/mar	5	Risco moderado	4	Risco moderado	-
15/mar	3	Risco muito baixo	3	Risco muito baixo	abamectina
22/mar	2	Risco muito baixo	3	Risco muito baixo	-
29/mar	3	Risco muito baixo	3	Risco muito baixo	-
05/abr	3	Risco muito baixo	1	Risco muito baixo	-
12/abr	0	Sem risco	0	Sem risco	-
19/abr	1	Risco muito baixo	0	Sem risco	-
26/abr	0	Sem risco	0	Sem risco	-
03/mai	0	Sem risco	0	Sem risco	-
10/mai	0	Sem risco	0	Sem risco	emamectina
17/mai	0	Sem risco	0	Sem risco	-
24/mai	0	Sem risco	1	Risco muito baixo	-
31/mai	4	Risco moderado	2	Risco muito baixo	bt
07/jun	4	Risco moderado	0	Sem risco	-
14/jun	1	Risco muito baixo	0	Sem risco	espinetorame
21/jun	0	Sem risco	0	Sem risco	bt/metathumizona
28/jun	1	Risco muito baixo	1	Risco muito baixo	bt
05/jul	6	Risco moderado	10	Risco moderado	-
12/jul	1	Risco muito baixo	3	Risco muito baixo	-
19/jul	2	Risco muito baixo	3	Risco muito baixo	emamectina
Total	36		37		
Média	1,71	Risco muito baixo	1,76	Risco muito baixo	

Analisando os dados relativos ao número de machos capturados nas armadilhas, verificou-se uma maior abundância de indivíduos nos meses de março, junho e julho para a cultivar Almirante. No caso da cultivar Runner, verifica uma maior abundância de indivíduos nos meses de março e julho, sendo praticamente inexistente a presença de indivíduos machos nos meses de abril e maio, em ambas as cultivares. O máximo de machos capturados, verificou-se na cultivar Runner no dia 5 de julho, com a captura de dez adultos, o mesmo ocorreu na cultivar Almirante, atingindo o máximo de capturas no mesmo dia, com 6 adultos.

Além disso, quando fazemos referência aos valores indicativos de risco em culturas protegidas (Delgado, 2009) (Tabela 6), observa-se que na maioria das datas, o nível de risco permanece muito baixo, chegando mesmo, por vezes, a um ponto em que não há risco nenhum, em ambas as cultivares. No entanto, há casos em que o nível de risco moderado é observado pontualmente em ambas as cultivares, sendo mais frequente na cultivar Almirante. Tendo em conta, a aplicação de tratamentos ao longo do ensaio, apenas no dia 14 de junho para as duas cultivares observou-se uma redução no nível de risco, duas semanas após os tratamentos com espinetorame

(Tabela 1 e 2 do Anexo I). Nas restantes aplicações dos tratamentos, o nível de risco mantém-se, com ocasionais aumentos observados em alguns casos, como observado nos dias 24 de maio, 28 de junho para a cultivar Runner e dia 5 de julho para as duas cultivares.

Fundamentalmente, quando avaliamos o número total de capturas e as respetivas médias, torna-se evidente que não se observa uma grande diferença do número de machos nas duas cultivares.

Tabela 17 - Número, média e percentagem de plantas com larvas vivas nas cultivares Runner e Almirante, por semana e classificação por níveis de prospeção de larvas vivas com base em Delgado (2009).

Data	Almirante		Runner		Tratamento Fitossanitário
	% de plantas com larvas	Nível de risco	% de plantas com larvas	Nível de risco	
01/mar	0%	Sem risco	0%	Sem risco	-
08/mar	0%	Sem risco	0%	Sem risco	-
15/mar	0%	Sem risco	0%	Sem risco	abamectina
22/mar	20%	Risco muito baixo	0%	Sem risco	-
29/mar	10%	Risco muito baixo	0%	Sem risco	-
05/abr	0%	Sem risco	0%	Sem risco	-
12/abr	0%	Sem risco	0%	Sem risco	-
19/abr	0%	Sem risco	0%	Sem risco	-
26/abr	0%	Sem risco	0%	Sem risco	-
03/mai	50%	Risco médio	20%	Risco muito baixo	-
10/mai	90%	Risco muito alto	10%	Risco muito baixo	emamectina
17/mai	10%	Risco muito baixo	0%	Sem risco	-
24/mai	80%	Risco muito alto	20%	Risco muito baixo	-
31/mai	100%	Risco muito alto	70%	Risco alto	bt
07/jun	100%	Risco muito alto	70%	Risco alto	-
14/jun	100%	Risco muito alto	100%	Risco alto	espinetorame
21/jun	50%	Risco médio	0%	Sem risco	bt/metathumizona
28/jun	20%	Risco muito baixo	0%	Sem risco	bt
05/jul	70%	Risco alto	40%	Risco médio	-
12/jul	100%	Risco muito alto	100%	Risco alto	-
19/jul	100%	Risco muito alto	100%	Risco alto	emamectina
Média	43%	Médio	25%	Médio	

* O número de plantas é correspondente ao total das dez plantas aleatórias em cada cultivar.

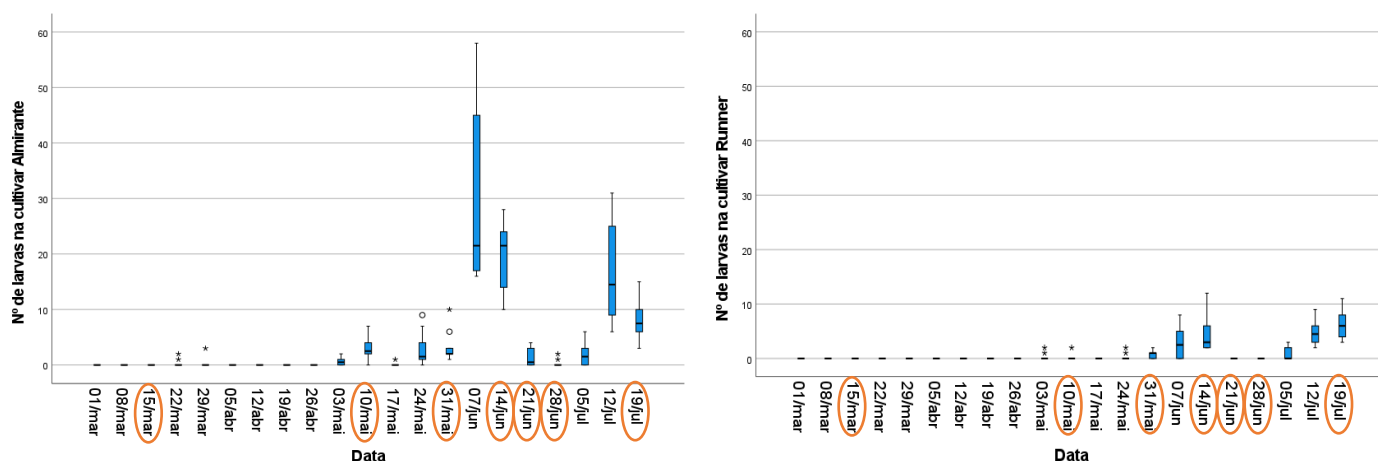
De acordo com os dados da amostragem indireta anterior, os dados indicaram um risco muito baixo associado à presença de adultos machos, em ambas as cultivares (Tabela 16). Tendo como referência os níveis de prospeção de larvas vivas na cultura de tomate (Delgado, 2009) (Tabela 5), verifica-se na Tabela 17, uma concordância dos dados até abril, onde não se observam estragos ou estes foram mínimos. No entanto esses resultados, já não se verificam a partir de maio. Durante este período, a percentagem de plantas infestadas por larvas vivas, atinge níveis altos

ou muito altos, principalmente na cultivar Almirante. Por outro lado, na cultivar Runner, a infestação de larvas nas plantas, torna-se mais evidente a partir do final do mês de maio.

Analisando os dias em que os tratamentos fitossanitários foram aplicados, observa-se, de modo geral, uma redução das plantas infestadas após os tratamentos, no entanto foi realizada desfolha no início de junho. Na cultivar Almirante, após a aplicação do tratamento com abamectina no dia 22 de março, houve um ligeiro aumento da percentagem de plantas infestadas e após do tratamento com Bt, no dia 7 de junho a percentagem de plantas infestadas permaneceu inalterada. Nas restantes aplicações dos tratamentos, ocorreu uma redução constante das plantas infestadas. Quanto à cultivar Runner, a percentagem de plantas infestadas permaneceu inalterada mesmo após a aplicação dos tratamentos nos dias 22 de março, 7 e 28 de junho. Entretanto, nas restantes aplicações dos tratamentos, observou-se uma redução das plantas infestadas. Analisando os dois casos, o número de adultos e larvas, observou-se que alguns tratamentos talvez não fossem necessário, pois nos dias 15 de março, 21 e 28 de junho quando se efetuou aplicação dos tratamentos de abamectina, bt e metathumizone as populações de adultos e larvas encontravam-se muito baixa, o que por sua vez não seria necessário haver tantos tratamentos.

Ao contrário da Almirante, a cultivar Runner apresentou uma menor incidência de infestação durante o período de observação, com uma média de 25,2% de plantas com larvas vivas. Por outro lado, a cultivar Almirante apresentou uma infestação mais elevada, com uma média de 43% de plantas com larvas vivas.

Na Figura 21, está representado o número de larvas ao longo do período de amostragem, em cada cultivar na estufa comercial.



Houve uma tendência semelhante, para as duas cultivares no número de larvas observadas até 26 abril, caracterizada por uma população de larvas relativamente baixa. No dia 7 de junho, um aumento significativo no número de larvas é evidente na cultivar Almirante, chegando a aproximadamente 60 larvas e atingindo o máximo de larvas nesse dia. Posteriormente, a cultivar Almirante apresentou um declínio no número de larvas, seguido de um aumento em 12 de julho. Por outro lado, a cultivar Runner registou um aumento do número de larvas até 14 de junho, atingindo o seu máximo de larvas nesse dia, chegando a aproximadamente 13 larvas. Após essa data, verificou-se um declínio no número de larvas, com outro aumento observado a partir de 5 de julho.

É possível observar que houve diferenças significativas nas duas cultivares, em que ambas as cultivares atingem a população máxima de larvas simultaneamente, durante as semanas de 7 a 14 de junho e de 12 a 19 de julho. No entanto, é evidente que a cultivar Runner, manteve consistentemente um número de larvas mais baixo em comparação com a cultivar Almirante, com a cultivar Runner a manter-se sempre abaixo de 15 larvas ao longo do tempo.

3.1.5. Densidade de folhas nas plantas de tomateiro

Com recurso ao Método Point Quadrat, obtiveram-se dados referentes à densidade de folhas contendo larvas vivas (Figura 22) conforme a altura da vareta (Tabela 18). Estes dados vão permitir medir a intensidade de ataque pela praga. Estas taxas foram calculadas utilizando as equações 1 e 2, descritas no 2.1.4.

Tabela 18 - Médias da altura da vareta, em ambas as cultivares com recurso ao Método Point Quadrat.

Data	Almirante	Runner
	Altura da vareta (cm)	Altura da vareta (cm)
17/mai	60,70	68,90
24/mai	65,70	66,90
31/mai	71,00	81,00
07/jun	69,20	74,30
14/jun	69,90	72,40
21/jun	69,90	69,20
28/jun	66,80	56,50
05/jul	61,90	58,40
12/jul	66,60	66,70
19/jul	64,50	67,80

Analisando os dados da Tabela 18 e da Figura 22, destaca-se a cultivar Almirante que apresenta mais intensidade de ataque por larvas. A densidade de ataque da praga foi maior no mesmo período do ano, em junho, com a vareta inserida a aproximadamente a mesma altura para as duas cultivares. Além disso, as duas cultivares têm maior densidade de folhas por volta da mesma época, coincidindo com o início do verão. A cultivar Almirante apresentou consistentemente uma intensidade de ataque maior do que a cultivar Runner, ou seja, mais folhas atacadas por folhas em contacto com a vareta.

Na Figura 22, está representada a percentagem de folhas com larvas como também o número total de folhas em cada cultivar ao longo do tempo, durante o período de amostragem na estufa comercial. Com estes dados da densidade de folhas de cada cultivar, possível compreender se a intensidade de ataque pela praga varia em função da densidade de folhas.

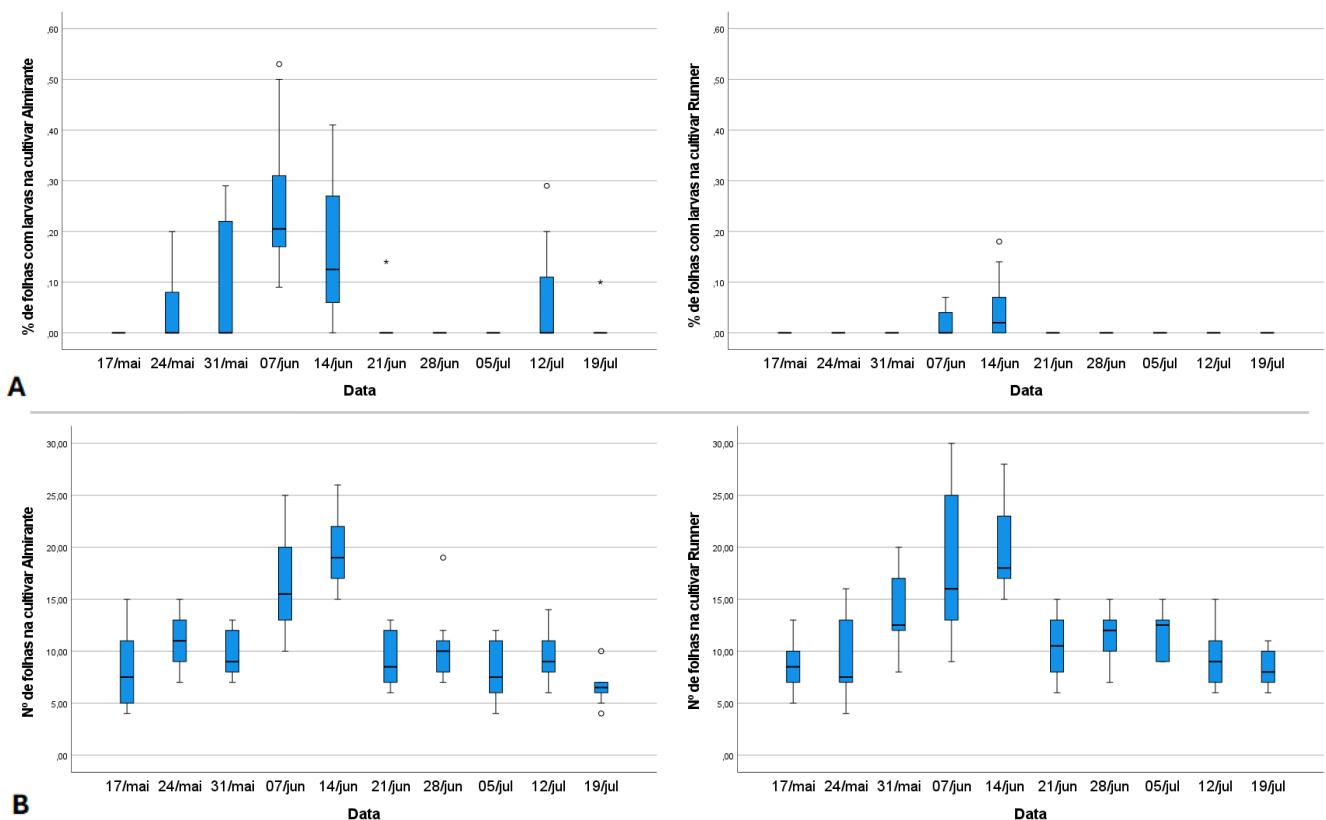


Figura 22 - Percentagem de folhas com larvas vivas da traça-do-tomateiro em contacto com a vareta (A) e número total de folhas em contacto com a vareta (B), nas duas cultivares ao longo do tempo.

