



Monitorização de *Sesamia nonagrioides* (Lef.), *Ostrinia nubilalis* (Hbn.) e *Spodoptera exigua* (Hbn.) na cultura do milho de regadio na região do Ribatejo

Rita Margarida Borrego Damásio

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientador: Prof. Elisabete Tavares Lacerda de Figueiredo Oliveira

Júri:

Presidente: Doutora Maria do Rosário da Conceição Cameira, Professora Associada do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor António Maria Marques Mexia, Professor Catedrático do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa; Doutora Elisabete Tavares Lacerda de Figueiredo Oliveira, Professora Auxiliar do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, orientadora.

Agradecimentos

A todos aqueles que me apoiaram e ajudaram a terminar esta importante etapa da minha vida, desejo expressar o meu profundo agradecimento:

À minha orientadora, a Prof. Elisabete Figueiredo, pelo seu apoio e disponibilidade constante, e por todas as suas críticas e sugestões que proporcionaram a concretização deste trabalho, mas também, e principalmente, que me permitiram adquirir novos conhecimentos.

À Bayer Crop Science©, pela grande oportunidade que me proporcionaram ao selecionarem-me para um estágio profissional numa fase tão inicial da minha vida.

Ao Eng. José Luís Menezes e ao Eng. Jorge Matias, por todo o acompanhamento e ajuda disponibilizada, não só durante o estágio, mas também aquando o desenvolvimento da tese.

À Borrego Leonor & Irmão S.A. e a todos os seus membros, por toda a ajuda prestada na realização da tese.

À AgroGreenBase, pelas imagens de satélite das parcelas em estudo cedidas para a elaboração da tese.

Ao Eng. João Coimbra, pelos dados fornecidos da sua estação meteorológica.

Aos meus pais, as duas pessoas sem as quais nada teria sido possível. Por todo o vosso amor e apoio incondicional, por toda a vossa paciência e dedicação, por todo o vosso incentivo e ajuda nos momentos mais difíceis. A vocês vos dedico esta dissertação!

“The free, exploring mind of the individual human is the most valuable thing in the world.”

- John Steinbeck

RESUMO

O milho é uma das principais culturas de primavera/verão de Portugal, e do Ribatejo em particular, sendo dezenas as espécies de insetos associadas a esta cultura mas relativamente poucas apresentam as características necessárias para causarem estragos; com o aumento dos esforços políticos por parte da União Europeia para reduzir o uso de pesticidas e promover a proteção e produção integradas, torna-se necessário aprofundar o conhecimento da biologia e da importância económica das pragas do milho.

A Bayer Crop Science© desenvolveu o projeto piloto (BayMonitor) de monitorização das lagartas do milho (*Sesamia nonagrioides*, *Ostrinia nubilalis* e *Spodoptera exigua*), com o objetivo de obter resultados mais precisos para o Ribatejo, no que diz respeito às espécies do complexo de lagartas do milho, assim como a importância dos seus estragos na cultura.

Nas campanhas agrícolas 2016 e 2017 instalaram-se armadilhas com feromonas sexuais das três espécies, em parcelas representativas da região, esperando-se monitorizar e definir as curvas de voo, com o objetivo de prever, através da incorporação deste tipo de dados em modelos, a sua presença e ciclo biológico no Ribatejo nos anos vindouros.

Sesamia nonagrioides causou estragos na cultura, ultrapassando o NEA, mas o total de capturas de machos nas armadilhas foi reduzido; capturou-se um elevado número de machos de *S. exigua*, mas os estragos não ultrapassaram o NEA; não se capturaram machos de *O. nubilalis*.

Sesamia nonagrioides e *S. exigua* estão presentes no Ribatejo, tratando-se provavelmente de pragas ocasionais do milho. *O. nubilalis* não é uma praga-chave do milho no Ribatejo, podendo mesmo não estar presente na região.

Os modelos de graus-dia acumulados aliados a contagens das armadilhas e a observações semanais de plantas constituem uma boa forma de monitorização das pragas, permitindo ter-se noção dos períodos de maior risco para a cultura.

Palavras-chave: *Sesamia nonagrioides*, *Ostrinia nubilalis*, *Spodoptera exigua*, armadilha de feromona sexual, milho de regadio do Ribatejo.

ABSTRACT

Maize is one of the most important crops in Portugal, and in Ribatejo region in particular. Several pests are associated with this crop, but relatively few have the characteristics necessary to cause economically significant damages; with the increased political efforts made by the European Union to reduce the use of pesticides and to increase the integrated protection and production, it became necessary to deepen the knowledge on the biology and economic importance of the maize pests.

Bayer Crop Science© developed a pilot project (BayMonitor) for monitoring *Sesamia nonagrioides*, *Ostrinia nubilalis* and *Spodoptera exigua*, to obtain more accurate data of these pests, and their impact on maize, in the Ribatejo region.

In the agricultural seasons of 2016 and 2017, sex pheromone traps of these three pests were installed in representative fields of the region, expecting to monitor and define their population curves, with the objective of predicting, through the incorporation of this type of data, in models, its presence in Ribatejo through the following years.

Sesamia nonagrioides caused economic loss to the crop, a low number of captures were obtained in the traps; a high number of *S. exigua* males were captured, but there was no economic loss; no males of *O. nubilalis* were captured.

Sesamia nonagrioides and *S. exigua* are present in Ribatejo, being probably occasional pests. *O. nubilalis* is not a key pest in Ribatejo and may not even be present in the region.

Keywords: *Sesamia nonagrioides*, *Ostrinia nubilalis*, *Spodoptera exigua*, sexual pheromone traps, irrigated maize of Ribatejo.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO | 1 |
| 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 1.1. Inimigos-chave da cultura do milho e os seus efeitos na produtividade | 3 |
| 1.1.1. Importância económica | 3 |
| 1.1.2. Importância dos inimigos da cultura | 4 |
| i. Principais pragas | 5 |
| ii. Principais doenças | 7 |
| iii. Principais infestantes | 7 |
| 1.2. <i>Sesamia nonagrioides</i> | 8 |
| 1.2.1. Morfologia | 8 |
| 1.2.2. Biologia | 10 |
| i. Ciclo biológico | 10 |
| ii. Diapausa | 13 |
| iii. Modelos fenológicos..... | 14 |
| iv. Feromona sexual..... | 16 |
| 1.2.3. Estragos | 17 |
| 1.2.4. Estimativa de risco e nível económico de ataque | 18 |
| 1.2.5. Meios de proteção..... | 18 |
| 1.3. <i>Ostrinia nubilalis</i> | 21 |
| 1.3.1. Morfologia | 21 |
| 1.3.2. Biologia | 23 |
| i. Ciclo biológico | 23 |
| ii. Diapausa | 26 |
| iii. Modelos fenológicos..... | 26 |
| iv. Feromona sexual..... | 29 |
| 1.3.3. Estragos | 30 |
| 1.3.4. Estimativa de risco e nível económico de ataque | 31 |
| 1.3.5. Meios de proteção..... | 32 |
| 1.4. <i>Spodoptera exigua</i> | 34 |
| 1.4.1. Morfologia | 34 |
| 1.4.2. Biologia | 37 |
| i. Ciclo biológico | 37 |
| ii. Hibernação e migração | 39 |
| iii. Modelos fenológicos..... | 40 |
| iv. Feromona sexual..... | 42 |

| | | |
|--------|---|----|
| 1.4.3. | Estragos | 43 |
| 1.4.4. | Estimativa de risco e nível económico de ataque | 44 |
| 1.4.5. | Meios de proteção..... | 44 |
| 2. | MATERIAL E MÉTODOS | 46 |
| 2.1. | Caracterização geral | 46 |
| 2.2. | Caracterização das parcelas..... | 46 |
| 2.3. | Caracterização meteorológica no período de amostragem..... | 46 |
| 2.4. | Itinerário cultural e conta de cultura | 48 |
| 2.5. | Delineamento experimental..... | 48 |
| 2.5.1. | Capturas de machos adultos | 48 |
| 2.5.2. | Observação semanal das plantas..... | 50 |
| 2.6. | Modelos de graus-dia acumulados | 51 |
| 3. | RESULTADOS..... | 52 |
| 3.1. | Capturas semanais de machos de <i>Sesamia nonagrioides</i> , <i>Ostrinia nubilalis</i> e <i>Spodoptera exigua</i> | 52 |
| 3.2. | Determinação das curvas de voo de <i>Sesamia nonagrioides</i> e <i>Spodoptera exigua</i> | 54 |
| 3.3. | Espécies não-alvo capturadas nas armadilhas sexuais de <i>Sesamia nonagrioides</i> , <i>Ostrinia nubilalis</i> e <i>Spodoptera exigua</i> | 58 |
| 3.4. | Observação semanal das plantas | 60 |
| 4. | DISCUSSÃO | 65 |
| 4.1. | <i>Sesamia nonagrioides</i> | 65 |
| 4.2. | <i>Ostrinia nubilalis</i> | 67 |
| 4.3. | <i>Spodoptera exigua</i> | 68 |
| 4.4. | Projeto de monitorização BayMonitor | 69 |
| 5. | CONCLUSÕES..... | 72 |
| 6. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 73 |
| 7. | ANEXOS | 82 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Bens agrícolas transacionados mais produzidos no mundo, no ano de 2016 (FAO, 2017)..... | 3 |
| Quadro 2 - Produção, área e produtividade relativa à cultura do milho para grão, para o ano de 2016; os 10 maiores produtores mundiais, os maiores produtores europeus, e respetivos valores de Portugal (FAO, 2017). | 3 |
| Quadro 3 - Perda potencial estimada e atuais perdas devido a infestantes, pragas e agentes patogénicos (adaptado de Oerke, 2005). | 4 |
| Quadro 4 - Artrópodes considerados como pragas importantes da cultura do milho (adaptado de Barros e Calado, 2014; Eizaguirre, 2012; Meissle <i>et al.</i> , 2010)..... | 5 |
| Quadro 5 - Principais espécies de fungos que atacam o milho na Europa (adaptado de Barros e Calado, 2014; Meissle <i>et al.</i> , 2010). | 7 |
| Quadro 6 - Principais infestantes da cultura do milho (Amaro, 1981,1982; Meissle <i>et al.</i> , 2010). | 7 |
| Quadro 7 - Tempo de desenvolvimento médio (em dias, d) \pm desvio padrão do estado de ovo, larva e pupa de <i>Sesamia nonagrioides</i> , quando exposta a diferentes temperaturas constantes ou temperaturas alternadas (Fantinou <i>et al.</i> , 2003). | 15 |
| Quadro 8 - Limiares térmicos de desenvolvimento e intervalo ótimo de temperatura para <i>Sesamia nonagrioides</i> | 15 |
| Quadro 9 - Modelo de previsão do desenvolvimento fenológico de <i>Sesamia nonagrioides</i> baseado no somatório de temperaturas efetivas (graus-dia acumulados), a partir de 1 de janeiro..... | 16 |
| Quadro 10 - Método de estimativa do risco e níveis económicos de ataque a adotar na cultura de milho para <i>Sesamia nonagrioides</i> (DGADR, 2010). | 19 |
| Quadro 11 - Proteção integrada contra <i>Sesamia nonagrioides</i> na cultura do milho (DGADR, 2010; DGAV, 2018). | 19 |
| Quadro 12 - Datas prováveis de ocorrência dos picos de voos, dependendo do número de gerações anuais de <i>Ostrinia nubilalis</i> (Pereira, 1994)..... | 25 |
| Quadro 13 - Condições desfavoráveis ao desenvolvimento de <i>Ostrinia nubilalis</i> (adaptado de Pereira, 1994). | 27 |
| Quadro 14 - Duração, em dias, de cada estado do ciclo de desenvolvimento de <i>Ostrinia nubilalis</i> (CABI, 2018; Cook <i>et al.</i> , 2003; Pereira, 1994)..... | 27 |
| Quadro 15 - Limiares e intervalos ótimos de temperatura para o desenvolvimento de <i>Ostrinia nubilalis</i> (CABI, 2018; Capinera, 2017a; Cook <i>et al.</i> , 2003; Pereira, 1994)..... | 28 |
| Quadro 16 - Modelo de previsão do desenvolvimento fenológico de <i>Ostrinia nubilalis</i> baseado no somatório de temperaturas efetivas (graus-dia acumulados)..... | 28 |

| | |
|---|----|
| Quadro 17 - Métodos de estimativa do risco e níveis económicos de ataque a adotar nas culturas de milho para <i>Ostrinia nubilalis</i> (DGADR, 2010). | 32 |
| Quadro 18 - Previsão dos picos de voo dos adultos de <i>Spodoptera exigua</i> (Belda <i>et al.</i> , 1994). | 38 |
| Quadro 19 - Duração, em dias, de cada estado do ciclo de desenvolvimento de <i>Spodoptera exigua</i> em milho, a uma temperatura constante de $26 \pm 1^\circ\text{C}$ (Farahani <i>et al.</i> , 2011). | 40 |
| Quadro 20 - Limiares e intervalo ótimo de temperatura e humidade do solo para <i>Spodoptera exigua</i> (adaptado de Karimi-Malati <i>et al.</i> , 2014; Yonow <i>et al.</i> , 2018). | 41 |
| Quadro 21 - Modelo de previsão do desenvolvimento fenológico de <i>Spodoptera exigua</i> baseado nos graus-dia acumulados, iniciado a 1 de janeiro. | 41 |
| Quadro 22 - Métodos de estimativa do risco e níveis económicos de ataque a adotar na cultura de milho para <i>Spodoptera</i> spp. (DGADR, 2010). | 44 |
| Quadro 23 - Caracterização dos campos agrícolas de milho utilizados no ensaio nas campanhas de 2016 e 2017. | 47 |
| Quadro 24 - Localização das estações meteorológicas e distância das mesmas aos respetivos campos de ensaio, nas campanhas de 2016 e 2017. | 47 |
| Quadro 25 - Tratamentos inseticidas efetuados nas parcelas do ensaio, nas campanhas de 2016 e 2017. | 48 |
| Quadro 26 - Data de início, temperatura base (T_{base}) e limiar de temperatura superior (T_{ut}) utilizados nos modelos de graus-dia acumulados para <i>Sesamia nonagrioides</i> e <i>Spodoptera exigua</i> | 51 |
| Quadro 27 - Número de machos de <i>Sesamia nonagrioides</i> capturados em armadilha de feromona sexual nas parcelas Agromais, Borrego, Cholda, Fajarda, Couço e Lusiaves nas campanhas de 2016 e 2017. | 53 |
| Quadro 28 - Número de machos de <i>Spodoptera exigua</i> capturados em armadilha de feromona sexual nas parcelas Agromais, Borrego, Cholda, Fajarda, Couço e Lusiaves nas campanhas de 2016 e 2017. | 53 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Perdas numa cultura e diferentes níveis de produtividade (adaptado de Oerke, 2005)..... | 4 |
| Figura 2 - Adultos de <i>Diabrotica virgifera</i> ssp. <i>virgifera</i> , macho, à esquerda, e fêmea, à direita (Manteigas, 2014). | 6 |
| Figura 3 - Distribuição de <i>Diabrotica virgifera</i> ssp. <i>virgifera</i> na União Europeia (EPPO, 2012). | 6 |
| Figura 4 - Adultos de <i>Sesamia nonagrioides</i> (Lef.) (El-Sayed, 2018); à direita, exemplar de uma fêmea adulta de <i>Sesamia nonagrioides</i> (Mothiron, 2010). | 8 |
| Figura 5 - Antena filiforme de <i>Sesamia nonagrioides</i> fêmea, à esquerda; antena bipectinada de <i>Sesamia nonagrioides</i> macho, à direita. Ambas as imagens se encontram à escala de 50 µm (Cruz e Eizaguirre, 2016)..... | 8 |
| Figura 6 - Representação de um ovo de <i>Sesamia nonagrioides</i> (A); Pormenor do micrópilo em rosácea (X 500) (Oliveira e Tavares, 1982). | 9 |
| Figura 7 - Larva de <i>Sesamia nonagrioides</i> (Pyrgus, 2013)..... | 9 |
| Figura 8 - Pormenor de <i>Sesamia nonagrioides</i> , onde é possível observar a distinção de cores entre a cápsula cefálica e a placa protorácica (Pyrgus, 2013). | 9 |
| Figura 9 - Pupa de macho de <i>Sesamia nonagrioides</i> (Pyrgus, 2013). | 10 |
| Figura 10 - Perfuração efetuada por <i>Sesamia nonagrioides</i> (Pyrgus, 2013). | 11 |
| Figura 11 - Curvas de voo de adultos de <i>Sesamia nonagrioides</i> capturados, de dez em dez dias, em armadilhas de feromona em duas localidades (Pontevedra e Barrantes) do noroeste de Espanha, durante sete anos (Velasco <i>et al.</i> , 2007). | 12 |
| Figura 12 - Estragos provocados por <i>Sesamia nonagrioides</i> nas espigas do milho (Barros e Calado, 2014). | 18 |
| Figura 13 - Adultos de <i>Ostrinia nubilalis</i> : macho, à esquerda; fêmea, à direita (Capinera, 2017a). | 21 |
| Figura 14 - Ovos, imediatamente após a postura, de <i>Ostrinia nubilalis</i> (Capinera, 2017a)... | 22 |
| Figura 15 - Larvas de <i>Ostrinia nubilalis</i> no primeiro instar (Passel, 2018). | 22 |
| Figura 16 - Larva de <i>Ostrinia nubilalis</i> (Capinera, 2017a). | 22 |
| Figura 17 - Pupa de <i>Ostrinia nubilalis</i> (Hadi <i>et al.</i> , 2018). | 23 |
| Figura 18 - Orifícios “bala” nas folhas de milho característicos da alimentação das larvas neonatas (Hadi <i>et al.</i> , 2018)..... | 24 |
| Figura 19 - Curvas de voo de adultos de <i>Ostrinia nubilalis</i> capturados, de dez em dez dias, em armadilhas de feromona em duas localidades (Pontevedra e Barrantes) do noroeste de Espanha, durante sete anos (Velasco <i>et al.</i> , 2007). | 26 |

| | |
|---|----|
| Figura 20 - Estragos no colmo do milho causado por uma larva de quinto instar de <i>Ostrinia nubilalis</i> (Passel, 2018). | 30 |
| Figura 21 - Quebra do caule abaixo da bandeira consequente das galerias de <i>Ostrinia nubilalis</i> (Hadi <i>et al.</i> , 2018). | 31 |
| Figura 22 - Estrago provocado por <i>Ostrinia nubilalis</i> nas maçarocas de milho (CABI, 2018). | 31 |
| Figura 23 - Adulto de <i>Spodoptera exigua</i> (Capinera, 2017b). | 34 |
| Figura 24 - Exemplar das asas anteriores da fêmea, à esquerda, e do macho, à direita, de <i>Spodoptera exigua</i> . | 34 |
| Figura 25 - Ovos de <i>Spodoptera exigua</i> (Capinera, 2017b). | 35 |
| Figura 26 - Vista lateral de um exemplar do último instar larvar de <i>Spodoptera exigua</i> , onde é possível observar o pormenor da banda lateral e das manchas mais escuras (Gilligan e Passoa, 2014). | 35 |
| Figura 27 - Larvas de <i>Spodoptera exigua</i> após a eclosão (Capinera, 2017b). | 36 |
| Figura 28 - Formas melânicas de larvas de <i>Spodoptera exigua</i> (Scholley-Pfab, 2017). | 36 |
| Figura 29 - Pupa de <i>Spodoptera exigua</i> (Scholley-Pfab, 2017). | 36 |
| Figura 30 - Capturas médias semanais em armadilhas de feromonas, ao ar livre, de adultos de <i>Spodoptera exigua</i> , na região de Almeria, Espanha (Belda <i>et al.</i> , 1994). | 39 |
| Figura 31 - Níveis de capturas semanais de <i>Spodoptera exigua</i> em armadilhas de luz, e relação com as temperaturas máximas, mínimas e graus-dia acumulados para o ano de 1993, de acordo com o modelo de Belda <i>et al.</i> (1994). | 42 |
| Figura 32 - Em cima, estragos nas folhas da planta do milho causados por <i>Spodoptera exigua</i> ; em baixo, pormenor de uma folha de milho completamente devorada pela lagarta (Sloderbeck, 2005). | 43 |
| Figura 33 - Dispositivo do tipo funil tricolor utilizado no ensaio (Chamusca, 2017, original da autora), à esquerda. Dispositivo do tipo funil verde utilizado no ensaio (Chamusca, 2017, original da autora), à direita. | 49 |
| Figura 34 - Contagem e identificação de machos de <i>Spodoptera exigua</i> (original da autora). | 50 |
| Figura 35 - Exemplificação dum percurso utilizado para a seleção aleatória de 100 plantas/semana. | 50 |
| Figura 36 - Em cima, número de machos capturados semanalmente de <i>Spodoptera exigua</i> , e respetivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Agromais, de 1 de abril a 14 de outubro de 2016. Em baixo, número de machos capturados semanalmente de <i>Sesamia nonagrioides</i> , e respetivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Agromais, de 1 de abril a 14 de outubro de 2016. | 55 |

| | |
|---|----|
| Figura 37 - Em cima, número de machos capturados semanalmente de <i>Spodoptera exigua</i> , e respetivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Fajarda, de 1 de abril a 14 de outubro de 2016. Em baixo, número de machos capturados semanalmente de <i>Sesamia nonagrioides</i> , e respetivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Fajarda, de 1 de abril a 14 de outubro de 2016. | 56 |
| Figura 38 - Em cima, número de machos capturados semanalmente de <i>Spodoptera exigua</i> , e respetivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Agromais, de 1 de abril a 14 de outubro de 2017. Em baixo, número de machos capturados semanalmente de <i>Sesamia nonagrioides</i> , e respetivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Agromais, de 1 de abril a 14 de outubro de 2017. A seta preta representa a data de aplicação do tratamento inseticida. | 57 |
| Figura 39 - Número de machos capturados semanalmente de <i>Spodoptera exigua</i> , e respetivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Lusiaves, de 1 de abril a 14 de outubro de 2017. A seta preta representa a data de aplicação do tratamento inseticida. | 58 |
| Figura 40 - Espécies não-alvo presentes nas armadilhas de <i>Spodoptera exigua</i> , <i>Sesamia nonagrioides</i> e <i>Ostrinia nubilalis</i> na parcela da Lusiaves, durante a campanha de 2017. | 59 |
| Figura 41 - Espécies não-alvo presentes nas armadilhas de <i>Spodoptera exigua</i> , <i>Sesamia nonagrioides</i> e <i>Ostrinia nubilalis</i> na parcela da Agromais, durante a campanha de 2017. ... | 59 |
| Figura 42 - Número de plantas com estragos característicos de lagarta presentes na parcela Agromais, durante a campanha de 2017 (cada observação semanal incidiu sobre 100 plantas escolhidas aleatoriamente na parcela). | 60 |
| Figura 43 - Registo fotográfico da observação semanal da parcela Agromais no dia 19 de maio de 2017, onde é possível observar-se: um adulto de <i>Sesamia nonagrioides</i> (em cima, à esquerda); uma planta de milho, que continha uma larva de <i>Sesamia nonagrioides</i> , com estragos visíveis numa das folhas (em cima, à direita); um colmo de milho atacado por uma larva de <i>Sesamia nonagrioides</i> (em baixo, à esquerda); e uma larva de <i>Sesamia nonagrioides</i> no interior de um colmo de milho (em baixo, à direita). | 61 |
| Figura 44 - Número de adultos e larvas de <i>Sesamia nonagrioides</i> e número de plantas com estragos característicos da mesma encontrados na parcela Agromais, durante a campanha de 2017 (cada observação semanal incidiu sobre 100 plantas escolhidas aleatoriamente na parcela). | 62 |
| Figura 45 - Número de plantas de milho em que se encontraram indivíduos das espécies não-alvo durante as observações semanais realizadas na parcela Agromais, na campanha de 2017 (cada observação semanal incidiu sobre 100 plantas escolhidas aleatoriamente na parcela). | 63 |
| Figura 46 - Número de plantas de milho em que se encontraram indivíduos das espécies não-alvo durante as observações semanais realizadas na parcela Lusiaves, na campanha de 2017 | |

(cada observação semanal incidiu sobre 100 plantas escolhidas aleatoriamente na parcela).
..... 64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bt - *Bacillus thuringiensis*

DIMBOA - 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one

GDD - graus-dia acumulados

Hbn. - Hübner

HR - humidade relativa

HR avg - humidade relativa média

L_x (de L₁ a L₅) - larva do instar x (de larva do primeiro instar a larva do quinto instar)

Lda. - Limitada

Lef. - Lefebvre

NEA - nível económico de ataque

PRODI - modo de produção integrada

s.a. - substâncias ativas

sp. - espécie (não especificada)

spp. - as espécies de um dado género

ssp. - subespécie

T base - temperatura base

T max - temperatura máxima

T min - temperatura mínima

T avg - temperatura média

°C dia - graus-dia

CAPDR - *Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía*

CABI - *Centre for Agriculture and Bioscience International*

DGADR - Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

DGAV - Direção Geral de Alimentação e Veterinária

EPPO - *European and Mediterranean Plant Protection Organization*

FAFE - *Faculty of Agriculture, Food and Environment*

FAO - *Food and Agriculture Organization*

INE - Instituto Nacional de Estatística

INRA - *Institut National de la Recherche Agronomique*

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* (Linnaeus)), com uma produção anual superior à das restantes culturas de gramíneas, é uma das produções mais relevantes mundialmente. No ano de 2016 a produção de milho atingiu mil milhões de toneladas, numa área aproximada de 188 milhões de hectares (FAO, 2017).