Analisando a Figura 22 (A), revelou padrões distintos nas cultivares Almirante e Runner, no que diz respeito à percentagem de folhas com larvas. A cultivar Almirante, atingiu a percentagem máxima de folhas com larvas no dia 7 de junho, seguida de um declínio notável na percentagem de folhas infestadas, que se prolonga até 12 de julho. Por outro lado, na cultivar Runner, a percentagem de folhas com larvas foi quase inexistente, exceto nos dias 7 e 14 de junho. É possível observar que há diferenças significativas em ambas as cultivares (Percentagem de folhas com larvas (U (100;100)=3806,500; $p<0,001$)), sendo notório que a cultivar Almirante apresenta uma maior percentagem de folhas com larvas ao longo do tempo em relação à cultivar Runner.

Analisando os dados representados na Figura 22 (B), relativos ao número total de folhas, torna-se evidente que ambas as cultivares apresentaram um padrão de evolução quase semelhante. Especificamente, ambas as cultivares atingiram o máximo do número de folhas entre 7 a 14 de junho. É possível observar que há diferenças significativas nas duas cultivares (Número de folhas (U (100;100)=5853,000; $p=0,037$)), sendo notório que a cultivar Runner manteve consistentemente um maior número de folhas em relação à cultivar Almirante, ao longo do tempo.

Na Figura 23, está representado o número total de frutos em cada cultivar ao longo do tempo, durante o período de amostragem na estufa comercial.

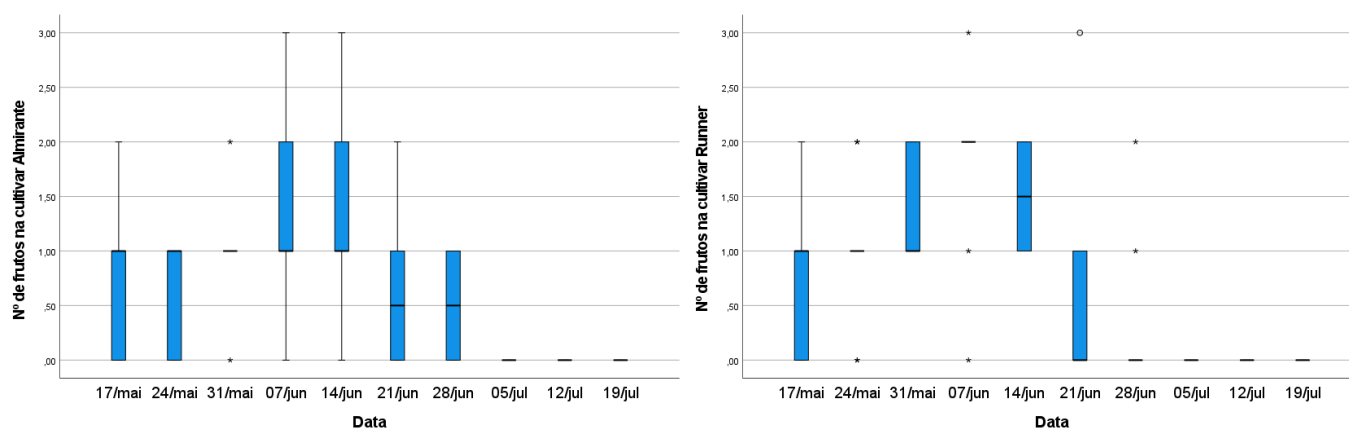


Figura 23 - Número total de frutos em contacto com a vareta, em cada cultivar ao longo do tempo.

Embora não tenham sido observados frutos com larvas vivas, observando a Figura 23, que representa o número total de frutos em cada cultivar, revelou um padrão distinto. A cultivar Almirante, apresentou uma maior quantidade de frutos em

comparação à cultivar Runner. Verifica-se que as plantas da cultivar Almirante apresentaram quase sempre mais frutos até 28 de junho, ao contrário das plantas da cultivar Runner, que teve menor quantidade de frutos (Número de frutos (U (100;100)=5053,000; $p>0,05$)).

3.1.6. Captura de inimigos naturais de *Phthorimaea absoluta*

Com o objetivo de avaliar a riqueza específica de IN de *P. absoluta*, recorreu-se à técnica das “abanadelas”, obtendo dados referentes à quantidade de IN de *P. absoluta* presentes na estufa, assim como as respectivas ordens (Tabela 19).

Tabela 19 - Inimigos naturais de *Phthorimaea absoluta*, capturados perto das plantas de tomateiro de ambas as cultivares, pela técnica das abanadelas.

Data	Himenópteros	Hemípteros	Tratamento Fitossanitário
17/mai	0	0	-
24/mai	0	1	-
31/mai	0	0	bt
07/jun	1	0	-
14/jun	0	0	espinetorame
21/jun	1	0	bt/metathumizona
28/jun	1	0	bt
05/jul	0	1	-
12/jul	0	0	-
19/jul	1	0	emamectina

Analisando os dados da Tabela 19, pode-se confirmar que a existência de IN no interior da estufa, permanece relativamente baixa durante o período de amostragem. Das cinco ordens de IN de *P. absoluta* (Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera, Neuroptera e Diptera), vale realçar que apenas insetos pertencentes às ordens Hymenoptera e Hemiptera foram encontrados.

3.2. Campus de Vairão

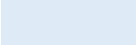
3.2.1. Caracterização das Infraestruturas Ecológicas

Através da elaboração de cronogramas, foi possível organizar os campos VS com plantas isco (Tabela 20) e sem plantas isco (Tabela 21) e pelos campos VE com plantas isco (Tabela 22) e sem plantas isco (Tabela 23). As tabelas indicam o número de espécies representadas pelas diferentes cores e os seus EF correspondentes, indicados por valores numéricos (conforme descritos na Tabela 13).

Na Tabela 20 e Tabela 21, estão representas as espécies selecionadas bem como outras espécies que surgiram durante o ensaio nos campos VS, com e sem plantas isco. Estas observações foram efetuadas através da adaptação da técnica do quadrado.

Tabela 20 - Cronograma do estado fenológico da vegetação semeada na parcela com plantas isco e número de plantas de cada espécie.

Campo VS – Plantas isco						
Espécies semeadas	Data					
	26/abr	10/mai	24/mai	07/jun	21/jun	05/jul
<i>Coriandrum sativum</i>	1	3-4	6	8	8	8
<i>Fagopyrum sculentum</i>	4-5	6	6	8	8	8
<i>Festuca rubra commutata</i>	1	2-3	2-3	3-4-5	6	6
<i>Festuca rubra tricophylla</i>	1	2-3	2-3	3-4-5	6	6
<i>Lavandula dentata</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Lobularia maritima</i>	4-5	6	6	6-7	6-8	6-8
<i>Medicago sativa</i>	1	5	3-4	3-4	5-6	6-8
<i>Mentha piperita</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Nepeta tuberosa</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Ocimum basilicum</i>	1-2	1-2	.	1-2	3-4	6
<i>Rosmarinus officinalis</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia pratensis</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Sinapis alba</i>	3	6	6	6-8	8	6-8
<i>Trifolium repens</i>	1-2	3-4	3-4	3-4	5-6	6
<i>Viburnum tinus</i>	.	.	.	.	.	.
Outras (espontâneas)						
<i>Chenopodium quinoa</i> (Quinoa)	4	4	5	.	5	.
<i>Elephantopus scaber</i> (Língua-de-vaca)	1	3-4	.	.	.	.
<i>Fumaria officinalis</i> (Fumaria)	1	6	.	.	9	.
<i>Hypochoeris radicata</i> (Leituga)	1-2	.	.	3	5	.
<i>Plantago lanceolata</i> (Língua-de-ovelha)	.	5	.	.	.	.
<i>Senecio vulgaris</i> (Tasneirinha)	.	6	5	.	.	.

1-10		21-30		41-50	
11-20		31-40		>50	

Legenda dos intervalos da quantidade de plantas contabilizadas, pela adaptação da técnica do quadrado de madeira.

Na parcela de vegetação semeada em que se colocaram as plantas isco é possível observar que nem todas as espécies de plantas semeadas se desenvolveram com sucesso, como o caso *Lavandula dentata*, *Mentha piperita*, *Nepeta tuberosa*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia pratensis* e *Viburnum tinus*. Das semeadas, *Festuca rubra commutata*, *Festuca rubra tricophylla*, *Medicago sativa* e *Trifolium repens* são as que apresentam maior número de plantas. Em contrapartida, as outras espécies que surgiram espontaneamente tiveram uma menor quantidade de plantas. Ao observar os EF das espécies semeadas, durante o período de junho a julho, quando se realizaram as recolhas de insetos e as contagens de larvas nas plantas isco, a maioria das espécies já se encontrava na fase de floração (EF 6) e algumas até na fase de

produção de semente (EF 8). Relativamente às espécies que surgiram espontaneamente, a maioria não conseguiu atingir a fase de floração (EF 6) no período de amostragem e nem houve um número tão elevado de plantas como nas espécies semeadas.

Tabela 21 - Cronograma do estado fenológico da vegetação semeada e número de plantas de cada espécie.

Campo VS						
Espécies semeadas	Data					
	26/abr	10/mai	24/mai	07/jun	21/jun	05/jul
<i>Coriandrum sativum</i>	1	3-4	3	6-8	8	8
<i>Fagopyrum sculentum</i>	4-5	6	6	8	8	8
<i>Festuca rubra commutata</i>	1	2-3	2-3	2-3	6-9	6-9
<i>Festuca rubra tricophylla</i>	1	2-3	2-3	2-3	6-9	6-9
<i>Lavandula dentata</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Lobularia marítima</i>	2-4-5	3-6	6	6-8	6-8	8
<i>Medicago sativa</i>	1	2-3	3-4	3-6	3-4-6	6
<i>Mentha piperita</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Nepeta tuberosa</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Ocimum basilicum</i>	1-2	1-2	1-2	1-2	3-4	.
<i>Rosmarinus officinalis</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia pratensis</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Sinapis alba</i>	3	5-6	6	6-8	6-8	8
<i>Trifolium repens</i>	1-2	3-4	3-4	3-4	3-4	5
<i>Viburnum tinus</i>	.	.	.	.	.	.
Outras (espontâneas)						
<i>Chenopodium quinoa</i> (Quinoa)	4	.	5	.	.	6
<i>Convolvus</i>	1-2	1-2	.	.	.	.
<i>Cyperus esculentus</i> (Junça)	.	.	.	2-3	.	.
<i>Erchium plantagineum</i> (Soagem)	.	3-4	.	.	.	.
<i>Fumaria officinalis</i> (Fumaria)	1	6	6	6	6	.
Gramíneas	.	1-2	2-3	2-3	2-3	.
<i>Hypochoeris radicata</i> (Leituga)	3	3	5	.	.	.
<i>Ornithopus sativus</i> (Serradela)	.	1	.	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i> (Língua-de-ovelha)	8	.	.	.	.	.
<i>Portulaca oleracea</i> (Beldroega)	.	1	.	.	2-3	.
<i>Stellaria media</i> (Erva-moleira)	1	.	.	.	.	.
<i>Viscia sativa</i> (Ervilhaca)	1	.	.	.	.	.

1-10		21-30		41-50	
11-20		31-40		>50	

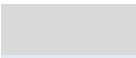
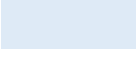
Legenda dos intervalos da quantidade de plantas contabilizadas, pela adaptação da técnica do quadrado de madeira.

Na parcela de vegetação semeada sem plantas isco é possível observar que as espécies de plantas semeadas como *Lavandula dentata*, *Mentha piperita*, *Nepeta tuberosa*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia pratensis* e *Viburnum tinus*, voltaram a não se desenvolver, como observado na Tabela 20. As espécies *Festuca rubra commutata*, *Festuca rubra tricophylla* e *Trifolium repens* desenvolveram-se com sucesso, apresentando maior número de plantas. Por outro lado, neste campo registou-se uma maior diversidade de outras espécies que surgiram espontaneamente, no entanto continuaram a ter menor quantidade de plantas em relação às espécies semeadas. Ao observar os EF das espécies semeadas, durante o período de junho a julho, quando se realizaram as recolhas de insetos e as contagens de larvas nas plantas isco, a maioria das espécies já se encontrava na fase de floração (EF 6), na fase de produção de semente (EF 8) e, em alguns casos na fase de senescência (EF 9). Relativamente as outras espécies que surgiram espontaneamente, a maioria não atingiu a fase de floração (EF 6) durante o período de amostragem e nem houve um número tão elevado de plantas como nas espécies semeadas.

Repetimos o mesmo procedimento descrito anteriormente (Tabela 20 e Tabela 21), desta vez para a vegetação espontânea com e sem a presença das plantas isco, num só dia (Tabela 22 e Tabela 23).

Tabela 22 - Cronograma do estado fenológico da vegetação espontânea na parcela com plantas isco e número de plantas de cada espécie.

Campo VE – Plantas isco	
Género/Espécie	Data 21/jun
<i>Avena fatua</i> (Aveia-brava)	6-8
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (Bolsa-de-pastor)	5-6
<i>Convolvulus</i>	6
<i>Hypochoeris radicata</i> (Leituga)	6
<i>Lotus</i>	5-6
<i>Mentha arvensis</i> (Hortelã-brava)	5
<i>Phalaris</i>	6
<i>Plantago lanceolata</i> (Língua-de-ovelha)	6
<i>Trifolium pratense</i> (Trevo-vermelho)	6

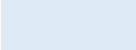
1-10		21-30		41-50	
11-20		31-40		>50	

Legenda dos intervalos da quantidade de plantas contabilizadas, pela adaptação da técnica do quadrado de madeira.

Na parcela de vegetação espontânea em que se colocaram as plantas isco, de todas as espécies, *Mentha arvensis* e *Phalaris* sp. são as que apresentam maior número de plantas. Ao observar os EF destas espécies espontâneas, no dia 21 de junho, que coincide com uma das recolhas de insetos e contagens de larvas nas plantas isco, praticamente todas as espécies estavam na fase de floração (EF 6), com algumas na fase de inflorescência e produção de semente (EF 5 e EF 8).

Tabela 23 - Cronograma do estado fenológico da vegetação espontânea e número de plantas de cada espécie.

Campo VE					
Género/Espécie				Data	
				21/jun	
<i>Avena fatua</i> (Aveia-brava)				6-8	
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (Bolsa-de-pastor)				5-6	
Gramíneas diversas				6-8	
<i>Phalaris</i>				6	

1-10		21-30		41-50	
11-20		31-40		>50	

Legenda dos intervalos da quantidade de plantas contabilizadas, pela adaptação da técnica do quadrado de madeira.

Na parcela de vegetação espontânea sem plantas isco, é possível observar uma menor diversidade de plantas espontâneas. De entre as espécies, *Avena fatua* (aveia-brava) e gramíneas diversas são as que apresentam maior número de plantas. Ao observar os EF destas espécies espontâneas, no dia 21 de junho, que coincide com uma das recolhas de insetos e contagens de larvas nas plantas isco, verifica-se que praticamente todas as espécies estavam na fase de floração (EF 6), com algumas na fase de inflorescência e produção de semente (EF 5 e EF 8).

3.2.2. Captura de insetos nas plantas isco

Com o objetivo de avaliar se as IE são abrigo de IN de *P. absoluta*, procedeu-se à recolha de insetos em volta de cada planta isco, com recurso à utilização de redes entomológicas nas duas IE com plantas isco (VE e VS).

Primeiramente, procedeu-se à captura e registo da quantidade de todos os insetos capturados, incluindo aqueles que não eram IN de *P. absoluta*, em cada planta isco de cada campo. Na Figura 24, está ilustrado a soma do número total de insetos para cada planta isco (A, B e C) ao longo de todo o ensaio, em cada campo.

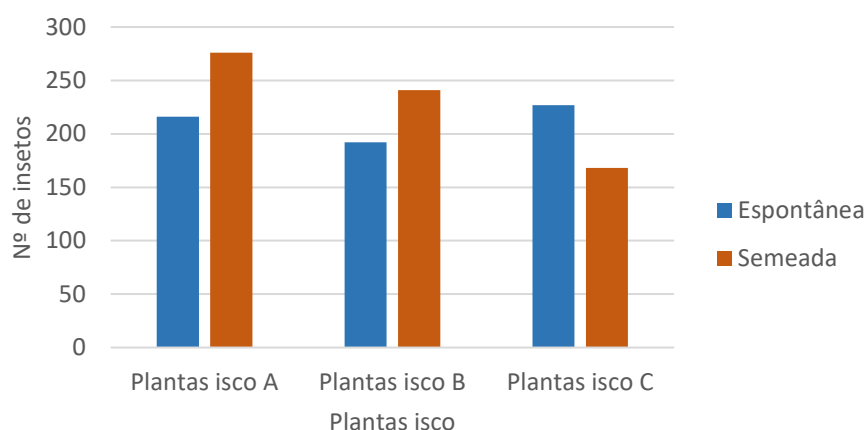


Figura 24 - Número total de insetos capturados, incluindo os não inimigos naturais de *Phthorimaea absoluta*, ao longo de todo o ensaio, para cada planta isco por tipo de vegetação.

Analisando os dados representados na Figura 24, observa-se que na VE, não há grande oscilação do número de insetos em volta das plantas isco, com valores variando entre 190 e 230 insetos. Por outro lado, na VS o número de insetos nas plantas isco, varia entre 170 e 280 insetos.

Para observar quais os IN presentes de *P. absoluta* nas IE procedeu-se posteriormente, à separação e contabilização do total de insetos pelas respectivas ordens de interesse dos IN de *P. absoluta*, em ambos os tipos de vegetação, após 48 e 72 horas (Figura 25).

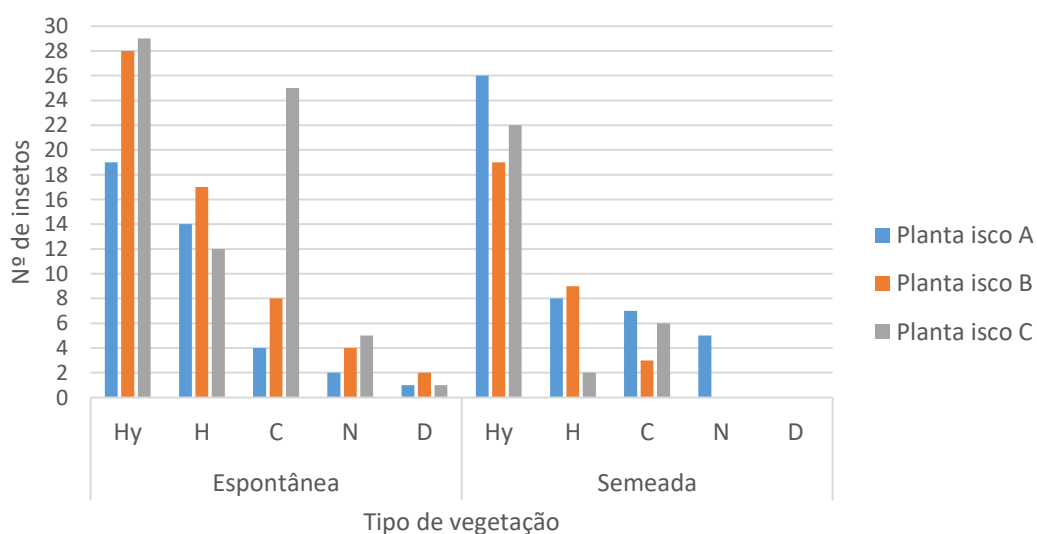


Figura 25 - Número de insetos de cada ordem capturados em cada um dos tipos de vegetação ao longo do período de observação (14 de junho a 6 de julho) nas parcelas em que se colocaram plantas isco. Hy: Hymenoptera; H: Hemiptera; C: Coleoptera; N: Neuroptera e D: Diptera.

Analisando os dados representados na Figura 25, observamos que em ambos os tipos de vegetação (VE e VS), que Hymenoptera são os que apresentam maior número de indivíduos, seguindo Hemiptera, sendo Diptera menos abundantes. Ao observar as plantas isco individualmente, torna-se evidente que não existe uma planta isco que se destaque consistentemente em todas as ordens. Nomeadamente na VS, Díptera estiveram ausentes em torno de qualquer uma das plantas isco. Além disso, no caso das plantas isco B e C também não tiveram a presença de Neuroptera. Em geral, a VE apresentou maior abundância de insetos durante todo o período de amostragem, em comparação com a VS.

Com o objetivo de comparar se as duas IE (VE e VS) diferem na composição e riqueza específica de IN, procedeu-se ao tratamento dos dados para ambos tipos de vegetação com e sem plantas isco. Uma vez que os dados não apresentavam uma distribuição normal, recorreu-se ao Teste U de Mann-Whitney (Tabela 24).

Tabela 24 - Resultados obtidos pelo Teste U de Mann-Whitney dividido pelas respetivas ordens (Hy: Hymenoptera, H: Hemiptera, C: Coleoptera, N: Neuroptera e D: Diptera) e pela vegetação (espontânea e semeada) com a presença de plantas isco.

Ordem	Vegetação	Mediana	Média	Desvio-padrão	N	gl	U	Significância
Hy	E	2,0	3,2	3,4	24	24	300,5	0,8
	S	2,5	2,8	1,9	24	24		
H	E	1,0	1,8	1,8	24	24	172,0	0,0
	S	0,0	0,8	1,1	24	24		
C	E	1,0	1,5	2,3	24	24	200,0	0,1
	S	0,0	1,7	1,3	24	24		
N	E	0,0	1,5	0,7	24	24	218,5	0,1
	S	0,0	0,2	0,7	24	24		
D	E	0,0	0,2	0,4	24	24	240,0	0,0
	S	0,0	0,0	0,0	24	24		

Os resultados demonstrados pelo teste U de Mann-Whitney comprovam que não há diferenças significativas nas ordens Hymenoptera e Neuroptera (Hymenoptera (U (24;24)=300,500; $p>0,05$); Neuroptera (U (24;24)=218,500; $p>0,05$)) entre os dois tipos de vegetação. Por outro lado, nas restantes ordens Hemiptera, Coleoptera e Diptera observam-se diferenças significativas (Hemiptera (U (24;24)=172,000; $p=0,012$); Coleoptera (U (24;24)=200,000; $p=0,048$); Diptera (U (24;24)=240,000; $p=0,039$)) entre os dois tipos de vegetação (Tabela 24).

Na Figura 26, está representada a dispersão de cada ordem no tipo de vegetação, em associação com as plantas isco.

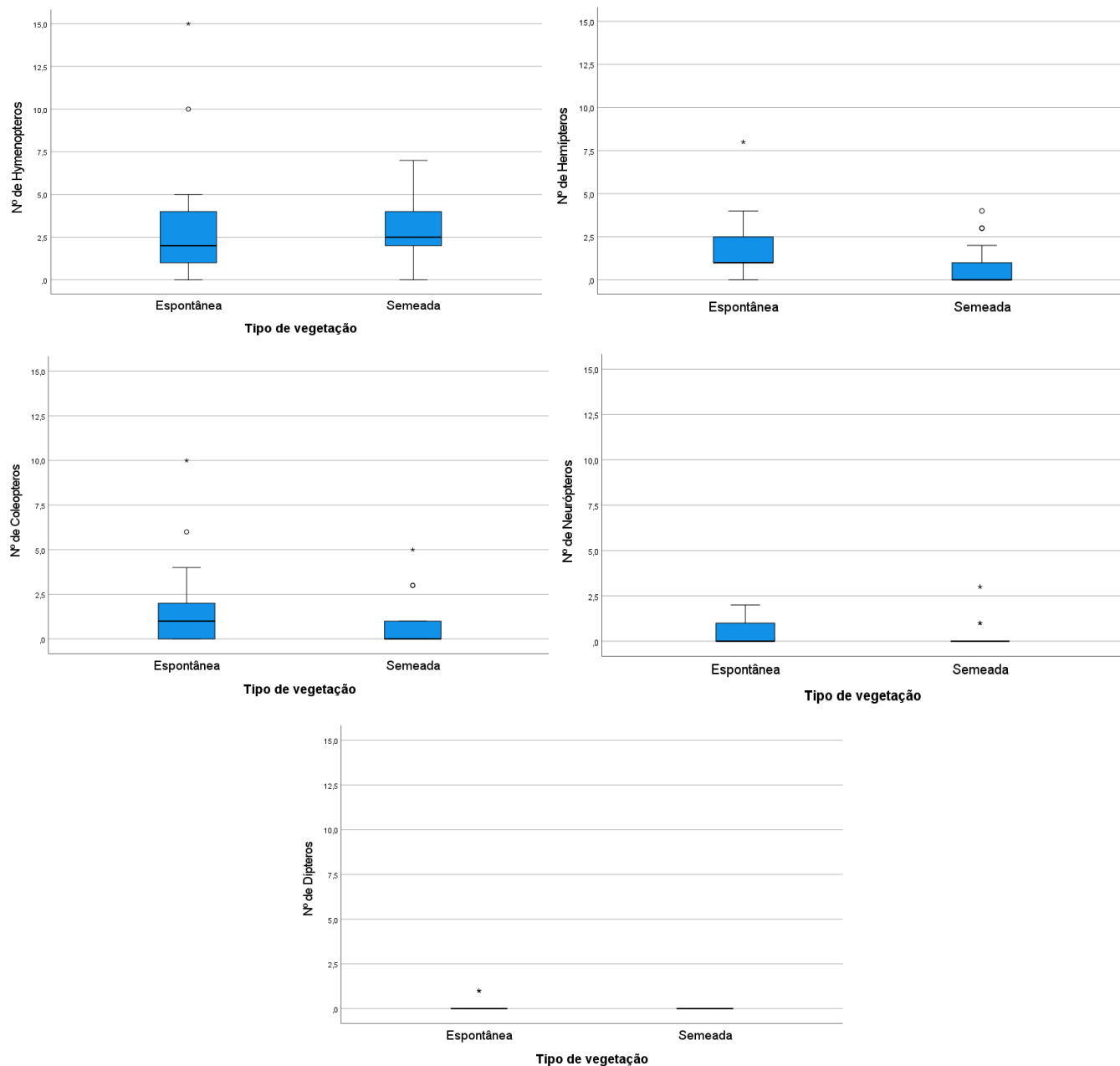


Figura 26 - IN de *Phthorimaea absoluta* observadas entre cada tipo de vegetação, com a presença de plantas isco.

Os dados apresentados na Figura 26, demonstram uma distribuição relativamente semelhante nas duas vegetações para cada ordem.

Na ordem Hymenoptera a mediana é mais alta na VS e a média continua a ser mais alta na VE, traduzindo-se num maior número de indivíduos na VE. Hemiptera e Coleoptera a mediana e a média é mais alta que a VS, traduzindo-se num maior número de indivíduos na VE. Neuroptera a mediana é igual para ambas as vegetações, no entanto a média é mais alta na VS, pela presença de dois *outliers*. Diptera a mediana é igual para ambas as vegetações, pela presença de um *outlier* e a média é ligeiramente superior para a VE.

Na Figura 27, está representada a comparação entre cada ordem, observados no tipo de vegetação associados com as plantas isco.

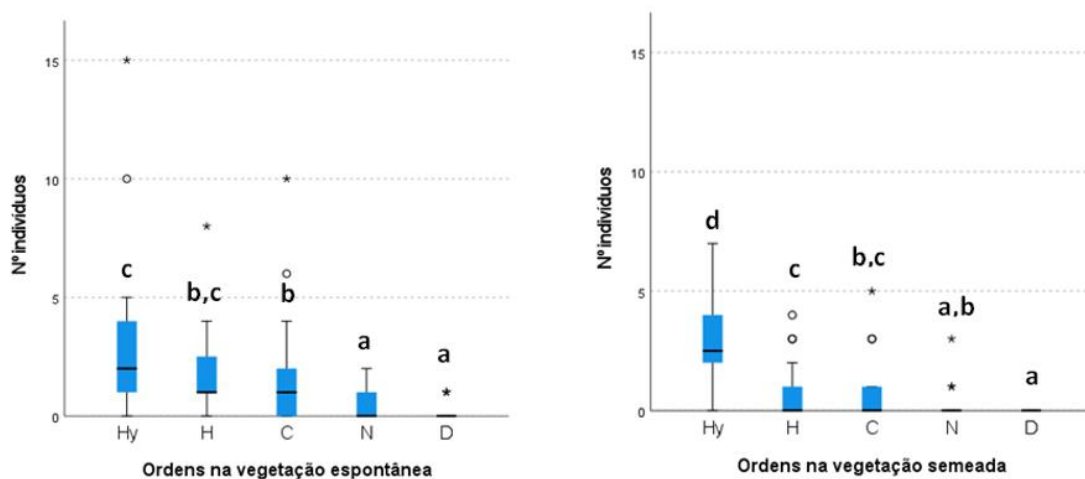


Figura 27 - Número de indivíduos de cada ordem, em cada tipo de vegetação com a presença de plantas isco. Hy: Hymenoptera; H: Hemiptera; C: Coleoptera; N: Neuroptera e D: Diptera.

Após a realização de um teste de comparação pelo método stepwise step-down é possível afirmar, que na VE com plantas isco há diferenças significativas entre as ordens, para um nível de significancia de 5% (VE (H (100;100)=240; $p < 0,001$)). Por outro lado na VS, com plantas isco também há diferenças significativas entre as ordens para um nível de significancia de 5% (VS (H (100;100)=120; $p < 0,001$)). Sendo Himenoptera mais abundante que do que Coleoptera, Neuroptera e Diptera.

3.2.3. Captura de Insetos nos campos

Para avaliar a presença de IN de *P. absoluta* nas diferentes IE sem qualquer presença de plantas isco, utilizou-se o mesmo procedimento referido anteriormente. Uma vez que os dados não apresentavam uma distribuição normal, recorreu-se ao Teste U de Mann-Whitney (Tabela 25).

Tabela 25 - Resultados obtidos pelo Teste U de Mann-Whitney dividido pelas respetivas ordens (Hy: Hymenoptera, H: Hemiptera, C: Coleoptera, N: Neuroptera e D: Diptera) e pela vegetação (espontânea e semeada).

Ordem	Vegetação	Mediana	Média	Desvio-padrão	N	gl	U	Significância
Hy	E	4,5	5,5	2,4	4	4	5,0	0,5
	S	2,5	4,8	5,7	4	4		
H	E	2,5	2,8	2,1	4	4	6,5	0,7
	S	2,5	2,3	1,7	4	4		
C	E	2,5	2,8	2,1	4	4	8,0	1,0
	S	2,0	2,0	0,0	4	4		
N	E	0,0	0,3	0,5	4	4	10,0	0,7
	S	0,5	0,5	0,6	4	4		
D	E	1,5	1,3	1,0	4	4	8,5	1,0
	S	1,0	2,0	2,0	4	4		

Os resultados pelo teste U de Mann-Whitney comprovam que não há diferenças significativas em todas as ordens entre VS e VE (Hymenoptera (U (4;4)=5,000; $p>0,05$); (Hemiptera (U (4;4)=6,500; $p>0,05$); Coleoptera (U (4;4)=8,000; $p>0,05$); Neuroptera (U (24;24)=10,000; $p>0,05$); Diptera (U(4;4)=8,500; $p>0,05$)) (Tabela 25).