Em Portugal, o milho para grão constitui uma das principais culturas arvenses; a produção nacional, no ano de 2016, foi de cerca de 710 634 toneladas, numa área de 88 614 hectares, e com um rendimento médio de 8 t/ha (FAO, 2017). No entanto, apesar de se tratar do cereal mais produzido em Portugal, com um rendimento médio muito superior ao da média mundial, a produção nacional de milho continua a não ter capacidade para cobrir as necessidades do mercado interno, tratando-se de uma cultura com um grau de autoaprovisionamento deficitário, que obriga a importações anuais na ordem de 1 700 000 toneladas (INE, 2017).

Atualmente, *Ostrinia nubilalis* (Hbn.) e *Sesamia nonagrioides* (Lef.) são referenciadas como as principais pragas do milho na Europa, estimando-se que entre 2 a 4 milhões de hectares tenham sofrido estragos relevantes consequentes de ataques provenientes destas duas pragas (Brookes, 2009).

O facto de *Spodoptera exigua* (Hbn.) ter uma presença esporádica na cultura do milho leva a que esta não possa ser considerada como uma praga-chave; no entanto, o seu rápido desenvolvimento, aliado à elevada resistência à proteção química apresentada pelo último instar larvar, leva a que quando esta praga esteja presente, cause grandes estragos na cultura, tornando-se essencial a deteção precoce da espécie.

A agricultura é um sector cada vez mais competitivo, obrigando os agricultores a produzir alimentos de elevada quantidade e qualidade com custos muito reduzidos, de forma a conseguirem responder à descida de preços que se tem verificado nos últimos anos. Assim, tornou-se necessário o conhecimento mais profundo das dinâmicas de populações das diferentes pragas que atacam uma cultura, com o objetivo de delinear métodos de proteção eficazes, tais como a escolha da correta data de plantação, colheita e tratamentos da cultura.

Tendo em conta os factos acima descritos, e considerando que o Ribatejo é uma das regiões nacionais com maior área e produção de milho anual, a Bayer Crop Science® desenvolveu um projeto piloto de monitorização das lagartas do milho (*S. nonagrioides*, *O. nubilalis* e *S. exigua*) no Ribatejo, denominado de BayMonitor, no qual esta dissertação se insere.

O presente trabalho tem como intuito a obtenção de resultados mais precisos para a região do Ribatejo, no que diz respeito às espécies do complexo de lagartas do milho, sua fenologia e importância dos estragos na cultura, pretendendo-se perceber quais as ferramentas disponíveis para o agricultor efetuar uma correta estimativa do risco. Através da instalação de armadilhas com feromonas sexuais de *S. exigua*, *S. nonagrioides* e *O. nubilalis* nas parcelas de milho estudadas, expectou-se monitorizar estas espécies e definir curvas de voo, com o objetivo de prever, através da incorporação deste tipo de dados, em modelos, a sua presença nos campos do Ribatejo nos anos vindouros.

No primeiro capítulo do presente trabalho aborda-se o conteúdo teórico que suporta a dissertação, começando por uma breve análise da importância económica da cultura e referindo os principais inimigos da mesma (pragas, doenças e infestantes). Posteriormente, apresenta-se uma síntese dos atuais conhecimentos sobre as espécies *S. nonagrioides*, *O. nubilalis* e *S. exigua*, analisando-se, de forma individual, a morfologia, biologia, estragos efetuados na cultura do milho e, ainda, a estimativa de risco, nível económico de ataque e meios de proteção integrada, para cada uma das espécies. No segundo capítulo descreve-se, pormenorizadamente, a componente experimental do trabalho realizado, ou seja, do projeto piloto BayMonitor, incluindo-se uma caracterização geral do mesmo e uma caracterização de cada uma das parcelas em que o ensaio foi efetuado. Posteriormente, descreve-se os métodos usados para a determinação das curvas de voo das espécies e para a observação dos estragos efetuados pelas mesmas. No terceiro capítulo incluem-se os resultados obtidos durante o período do ensaio, apresentando-se o número de machos capturados, semanalmente, de cada uma das espécies, as espécies não-alvo capturadas em cada uma das armadilhas sexuais e, ainda, os resultados obtidos com as observações semanais das parcelas de ensaio. No quarto capítulo discutem-se os resultados obtidos e, no último capítulo, apresentam-se as conclusões.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. Inimigos-chave da cultura do milho e os seus efeitos na produtividade

1.1.1. Importância económica

O milho é uma das produções mais relevantes mundialmente, sendo o quinto maior bem agrícola transacionável produzido no mundo, cuja produção anual é superior a qualquer outra das culturas de grão (Quadro 1).

Quadro 1 - Bens agrícolas transacionados mais produzidos no mundo, no ano de 2016 (FAO, 2017).

| Bens agrícolas transacionados | Produção (t) |
|---|---------------|
| Cereais, total | 2 848 661 914 |
| Cana de açúcar | 1 890 661 751 |
| Cereais secundários (excluem milho, arroz e trigo), total | 1 358 240 391 |
| Vegetais e melões, total | 1 075 203 877 |
| Milho | 1 060 107 470 |
| Frutos excluindo melão, total | 865 876 405 |
| Raízes e tubérculos, total | 846 120 698 |
| Trigo | 749 460 077 |
| Arroz | 740 961 445 |

Em 2016 foram produzidas mundialmente cerca de mil milhões de toneladas de milho, numa área aproximada de 188 milhões de hectares e com um rendimento médio de 5,6 t ha⁻¹ (Quadro 2).

Quadro 2 - Produção, área e produtividade relativa à cultura do milho para grão, para o ano de 2016; os 10 maiores produtores mundiais, os maiores produtores europeus, e respetivos valores de Portugal (FAO, 2017).

| Maiores produtores mundiais | Produção (1000 t) | Área (1000 ha) | Produtividade (t/ha) |
|-----------------------------|-------------------|----------------|----------------------|
| Estados Unidos da América | 384 777 | 35 106 | 10,9 |
| China | 231 673 | 38 952 | 5,9 |
| Brasil | 64 143 | 14 958 | 4,2 |
| Argentina | 39 792 | 5 346 | 7,4 |
| México | 28 250 | 7 598 | 3,7 |
| Ucrânia | 28 074 | 4 252 | 6,6 |
| Índia | 26 260 | 10 200 | 2,5 |
| Indonésia | 20 369 | 3 792 | 5,3 |
| Rússia | 15 309 | 2 777 | 5,5 |
| Canadá | 12 349 | 1 317 | 9,3 |
| Produtores europeus | | | |
| França | 12 131 | 1 487 | 8,1 |
| Roménia | 10 746 | 2 578 | 4,1 |
| Hungria | 7 406 | 1 198 | 6,1 |
| Itália | 6 839 | 660 | 10,3 |
| Portugal | 710 | 88 | 8,0 |
| Total Mundial | 1 060 107 | 187 959 | 5,6 |

Na União Europeia, a área de milho para grão chegou a 17,7 milhões de hectares em 2016; o total anual de produção atingiu 117 milhões de toneladas, com uma produtividade média de

6,6 t ha⁻¹ (FAO, 2017); os maiores produtores são França, Roménia, Hungria e Itália (Quadro 2).

1.1.2. Importância dos inimigos da cultura

A produtividade de uma cultura para consumo humano é dependente da incidência dos inimigos da mesma, especialmente infestantes, doenças e pragas. Apesar de pequenas perdas serem aceitáveis, com o aumento de produtividade vem associada uma maior vulnerabilidade da cultura aos estragos infligidos pelos seus inimigos, nos quais as perdas culturais podem atingir valores significativos (Figura 1; Quadro 3).

No milho, a perda potencial total devido aos inimigos desta cultura encontra-se na ordem dos 31% (Quadro 3) (Oerke, 2005).

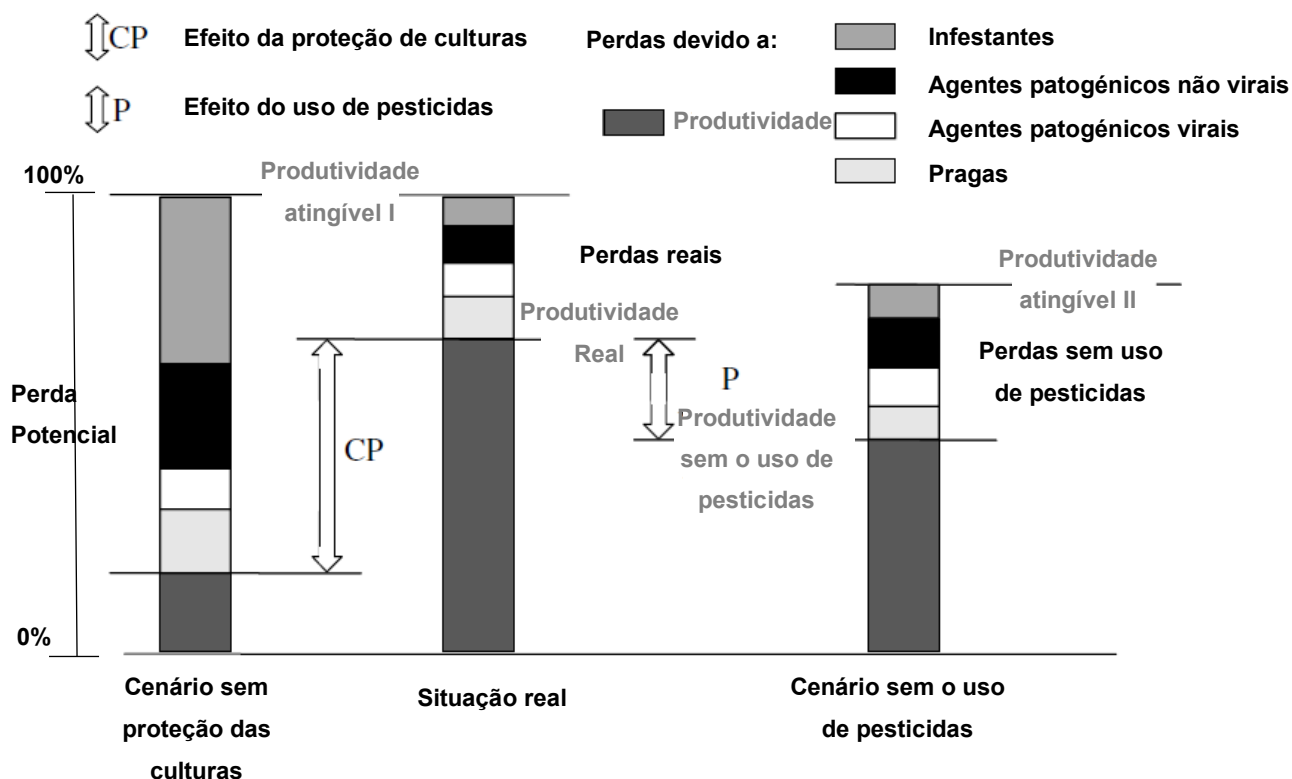


Figura 1 - Perdas numa cultura e diferentes níveis de produtividade (adaptado de Oerke, 2005).

Quadro 3 - Perda potencial estimada e atuais perdas devido a infestantes, pragas e agentes patogénicos (adaptado de Oerke, 2005).

| Cultura | Perdas (%) devido a: | | | | | | | |
|---------|----------------------|-------|-----------|-------|---------------------|-------|-----------|-------|
| | Infestantes | | Pragas | | Agentes patogénicos | | Total | |
| | Potencial | Atual | Potencial | Atual | Potencial | Atual | Potencial | Atual |
| Milho | 40 | 10 | 15 | 9 | 11 | 10 | 68 | 31 |

A cultura do milho é fustigada por dezenas de artrópodes e fungos, resultado de inúmeros fatores, tais como a cultura poder ser desenvolvida num sistema de regadio, com um desenvolvimento do ciclo cultural durante a primavera e verão e cujo método de produção tem recorrido a elevados fatores de produção.

No entanto, é impossível considerar-se uma lista mundial de inimigos-chave; exceto raros casos, nos quais se inserem as infestantes e os lepidópteros *Ostrinia nubilalis* (Hbn.) (Lepidoptera: Crambidae) e *Sesamia nonagrioides* (Lef.) (Lepidoptera: Noctuidae) (Pereira, 1994). As diferenças climáticas, práticas culturais e esquemas rotacionais, cultivares, cobertura geográfica de cada espécie, entre outros, levam a que ocorram grandes diferenças quanto aos inimigos-chave nas várias regiões produtoras de milho (Pereira, 1994).

i. Principais pragas

Meissle *et al.* (2010) referem que o principal artrópode do milho, na Europa, na atualidade, é a pirale do milho, *Ostrinia nubilalis*, a qual, nas áreas infestadas, ocorre numa larga proporção dos campos e cujas perdas de produção variam entre 5 a 30%, em campos sem medidas de proteção. A broca do milho, *S. nonagrioides*, é igualmente considerada uma importante praga, causadora de elevados prejuízos. Brookes (2009) estima que entre 2 a 4 milhões de hectares de milho, na Europa, sofram prejuízos relevantes devido a estas duas pragas.