Na Figura 28, está representada a dispersão de cada ordem no tipo de vegetação sem plantas isco.

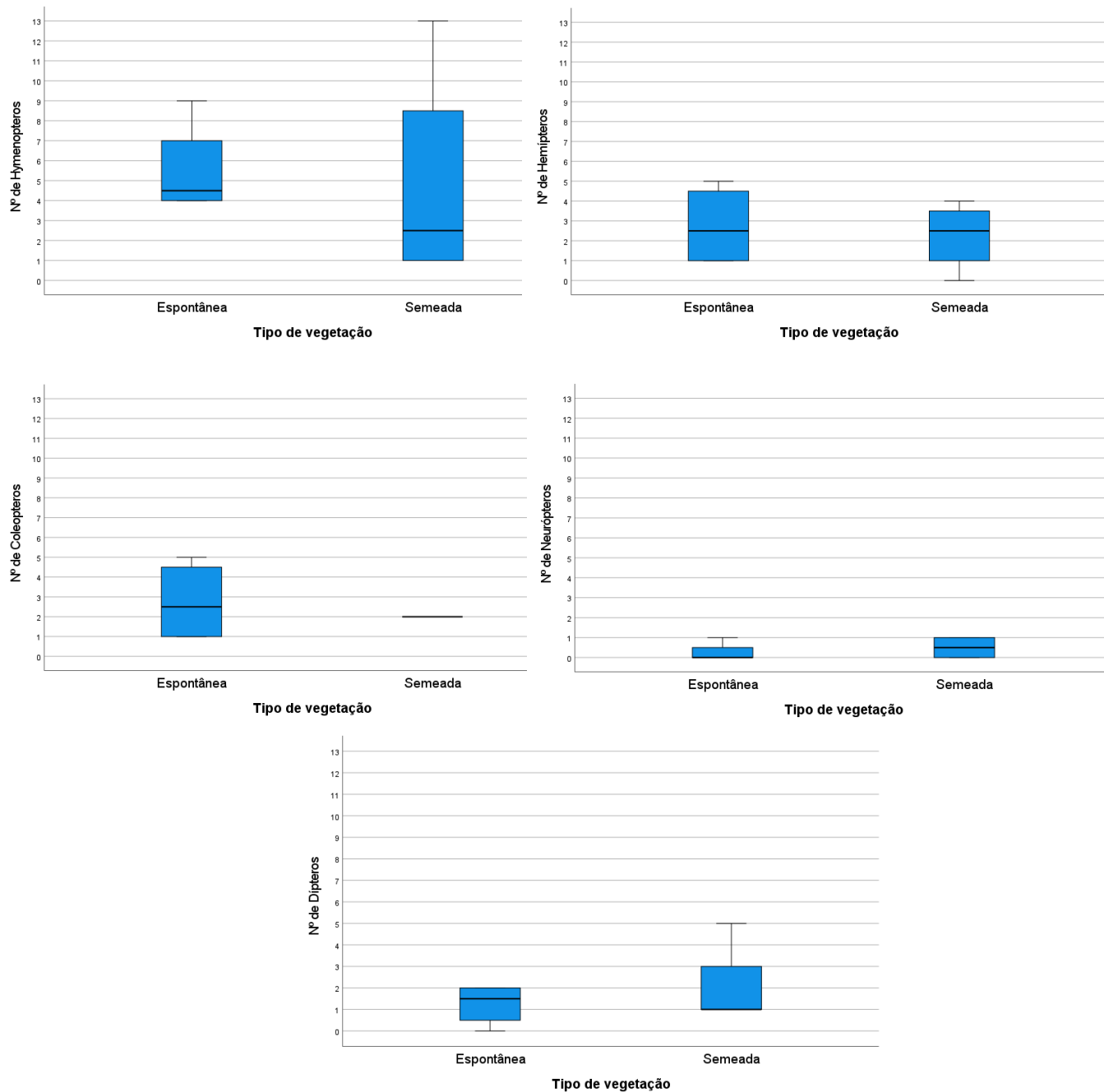


Figura 28 - IN de *Phthorimaea absoluta* observadas entre cada tipo de vegetação, sem plantas isco.

Para confirmar a distribuição dos dados apresentados, na Figura 28, observa-se uma distribuição relativamente semelhante nas duas vegetações.

Nos Hymenopteros a mediana e a média é mais alta na VE, traduzindo-se num maior número de indivíduos na VE. Nos Hemípteros a mediana é igual para ambas as vegetações, mas a média é mais alta na VE, traduzindo-se num maior número de indivíduos na VE. Nos Coleopteros a mediana e a média é mais alta que a VS, traduzindo-se num maior número de indivíduos na VE. Nos Neurópteros a mediana e a média é mais alta que a VE, traduzindo-se num maior número de indivíduos na VS. Nos Dípteros a mediana é um pouco mais alta na VE e a média é mais alta na VS, traduzindo-se num maior número de indivíduos na VS.

Na Figura 29, está representada a comparação entre cada ordem, observados no tipo de vegetação sem plantas isco.

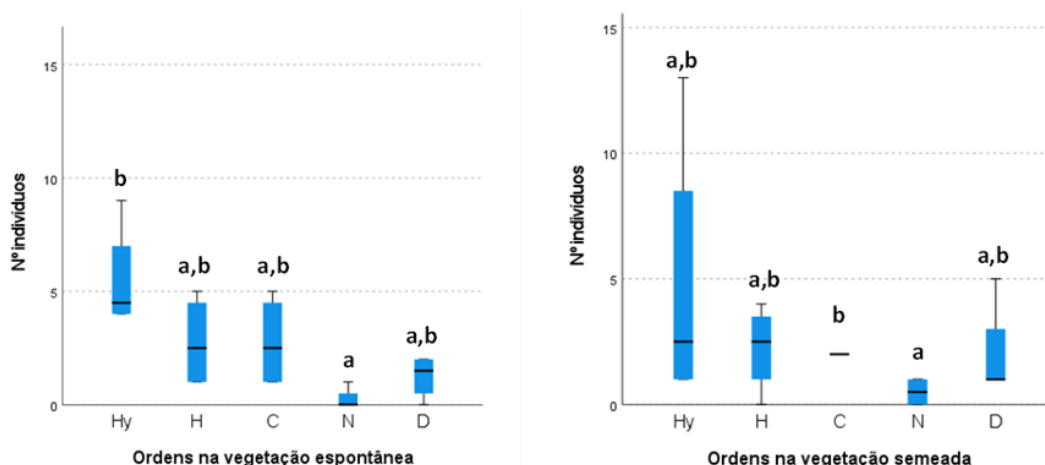


Figura 29 - Número de indivíduos de cada ordem, em cada tipo de vegetação sem plantas isco. Hy: Hymenoptera; H: Hemiptera; C: Coleoptera; N: Neuroptera e D: Diptera.

Após a realização de um teste de comparação pelo método stepwise step-down é possível afirmar, que na VE sem a presença de plantas isco há diferenças significativas entre as ordens para um nível de significância de 5% (VE (H (100;100)=20; $p=0,025$)). Por outro lado na VS sem a presença das plantas isco não há diferenças significativas entre as ordens para um nível de significância de 5% (VS (H (100;100)=20; $p>0,05$)). Sendo Hymenoptera mais abundante que todas as outras ordens.

3.2.4. Larvas nas plantas isco

A avaliação da taxa de predação inferida e o número de larvas encontra-se dividida pelo tipo de vegetação (VE e VS) e pelo tempo (48h e 72h) por cada planta isco, durante quatro semanas de monitorização realizadas ao longo do período de amostragem (Figura 30 e 31). Estas taxas foram calculadas utilizando as equações 3 e 4, descritas no 2.2.5.

Na Figura 30, está representado o número de larvas nas plantas isco e a taxa de predação inferida referente à VE, após as 48 horas e 72 horas.

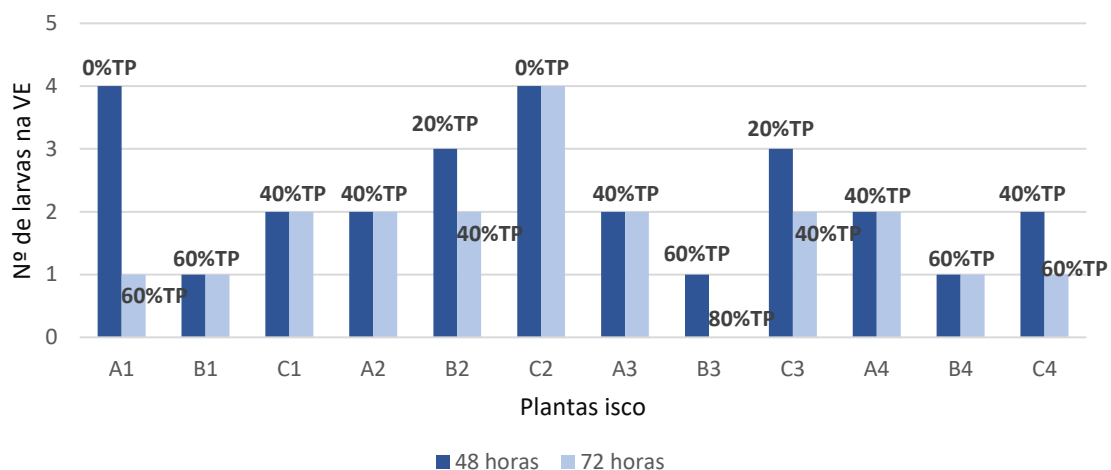


Figura 30 - Taxa de predação inferida na vegetação espontânea. A - Planta A; B - Planta B; C - Planta C; 1 - Primeira semana; 2 - Segunda semana; 3 - Terceira semana e 4 - Quarta semana.

Na Figura 30, representada pela taxa de predação inferida na VE, verificamos que o número de larvas presentes ao fim de 48 horas é na maioria das vezes sempre de duas larvas, com uma taxa de 40% de predação. É possível verificar que duas plantas (Planta A1 e C2), após as 48 horas não houve predação, enquanto a maior taxa de predação após as 48 horas, foi de 60% em três plantas (Planta B1, B3 e B4). Analisando a taxa de predação inferida após as 72 horas é possível verificar que uma planta (Planta C2), foi a única em que não ocorreu predação, no entanto verifica-se que a taxa mais elevada, e a única ao longo de todo o ensaio verificou-se apenas em uma planta (Planta B3), com uma taxa de 80% de predação. Analisando a taxa de predação inferida por semana, podemos verificar que as duas últimas semanas foram as que apresentaram maior taxa de predação inferida.

Na Figura 31, está representado o número de larvas nas plantas isco e a taxa de predação inferida referente à VS, após as 48 horas e 72 horas.

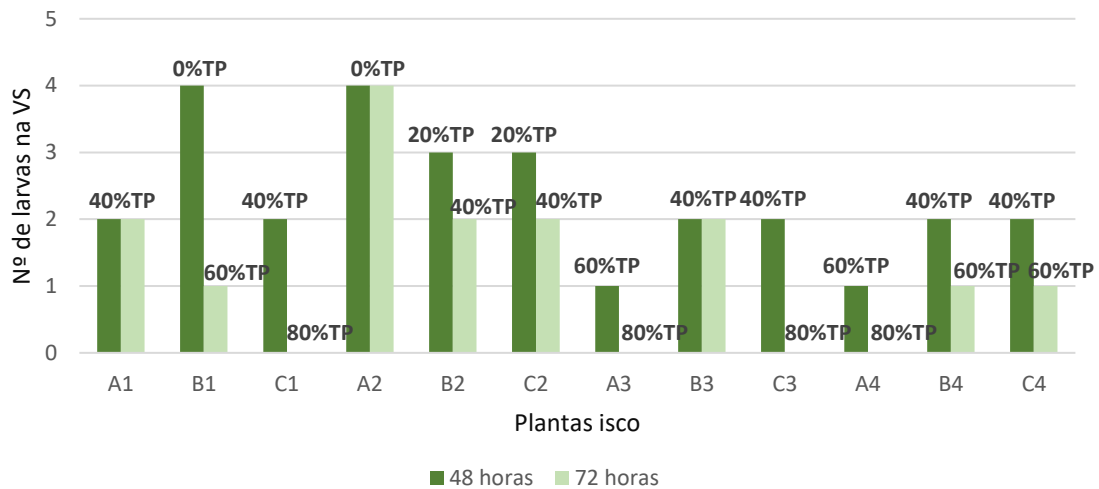


Figura 31 - Taxa de predação inferida na vegetação semeada. A - Planta A; B - Planta B; C - Planta C; 1 - Primeira semana; 2 - Segunda semana; 3 - Terceira semana e 4 - Quarta semana.

Na Figura 31, representa taxa de predação inferida na VS, verificamos que o número de larvas presentes ao fim de 48 horas é na maioria das vezes sempre de duas larvas, com uma taxa de 40% de predação. É possível verificar que duas plantas (Planta B1 e A2), após as 48 horas não houve predação, enquanto a maior taxa de predação após as 48 horas, foi de 60% em duas plantas (Planta A3 e A4). Analisando a taxa de predação inferida após as 72 horas é possível verificar que uma planta (Planta A2), foi a única em que não ocorreu predação, no entanto verifica-se que a taxa mais elevada ao longo de todo o ensaio, foi observada em quatro plantas (Planta C1, A3, C3 e A4), com uma taxa de 80% de predação. Analisando a taxa de predação inferida por semana, podemos verificar que as duas últimas semanas, foram as que apresentaram maior taxa de predação inferida.

Comparando as taxas médias de predação inferida nos dois tipos de vegetação, a VE registou valores médios de 35% após 48 horas e 47% após 72 horas, enquanto a VS apresentou valores de 33% após 48 horas e 55% após 72 horas. Assim, observamos que não há diferenças entre os dois tipos de vegetação, mesmo que a VS tenha registado um leve aumento na predação.

Uma vez que os dados não apresentavam uma distribuição normal, recorreu-se ao Teste U de Mann-Whitney (Tabela 26).

Tabela 26 - Resultados obtidos pelo Teste U de Mann-Whitney das larvas nas plantas isco dividido pelo tempo (48h e 72h) e pela vegetação (espontânea e semeada).

Tempo	Vegetação	Mediana	Média	Desvio-padrão	N	gl	U	Significância
48h	E	2,0	2,3	1,1	12	12	76,0	0,8
	S	2,0	2,3	1,0	12	12		
72h	E	2,0	1,7	1,0	12	12	54,5	0,3
	S	1,0	1,3	1,2	12	12		

Os resultados pelo teste U de Mann-Whitney comprovam que não há diferenças significativas nas primeiras 48 horas nem nas 72 horas após a colocação das plantas isco entre o tipo de vegetação (48h (U (12;12)=76,000; $p>0,05$); (72h (U (12;12)=54,500; $p>0,05$)) (Tabela 26).

Na Figura 32, está representada a comparação do número de larvas nas plantas isco contabilizadas em cada tipo de vegetação, observadas após 48 horas e 72 horas.

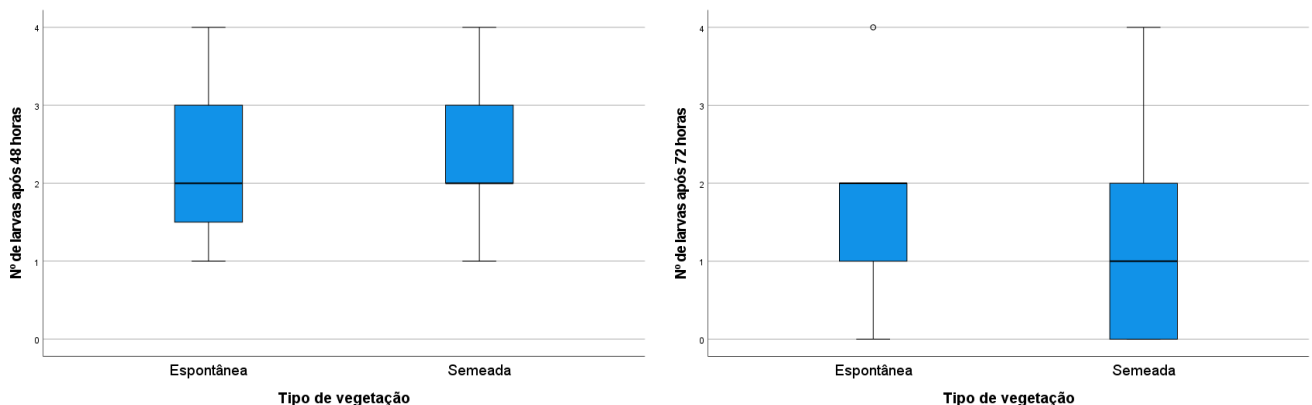


Figura 32 - Número de larvas presentes em cada tipo de vegetação, no decorrer das 48 horas e 72 horas após a colocação das plantas isco.

Na Figura 32, pela observação do número de larvas nas plantas isco após 48 horas, a mediana é igual para ambos os tipos de vegetação, mas a média é mais alta na VS, traduzindo-se num maior número de larvas na VS. Após 72 horas, na VS a mediana e a média foram mais baixas e teve mais situações em que não se observava nenhuma larva.

3.2.5. Larvas nas folhas recolhidas e observadas no laboratório

As larvas de *P. absoluta* recolhidas das plantas isco ao fim de 72 horas nos dois tipos de vegetação (VS e VE), desenvolveram-se até adulto, pelo que não houve parasitismo em nenhuma das plantas isco e tipo de vegetação.

4. Discussão

4.1 Estufa Comercial

Influência da temperatura e humidade relativa no desenvolvimento de *P. absoluta*

Tendo em conta as observações efetuadas e os respetivos resultados no ensaio da estufa comercial, com a análise da evolução da temperatura e da humidade relativa (HR) dentro e fora da estufa, foi possível obter informações sobre as condições ambientais em que a praga *P. absoluta* se desenvolveu, desempenhando um papel fundamental no ciclo de vida e no comportamento da praga.

A evolução da temperatura dentro e fora da estufa demonstrou variações de temperatura distintas. No interior da estufa, a partir do mês de maio a temperatura apresentava-se estável e relativamente elevada entre 20 a 26 °C. Estas condições encontram-se propícias ao rápido desenvolvimento e reprodução de *P. absoluta*, pois de acordo com bibliografia, temperaturas mais elevadas geralmente aceleram o ciclo de vida de *P. absoluta*, resultando em mais gerações por ano e aumentando potencialmente a infestação pela praga (Delgado, 2009; Krechemer & Foerster, 2015). Por outro lado, temperaturas extremas podem afetar negativamente o desenvolvimento, sobrevivência, fecundidade e potencialmente redução do crescimento da população de *P. absoluta*. Foi demonstrado que temperaturas em torno dos 30 °C levam a uma menor sobrevivência dos ovos, uma vez que ovos sujeitos a uma temperatura de 10 °C e 30 °C são inviáveis (Krechemer & Foerster, 2015). Quando as temperaturas foram mais elevadas na estufa comercial e atingiram os seus máximos, ocorreu uma diminuição de adultos capturados nas armadilhas e do número de larvas. Isto sugere que temperaturas demasiado elevadas podem perturbar o ciclo de vida de *P. absoluta*.

As temperaturas mais baixas nos primeiros dois meses tanto no interior como no exterior da estufa, podem também ter limitado o desenvolvimento de ovos de *P. absoluta*. Isso pode explicar a quase ausência da praga durante esse período, já que a percentagem de plantas infestadas com larvas nos primeiros dois meses foi praticamente de 0% em ambas as cultivares.

Outro fator ambiental foi a humidade relativa média no interior da estufa, que se manteve relativamente elevada com uma média geral de 71,2% HR. Como a humidade relativa não foi extremamente elevada, pode ter proporcionado condições favoráveis para o desenvolvimento de *P. absoluta*. No entanto, se a humidade relativa fosse menor, entre 32 a 52% HR, isso poderia ter levado a um desenvolvimento mais rápido dos estados imaturos (Asma. et al., 2019). A humidade relativa pode influenciar o desenvolvimento e sobrevivência dos diferentes estados de desenvolvimento da praga. Embora níveis elevados de humidade possam resultar num desenvolvimento mais lento, níveis de humidade adequados ajudam na sobrevivência da praga (Asma. et al., 2019). No entanto, se os níveis de humidade forem extremamente elevados, pode promover o crescimento de patógenos, que afetam tanto a praga como a cultura. Os tratamentos de um modo geral conseguiram diminuir as populações da praga, principalmente o número de larvas, uma vez que estes tratamentos eram dirigidos às larvas e não aos adultos de *P. absoluta*.

Como as condições no interior da estufa eram estáveis e favoráveis, permitiram criar um ambiente ótimo para o desenvolvimento da praga. Por outro lado, como a temperatura exterior se manteve relativamente sempre mais baixa, pode ter contribuído para o aumento da praga no interior da estufa, já que as temperaturas eram mais altas.

Intensidade de ataque nas cultivares

A avaliação do crescimento dos tomateiros na estufa, não revelou diferenças estatisticamente significativas na altura entre as cultivares Almirante e Runner, nem a maioria das alturas da primeira folha e entre os cachos.

Com o objetivo de estimar o risco e tomada de decisão relativamente de *P. absoluta*, procedeu-se a monitorização da presença de adultos e larvas de *P. absoluta* no interior da estufa.

A abundante presença de adultos de *P. absoluta*, foi observada nos meses de março, junho (exclusivamente na cultivar Almirante) e julho, com uma diminuição considerável durante abril e maio em ambas as cultivares. Estas variações do número de adultos, podem ser atribuídas às condições ambientais dentro da estufa, principalmente pelas temperaturas que demonstraram ser propícias para o desenvolvimento da praga, nos últimos três meses, com temperaturas no interior da estufa entre 21 a 26 °C. No entanto, a escassa presença de adultos ao longo de todo o

estudo, pode ser atribuída a condições desfavoráveis das armadilhas (Delgado, 2009; Ferrara et al., 2001), pois estas eram artesanais e não tinham o formato ideal. Além disso, não estavam bem localizadas, pois encontravam-se posicionadas no chão e conforme as plantas iam crescendo muitas das vezes ficavam quase cobertas pelas folhas das plantas, tornando-as pouco funcionais. O grande aumento do número de adultos a partir de 21 de junho, pode estar associado não apenas ao aumento das temperaturas, mas também às alterações nas armadilhas, como o caso da adição de outra cápsula de feromona sexual, contabilizando no total três cápsulas de feromonas. No entanto, a presença de adultos durante os meses mais frios, como março, pode ser atribuída às pupas que sobreviveram ao inverno. Os adultos passam o inverno na forma de pupas no solo, o que pode explicar a presença inicial de adultos durante esse período mais frio, resultando dos primeiros adultos que emergiram das pupas que resistiram ao inverno (EPPO, 2005; Stol et al., 2009; Valério et al., 2019).

A aplicação de tratamentos não pareceu influenciar diretamente no número de capturas de adultos, uma vez que não foi verificado o efeito desejado em reduzir a população da praga, verificando-se por vezes possíveis aumentos e, em certos casos, a população de adultos permaneceu inalterada, após duas semanas da aplicação dos tratamentos. Uma explicação possível para esses aumentos ou para a ausência de qualquer alteração da população da praga, pode estar relacionada com o facto dos tratamentos serem direccionados às larvas e não aos adultos (González-Cabrera et al., 2011; Syngenta, 2011). Por outro lado, as estufas possuem pontos de entrada devido aos rasgos/aberturas nas laterais da estufa que facilita a entrada desta praga (Cajamar, 2012; Serra et al., 2009), ainda as janelas laterais são frequentemente abertas para arejamento. Assim, mesmo que os tratamentos sejam eficazes, há sempre um ponto de entrada para a praga. Outro fator é que ao redor da estufa, existe vegetação que pertence à família Solanaceae, plantas hospedeiras da praga (Desneux et al., 2010). Esta proximidade de plantas pode servir de abrigo para a praga, contribuindo para um possível aumento da praga dentro da estufa. Ao comparar as cultivares Almirante e Runner, não foram encontradas diferenças na abundância de adultos de *P. absoluta* nas armadilhas, indicando que ambas as cultivares são igualmente suscetíveis à atividade dos machos da praga. No entanto, é importante considerar que o posicionamento das armadilhas podem ter afetado a sua eficácia.

Em relação à presença de larvas de *P. absoluta* na estufa, importa considerar os dados das capturas de adultos, as condições ambientais e os tratamentos

fitossanitários. A evolução do número de larvas revela que até 26 de abril, ambas as cultivares apresentavam populações de larvas relativamente baixas. Isto sugere que as temperaturas mais baixas nos primeiros dois meses limitaram o desenvolvimento da praga, especialmente dos seus ovos (Cajamar, 2012; Krechemer & Foerster, 2015). No entanto, a partir de maio registou-se um grande aumento de larvas em ambas as cultivares, correspondendo ao aumento da temperatura no interior da estufa. A aplicação de tratamentos conduziu geralmente a uma redução das larvas em ambas as cultivares, embora não tenha tido a eficácia desejada, já que em alguns casos não provocou alterações no número de larvas. Outro fator que pode ter contribuído para o aumento de larvas, pode estar relacionado com a prática de cultivo de desfolha que teve início em junho, antes de ser efetuado novo tratamento, onde envolveu a retirada de folhas inferiores da planta (desfolha), deixando essas folhas no solo entre as fileiras dos tomateiros. Esta prática poderia ter proporcionado um ambiente ótimo para o desenvolvimento de ovos ou larvas ainda presentes nas folhas deixadas no solo, alimentando-se a praga dessas folhas (Cajamar, 2012).

Comparando as duas cultivares, ambas atingiram o máximo de larvas durante as semanas de 7 a 14 de junho e 12 a 19 de julho. Entretanto, a cultivar Runner manteve consistentemente menor número de larvas em comparação à cultivar Almirante. Essas diferenças podem ser atribuídas às temperaturas ideais e à atividade de novos adultos que foram desenvolvidos nas semanas anteriores e subsequentemente realizaram a postura.

Em relação à densidade de folhas das cultivares, é evidente uma maior suscetibilidade da cultivar Almirante ao ataque de larvas de *P. absoluta*, apesar de apresentar menor número de folhas, o que aumenta mais a importância dos estragos. Em contrapartida, a cultivar Runner é menos suscetível ao ataque de larvas, mas apresenta maior número de folhas. Estas variações podem ser atribuídas a diversos fatores, como características genéticas, componentes voláteis da planta ou qualidade foliar. Além disso, também pode estar relacionado com o comportamento da praga, que pode ter preferência por plantas mais arejadas, expostas a uma maior quantidade de luz, ou até mesmo ter uma preferência por componentes específicos presentes nos frutos. É importante mencionar que, apesar de não terem sido registados estragos nos frutos, a cultivar Almirante apresentou maior número de frutos em comparação a cultivar Runner.

A razão pela qual existem diferenças no número de larvas tendo em conta a densidade de folhas das cultivares, pode estar relacionada com os componentes

voláteis das folhas. Pois de acordo com bibliografia, fêmeas de *P. absoluta* acasaladas detetam pequenas variações de voláteis em diferentes cultivares de tomate e daí serem atraídas por componentes voláteis libertados pelas folhas dos tomateiros (Proffitt et al., 2011), onde posteriormente realizam a postura. A qualidade das folhas em termos de densidade de tricomas foliares, também pode estar relacionada uma vez que alta densidade de tricomas foliares pode provocar possível resistência a *P. absoluta* (Sohrabi et al., 2017). Segundo Cherif et al. (2019), o desenvolvimento de *P. absoluta* ocorre de forma mais rápida em condições de menor humidade relativa. Assim, plantas mais arejadas podem apresentar um microclima com humidade relativa mais baixa e, portanto, mais interessante para o desenvolvimento das larvas como é o caso da cultivar Almirante, que apresenta menor densidade de folhas e portanto maior arejamento.

Além disso torna-se mais evidente que durante o último mês de observação, o terço superior das plantas apresentava um maior número de larvas, o que coincide com a presença de folhas mais verdes e desenvolvidas, em comparação com o terço inferior, onde as folhas já haviam sofrido danos causados pelas galerias de *P. absoluta*.

Presença de inimigos naturais na estufa

Com o objetivo de avaliar a riqueza específica de IN de *P. absoluta* na estufa comercial, procedeu-se à recolha de insetos pela técnica das abanadelas. Os resultados demonstraram que a presença de IN de *P. absoluta* dentro da estufa, permaneceu bastante baixa durante todo o período de amostragem, sendo que apenas foram identificados insetos das ordens Hymenoptera e Hemiptera. Um dos fatores que pode ter contribuído para um número tão baixo é a técnica utilizada na captura desses IN. Apenas foram realizadas cinco abanadelas por planta, o que possivelmente não terá sido suficiente para uma amostragem mais abrangente. Além disso, essa técnica foi aplicada apenas em uma região da planta, o que pode ter influenciado no número de IN capturados, uma vez que abrangendo várias regiões da planta, poderia ter resultado em um maior número de IN. Outro aspeto a considerar é o exterior da estufa, onde existem plantas que podem ser mais atrativas para esses IN, levando-os a permanecer fora da estufa (Arnó et al., 2018; Balzan & Wackers, 2013; Martínez & Blom, 2019). A aplicação de tratamentos poderá ser um fator que pode diminuir as populações de IN, sendo que os IN que poderiam ter aparecido na estufa, podem ser suscetíveis às doses aplicadas dos tratamentos para *P. absoluta* (Desneux et al., 2022; Lu et al., 2012).

Com o objetivo final de auxiliar na tomada de decisão e estimativa do risco tendo em conta a escolha das duas cultivares na estufa comercial, os resultados evidenciaram diferenças consideráveis na suscetibilidade das cultivares à praga *P. absoluta*. Com base nestes resultados, a escolha recomendada para o cultivo de tomate em estufa é a cultivar Runner. Essa escolha fundamenta-se na sua menor suscetibilidade à praga *P. absoluta* e no seu desenvolvimento aparentemente saudável, tornando-a uma opção mais favorável e de menor risco. Pela avaliação do nível de risco, deve-se considerar que a avaliação de risco através das larvas é mais eficaz que os adultos.

4.2 Campus de Vairão

Infraestruturas ecológicas

Com o objetivo de verificar se as IE são abrigo para IN de *P. absoluta*, procedeu-se à instalação de IE com plantas selecionadas atrativas para IN. A posterior caracterização das IE revelou variações nos EF das diferentes espécies de plantas nos campos. No entanto não se consegue avaliar se as diferenças nas populações de IN se devem exatamente à constituição florística desses campos, mas talvez ao processo de instalação de um novo campo.

Nos campos da VE, houve uma menor diversidade de géneros/espécies em comparação com os campos de VS, em que as espécies como *Avena fatua*, *Mentha arvenses*, *Phalaris* sp. e diversas gramíneas apresentaram um maior número de plantas. Embora a diversidade de géneros/espécies de plantas não tenha sido tão ampla, essas plantas podem ser bastante atrativas para IN.

Presença de inimigos naturais nas infraestruturas ecológicas

Considerando os dados analisados dos dois campos (VE e VS) com plantas isco, torna-se evidente que a VS em geral, apresentou uma maior abundância de insetos em comparação com a VE. No entanto, ao identificar os insetos pelas suas ordens para cada campo, observou-se que entre as duas vegetações, a VE apresentou maior abundância de IN do que a VS.

As diferenças observadas nos dois tipos de vegetação, principalmente para a menor abundância de IN verificada na VS, podem ser atribuídas a diversos fatores.