No Quadro 4 estão referidos os principais artrópodes considerados como pragas importantes da cultura do milho. Pereira (1994) e Meissle *et al.* (2010) descrevem mais pormenorizadamente outros inimigos da cultura do milho e alguns dos seus métodos de proteção.

Quadro 4 - Artrópodes considerados como pragas importantes da cultura do milho (adaptado de Barros e Calado, 2014; Eizaguirre, 2012; Meissle *et al.*, 2010).

| Órgão atacado | Ordem | Família | Espécie | Observações |
|------------------------|-------------|------------|---|--|
| Raízes e base do colmo | Coleoptera | Elateridae | <i>Agriotes</i> sp. | Alfinetes. Importantes nos primeiros estados fenológicos. Podem obrigar a ressementeira. |
| | Lepidoptera | Noctuidae | <i>Agrotis</i> spp. (<i>Agrotis ipsilon</i> e <i>Agrotis segetum</i>) | Designadas de roscas. Alimentam-se do colo da planta causando a sua morte. Prejudiciais nos primeiros estados de desenvolvimento, até às 6-7 folhas. |
| Folhas | Hemiptera | Aphididae | <i>Methopopium dirhodum</i> <i>Ropalosiphum padi</i> <i>Sitobion avenae</i> | Mantêm-se habitualmente em populações pouco densas; o seu maior risco está associado à proliferação de vírus. |

| | | | | |
|-------------------------|----------------|---------------|---|---|
| | | Cicadellidae | <i>Zyginidia scutellaris</i> | |
| | Lepidoptera | Noctuidae | <i>Mythimna unipuncta</i> <i>Spodoptera exigua</i> | <i>M. unipuncta</i> , ainda que ocasional é importante pois alimenta-se de forma voraz. <i>S. exigua</i> é pouco frequente. |
| | Trombidiformes | Tetranychidae | <i>Tetranychus</i> spp. | Ácaros que proliferam a temperaturas elevadas e baixa humidade relativa. Leva à dessecação prematura das folhas. |
| Maçaroca | Lepidoptera | Noctuidae | <i>Helicoverpa armigera</i> | Muito polífaga, causando estragos significativos em várias culturas. |
| Colmo e maçaroca | Lepidoptera | Noctuidae | <i>Sesamia nonagrioides</i> | São as pragas mais importantes, habitualmente denominadas de brocas do milho; alimentam-se dentro do colmo e maçaroca, desenvolvendo-se dentro da planta. |
| | | Pyralidae | <i>Ostrinia nubilalis</i> | |

Segundo Meissle *et al.* (2010), as brocas do milho, *S. nonagrioides* e *O. nubilalis*, são classificadas como as principais pragas do milho na Europa, sendo que ocasionalmente *Agrotis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) também podem ter elevados impactos nesta cultura, em Espanha. Verificou-se ainda um crescente número de ataques significativos de *Helicoverpa armigera* (Hbn.) (Lepidoptera: Noctuidae).

Alerta-se, ainda, para o risco de *Diabrotica virgifera* ssp. *virgifera* (LeConte) (Figura 2), um coleóptero da família Chrysomelidae, proveniente da América do Norte, já presente na Europa (Figura 3), mas ainda ausente na



Figura 2 - Adultos de *Diabrotica virgifera* ssp. *virgifera*, macho, à esquerda, e fêmea, à direita (Manteigas, 2014).

Península Ibérica. É uma praga de quarentena, sendo efetuada vigilância através de armadilhas transparentes com a feromona específica PAL - Csalomon (Manteigas, 2014). Os estragos, causados pela alimentação das larvas que roem as raízes e escavam galerias, consistem no tombamento das plantas por falta de suporte radicular, sendo que as plantas que recuperam adquirem a forma característica de “pescoço de cisne” (EPPO, 2012; Manteigas, 2014).

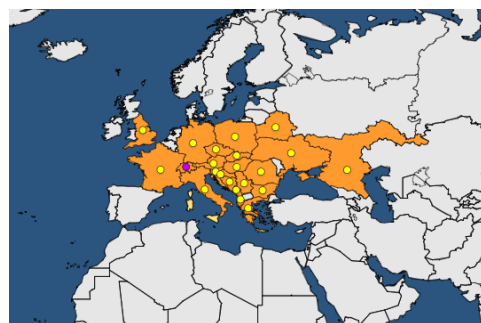


Figura 3 - Distribuição de *Diabrotica virgifera* ssp. *virgifera* na União Europeia (EPPO, 2012).

ii. Principais doenças

Meissle *et al.* (2010) descrevem a situação das principais doenças na Europa (Quadro 5). Algumas *Fusarium* spp. foram classificadas como as doenças economicamente mais importantes, pois além de causarem a podridão das plantas levam à produção de micotoxinas. A maior parte destes agentes fitopatogénicos mantêm-se quase sempre a níveis de infeção muito baixos e a sua proteção é satisfatória apenas com o uso de cultivares resistentes e técnicas culturais adequadas (Pereira, 1994).

Quadro 5 - Principais espécies de fungos que atacam o milho na Europa (adaptado de Barros e Calado, 2014; Meissle *et al.*, 2010).

| Espécie | Observações |
|---|--|
| <i>Bipolaris maydis</i> , <i>Exserohilum turcicum</i> , <i>Helminthosporium turcicum</i> | Folhas ficam completamente secas podendo cair se o ataque for forte. |
| <i>Cercospora zea-maydis</i> | Pode ocorrer necrose de todo o tecido da folha. |
| <i>Colletotrichum graminicola</i> | Colmos partem-se com facilidade na zona atacada. |
| <i>Fusarium</i> spp. | Inviabiliza as maçarocas comercialmente. |
| <i>Puccinia sorghi</i> | Em ataques mais severos, provoca o dessecamento das folhas. |
| <i>Pythium</i> spp. | |

iii. Principais infestantes

As infestantes são um problema fitossanitário relevante nesta cultura, cuja difícil proteção leva a que seja por muitos considerada como o principal inimigo. A intervenção é indispensável de forma a evitar prejuízos consideráveis. Dezenas de infestantes são referidas como relevantes na cultura do milho na Europa (Quadro 6).

Quadro 6 - Principais infestantes da cultura do milho (Amaro, 1981,1982; Meissle *et al.*, 2010).

| | Espécie |
|-------------------------|---|
| Dicotiledóneas | <i>Abutilon theophrasti</i> ; <i>Amaranthus</i> spp.; <i>Chenopodium album</i> ; <i>Convolvulus arvensis</i> ; <i>Datura</i> spp.; <i>Solanum nigrum</i> ; |
| Monocotiledóneas | <i>Cynodon dactylon</i> ; <i>Digitaria sanguinalis</i> ; <i>Echinochloa crus-galli</i> ; <i>Setaria viridis</i> ; <i>Sorghum halepense</i> ; |

1.2. *Sesamia nonagrioides*

1.2.1. Morfologia

O adulto de *S. nonagrioides* (Figura 4) tem um tamanho médio de 20 mm de comprimento e 30-40 mm de envergadura. O seu corpo tem uma cor creme, estando coberto de pelos, mais compridos na região torácica (Oliveira e Tavares, 1982; Pereira, 1994). As asas anteriores, de forma triangular, são cremes, com uma orla castanha ao longo da margem apical onde se notam cinco a seis pontos escuros, e terminam numa franja de cor acinzentada (Barreto, 1996; Oliveira e Tavares, 1982; Pereira, 1994); na zona média das asas, existe uma mancha castanho-escura, mais evidente na fêmea (Figueiredo, 1993). As asas posteriores, mais curtas, mas de forma semelhante às anteriores, são esbranquiçadas com as nervuras e franja de cor creme (Barreto, 1996). Os machos de *S. nonagrioides* são maus voadores (Cordero *et al.*, 1998).



Figura 4 - Adultos de *Sesamia nonagrioides* (Lef.) (El-Sayed, 2018); à direita, exemplar de uma fêmea adulta de *Sesamia nonagrioides* (Mothiron, 2010).

O abdómen tem forma cilíndrica, mais comprida e estreita nos machos, que apresentam dez segmentos enquanto as fêmeas têm apenas nove. Nos últimos dois segmentos encontra-se a genitália externa. De um modo geral, as fêmeas são mais corpulentas que os machos (Pereira, 1994).

Uma das formas mais fáceis para identificar o género no adulto deste lepidóptero é através das suas antenas (Figura 5): nos machos são bipectinadas, em toda a sua extensão, sendo as ramificações maiores na zona média; nas fêmeas, as antenas, habitualmente de maior dimensão que as dos machos, são filiformes (Oliveira e Tavares, 1982; Pereira, 1994). Outro método de

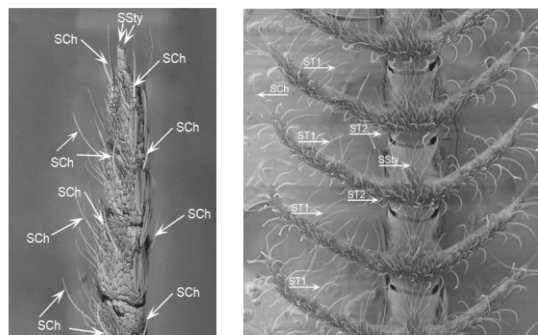


Figura 5 - Antena filiforme de *Sesamia nonagrioides* fêmea, à esquerda; antena bipectinada de *Sesamia nonagrioides* macho, à direita. Ambas as imagens se encontram à escala de 50 μ m (Cruz e Eizaguirre, 2016).

distinção é pela face ventral do abdómen, em que as fêmeas têm forma ovalada e os machos possuem dois tufos pilosos, nos últimos anéis abdominais, que não existem nas fêmeas (Oliveira e Tavares, 1982).

O ovo (Figura 6) apresenta um diâmetro máximo médio de 0,76 mm e uma altura média de 0,43 mm, tendo uma cor branca-leitosa e uma superfície externa com estrias longitudinais; o seu formato é sub-esférico, sendo achatado nos pólos; no pólo anterior está localizado o micrópilo, com forma de rosácea (Oliveira e Tavares, 1982). Antes da eclosão, os ovos apresentam manchas escuras consequentes da pigmentação escura que as larvas apresentam na cápsula cefálica, e nas placas protorácica e supra-anal (Figueiredo, 1993; Pereira, 1994).

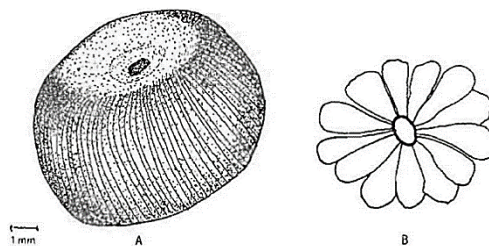


Figura 6 - Representação de um ovo de *Sesamia nonagrioides* (A); Pormenor do micrópilo em rosácea (X 500) (Oliveira e Tavares, 1982).

As larvas (Figura 7 e 8) apresentam um comprimento médio de 35 mm, podendo atingir em alguns casos 40 mm, passando, segundo a maioria dos autores, por seis instares larvares; em todos os instares larvares o corpo é praticamente desprovido de pelos (Pereira, 1994).



Figura 7 - Larva de *Sesamia nonagrioides* (Pyrgus, 2013).

Têm uma armadura bucal trituradora, possuem cinco pares de falsas patas abdominais, e apresentam um corpo alongado cilíndrico, de cor amarela-rosada com a faixa dorsal média mais escura e a região ventral esbranquiçada, tendo estigmas negros e de grandes dimensões (Oliveira e Tavares, 1982). A cápsula cefálica é castanho-escura e brilhante e a placa protorácica é amarela-acastanhada (Figura 8) (Pereira, 1994).



Figura 8 - Pormenor de *Sesamia nonagrioides*, onde é possível observar a distinção de cores entre a cápsula cefálica e a placa protorácica (Pyrgus, 2013).

No último instar larvar dá-se um acentuado incremento no seu crescimento (Oliveira e Tavares, 1982); no final deste último instar há uma fase de transição, designada de pré-pupa, na qual ocorrem alterações anatómicas e fisiológicas nas larvas, dando-se a imobilização e contração do corpo que, conseqüentemente, diminui de comprimento e aumenta de diâmetro (Figueiredo, 1993; Pereira, 1994).

Após o desenvolvimento larvar, o inseto esvazia o seu conteúdo intestinal e o corpo transforma-se em pupa (Figura 9); esta é do tipo obteta, sendo inicialmente de cor esbranquiçada, mas vai escurecendo, acabando por se tornar quase preta algumas horas antes da emergência do adulto. O seu tamanho é variável podendo, por vezes, atingir cerca de 24 mm (Oliveira e Tavares, 1982).



Figura 9 - Pupa de macho de *Sesamia nonagrioides* (Pyrgus, 2013).

1.2.2. Biologia

i. Ciclo biológico

Sesamia nonagrioides, de hábito noturno, apresenta um ciclo biológico dependente das variações climáticas, estando relacionado com a latitude: em França existem duas gerações, em Espanha três gerações, enquanto no Irão existem quatro gerações durante a estação ativa com uma quinta geração parcial em segundas plantações (Eizaguirre e Fantinou, 2012). Em Portugal continental, *S. nonagrioides* completa duas gerações por ano e uma terceira parcial, dependendo das condições, das regiões e do ano em questão (Eizaguirre e Fantinou, 2012; Pereira, 1994). Nos Açores, Cordero *et al.* (1998) referem que esta espécie é univoltina.

No inverno, com o intuito de melhorarem a sua resistência às baixas temperaturas, as larvas deslocam-se para o colo da planta ou para níveis inferiores do solo onde se mantêm, no estado de oligopausa, isto é, continuam o seu desenvolvimento, mas sem passar para o estado seguinte (ver 1.2.2 ii Diapausa), até à primavera (finais de março até maio), altura em que pupam e eclodem os primeiros adultos do ano (adultos da geração de inverno) (Eizaguirre *et al.*, 2004; Pereira, 1994).

As fêmeas iniciam a produção de feromona 20-24 horas após a emergência e a postura dá-se na noite seguinte à cópula, 3 a 4 horas após o crepúsculo; os ovos (em grupos de 20) são depositados em filas no interior das bainhas das folhas, em contacto com o caule, a uma altura

variável, habitualmente no primeiro nó, consoante o grau de desenvolvimento da planta (Grifo, 2013).

Cordero *et al.* (1998) referem que uma única fêmea de *S. nonagrioides* pode chegar a produzir entre 400 a 800 ovos, concluindo que não são necessários muitos adultos para colonizar um campo de milho em poucos dias.

Sesamia nonagrioides apresenta um comportamento gregário nos primeiros instares larvares, o que provavelmente favorece a penetração das larvas no interior do colmo; quando já se encontram no interior da planta, as larvas iniciam a construção de galerias, uma actividade que presumivelmente também é beneficiada por este estado gregário. A partir do terceiro instar larvar a competição por alimento aumenta, o que leva a que as larvas dispersem, procurando outras plantas de milho (Eizaguirre *et al.*, 2004; EPPO, 1999).

As larvas neonatas alimentam-se dos tecidos superficiais da bainha e do caule durante um período de tempo variável, perfurando e penetrando depois no colmo da planta (Figura 10), onde se mantêm até à saída dos adultos.

Os adultos de primeira geração, originários dos ovos postos pelos adultos da geração de inverno, irão fazer as posturas ao nível do terceiro nó; após a eclosão, também as larvas da segunda geração penetram na planta através de orifícios que fazem no colmo ou na espiga, onde no interior escavam galerias.



Figura 10 - Perfuração efetuada por *Sesamia nonagrioides* (Pyrgus, 2013).

O número de larvas de segunda geração, consideravelmente superior às da primeira, terminam o seu desenvolvimento e passam a pupa e a adulto (terceiro voo do ano correspondente aos adultos de segunda geração) (Pereira, 1994; Velasco *et al.*, 2007), originando uma terceira geração; na presença de condições adversas, as larvas induzem oligopausa, refugiando-se na base da raiz ou no solo para passar o inverno, só completando o ciclo na primavera seguinte.

A sobrevivência da geração diapausante, que originará os adultos da primeira geração, é bastante reduzida. Para isso contribuem, não só os fatores de mortalidade naturais (bióticos e abióticos), mas também os que resultam da própria atividade agrícola (colheita mecânica, queimadas e mobilização do solo) (Figueiredo e Araujo, 1998). A sobrevivência da primeira geração é relativamente alta, devido às condições climáticas particularmente favoráveis e à

natureza e qualidade nutritiva da planta-hospedeira (milho); adicionalmente, o parasitismo natural e a ação de agentes entomopatogénicos é baixa (Figueiredo e Araujo, 1998). A sobrevivência da segunda geração, comparativamente com a primeira, é ligeiramente inferior, isto deve-se quase exclusivamente ao aumento da mortalidade larvar do terceiro instar, conseqüente da ação conjunta do parasitoide larvar, *Lydella thompsoni* (Diptera: Tachinidae), e dos agentes entomopatogénicos, principalmente bactérias e vírus (Figueiredo e Araujo, 1998). A terceira geração é bastante mais afetada pelos fatores de mortalidade, tendo uma sobrevivência bastante reduzida (Figueiredo e Araujo, 1998).

➤ Curvas de voo

As curvas de voo de *Sesamia nonagrioides*, representando o voo de adultos de cada uma das gerações, irão sempre depender do local e do ano em questão, como se mencionou atrás; no entanto, é possível criar um modelo base.

Cordero *et al.* (1998) e Velasco *et al.* (2007) indicam para a zona noroeste de Espanha que o pico de voo da primeira geração ocorre entre meados e finais de maio; o pico de voo da segunda geração dá-se em agosto e início de setembro; o pico de voo da terceira geração, caso exista, dá-se em outubro (Figura 11).

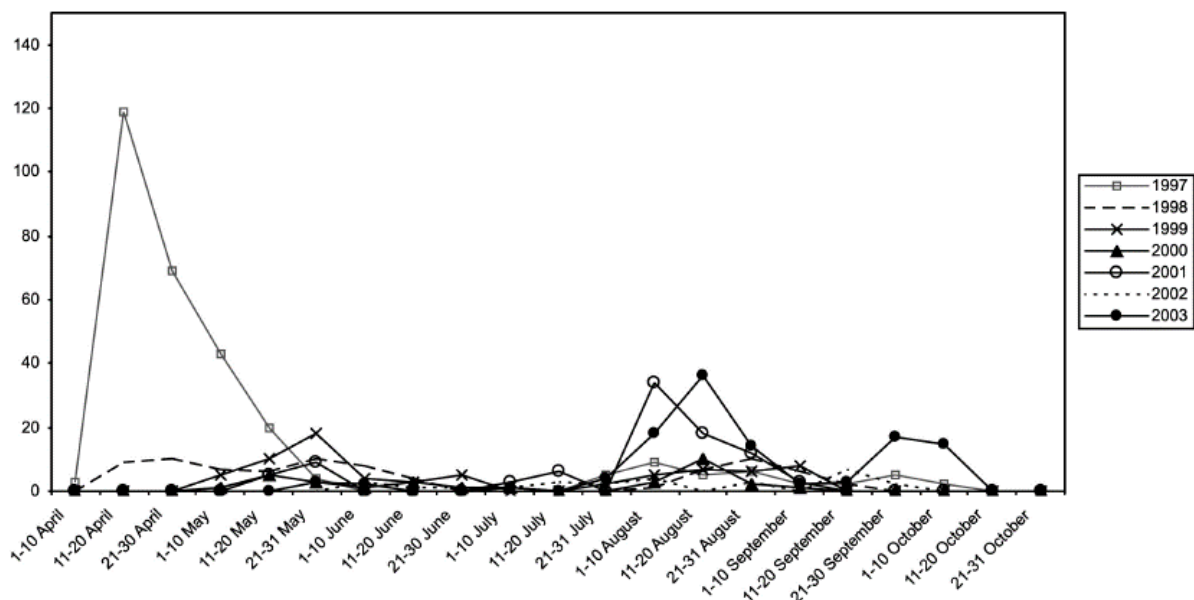


Figura 11 - Curvas de voo de adultos de *Sesamia nonagrioides* capturados, de dez em dez dias, em armadilhas de feromona em duas localidades (Pontevedra e Barrantes) do noroeste de Espanha, durante sete anos (Velasco *et al.*, 2007).

ii. Diapausa

Este lepidóptero induz um estado de diapausa, classificado como oligopausa, no qual as larvas continuam a alimentar-se e a passar por numerosos instares, mas sem conseguirem pupar (Eizaguirre *et al.*, 1994; Pereira, 1994). A oligopausa ocorre habitualmente no final do outono (EPPO, 1999), na presença de condições ambientais desfavoráveis, relacionadas principalmente com o fotoperíodo, mas também com a temperatura, que alteram a curva de resposta da diapausa de tipo III (a 25°C) para tipo I (a 18°C) (Eizaguirre e Fantinou, 2012).

Esta espécie é muito sensível ao frio, não resistindo a temperaturas baixas (inferiores a -6°C) (Cordero *et al.*, 1998; EPPO, 1999); a mortalidade das larvas durante o inverno vai depender do número de dias frios, mas está também associada com a percentagem de população larvar que escapa ao fotoperíodo crítico do outono: se o tempo estiver quente, é provável que as larvas não entrem em diapausa devido às temperaturas elevadas e, assim, uma outra geração de adultos irá efetuar postura, sendo que estas larvas neonatas acabarão por sucumbir devido à exposição às temperaturas de inverno. Logo, quanto maior a percentagem de larvas que escapa à diapausa, maior a mortalidade da seguinte geração de larvas (Eizaguirre e Fantinou, 2012).

Está disponível uma extensa bibliografia (Eizaguirre *et al.*, 1994, 1998, 2005, 2008; López *et al.*, 1995) relativa ao processo de diapausa de *S. nonagrioides*, pelo que, de seguida, se apresentam os aspetos considerados mais relevantes.

Eizaguirre *et al.* (1994) mostraram que os primeiros instares larvares (primeiro e segundo instar) são os mais sensíveis à indução de diapausa pelo fotoperíodo. Aumentar e diminuir gradualmente a duração do período diurno não modifica a resposta de diapausa, mas uma diminuição gradual da duração diária diminui o tempo de desenvolvimento larvar. O efeito de indução de diapausa devido a dias curtos nas larvas jovens pode ser revertido através da exposição a dias de duração longa, nos últimos instares (López *et al.*, 1995).

A diapausa está associada a um aumento da hormona juvenil em *S. nonagrioides*, que mantém valores de molaridade de 20 nM durante a diapausa; Eizaguirre *et al.* (2005) referem que a hormona juvenil está, portanto, envolvida na programação e manifestação da diapausa. Eizaguirre *et al.* (2005) referem a presença da hormona juvenil tipo I, II e III, num rácio de 1-2:10:1.

A duração do dia é o fator mais importante para a indução de diapausa nos últimos instares larvares, sendo que a temperatura consegue modificar o fotoperíodo crítico para esta indução (Eizaguirre *et al.*, 1994). No campo, a diapausa termina naturalmente em aproximadamente 4 meses, no início de fevereiro, logo que as temperaturas sobem. No desenvolvimento pós-diapausa, a acumulação de calor é mais relevante do que se as temperaturas estão constantes ou não (Eizaguirre *et al.*, 1994, 2008).

A temperatura toma um duplo papel na ocorrência de uma geração suplementar, aumentando a taxa de desenvolvimento e atrasando a diapausa (Eizaguirre *et al.*, 1994). O fotoperiodismo crítico que induz a oligopausa, em 50% das larvas estudadas, foi de 14h 22m, 13h 55m e 13h 45m, a 18°C, 21,5°C e 25°C, respetivamente, ou seja, para valores de temperatura mais elevados é necessário ocorrerem dias mais curtos para que igual percentagem de larvas entre em diapausa. Para a duração do dia de 14h, a percentagem de larvas em oligopausa foi de 1,83% a 25°C, e de 97,7% a 18°C (Pereira, 1994).

iii. Modelos fenológicos

Os modelos fenológicos tentam explicar a duração do desenvolvimento do inseto e do seu ciclo biológico a partir de, especialmente, variáveis abióticas, como a temperatura.

Fantinou *et al.* (2003) relacionaram o desenvolvimento de estados imaturos de *S. nonagrioides* com diferentes temperaturas (alternantes e constantes), concluindo que um modelo preditivo do desenvolvimento fenológico da espécie deve ser baseado em temperaturas alternantes (Quadro 7).

Fantinou *et al.* (2003) reportaram que esta espécie completa o seu desenvolvimento (de ovo a adulto) em 82,3 dias a 20°C, em 61,7 dias a 22,5°C, em 53,7 dias a 25°C, em 48 dias a 27,5°C e em 43,5 dias a 30°C.

O tempo de desenvolvimento médio de cada estado diminui significativamente à medida que a temperatura sobe (Andreadis *et al.*, 2013; Fantinou *et al.*, 2003; Sedighi *et al.*, 2017) (Quadro 7), como sucede com organismos poiquilotérmicos, sendo que a partir dos 30°C a taxa de desenvolvimento decresce, e aos 35°C é interrompida.

No Quadro 8 descrevem-se os limiares de temperatura e respetivo intervalo ótimo para cada estado de desenvolvimento de *S. nonagrioides*.

Atualmente o tipo de modelo que mais reflete, de forma razoável, a realidade observada no campo, é o modelo com base em somatórios de temperaturas efetivas (isto é, na acumulação de graus-dia) necessárias para o desenvolvimento de cada estado do ciclo de desenvolvimento de *S. nonagrioides*. São vários os autores a proporem estes modelos, sendo descritos no Quadro 9 os considerados mais relevantes.