Em primeiro lugar, o campo com VE já estava instalado há muitos anos e os cortes realizados ao longo desses anos não eram frequentes. A instalação de um novo campo com VS, que envolveu várias etapas de preparação do solo, como limpeza e posterior sementeira, pode ter afetado a população de insetos que inicialmente ocupava esses campos. Isso possivelmente prolongou o processo de colonização por insetos nos novos campos de VS, uma vez que a remoção da vegetação existente e a introdução de nova vegetação significaram uma perturbação nas populações de IN. É importante considerar que a maior diversidade de IN de *P. absoluta* na VE, pode não estar relacionada apenas à atratividade das espécies vegetais. Mas talvez estar relacionada com a perturbação causada pela substituição da vegetação anterior nos campos com VS, e daí apresentar menor diversidade de IN de *P. absoluta*. A migração dos insetos para outras áreas pode ter ocorrido como resposta a essa perturbação. Portanto, a observação dos efeitos desses campos com VS pode demorar alguns anos, quando os campos já estiverem instalados por mais tempo.

No entanto, outro fator pode ser a seleção das espécies de plantas que poderia ter sido plantas com floração mais cedo. Além disso, o momento em que se realizou o período de amostragem pode não ter sido o ideal, uma vez que a maioria das plantas em ambos os campos já estavam no final da sua fase de floração e algumas na fase de produção de semente. Também a escolha das plantas teve como base, espécies principalmente bem adaptadas à região de Almeria (Arnó et al., 2018), onde sobretudo o clima e o ciclo do tomate é ligeiramente diferente da região entre Douro e Minho ("Catalogo Tomate," 2022; Ferreira, 2017), e que provavelmente os EF dessas plantas possam não estar sincronizadas com o momento de aparecimento da praga e dos IN na região entre Douro e Minho.

Outros fatores ecológicos também poderiam ter contribuído para estas diferenças na abundância dos insetos. Há que realçar que das espécies de plantas semeadas existem algumas que são atrativas para um dos IN de *P. absoluta* que é o parasitoide *N. tutae*. Essas plantas são o *Coriandrum sativum*, *Fagopyrum esculentum*, *Lobularia marítima* e *Sinapsis alba* (Arnó et al., 2018; Balzan & Wackers, 2013; Martínez & Blom, 2019). No entanto, observa-se que a maioria dessas espécies já se encontrava na fase de produção de semente, o que pode ter afetado a abundância de IN.

Porém, na VE é importante realçar que mesmo havendo menos diversidade de espécies de plantas, os IN eram mais abundantes e praticamente todas as plantas

estavam na fase de floração e algumas na fase de inflorescência e produção de semente. A maior abundância de IN na VE pode estar relacionada com os EF das espécies, pois a maioria encontrava-se em floração. Isso significa que essas espécies podem oferecer mais fontes de alimento para os IN (Cajamar, 2014; Menezes et al., 2021), além das larvas de *P. absoluta*. Entre todos os IN encontrados, as ordens Hymenoptera e Hemiptera foram as mais abundantes em ambos os campos. Nomeadamente os Himenópteros, na sua fase adulta são polinizadores e por isso dependem da existência de flores, pelo que pode indicar que estas IE podem servir como habitat e fornecer fontes de alimento principalmente para estas duas ordens (Menezes et al., 2021; Sivinski et al., 2011). Este facto pode dever-se também há colonização tardia de IN na VS.

Tendo em conta os IN recolhidos nos campos sem plantas de isco, a VE em geral, ainda apresenta maior abundância de IN. Os fatores que podem estar a contribuir para esta abundância na VE, podem ser os mesmos observados nos campos com plantas isco, pois neste campo praticamente todas as espécies de plantas estavam na fase de floração e algumas na fase de inflorescência e produção de sementes, como observado no outro campo. Além disso, é importante realçar que este campo de VE sem as plantas isco estava situado próximo a outro campo com diferentes espécies de plantas, o que pode ter contribuído também para o aumento dos IN.

Tanto nos campos com plantas isco quanto nos campos sem plantas isco, observou-se a presença das mesmas ordens de insetos. Isto sugere que pode haver um efeito de maior escala da paisagem, que influencia a presença ou ausência desses IN no Campus de Vairão. Não parece haver um efeito de micro-habitat, o que significa que a existência de determinadas ordens de insetos pode ser influenciada pela paisagem, em vez de zonas específicas (Togni et al., 2021).

Predação e Parasitismo nos campos com plantas isco

Considerando os dados anteriormente referidos, a VE é a que apresenta maior abundância de IN, independentemente da presença ou ausência de plantas isco.

Ao analisar as taxas de predação nas duas vegetações, torna-se evidente que as taxas de predação após 48 horas estão consistentemente em torno de 40% de predação. No entanto, após 72 horas, apenas uma planta na VE atingiu uma taxa de predação de 80%, enquanto na VS, quatro plantas atingiram uma taxa de predação de

80%. E comparando as taxas médias de predação inferidas entre as duas vegetações verifica-se que a VS teve uma taxa de predação mais alta em comparação a VE, com 55% de predação após 72 horas. Além disso, as duas últimas semanas do ensaio demonstraram consistentemente as maiores taxas de predação inferidas, tanto em VE como na VS. A razão pela qual a VS teve maior taxa de predação, pode estar relacionada com a composição das espécies de IN nos dois campos, que pode ser diferente. Mesmo que a VE apresente uma maior abundância de IN, se as espécies presentes forem menos eficazes na predação de *P. absoluta*, isso poderia resultar em uma taxa de predação mais baixa. Além disso, pode ser possível que os predadores da VE tenham acesso as outras fontes de alimento além de *P. absoluta*. A disponibilidade de presas (larvas de *P. absoluta*) não parece ter influenciado nas taxas de predação da VE, pois o número de presas inicial (número de larvas colocado em cada campo) foi o mesmo em cada planta isco nos dois campos.

Quanto à taxa de parasitismo em larvas de *P. absoluta* recolhidas das plantas isco após 72 horas, tanto na VE quanto na VS, a taxa de parasitismo foi inexistente. Vários fatores podem ter contribuído para essa ausência de parasitismo, como por exemplo parasitoides que não estejam presentes em quantidades suficientes ou não sejam eficazes nestas IE, condições climáticas desfavoráveis, fontes alternativas de hospedeiros que estão mais disponíveis ou preferidas às larvas de *P. absoluta* ou então a sincronização entre a atividade e emergência dos parasitoides e os estados de desenvolvimento das larvas de *P. absoluta*.

Com o objetivo final de identificar a riqueza específica de IN em IE espontâneas e semeadas e comparar a composição das comunidades de IN entre IE e as espécies existentes no interior de uma estufa comercial, observou-se os seguintes resultados distintos. No Campus de Vairão, apesar da VS ter sido selecionada especificamente para atrair IN, surpreendentemente, a que teve maior abundância de IN foi a VE. Essa diferença pode estar relacionada com os EF das plantas durante o período de amostragem e pela colonização tardia do campo de VS. Embora a presença de plantas atrativas seja benéfica, a diversidade de plantas com EF diferentes ao longo do tempo parece ser fundamental para manter uma ampla diversidade de IN durante mais tempo (Cajamar, 2014; Zytynska et al., 2021). Pois a composição dos IN em ambas as vegetações foi praticamente semelhante, com uma predominância de Himenópteros e Hemípteros. Por outro lado, na estufa comercial, caracterizada por um ambiente homogêneo com apenas plantas de tomateiro, observou-se uma população de IN de *P. absoluta* persistentemente baixa ao longo do

tempo. A falta de diversidade de plantas dentro da estufa e a aplicação de tratamentos, provavelmente contribuiu para uma reduzida diversidade e abundância de IN, em comparação com os campos em Vairão. Estes resultados destacam a importância da diversidade de plantas e dos seus EF para manter um ambiente mais favorável aos IN ao longo do tempo (Cajamar, 2014; Zytynska et al., 2021).

5. Conclusão

A avaliação da influência das condições ambientais, como temperatura e humidade relativa, no desenvolvimento da praga *P. absoluta*, bem como a intensidade de ataque da praga em duas cultivares de tomateiro numa estufa comercial, revelou-se importante para conhecer os níveis de ataque da cultura e a eficácia dos meios de proteção aplicados. Além disso, a avaliação da eficácia das IE como abrigo para IN da praga e a comparação das comunidades de IN entre diferentes tipos de IE, revelaram a importância da diversidade nos ecossistemas.

Ao longo do período de amostragem na estufa, o desenvolvimento das cultivares foi regular e as condições ambientais, nomeadamente a temperatura proporcionou um ambiente favorável para o rápido desenvolvimento e reprodução da praga *P. absoluta*. No entanto, observou-se que temperaturas extremamente altas ou baixas poderiam ter impacto negativo na intensidade de ataque da praga. Quanto às capturas médias semanais de adultos, refletiram um risco relativamente baixo nas cultivares, apesar de os tratamentos não terem mostrado grande influência, sugerindo que as armadilha utilizadas talvez não fossem totalmente eficazes. A análise da intensidade de ataque das larvas de *P. absoluta*, apresentou níveis de incidência mais elevados que os adultos, dando uma perspetiva mais realista da avaliação do risco. A cultivar Almirante demonstrou ser mais suscetível ao ataque, apesar de ter um menor número de folhas, enquanto a cultivar Runner, com maior densidade de folhas, mostrou-se menos suscetível ao ataque. Importante mencionar que até ao final do período de monitorização não foram observados danos nos frutos de ambas as cultivares. Na estimativa do risco é necessário ter em conta diversos fatores, como a eficácia das armadilhas, práticas agrícolas como a desfolha, a presença de plantas hospedeiras de *P. absoluta* ao redor da estufa e a falta de vedação das laterais da estufa.

A análise da diversidade de IN de *P. absoluta* revelou uma presença de IN relativamente baixa na estufa, com predominância das ordens Hymenoptera e Hemiptera. Por outro lado, a abundância e diversidade, de IN no Campus de Vairão apresentou resultados diferentes. A diversidade de plantas nas IE desempenhou um papel fundamental na atração de uma população variada de IN. IE espontâneas mostraram uma maior abundância de IN em comparação com IE semeadas, destacando a importância de espécies de plantas com diversidade na floração ao

longo do tempo e a conservação dos prados já existentes. Pelo que podemos concluir, que a falta de diversidade de plantas em ambientes de estufa pode resultar em condições persistentemente baixas de IN de *P. absoluta*.

Em termos de recomendações práticas, a escolha da cultivar recomendada para o cultivo de tomate em estufa é, sem duvida, a cultivar Runner, devido à sua menor suscetibilidade de *P. absoluta* e por apresentar alta capacidade produtiva. Além disso, agricultores e produtores devem considerar a diversificação de plantas em estufas comerciais, introduzindo plantas atrativas para IN da praga. Por outro lado, no caso da instalação de um novo Prado, substituindo o Prado anterior pode não resultar em efeitos imediatos ou perceptíveis. Isso levanta a consideração de que, sob uma perspectiva de conservação, pode ser mais benéfico manter o que já estava presente. A implementação de práticas de gestão, como a monitorização regular da praga, manutenção adequada na estrutura da estufa, bem como a limpeza completa de resíduos vegetais deixados na estufa após a desfolha e a manutenção das armadilhas, desempenham um papel essencial na minimização dos riscos associados à presença da praga em ambientes de estufa.

Quanto a futuras investigações, é fundamental considerar a análise dos componentes voláteis das cultivares, para compreender melhor a atratividade das cultivares na praga. Além disso, é recomendável prosseguir com a identificação de IN em diferentes IE com diferentes composições florísticas, a fim de analisar a diversidade desses IN. Isso permitiria uma reavaliação dos predadores e parasitoides como agentes de controlo biológico de *P. absoluta*.

Em resumo, este estudo forneceu informações valiosas sobre como alguns fatores, incluindo condições ambientais e práticas agrícolas, podem afetar a praga *P. absoluta* e destacou a importância da diversificação de plantas na promoção da biodiversidade de IN em ambientes agrícolas.

6. Referências Bibliográficas

- Agrobio. (2023). *NESIDIOcontrol*.
- Agromanual. (2022). Produtos Fitofarmacêuticos. Organismos Auxiliares. Usos Menores. Biológicos. Jardins & Espaços Verdes. Usos Menores. Fertilizantes. Sementes.
- Aguiar, A. (2011). The arrival of *Tuta absoluta* in Portugal-pest management on tomato production has to change. *Integrated Protection of Field Vegetables IOBC/wprs Bulletin* 65, 37-42.
- Aguiar, A., Godinho, M. d. C., & Costa, C. A. D. (2005). *Produção integrada*. Sociedade Portuguesa de Inovação.
- Amaro, P. (2003). *A protecção integrada*. ISAPress.
- Arnó, J., Molina, P., Aparicio, Y., Denis, C., Gabarra, R., & Riudavets, J. (2021). Natural enemies associated with *Tuta absoluta* and functional biodiversity in vegetable crops. *BioControl*, 66(5), 613-623. <https://doi.org/10.1007/s10526-021-10097-4>
- Arnó, J., Oveja, M. F., & Gabarra, R. (2018). Selection of flowering plants to enhance the biological control of *Tuta absoluta* using parasitoids. *Biological Control*, 122, 41-50. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.03.016>
- Arnó, J., Sorribas, R., Prat, M., Matas, M., Pozo, C., Rodríguez, D., Garreta, A. G., Gómez, A., Gabarra, R., Castañé, C., & Perdakis, D. (2009). *Tuta absoluta*, a new pest in IPM tomatoes in the northeast of Spain.
- Asma, C., Attia-Barhoumi, S., Mansour, R., Zappalà, L., & Grissa-Lebdi, K. (2019). Elucidating key biological parameters of *Tuta absoluta* on different host plants and under various temperature and relative humidity regimes. *Entomologia Generalis*, 39(1).
- Aznar, R. V., Calabuig, A., & Felipe, C. (2010). Ecología, muestreos y umbrales de *Tuta absoluta* (Meyrick). *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*(217), 23-26.
- Babendreier, D., Bigler, F., & Kuhlmann, U. (2005). Methods Used to Assess Nontarget Effects of Invertebrate Biological Control Agents of Arthropod Pests. *BioControl*, 50, 821-870. <https://doi.org/10.1007/s10526-005-3633-3>
- Balzan, M. V., & Wackers, F. L. (2013). Flowers to selectively enhance the fitness of a host-feeding parasitoid: Adult feeding by *Tuta absoluta* and its parasitoid

- Necremnus artynes. *Biological Control*, 67(1), 21-31.
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.06.006>
- Barrientos, R., Apablaza, J., Norero, A., & Estay, P. (1998). Threshold temperature and thermal constant for the development of the South American tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ciencia e Investigacion Agraria (Chile)*.
- Benvenga, S. R., Fernandes, O. A., & Gravena, S. (2007). Decision making for integrated pest management of the South American tomato pinworm based on sexual pheromone traps. *Horticultura Brasileira*, 25, 164-169.
- Bergougnoux, V. (2014). The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnol Adv*, 32(1), 170-189.
<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.11.003>
- Bielza, L. P. (2010). La resistencia a insecticidas en *Tuta absoluta* (Meyrick). *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*(217), 103-106.
- Biondi, A., Guedes, R. N. C., Wan, F. H., & Desneux, N. (2018). Ecology, Worldwide Spread, and Management of the Invasive South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta*: Past, Present, and Future. *Annu Rev Entomol*, 63, 239-258.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-034933>
- Blom, J. v. d., Karakitsos, K., Giakoumaki, V., & Camacho, A. R. (2016). Control de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) por *Necremnus tutae* en cultivos de tomate de invernadero en Almería. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*(276), 24-29.
- Blom, J. v. d., & Méndez, C. R. (2015). Manual de procedimientos para la vigilancia, prevención y control de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en la región del OIRSA.
- Blom, J. v. d., Robledo, A., & Torres, S. (2011). Control de *Tuta absoluta* mediante medidas culturales. *Fundación Cajamar*.
- Bodino, N., Ferracini, C., & Tavella, L. (2016). Is host selection influenced by natal and adult experience in the parasitoid *Necremnus tutae* (Hymenoptera: Eulophidae)? *Animal Behaviour*, 112, 221-228.
- Boller, E. F., Hani, F., & Poehling, H.-M. (2004). *Ecological infrastructures : ideabook on functional biodiversity at the farm level*. Lindau : LBL.
- Bouagga, S. (2018). *Enhancing Pest Management in Sweet Pepper by the Exploitation of Zoophytophagy*
- Burguillo, J. D. A. (2018). *Polilla del tomate Tuta absoluta*. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo sostenible. Red de Alerta e Información Fitosanitaria. . Retrieved 22 dezembro 2022 from