Quadro 7 - Tempo de desenvolvimento médio (em dias, d) ± desvio padrão do estado de ovo, larva e pupa de *Sesamia nonagrioides*, quando exposta a diferentes temperaturas constantes ou temperaturas alternadas (Fantinou *et al.*, 2003).

| Temperatura (°C) D:N ⁽¹⁾ | Ovo | | Larva | | Pupa | | Período estimado total (d) |
|--|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|----------------------------|
| | Média (d) | Desvio padrão | Média (d) | Desvio padrão | Média (d) | Desvio padrão | |
| 20,0 : 20,0 | 11,92 | 0,08 | 51,38 | 2,66 | 18,98 | 0,12 | 82,28 |
| 22,5 : 22,5 | 9,78 | 0,08 | 37,81 | 0,78 | 14,06 | 0,12 | 61,65 |
| 25,0 : 25,0 | 8,28 | 0,08 | 33,98 | 1,53 | 11,42 | 0,14 | 53,66 |
| 27,5 : 27,5 | 6,63 | 0,10 | 30,97 | 0,81 | 10,38 | 0,12 | 47,98 |
| 30,0 : 30,0 | 7,70 | 0,10 | 25,56 | 0,36 | 10,27 | 0,14 | 43,53 |
| 25,0 : 10,0 | 10,67 | 0,08 | 48,69 | 0,40 | 18,17 | 0,13 | 77,53 |
| 27,5 : 12,5 | 9,45 | 0,08 | 40,58 | 0,58 | 13,40 | 0,13 | 63,43 |
| 30,0 : 15,0 | 8,45 | 0,13 | 35,87 | 1,05 | 12,88 | 0,13 | 57,20 |
| 32,5 : 17,5 | 6,58 | 0,19 | 34,75 | 0,14 | 11,12 | 0,13 | 52,45 |
| 35,0 : 20,0 | | | 27,08 | 0,14 | 12,17 | 0,14 | |

⁽¹⁾ D:N = Dia/Noite.

Quadro 8 - Limiares térmicos de desenvolvimento e intervalo ótimo de temperatura para *Sesamia nonagrioides*.

| | Limiar min. (°C) | Intervalo ótimo (°C) | Limiar max. (°C) | Observações |
|---|------------------|----------------------|------------------|---|
| López <i>et al.</i> (2001) | | | | |
| Ovo | 9,9 | 12-30 | 30 | 10°C, mortalidade = 100% |
| Larva | 12 | 15-27,5 | 35 | 30-35°C, desenvolvimento muito longo |
| Pupa | 9,9 | 10-27,5 | 35 | 36°C, mortalidade = 100% |
| Total | 10,9 | 15-27,5 | 30 | 10°C, não se realiza cópula |
| Fantinou <i>et al.</i> (2003) Andreadis <i>et al.</i> (2013) | | | | |
| Ovo | 9,4 | 20-27,5 | 35 | taxa de eclosão ótima ocorre com temperaturas alternadas (D:N ⁽¹⁾) de 25,0 : 10°C e 27,5 : 12,5°C |
| Larva | 10,3 | 20-30 | | |
| Pupa | 9,5 | 20-27,5 | | |
| Total | 10,3 | 20-27,5 | 30 | 30°C, pupas e emergência de adultos é significativamente reduzida |

⁽¹⁾ D:N = Dia/Noite.

Os modelos com base em temperaturas efetivas são modelos precisos, mas incompletos, no qual o desenvolvimento fenológico e os picos de voo dos adultos estão, não só, relacionados com a temperatura, mas também, com a luz solar, precipitação, ou outros parâmetros climáticos (Cordero *et al.*, 1998; Fantinou *et al.*, 2003; López *et al.*, 2001).

É importante relevar que *S. nonagrioides* aparenta ser, até certo nível, suscetível às elevadas temperaturas do verão, em que o comportamento larvar endófito serve como método de proteção às mesmas (Eizaguirre e Fantinou, 2012).

Quadro 9 - Modelo de previsão do desenvolvimento fenológico de *Sesamia nonagrioides* baseado no somatório de temperaturas efetivas (graus-dia acumulados), a partir de 1 de janeiro.

| Estado de Desenvolvimento | Temperaturas efetivas (°C dia) | Mês previsto | Observações |
|--|---|------------------------------------|--------------------------------|
| López et al. (2001) | | | Zero de desenvolvimento = 12°C |
| 1º voo adultos | 247 ⁽¹⁾ ; 119 ⁽²⁾ | final de abril a junho | |
| 2º voo adultos | 730 ⁽³⁾ | meio de julho a final de agosto | |
| 3º voo adultos | 491 ⁽⁴⁾ | meio de setembro a meio de outubro | |
| <small>⁽¹⁾ a partir de 1 de janeiro; ⁽²⁾ 1 de fevereiro a 15 de abril - López et al. (2001) apresentam um modelo de elevada precisão baseado nestes intervalos do ano; ⁽³⁾ do 1º voo ao 2º voo; ⁽⁴⁾ do 2º voo ao 3º voo.</small> | | | |
| Cordero et al. (1998) | | | Zero de desenvolvimento = 10°C |
| 1º voo adultos | 199-395 | maio | |
| 2º voo adultos | 1023-1220 | final de julho a agosto | |
| Pereira (1994) | | | Zero de desenvolvimento = 10°C |
| 1º voo adultos | 312 | final de abril a junho | |
| L5, 25% da população | 392 | | |
| L5, 75% da população | 484 | | |
| 2º voo adultos | 1062 | meio de julho a final de agosto | |
| L5, 25% da população (2º geração) | 1454 | | |
| L5, 75% da população (2º geração) | 1546 | | |
| 3º voo adultos | 1812 | meio de setembro a meio de outubro | |

iv. Feromona sexual

Nas produções agrícolas, as feromonas sexuais produzidas pelas fêmeas são o estímulo químico mais usado mundialmente para a proteção integrada de espécies de lepidópteros, através da perturbação do acasalamento, e para a monitorização de populações de adultos (Ameline e Frérot, 2001).

Os dois principais componentes da feromona sexual de *S. nonagrioides* são Z-11-hexadecenil acetato (Z11-16:Ac) e Z-11-hexadecenol (Z11-16:OH), sendo essenciais para a atração dos machos; adicionalmente, é comum esta mistura estar também associada com os compostos Z-11-hexadecenal (Z11-16:Ald) e/ou dodecil acetato (12:Ac) (El-Sayed, 2018).

Os componentes Z11-16:Ac, Z11-16:OH e Z11-16:Ald são muito comuns nas feromonas sexuais de traças noctúideas logo, a especificidade da comunicação da feromona depende do rácio relativo destes componentes (Quero et al., 2004).

A mistura de Z11-16:Ac + Z11-16:OH + Z11-16:Ald + 12:Ac, no rácio 77:8:10:5, é considerada, por muitos autores, como a mistura com melhor resposta dos machos de *S. nonagrioides*; no entanto, esta mistura não é seletiva para *Mythimna unipuncta*, cuja composição de feromona sexual é praticamente idêntica (Sans *et al.*, 1997).

Krokos *et al.* (2002) e Quero *et al.* (2004) concordam que, enquanto Z11-16:Ald é essencial para a atração dos machos, 12:Ac não aumenta a atração dos mesmos. A mistura dos três componentes (Z11-16:Ac + Z11-16:OH + Z11-16:Ald), no rácio 90:10:5, obteve uma ótima resposta por parte dos machos, inclusive superior à mistura com os quatro componentes descrita anteriormente (Krokos *et al.*, 2002).

São vários os estudos que alertam para o facto que para uma fiável monitorização da população de *S. nonagrioides*, as feromonas sintéticas ainda necessitam de ser melhoradas, de forma a obter-se uma mistura que seja tanto ou mais atrativa que a mistura natural libertada pelas fêmeas virgens (Ameline e Frérot, 2001).

Releva-se que, apesar de *S. nonagrioides* e *O. nubilalis* terem feromonas sexuais com misturas de compostos muito diferentes, as feromonas de *O. nubilalis* aparentam atuar como inibidores da resposta da feromona de *S. nonagrioides*: num teste de campo, a adição de apenas 1% da feromona de *O. nubilalis* reduziu as capturas de *S. nonagrioides* em cerca de 55%, e quando foi adicionada 100%, a redução foi praticamente total (>99%) (Eizaguirre *et al.*, 2007); assim, considera-se que a colocação simultânea de armadilhas para estas duas espécies no campo deve ser evitada.

1.2.3. Estragos

Numa fase inicial do desenvolvimento da cultura, que coincide com a primeira geração de *S. nonagrioides*, as larvas alimentam-se do pólo vegetativo, ocasionando a murchidão e consequente morte das jovens plantas afetadas (Grifo, 2013; Pereira, 1994). Este estrago é muito importante pois afeta diretamente a produção final.

Nas gerações seguintes, a planta encontra-se fenologicamente mais avançada, os estragos diretos traduzem-se em galerias escavadas pelas larvas e/ou nos estragos provocados abaixo da inserção da espiga, e nas próprias espigas (Figura 12) (Grifo, 2013; Pereira, 1994).

Como consequência direta dos estragos anteriormente enumerados, tem-se uma diminuição da produção de grão e do peso e distribuição do mesmo (Pereira, 1994). De uma forma indireta, a facilidade de aparecimento de fungos nas zonas afetadas, e a consequente produção de micotoxinas, são um importante fator de depreciação da silagem e/ou do grão para a indústria alimentar, consoante o objetivo da produção (Grifo, 2013); outro estrago indireto passa pela quebra das plantas devido às galerias escavadas pelas larvas no interior do colmo.



Figura 12 - Estragos provocados por *Sesamia nonagrioides* nas espigas do milho (Barros e Calado, 2014).

Cordero *et al.* (1998) afirmam que os estragos são superiores nas zonas costeiras e em terrenos agrícolas próximos de massas de água, onde a humidade é mais elevada e as temperaturas inverniais amenas.

Figueiredo (1993) refere para Portugal um prejuízo final, devido a *S. nonagrioides*, da ordem de 15% a 20% da colheita.

1.2.4. Estimativa de risco e nível económico de ataque

O método a usar na estimativa do risco e os níveis económicos de ataque estão descritos pela Direção Geral de Alimentação e Veterinária, nas normas PRODI, normas de produção integrada, para a cultura do milho (Quadro 10), onde se indicam, também, os meios de proteção a adotar (Quadro 11).

1.2.5. Meios de proteção

A Direção Geral de Alimentação e Veterinária aconselha que os meios de proteção contra os inimigos da cultura sejam iniciados ainda antes da instalação da mesma, considerando, particularmente, o tipo de solo, as condições meteorológicas e a época mais aconselhável de sementeira (DGADR, 2010). Assim, deve-se privilegiar as medidas indiretas de carácter preventivo, nomeadamente o enterramento do restolho, favorecendo a proteção biológica através da limitação natural, fomentada por medidas culturais adequadas e através da seleção dos produtos fitofarmacêuticos utilizados de modo a reduzir o impacto sobre auxiliares.

Quando as medidas indiretas não são suficientes na proteção do inimigo da cultura, dá-se a necessidade de tratar, dando prioridade aos meios de proteção diretos com o mínimo de impacto na saúde humana, nos organismos não visados e no ambiente, utilizando-os de forma isolada ou complementar (Quadro 11) (DGADR, 2010).

Quadro 10 - Método de estimativa do risco e níveis económicos de ataque a adotar na cultura de milho para *Sesamia nonagrioides* (DGADR, 2010).

| Inimigo | Estimativa do Risco | | | NEA |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| | Época de observação | Método de amostragem | Órgãos a observar | |
| Broca do milho (<i>Sesamia nonagrioides</i>) | 1ª geração Início de maio | Observação visual ⁽¹⁾ | Ao pico de voo: observar 10 plantas contíguas em 10 pontos diferentes e ao acaso | >3% de caules infestados com a praga, no início dos estados móveis |
| | 2ª geração Início de julho | Observação visual ⁽¹⁾⁽²⁾ | | |

(1) Instalação de armadilhas sexuais para captura de adultos e definição dos voos.
(2) Realização dos tratamentos ao pico máximo das capturas em armadilha sexual.

Quadro 11 - Proteção integrada contra *Sesamia nonagrioides* na cultura do milho (DGADR, 2010; DGAV, 2018).

| Pós-sementeira | Estado fenológico | | | | | Proteção cultural Proteção biológica | Proteção química (s.a.) |
|------------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|-------|---|---|
| | 1 folha | 2 folhas | 6 folhas | 8 folhas | 4º nó | | |
| Colocação da armadilha | Tratar quando se atinja o NEA | | | | | <p>Proteção cultural: Utilização de variedades resistentes; em casos de ataques severos cortar e enterrar resíduos da colheita (socas) para destruição das larvas hibernantes; rotações culturais; adubações equilibradas.</p> <p>Proteção biológica: Largada de tricogramas às primeiras posturas de cada geração. Os taquinídeos (<i>Lydella thompsoni</i>) têm uma boa eficácia.</p> | <p>clorantraniliprol + lambda-cialotrina</p> <p>deltametrina</p> <p>cipermetrina (milho para grão e forrageiro)</p> |

A proteção química não é muito eficaz devido ao comportamento endófito das larvas de *S. nonagrioides*, devendo, por isso, aplicar-se inseticidas na primeira geração de larvas, antes destas se ocultarem nas galerias. Além da sua reduzida eficácia, os inseticidas podem causar o surto de outras espécies secundárias, como afídeos e ácaros (Grifo, 2013).

Outros métodos alternativos passam pela utilização de plantas resistentes; esta resistência foi baseada na capacidade antibiótica do ácido DIMBOA que aumenta a mortalidade das larvas; mais recentemente, várias cultivares de milho geneticamente modificadas incorporaram a capacidade inseticida de *Bacillus thuringiensis* (Berliner), que tem mostrado bons resultados contra *O. nubilalis* e *S. nonagrioides* (Eizaguirre *et al.*, 2004; Grifo, 2013).

As feromonas sexuais, para além da monitorização das espécies, podem ser utilizadas como meio de proteção, quer através da captura em massa, quer através do método de confusão sexual.

1.3. *Ostrinia nubilalis*

1.3.1. Morfologia

O adulto de *Ostrinia nubilalis* (Figura 13) é o inseto considerado como a principal praga-chave do milho na América do Norte e Europa Central (CABI, 2018; Velasco *et al.*, 2007). As traças têm um tamanho médio de 25 mm de comprimento e 25 mm de envergadura; o seu corpo é castanho-claro, estreito e com antenas cilíndricas (Pereira, 1994). As asas são finas e delgadas com cor variável de amarelo-claro a castanho-escuro, apresentando duas linhas mais escuras em zig-zag e ainda algumas pontuações ao longo da margem externa (Capinera, 2017a; Pereira, 1994). Os adultos de *O. nubilalis* são bons voadores, tendo capacidade para percorrer grandes distâncias (Capinera, 2017a).



Figura 13 - Adultos de *Ostrinia nubilalis*: macho, à esquerda; fêmea, à direita (Capinera, 2017a).

A pirale do milho é uma espécie que apresenta dimorfismo sexual (Figura 13): os machos têm um corpo de menor dimensão, sendo mais estreitos e de formato fusiforme, as asas, com uma envergadura de 20 a 26 mm, são também mais escuras e com um maior contraste das linhas e pontuações; por sua vez, as fêmeas são mais robustas, com uma envergadura das asas entre 25 e 34 mm, de cor amarelo-pálida a castanho-claro (Capinera, 2017a; Pereira, 1994).

Capinera (2017a) refere que o período de postura é de cerca de 14 dias, com uma média de 20 a 50 ovos por dia; uma fêmea deposita 400 a 800 ovos durante a sua vida.

O ovo (Figura 14) apresenta um diâmetro médio de 1 mm, é de cor branca com uma aparência iridescente, liso e tem uma forma oval quase plana. Após a postura, os ovos vão escurecendo progressivamente para uma cor bege-alaranjada, sendo que próximo da maturação completa do embrião é visível a cabeça negra da larva (CABI, 2018; Capinera, 2017a; Pereira, 1994). A postura é realizada em grupos de 15-30 ovos na forma de placa imbricada (Figura 14), designada por ooplaca (Pereira, 1994).



Figura 14 - Ovos, imediatamente após a postura, de *Ostrinia nubilalis* (Capinera, 2017a).

As larvas (Figura 15 e 16) apresentam uma armadura bucal trituradora, tendo um comprimento médio de 18-20 mm, podendo atingir em alguns casos 25 mm, evoluindo ao longo de cinco instares larvares desde a eclosão.



Figura 15 - Larvas de *Ostrinia nubilalis* no primeiro instar (Passel, 2018).

As larvas neonatas (Figura 15), com 2-3 mm de comprimento, apresentam corpo amarelo-pálido e cabeça preto-brilhante; no último instar, a superfície do corpo é branca-acastanhada, castanho-escura ou rosa, e a cabeça e a placa torácica são castanho-escuras.

As larvas apresentam em cada segmento abdominal uma linha de quatro placas pequenas e escuras com sedas e várias linhas estreitas, castanho-escuras ou róseas, longitudinalmente ao corpo. A superfície inferior do corpo é cor de carne e sem marcas. As falsas patas apresentam vários ganchos com disposição irregular (CABI, 2018; Capinera, 2017a; Pereira, 1994).



Figura 16 - Larva de *Ostrinia nubilalis* (Capinera, 2017a).

As pupas (Figura 17), de tipo obtecta, têm cor amarela-acastanhada a castanho-escuro avermelhada. A extremidade do abdómen tem cinco a oito ganchos recurvados que são usados para ancorar a pupa no seu casulo (Capinera, 2017a). As pupas de machos, mais pequenas e finas, medem 13 a 14 mm de comprimento e 2,0 a 2,5 mm de largura, sendo que as pupas de fêmeas são relativamente maiores, medindo 16 a 17 mm de comprimento e 3,5 a 4,0 mm de largura (Capinera, 2017a).



Figura 17 - Pupa de *Ostrinia nubilalis* (Hadi *et al.*, 2018).

1.3.2. Biologia

i. Ciclo biológico

Ostrinia nubilalis, de hábito crepuscular e noturno, tem um ciclo biológico dependente da região, variando entre univoltina a multivoltina com até seis gerações por ano (Velasco *et al.*, 2007). No norte, centro e oeste da Europa predominam as populações univoltinas enquanto no sul da Europa, particularmente na zona mediterrânica, a praga é essencialmente bivoltina (INRA, 2018; Pereira, 1994).

Esta espécie apresenta diapausa facultativa, sendo esta, tal como em *S. nonagrioides*, dependente da temperatura e fotoperíodo, no entanto, também aparenta depender do componente genético (Capinera, 2017a; Krumm *et al.*, 2008; Pereira, 1994). Assim, o número de gerações anuais vai estar também dependente da indução da diapausa ou evolução para pupa, por parte da larva do último instar (Pereira, 1994).

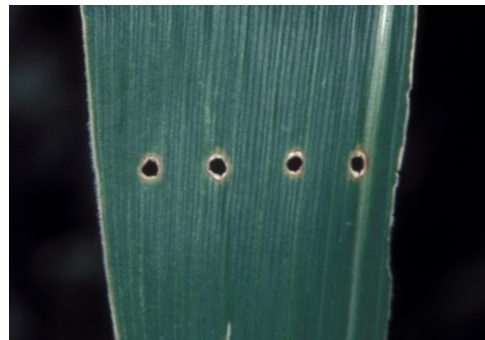
No outono, no fim de setembro, as larvas do último instar sofrem indução de diapausa, sendo que as restantes larvas se mantêm em atividade e acabam por perecer; as larvas diapausantes retomam a sua atividade entre finais de março e início de abril, pupando no local onde passaram o inverno. Após 21 a 26 dias, eclodem os adultos da geração diapausante, responsáveis pelo primeiro voo do ano, que ocorre por volta de junho, nas regiões com 2 gerações/ano.

Esta espécie prefere as poáceas *Bromus* spp., nos meses de maio e junho, e *Setaria* spp., nos meses de julho e agosto, para a realização da cópula, sendo que estas são frequentes

ao longo de sebes, cursos de água e caminhos rurais, dentro e fora dos campos de milho (Passel, 2018).

Ostrinia nubilalis raramente realiza posturas em plantas com estados fenológicos anteriores ao estado de 6-8 folhas visíveis, o que leva a que ocorra numa maior intensidade nos campos semeados mais cedo. Três dias após a cópula, as fêmeas deslocam-se para os campos de milho e fazem as posturas, na página inferior das folhas na forma de ooplacas, escolhendo seletivamente as plantas mais altas, cujo estado fenológico está mais avançado (CABI, 2018; Pereira, 1994).

As larvas neonatas migram à procura de alimento na planta, refugiando-se na zona meristemática e alimentando-se das folhas ainda enroladas (Figura 18). Pouco mais de 50% das larvas mantêm-se na planta em que eclodiram, no entanto, a migração para as plantas vizinhas também ocorre.



Após a emissão da bandeira (inflorescência masculina), as larvas podem migrar para esta, chegando-se a encontrar aí um número elevado de larvas, que abandonam o lugar quando a bandeira seca, dirigindo-se para a axila das folhas, onde perfuram o colmo (Pereira, 1994). No terceiro ou quarto instar, as larvas penetram no interior da planta através de perfurações no colmo e/ou axilas das folhas, onde completam o seu desenvolvimento. A localização das larvas vai depender do estado de desenvolvimento do hospedeiro, verificando-se uma migração interna para as partes da planta mais suculentas (Pereira, 1994).

Figura 18 - Orifícios “bala” nas folhas de milho característicos da alimentação das larvas neonatas (Hadi *et al.*, 2018).

No caso de populações bivoltinas ou multivoltinas, as larvas de primeira geração pupam no interior da sua galeria de alimentação; destas pupas emergem os adultos da primeira geração, responsáveis pelo segundo voo que, no caso das gerações bivoltinas, ocorre no mês de agosto.

A alimentação da segunda geração de larvas tem por base o pólen acumulado nas folhas e sedas da planta; no terceiro e quarto instar, as larvas, tal como na geração anterior, podem penetrar no interior da planta ou, então, atravessar as folhas que revestem a espiga, na qual se instalam para completar o desenvolvimento (Pereira, 1994).

No caso de gerações multivoltinas, o ciclo repete-se novamente, enquanto nas regiões de ciclo bivoltino, a quase totalidade das larvas entra em diapausa.

A taxa de mortalidade dos ovos é elevada, sendo maioritariamente atribuída à secura do ar; por sua vez, a mortalidade das larvas neonatas é também elevada, alcançando facilmente 75% devido a vários fatores físicos e mecânicos, como o vento e as gotas de água (da chuva ou de rega). Outro fator justificativo desta mortalidade elevada relaciona-se com a planta do milho, cujos tecidos apresentam substâncias tóxicas, principalmente o composto 6-metoxi-2-3-benzoxazolinona, que atua como inibidor da alimentação das larvas L₁ e L₂; estes compostos vão diminuindo progressivamente com a idade da planta (Pereira, 1994).

A taxa de sobrevivência das larvas é maior em milho de regadio e aumenta progressivamente desde o estado fenológico de 6-8 folhas visíveis, até atingir um valor máximo, 2 a 3 dias antes da emissão da bandeira (Pereira, 1994).

➤ **Curvas de voo**

As curvas de voos dos adultos de *O. nubilalis* dependem, para além das condições edafoclimáticas, do número de gerações anuais que a espécie apresenta, sendo que quanto maior é o número de gerações, mais cedo o voo se iniciará (Quadro 12).

Quadro 12 - Datas prováveis de ocorrência dos picos de voos, dependendo do número de gerações anuais de *Ostrinia nubilalis* (Pereira, 1994).

| Número de gerações anuais | Mês esperado para o pico de voo dos adultos |
|----------------------------------|---|
| 1 | Pico em julho |
| 2 | Picos em junho e agosto |
| 3 | Picos em maio, julho e agosto/setembro |
| 4 | Picos em abril/maio, junho/julho, agosto e setembro |

Cordero *et al.* (1998) e Velasco *et al.* (2007) verificaram que na zona noroeste de Espanha, *O. nubilalis* apresenta apenas duas gerações anuais. Estes autores obtiveram um pequeno pico de voo em maio e um segundo pico máximo no mês de agosto. Velasco *et al.* (2007) obtiveram resultados idênticos aos de Cordero *et al.* (1998), em que o pico de voo da primeira geração (geração diapausante, proveniente do ano anterior) ocorreu em maio (excetuando o ano de 1999 que se sucedeu em junho) e o pico de voo da segunda geração (primeira geração do ano) deu-se durante o mês de agosto e início de setembro (Figura 19).

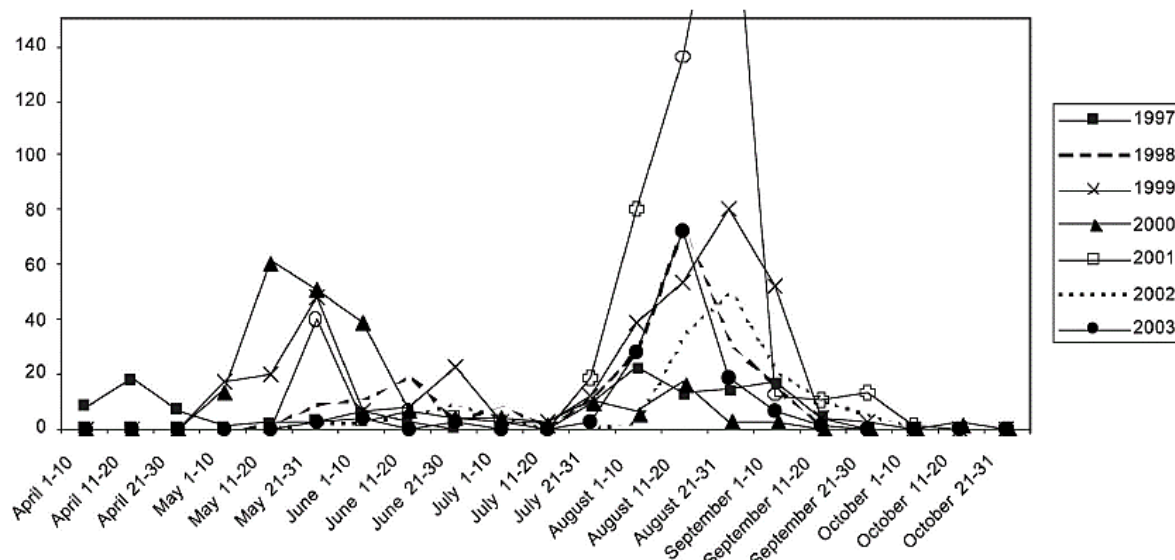


Figura 19 - Curvas de voo de adultos de *Ostrinia nubilalis* capturados, de dez em dez dias, em armadilhas de feromona em duas localidades (Pontevedra e Barrantes) do noroeste de Espanha, durante sete anos (Velasco *et al.*, 2007).

ii. Diapausa

Com dias muito curtos ou muito longos não existe diapausa, enquanto na presença de dias de duração média (10 h 30 m a 13 h 30 m) a indução de diapausa é de quase 100%. Se os dias são longos (> 15 h) mesmo com temperaturas baixas ou se os dias são curtos com temperaturas elevadas não há indução de diapausa (Pereira, 1994). As larvas de *O. nubilalis* ao entrarem em diapausa, refugiam-se habitualmente nos restolhos da cultura, passando aí o inverno (Capinera, 2017a).