- Cabello, T., Gallego Granados, J., Fernandez, F., Gámez, M., Vila, E., del Pino, M., & Hernandez-Suarez, E. (2012). Biological Control Strategies for the South American Tomato Moth (Lepidoptera: Gelechiidae) in Greenhouse Tomatoes. *Journal of economic entomology*, 105, 2085-2096. <https://doi.org/10.1603/EC12221>
- Cajamar. (2012). Métodos de detección y control de Tuta absoluta *Grupo Cooperativo Cajamar*. .
- Cajamar. (2014). Vegetación Autóctona y Control Biológico: Diseñando una Horticultura Intensiva Sostenible *Grupo Cooperativo Cajamar*. .
- Cajamar. (2015). Diseño de Infraestructuras Ecológicas en zonas invernadas. *Grupo Cooperativo Cajamar*. .
- Calvo, F. J., Soriano, J. D., Bolckmans, K., & Belda, J. E. (2013). Host instar suitability and life-history parameters under different temperature regimes of *Necremnus artnes* on *Tuta absoluta*. *Biocontrol Science and Technology*, 23(7), 803-815. <https://doi.org/10.1080/09583157.2013.795930>
- Campos, G. R. (1976). Control Químico del "Minador de Hojas y Tallos de la Papa" (*Scrobipalpula absoluta* Meyrick) en el Valle de Cañete. *Revista Peruana de Entomología*, 19(1), 102-106.
- Campos, M. (2021). *A lagarta mineira do tomateiro, Tuta absoluta, monitorização e estimativa de risco em duas cultivares de tomate*. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto]. Relatório de projeto.
- Caparros Megido, R., Haubruge, E., & Verheggen, F. (2013). Review: Pheromone-based management strategies to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 17, 475-482.
- Caparros Megido, R., Haubruge, E., & Verheggen, F. J. (2012). First evidence of deuterotokous parthenogenesis in the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Pest Science*, 85(4), 409-412. <https://doi.org/10.1007/s10340-012-0458-6>
- Catalogo Tomate. (2022). In H. Sementes (Ed.).
- Cavalcante, I. T. R., Clementino, R. H., Alencar, E. J. S., Netto, A. J., Macêdo, A. J. d. S., Pinto, M. d. S. d. C., Bem, F. A. M., & Alves, W. S. (2018). Fitossociologia das espécies herbáceas em Catolé do Rocha-PB. *Revista eletrônica de Veterinária*, 19.
- Chailleux, A., Biondi, A., Han, P., Tabone, E., & Desneux, N. (2013). Suitability of the Pest-Plant System *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)-Tomato for

- Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Parasitoids and Insights for Biological Control. *Journal of economic entomology*, 106, 2310-2321. <https://doi.org/10.1603/EC13092>
- Chaker Bennour, Ali Ben Belgacem, Hammadi Hamza, & Nasr, H. B. (2021). A review of the management of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) with special reference to biological control using plant extracts. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, vol. 9. <https://doi.org/https://doi.org/10.22271/j.ento.2021.v9.i5a.8822>
- Cherif, A., Attia, S., Mansour, R., Zappalà, L., & Lebdi, K. (2019). Elucidating key biological parameters of *Tuta absoluta* on different host plants and under various temperature and relative humidity regimes. *Entomologia Generalis*, 39, 1-7. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2019/0685>
- Cocco, A., Deliperi, S., & Delrio, G. (2013). Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique. *Journal of Applied Entomology*, 137(1-2), 16-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2012.01735.x>
- Coexphal. (2022). *Parasitoides Autóctonos de larvas de la plaga invasora Tuta Absoluta* Retrieved 08.08.2023 from
- Coll, M., & Guershon, M. (2002). Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. *Annu Rev Entomol*, 47, 267-297. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145209>
- Colomo, M., Berta, D., & Chocobar, M. J. (2002). El complejo de himenópteros parasitoides que atacan a la “polilla del tomate” *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en la Argentina. *Acta Zool. Lilloana*, 46, 81-92.
- Delgado, A. M. (2009). *La polilla del tomate "tuta absoluta" en la región de murcia bases para su control.* .
- Delgado, A. M. (2010). Estrategias Globales en el manejo de *Tuta absoluta* en Murcia.
- Desneux, N., Han, P., Mansour, R., Arnó, J., Brévault, T., Campos, M. R., Chailleux, A., Guedes, R. N. C., Karimi, J., Konan, K. A. J., Lavoie, A.-v., Luna, M. G., Perez-Hedo, M., Urbaneja, A., Verheggen, F. J., Zappalà, L., Abbes, K., Ali, A., Bayram, Y., . . . Biondi, A. (2022). Integrated pest management of *Tuta absoluta*: practical implementations across different world regions. *Journal of Pest Science*, 95(1), 17-39. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01442-8>
- Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K. A. G., Burgio, G., Arpaia, S., Narváez-Vasquez, C. A., González-Cabrera, J., Catalán Ruescas, D., Tabone, E., Frandon, J., Pizzol, J., Poncet, C., Cabello, T., & Urbaneja, A. (2010). Biological

- invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83(3), 197-215. <https://doi.org/10.1007/s10340-010-0321-6>
- DiseñEN. (2022). *Projete um habitat adequado para conservar seus inimigos naturais*. Retrieved 27-08 from
- Dosdall, L., Gibson, G., Olfert, O., Keddle, B., & Ulmer, B. (2009). Contributions to the Life History, Host Range, and Distribution of *Necremnus tidius* (Hymenoptera: Eulophidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 100, 861-868. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2007\)100\[861:CTTLHH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2007)100[861:CTTLHH]2.0.CO;2)
- Duarte, G. A., Caldas, F., Pechirra, A., Borges da Silva, E., & Figueiredo, E. (2021). Intraguild predation and cannibalism among Dicyphini: *Dicyphus cerastii* vs. two commercialized species. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 169(1), 90-96. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/eea.12943>
- El-Ghany, N. M. A., & Faucheux, M. J. (2022). The mouthparts and sensilla of the adult tomato leafminer moth, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Arthropod Structure & Development*, 67, 101144. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asd.2022.101144>
- EPPO. (2005). *Tuta absoluta*. Retrieved 23 dezembro 2022 from
- EPPO. (2010). *EPPO Reporting Service*. Retrieved 23 dezembro 2022 from
- EPPO. (2022a). *EPPO A1 e A2 Listas de pragas recomendadas para regulamentação como pragas quarentenárias* Retrieved 21 dezembro de 2022 from
- EPPO. (2022b). *Necremnus tutae (NCRMTU)*. Retrieved 27 dezembro 2022 from
- EPPO. (2022c). *Nesidiocoris tenuis (CYROTE)*. Retrieved 27 dezembro 2022 from
- EPPO. (2022d). *Tuta absoluta (GNORAB)*. Retrieved 21 dezembro 2022 from
- Estay, P. P. (2000). Polilla del tomate *Tuta Absoluta* (Meyrick). . *Instituto de investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigacion La Platina, Ministerio de Agricultura Santiago Chile*.
- FAO. (2022). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*
- FAO. (2023). *Crops and livestock products*
- Ferracini, C., Bueno, V. H. P., Dindo, M. L., Ingegno, B. L., Luna, M. G., Salas Gervassio, N. G., Sánchez, N. E., Siscaro, G., van Lenteren, J. C., Zappalà, L., & Tavella, L. (2019). Natural enemies of *Tuta absoluta* in the Mediterranean basin, Europe and South America. *Biocontrol Science and Technology*, 29(6), 578-609. <https://doi.org/10.1080/09583157.2019.1572711>
- Ferrara, F. A., Vilela, E. F., Jham, G. N., Eiras, A. E., Picanco, M. C., Attygalle, A. B., Svatos, A., Frighetto, R. T., & Meinwald, J. (2001). Evaluation of the synthetic

major component of the sex pheromone of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *J Chem Ecol*, 27(5), 907-917. <https://doi.org/10.1023/a:1010378818318>

Ferreira, V. S. (2017). *A cultura do tomate em estufa*.

Figueiredo, E., Martins, J., Godinho, M. d. C., Mateus, C., Valério, E., Silva, E. B. d., Silva, R., Firmino, J., S. Paulo, O., Gago, J., Seabra, S. G., Rebelo, M. T., & Mexia, A. (2004). Proteção Biológica de Conservação e Gestão de Largas de Auxiliares Comerciais. *Revista da UIIPS*, 2.

Fitó, S. (2022). *Hortícolas Catálogo LATAM*. Retrieved 03 março de 2022 from

Gabarra, R., & Arno, J. (2010). Resultados de las experiencias de control biológico de la polilla del tomate en cultivo de invernadero y aire libre en Cataluña. *Phytoma Espana*, 217:265–268.

García, M. F., & Espul, J. C. (1982). Bioecology of the tomato moth (*Scrobipalpula absoluta*) in Mendoza, Argentine Republic.

Gebiola, M., Bernardo, U., Ribes, A., & Gibson, G. A. P. (2015). An integrative study of *Necremnus Thomson* (Hymenoptera: Eulophidae) associated with invasive pests in Europe and North America: taxonomic and ecological implications. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 173(2), 352-423. <https://doi.org/10.1111/zoj.12210>

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(1), 71-80. <https://doi.org/10.1007/s10526-010-9310-1>

Griffiths, G., Holland, J., Bailey, A., & Thomas, M. (2008). Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. *Biological Control*, 45, 200-209. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.09.002>

Guedes, R. N. C., & Picanço, M. C. (2012). The tomato borer *Tuta absoluta* in South America: pest status, management and insecticide resistance. *EPPO Bulletin*, 42(2), 211-216. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/epp.2557>

Guedes, R. N. C., Roditakis, E., Campos, M. R., Haddi, K., Bielza, P., Siqueira, H. A. A., Tsagkarakou, A., Vontas, J., & Nauen, R. (2019). Insecticide resistance in the tomato pinworm *Tuta absoluta*: patterns, spread, mechanisms, management and outlook. *Journal of Pest Science*, 92(4), 1329-1342. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01086-9>

- Held, D. W. (2020). Chapter 8 - Nonchemical approaches to pest management. In D. W. Held (Ed.), *Urban Landscape Entomology* (pp. 165-184). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813071-1.00008-7>
- Hughes, G., Alford, L., Sterk, G., & Bale, J. (2010). Thermal activity thresholds of the predatory mirid *Nesidiocoris tenuis*: Implications for its efficacy as a biological control agent. *BioControl*, 55, 493-501. <https://doi.org/10.1007/s10526-010-9267-0>
- INE. (2023). *Estadísticas Agrícolas 2022*.
- Jaworski, C., C, Chailleux, A., Desneux, N., & Bearez, P. (2015). Apparent competition between major pests reduces pest population densities on tomato crop, but not yield loss. *Journal of Pest Science*, 88(4), 793-803. <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0698-3>
- Jervis, M. A., & Heimpel, G. E. (2005). "*Phytopagy*". *En: Insect as natural enemies. A practical perspective* (M. A. Jervis. Springer ed.).
- Kabiri, F., Vila, E., & Cabello, T. (2010). *Trichogramma achaeae*: an excellent biocontrol agent against *Tuta absoluta*. 33, 5-6.
- Klieber, J., & Reineke, A. (2015). The entomopathogen *Beauveria bassiana* has epiphytic and endophytic activity against the tomato leaf miner *Tuta absoluta*. *Journal of Applied Entomology*, 140, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/jen.12287>
- Korycinska, A., & Moran, H. (2009). South American tomato moth. *The Food and Environment Research Agency (FERA)*, 4.
- Krechemer, F. d. S., & Foerster, L. A. (2015). *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): Thermal requirements and effect of temperature on development, survival, reproduction and longevity. *European Journal of Entomology*, 112(4), 658-663.
- Lancashire, P., Bleiholder, H., Boom, T., LangelÜDdeke, P., Stauss, R., Weber, E., & Witzenger, A. (2008). A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology*, 119, 561-601. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1991.tb04895.x>
- Landis, D., Wratten, S., & Gurr, G. (2000). Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture. *Annual review of entomology*, 45, 175-201. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175>
- Lobos, E., Occhionero, M., Werenitzky, D., Fernandez, J., Gonzalez, L. M., Rodriguez, C., Calvo, C., Lopez, G., & Oehlschlager, A. C. (2013). Optimization of a Trap for *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) and Trials to Determine the Effectiveness of Mass Trapping. *Neotrop Entomol*, 42(5), 448-457. <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0141-5>

- López, P. (2003). Manejo integrado de *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) asociado al cultivo de tomate en Chile, Departamento de Agricultura del Desierto, Universidad Arturo Prat, Seminario. *Ing. Ejec. Agrícola. Iquique, Chile*.
- Lu, Y., Wu, K., Jiang, Y., Guo, Y., & Desneux, N. (2012). Widespread adoption of Bt cotton and insecticide decrease promotes biocontrol services. *Nature*, 487(7407), 362-365. <https://doi.org/10.1038/nature11153>
- Mansour, R., Brévault, T., Chailleux, A., Cherif, A., Lebdi, K., Haddi, K., Mohamed, S., Nofemela, R., Oke, A., Sylla, E., Tonnang, H., Zappalà, L., Kenis, M., Desneux, N., & Biondi, A. (2018). Occurrence, biology, natural enemies and management of *Tuta absoluta* in Africa. *Entomologia Generalis*, 38, 83-112. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2018/0749>
- Martínez, E., & Blom, J. v. d. (2019). *Necremnus tutae* (Hymenoptera, Eulophidae) is widespread and efficiently controls *Tuta absoluta* in tomato greenhouses in SE Spain.
- Megido, R. C., Haubruge, E., & Verheggen, F. J. (2013). Pheromone-based management strategies to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). A review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 17, 475-482.
- Méndez, C. R. (2015). Manual para la Identificación de *Tuta absoluta* (Meyrick) Lepidoptera: Gelechiidae Mediante el Procedimiento de Extracción y Montaje de la Genitalia. .
- Menezes, E. d. L. A., Fernandes, V. J., & Souza, T. S. (2021). Plantas como fonte de polens para uso no controle biológico conservativo. *Controle alternativo de pragas e doenças: opção ou necessidade?*, 79.
- Messelink, G., Bennison, J., Alomar, O., Ingegno, B. L., Tavella, L., Shipp, L., Palevsky, E., & Wäckers, F. (2014). Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: Current methods and future prospects. *BioControl*, In press. <https://doi.org/10.1007/s10526-014-9579-6>
- Michereff Filho, M., Vilela, E. F., Jham, G. N., Attygalle, A., Svatos, A., & Meinwald, J. (2000). Initial studies of mating disruption of the tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) using synthetic sex pheromone. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 11, 621-628.
- Miranda, M. M. M., Picanço, M. C., Zanuncio, J. C., Bacci, L., & Silva, É. M. d. (2005). Impact of integrated pest management on the population of leafminers, fruit borers, and natural enemies in tomato. *Ciência Rural*, 35(1), 204-208. (IN FILE)

- Mollá, Ó., Alonso, M., Beitia, F. J., González-Cabrera, J., & Urbaneja, A. (2011). Enemigos naturales de *Tuta absoluta* y su utilización en programas de control biológico. *Vida rural*(326), 40-43.
- Mollá, O., Biondi, A., Alonso-Valiente, M., & Urbaneja, A. (2014). A comparative life history study of two mirid bugs preying on *Tuta absoluta* and *Ephestia kuehniella* eggs on tomato crops: implications for biological control [Article]. *BioControl*, 2014 v.59 no.2(no. 2), pp. 175-183. <https://doi.org/10.1007/s10526-013-9553-8>
- Mollá, Ó., Gonzalez-Cabrera, J., & Urbaneja, A. (2011). The combined use of *Bacillus thuringiensis* and *Nesidiocoris tenuis* against the tomato borer *Tuta absoluta*. *BioControl*, 56, 883-891. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9353-y>
- Mujica, N., Carhuapoma, P., & Kroschel, J. (2022). Tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917).
- Neto, J., Aguiar, A., Rebelo, M. T., & Figueiredo, E. (2023). *A Luta Biológica de Conservação como uma estratégia de futuro para o controlo das populações de Tuta absoluta resistentes a inseticidas - Poster VCNHB*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17629.38884>
- Oatman, E. R., & Platner, G. R. (1989). Parasites of the potato tuberworm, tomato pinworm, and other, closely related gelechiids.
- Parra, J. R., & Zucchi, R. (2004). Trichogramma in Brazil: Feasibility of use after twenty years of research. *Neotropical Entomology - NEOTROP ENTOMOL*, 33. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2004000300001>
- Pereyra, P. C., & Sánchez, N. E. (2006). Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotrop Entomol*, 35(5), 671-676. <https://doi.org/10.1590/s1519-566x2006000500016>
- Pérez-Hedo, M., Riahi, C., & Urbaneja, A. (2021). Use of zoophytophagous mirid bugs in horticultural crops: Current challenges and future perspectives. *Pest Management Science*, 77(1), 33-42. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ps.6043>
- Pérez-Hedo, M., & Urbaneja, A. (2016). The Zoophytophagous Predator *Nesidiocoris tenuis*: A Successful But Controversial Biocontrol Agent in Tomato Crops. In A. R. Horowitz & I. Ishaaya (Eds.), *Advances in Insect Control and Resistance Management* (pp. 121-138). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31800-4_7

- Polaszek, A. (2010). Species Diversity and Host Associations of *Trichogramma* in Eurasia. In F. L. Consoli, J. R. P. Parra, & R. A. Zucchi (Eds.), *Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on Trichogramma* (pp. 237-266). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9110-0_9
- Potting, R. (2013). *Pest Risk Analysis for Tuta absoluta*.
- Proffit, M., Birgersson, G., Bengtsson, M., Reis, R., Witzgall, P., & Lima, E. (2011). Attraction and Oviposition of *Tuta absoluta* Females in Response to Tomato Leaf Volatiles. *Journal of Chemical Ecology*, 37(6), 565-574. <https://doi.org/10.1007/s10886-011-9961-0>
- Quiroz, C. E. (1976). Nuevos antecedentes sobre la biología de la Polilla del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick). *Agricultura Técnica*, 36 (2), 82-86.
- Roy, H., Roy, D. B., & Roques, A. (2011). Inventory of terrestrial alien arthropod predators and parasites established in Europe. *BioControl*, 56, 477-504. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9355-9>
- Sanchez, J. A., Lacasa, A., Arnó, J., Castañé, C., & Alomar, O. (2009). Life history parameters for *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Het., Miridae) under different temperature regimes. *Journal of Applied Entomology*, 133(2), 125-132. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2008.01342.x>
- Sannino, L. (2012). *Inquadramento Sistemático e Aspetti Morfo-Biologici di Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae).
- Santos, B., & Perera, S. (2010). Medidas de control de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*). *Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife. Serie: Divulgación Técnica*.
- Serra, C., Tavares, H., Soares, C., Fernandes, F. E., Ramos, N., & Figueiredo, E. (2009). Traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*). Uma nova praga em Portugal. *Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural*, 2.
- Silva, J. B. C. d., Giordano, L. d. B., Furumoto, O., Boiteux, L. d. S., França, F. H., Bôas, G. L. V., Branco, M. C., Medeiros, M. A. d., Marouelli, W., Silva, W. L. C. e., Lopes, C. A., Ávila, A. C., & Nascimento, W. M. P., Welington. (2006). *Pragas - Traça-do-tomateiro (Tuta absoluta)*. Cultivo de Tomate para Industrialização.
- Siscaro, G., Lo Pumo, C., Tropea Garzia, G., Tortorici, S., Gugliuzzo, A., Ricupero, M., Biondi, A., & Zappalà, L. (2019). Temperature and tomato variety influence the development and the plant damage induced by the zoophytophagous mirid bug *Nesidiocoris tenuis*. *Journal of Pest Science*, 92(3), 1049-1056. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01096-7>

- Sivinski, J., Wahl, D., Holler, T., Dobai, S. A., & Sivinski, R. (2011). Conserving natural enemies with flowering plants: Estimating floral attractiveness to parasitic Hymenoptera and attraction's relationship to flower and plant morphology. *Biological Control*, 58(3), 208-214. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.05.002>
- Smart, R., & Robinson, M. (1991). *Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management*. Winetitles.
- Soares, M. A., & Campos, M. R. (2022). *Phthorimaea absoluta* (tomato leafminer) (Vol. CABI Compendium). CABI International. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.49260>
- Sohrabi, F., Nooryazdan, H. R., Gharati, B., & Saeidi, Z. (2017). Plant Resistance to the Moth *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae) in Tomato Cultivars. *Neotropical Entomology*, 46(2), 203-209. <https://doi.org/10.1007/s13744-016-0441-7>
- Stol, W., Griepink, F. C., & van Deventer, P. (2009). *Tuta absoluta*: una nueva plaga para el cultivo del tomate en Europa (Sesión Técnica: Hortalizas).
- Symondson, W. O. C., Sunderland, K. D., & Greenstone, M. H. (2002). Can Generalist Predators be Effective Biocontrol Agents? *Annual review of entomology*, 47(1), 561-594. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145240>
- Syngenta. (2011). Affirm - Boletim técnico. In.
- Texeira, R., Bento, A., & Gonçalves, M. (2000). Avaliação da fauna auxiliar associada ao olival em produção biológica em Trás-os-Montes. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 26, 629-636.
- Thomson, L. J., & Hoffmann, A. A. (2010). Natural enemy responses and pest control: Importance of local vegetation. *Biological Control*, 52(2), 160-166. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.10.008>
- Togni, P. H. B., Venzon, M., Lagôa, A. C. G., da Silva, A. C., Assunção, R. M., Rodrigues, C. A., Ribeiro, B., & Profa, I. (2021). Interações entre escalas espaciais no controle biológico conservativo: da paisagem ao cultivo. *Controle alternativo de pragas e doenças: opção ou necessidade?*, 66.
- Tonnang, H. E., Mohamed, S. A., Khamis, F., & Ekesi, S. (2015). Correction: Identification and Risk Assessment for Worldwide Invasion and Spread of *Tuta absoluta* with a Focus on Sub-Saharan Africa: Implications for Phytosanitary Measures and Management. *PLoS One*, 10(9), e0138319. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138319>

- Urbaneja, A., Gonzalez-Cabrera, J., Arno, J., & Gabarra, R. (2012). Prospects for the biological control of *Tuta absoluta* in tomatoes of the Mediterranean basin. *Pest Management Science*, 68(9), 1215-1222. <https://doi.org/10.1002/ps.3344>
- Urbaneja, A., Vercher, R., Navarro, V., Marí, F. G., & Porcuna, J. L. (2007). La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. *Hortícolas Transferencia Tecnológica*.
- USDA. (2021). *New pest response guidelines: tomato leafminer (Tuta absoluta)* (Vol. Reports). CABI International.
- Valério, E., Figueiredo, E., Godinho, M., Alexandre, P., & Santos, J. (2019). Guia prático: para (re) conhecer pragas e meios de protecção. In: COTHN.
- Van Damme, V. M., Beck, B. K., Berckmoes, E., Moerkens, R., Wittemans, L., De Vis, R., Nuytens, D., Casteels, H. F., Maes, M., Tirry, L., & De Clercq, P. (2016). Efficacy of entomopathogenic nematodes against larvae of *Tuta absoluta* in the laboratory. *Pest Management Science*, 72(9), 1702-1709. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ps.4195>
- Vargas, H. (1970). Observation on the biology and natural enemies of the tomato moth, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) *Idesia* 1:75–110.
- Vercher, R. A., Calabuig, A., & Felipe, C. (2010). Ecología, muestreos y umbrales de *Tuta absoluta* (Meyrick). *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*(217), 23-26.
- Witzgall, P., Kirsch, P., & Cork, A. (2010). Sex pheromones and their impact on pest management. *J Chem Ecol*, 36(1), 80-100. <https://doi.org/10.1007/s10886-009-9737-y>
- Zappalà, L., Biondi, A., Alma, A., Al-Jboory, I., Arnó, J., Bayram, A., Chailleux, A., El-Arnaouty, A., Gerling, D., Guenaoui, Y., Shaltiel-Harpaz, L., Siscaro, G., Stavrínides, M., Tavella, L., Vercher, R., Urbaneja, A., & Desneux, N. (2013). Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta*, in Europe, North Africa and Middle East, and their potential use in pest control strategies. *Journal of Pest Science*, 86. <https://doi.org/10.1007/s10340-013-0531-9>
- Zhang, Y., Tian, X., Wang, H., Castañé, C., Arnó, J., Wu, S., Xian, X., Liu, W., Desneux, N., Wan, F., & Zhang, G. (2022). Nonreproductive effects are more important than reproductive effects in a host feeding parasitoid. *Scientific Reports*, 12(1), 11475. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15296-2>
- Zytynska, S. E., Eicher, M., Fahle, R., & Weisser, W. W. (2021). Effect of flower identity and diversity on reducing aphid populations via natural enemy communities.

Ecology and Evolution, 11(24), 18434-18445.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ece3.8432>

Anexo I – Cultivares de tomate

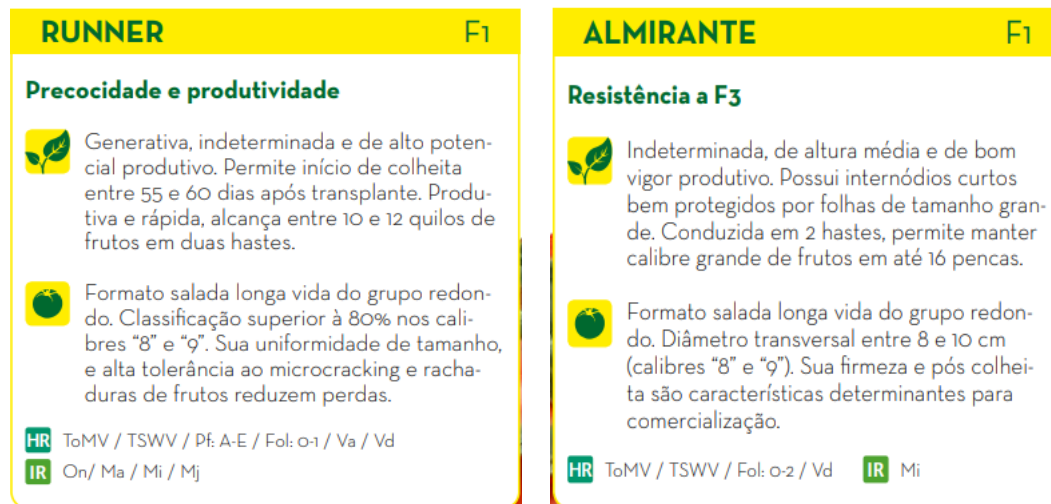


Figura 1 - Fichas técnicas das cultivares de tomate utilizadas no estudo de monitorização na estufa comercial. Fonte: (Fitó, 2022).

Tabela 1 - Datas de aplicação e substâncias ativas dos tratamentos fitofarmacêuticos para *Phthorimaea absoluta* na estufa comercial no setor um e dois.

Data de aplicação	Substâncias ativas
11 mar 2023	abamectina
09 mai 2023	emamectina
25 mai 2023	<i>bacillus thuringiensis</i> subsp. Kurstaki estirpe EG 2348
10 jun 2023	espinetorame
17 jun 2023	emamectina
21 jun 2023	<i>bacillus thuringiensis</i> subsp. Kurstaki estirpe SA 12; metaflumizona
28 jun 2023	<i>bacillus thuringiensis</i> subsp. Kurstaki estirpe EG 2348
17 jul 2023	emamectina
27 jul 2023	<i>bacillus thuringiensis</i> subsp. Kurstaki estirpe EG 2348

Tabela 2 - Datas de aplicação e produto do controlo biológico para *Phthorimaea absoluta* na estufa comercial no setor um e dois.

Data de aplicação	Produto	Tipo
10 mar 2023	Feromona <i>P. absoluta</i>	Proteção Biológica: captura em massa

Tabela 3 - Temperatura média no interior e exterior da estufa e humidade relativa média no interior da estufa durante o período de monitorização.

Semana	T° interior (°C)			T° exterior (°C)			HR Interior (%)		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
22fev-28fev	11,7	3,3	36,2	7,3	0,3	19,0	72,5	22,0	91,0
01mar-07mar	13,0	2,0	36,1	8,8	-0,9	22,3	67,2	17,0	95,0
08mar-14mar	15,4	8,3	30,6	14,2	6,8	20,8	70,6	37,0	95,0
15mar-21mar	17,3	8,1	37,9	12,9	6,2	25,2	72,8	26,0	95,0
22mar-28mar	18,1	7,8	37,2	14,1	6,0	28,3	69,2	21,0	92,0
29mar-04abr	19,3	6,3	35,3	15,6	4,2	27,7	66,0	16,0	91,0
05abr-11abr	19,5	9,4	35,7	17,2	15,0	31,6	58,9	15,0	92,0
12abr-18abr	18,8	7,6	35,8	16,5	23,0	33,1	66,5	23,0	94,0
19abr-25abr	18,3	10,1	32,4	15,9	8,4	27,6	75,5	37,0	94,0
26abr-02mai	22,2	13,1	36,2	20,2	11,6	33,2	70,0	30,0	95,0
03mai-09mai	20,6	13,5	33,1	18,3	13,5	28,0	75,9	41,0	95,0
10mai-16mai	20,0	9,4	32,6	18,2	7,2	29,9	61,1	27,0	93,0
17mai-23mai	22,1	13,0	34,9	20,6	11,7	31,8	51,4	22,0	87,0
24mai-30mai	22,2	14,8	34,4	19,7	14,0	32,6	74,0	40,0	94,0
31mai-06jun	23,0	15,6	36,3	20,3	13,9	33,7	76,2	41,0	95,0
07jun-13jun	23,3	16,3	33,1	20,4	14,3	29,7	78,3	45,0	94,0
14jun-20jun	23,4	15,2	36,8	21,6	14,0	34,9	78,1	41,0	94,0
21jun-27jun	25,6	15,9	38,6	24,5	14,0	37,6	75,7	39,0	95,0
28jun-04jul	25,1	14,2	38,1	24,4	13,3	38,3	73,1	42,0	94,0
05jul-11jul	22,7	14,3	33,7	21,2	12,5	33,5	78,0	47,0	95,0
12jul-18jul	22,3	12,3	36,1	20,9	10,4	36,0	76,4	38,0	95,0
19jul-25jul	22,6	13,3	34,2	21,2	11,7	33,8	78,0	45,0	95,0
Média	20,3	11,1	35,2	17,9	10,5	30,4	71,2	32,4	93,6