As larvas diapausantes resistem a temperaturas muito baixas, até -20°C , durante o inverno pois produzem uma substância natural que atua como anticongelante (Capinera, 2017a; Pereira, 1994).

iii. Modelos fenológicos

O desenvolvimento e sobrevivência de cada estado de desenvolvimento de *O. nubilalis* está dependente de inúmeras condições climáticas (Quadro 13), das quais a temperatura, a humidade relativa e o fotoperíodo são essenciais.

Quadro 13 - Condições desfavoráveis ao desenvolvimento de *Ostrinia nubilalis* (adaptado de Pereira, 1994).

| Estado de desenvolvimento | Condições climáticas desfavoráveis | Consequências |
|---|--|---|
| Adulto | Chuvas fortes ⁽¹⁾ Humidade baixa ⁽²⁾ Temperatura baixa (T < 15,5°C) Ventos fortes ⁽³⁾ | Inibição dos voos e do acasalamento Inibição das posturas Redução da atividade Morte dos adultos |
| Ovo | Alternância de períodos quentes e secos Grandes amplitudes de temperatura | Dessecação dos ovos Destacamento das ooplacas da superfície da planta |
| Larva | Ventos fortes ⁽³⁾ Chuvas fortes ⁽¹⁾ Chuvas regulares Tempo seco Temperaturas muito elevadas (T > 35°C) Temperaturas < 0°C | Queda no solo Morte das larvas Afogamento das larvas mais jovens nas axilas de folhas Dessecação das larvas jovens Dessecação das larvas jovens Morte das larvas que não estão em diapausa |
| Pupa | Tempo seco | Alterações no processo de formação do adulto |
| <p>⁽¹⁾ Este parâmetro não foi quantificado por Pereira (1994), como tal, usa-se a definição do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, em que chuvas fortes são chuvas com uma intensidade de precipitação superior a 4 mm por hora.</p> <p>⁽²⁾ Este parâmetro não foi quantificado por Pereira (1994), mas Royer e Mcneil (1991) referem que para valores de humidade relativa inferiores a 53% ocorre uma inibição do acasalamento e das posturas.</p> <p>⁽³⁾ Este parâmetro não foi quantificado por Pereira (1994), como tal, usa-se a definição do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, em que ventos fortes são ventos com uma intensidade de 56 a 75 km/h.</p> | | |

A duração dos vários estados do ciclo de desenvolvimento da praga apresenta uma elevada variabilidade, estando dependente da geração, do ano e região e dos fatores bióticos e abióticos que influenciam o desenvolvimento do inseto (Pereira, 1994). A duração do desenvolvimento de *O. nubilalis* está correlacionada com a temperatura (Quadro 14), na medida em que para temperaturas mais elevadas, as gerações são mais curtas: 64 dias a 18,3°C, 46 dias a 21,1°C, de 37 dias a 23,9°C e 28 dias a 26,7°C (Matteson e Decker, 1965; Velasco *et al.*, 2007).

Quadro 14 - Duração, em dias, de cada estado do ciclo de desenvolvimento de *Ostrinia nubilalis* (CABI, 2018; Cook *et al.*, 2003; Pereira, 1994).

| Estado/instar de desenvolvimento | Tempo de desenvolvimento (dia) | |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| | Com T = 21°C | Com T = 26°C |
| Ovo | 6,0 | 3,5 |
| Larva | 26,5 | 16,0 |
| L ₁ | 4,5 | 3,0 |
| L ₂ | 4,0 | 2,0 |
| L ₃ | 4,0 | 2,0 |
| L ₄ | 4,0 | 2,5 |
| L ₅ | 10,0 | 6,5 |
| Pupa | 12,0 | 7,0 |
| Adulto | 10 a 15 | |
| Período de pré-postura | 2 a 3 | |
| Período de postura | 7 a 10 | |
| Desenvolvimento total | 54,5 a 59,5 | 36,5 a 41,5 |

No Quadro 15 descrevem-se os limiares de temperatura e respetivo intervalo ótimo para cada estado de desenvolvimento de *O. nubilalis*.

Quadro 15 - Limiares e intervalos ótimos de temperatura para o desenvolvimento de *Ostrinia nubilalis* (CABI, 2018; Capinera, 2017a; Cook *et al.*, 2003; Pereira, 1994).

| Estado de desenvolvimento | Limiar min. (°C) | Intervalo ótimo (°C) | Limiar max. (°C) | Observações |
|---------------------------|------------------|----------------------|------------------|--|
| Ovo | 14 | 18-26 | 30 | |
| Larva | 11 | 15-32 | | |
| Pupa | 12 | 15-29 | | |
| Adulto | 13-15 | 21-24 | 30 | A 30°C ocorre redução considerável do número de acasalamentos, longevidade, entre outros fatores |

Tal como no caso de *S. nonagrioides*, o modelo com base no somatório de temperaturas efetivas (graus-dia acumulados) é o tipo de modelo que mais reflete, de forma razoável, a realidade observada no campo para *O. nubilalis*, existindo inúmeros autores a proporem diferentes variáveis para o modelo fenológico. No Quadro 16 descrevem-se as consideradas mais relevantes.

Quadro 16 - Modelo de previsão do desenvolvimento fenológico de *Ostrinia nubilalis* baseado no somatório de temperaturas efetivas (graus-dia acumulados).

| Referência | Estado/instar | | | | | | | | |
|----------------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|----------|----------|
| Trnka <i>et al.</i> , 2007 | Ovo | L ₁ | L ₂ | L ₃ | L ₄ | L ₅ | Pupa | Adulto | Voo |
| Diapausa | | | | | | | 293 | 404 | 482 |
| 1ª Geração | 532 | 588 | 654 | 732 | 810 | 882 | 943 | 1060 | 1199 |
| 2ª Geração | 1293 | 1366 | 1421 | 1493 | 1560 | 1927 | | | |
| Observações | Valores que refletem o número de graus-dia acumulados quando se atinge 95% de cada estado de desenvolvimento. | | | | | | | | |
| Maiorano, 2012 | | | | | | | | | |
| Diapausa | | | | | | | 139-311 | 233-422 | 306-500 |
| 1ª Geração | 339-550 | 417-606 | 539-672 | 633-750 | 717-828 | 789-900 | 800-961 | 900-1078 | 922-1217 |
| 2ª Geração | 967-1311 | 1033-1383 | 1094-1439 | 1189-1511 | 1250-1578 | 1317-1944 | | | |
| Observações | Valores que refletem o número de graus-dia acumulados para início-fim de cada estado de desenvolvimento; a diapausa termina aproximadamente aos 250°C dia acumulados a partir de 1 de janeiro; a acumulação de graus-dia inicia-se com o término da diapausa. | | | | | | | | |
| Pereira, 1994 | | | | | | | | | |
| Diapausa | | | | | | | 118,88 | 217,22 | junho |
| 1ª Geração | 317,22 | 358,88 | | | | | 785,55 | 935,55 | agosto |
| 2ª Geração | 975,00 | 1038,33 | | | | | | | |
| Observações | Valores que refletem o número de graus-dia acumulados para o início de cada estado de desenvolvimento; a acumulação dos graus-dia inicia-se com o término da diapausa. | | | | | | | | |

Os modelos com base no somatório de temperaturas acumuladas são modelos precisos, mas incompletos; o desenvolvimento fenológico e os picos de voo dos adultos estão, não só, relacionados com a temperatura, mas também, com a luz solar, precipitação e outros parâmetros climáticos (Cordero *et al.*, 1998; Fantinou *et al.*, 2003; López *et al.*, 2001).

iv. Feromona sexual

A feromona sexual é segregada pelas fêmeas nas glândulas de secreção exócrinas, localizadas nos 9º e 10º segmentos abdominais, sendo captada pelas antenas dos machos. Esta feromona é composta por uma mistura de dois isómeros (cis e trans) de 11-tetradecenil-acetato, em proporções variáveis, específicas dos diferentes biótipos de *O. nubilalis* (Pereira, 1994).

Existem dois biótipos de *O. nubilalis*: o biótipo Z, cujas fêmeas produzem uma mistura de E/Z-11-tetradecenil-acetato num rácio de 3:97, e o biótipo E, cujas fêmeas produzem uma mistura de E/Z-11-tetradecenil-acetato num rácio de 99:1 a 96:4 (Dopman *et al.*, 2004; Solé *et al.*, 2008).

A resposta dos machos vai depender do biótipo em que se inserem: machos Z respondem unicamente à mistura de E/Z-11-tetradecenil-acetato na razão de 3:97, enquanto os machos E respondem melhor à mistura de E/Z-11-tetradecenil-acetato num rácio de 99:1, mas também conseguem responder à mistura do biótipo Z (Dopman *et al.*, 2004). Existe ainda um terceiro biótipo, o chamado híbrido, cujas fêmeas produzem uma mistura de E/Z-11-tetradecenil-acetato na razão de 65:35, no entanto, este é muito menos comum do que os biótipos Z e E (Camerini *et al.*, 2015).

Na Europa estão presentes os dois biótipos principais, mas o Z é o predominante (Eizaguirre *et al.*, 2002). Na Península Ibérica, o biótipo de *O. nubilalis* predominante é o Z que sintetiza uma mistura de (Z)-11-tetradecenil-acetato (Z11-14:Ac) e (E)-11-tetradecenil-acetato (E11-14:Ac), na razão 97:3 (Gemeno *et al.*, 2006).

Existem várias misturas de semioquímicos comercializadas como feromona sexual de *O. nubilalis*; no entanto, atentando à especificidade da resposta dos machos do biótipo presente em Portugal, o biótipo Z, a mistura a ser usada nos campos deve ser a E/Z-11-tetradecenil-acetato na proporção 3:97 (El-Sayed, 2018; Gemeno *et al.*, 2006).

Conforme referido atrás, *S. nonagrioides* e *O. nubilalis* apresentam um antagonismo mútuo das feromonas, isto é, cada uma das espécies é inibida pela feromona da outra espécie (Eizaguirre *et al.*, 2002; Gemeno *et al.*, 2006). Nestes dois trabalhos concluiu-se que a inibição dos machos de *O. nubilalis* à sua própria feromona é devida a um dos componentes da mistura de feromona de *S. nonagrioides*, o Z11-16:Ald. O antagonismo no campo provavelmente ocorre a longa distância; a adição de 1% de Z11-16:Ald à feromona de *O. nubilalis* reduz o

voo orientado e o contato com a feromona em 26% e 83% respectivamente, e as capturas de machos no campo em 90% (Gemeno *et al.*, 2006).

Além do Z11-16:Ald, outros compostos são conhecidos como antagonistas da resposta de *O. nubilalis*. O componente menor do biótipo Z, E11-14:Ac, quando presente em proporções maiores do que as normais, e o (E)-9-tetradecenil-acetato (E9-14:Ac) atuam como antagonistas. Os compostos (Z)-9-dodecenil acetato (Z9-12:Ac) e Z9-14:Ac, são outros antagonistas da feromona de *O. nubilalis*, em que este último obteve níveis de inibição de resposta equivalentes aos de Z11-16:Ald (Gemeno *et al.*, 2006).

1.3.3. Estragos

Tal como no caso de *S. nonagrioides*, as larvas são o único estado de desenvolvimento da praga que causa estragos; todos os órgãos aéreos da planta podem ser atacados, mas verificam-se diferentes preferências entre as várias gerações anuais (Capinera, 2017a).

As larvas de primeira geração causam estragos diretos nas folhas e caules, originando plantas com entrenós mais curtos, folhas e espigas pequenas e ainda atrasos na emissão de espigas. As larvas de segunda geração constroem galerias no colmo, sendo responsáveis por grãos mais leves, e pela quebra de colmos abaixo da espiga e inclinação destas (Passel, 2018; Pereira, 1994).

Existem também preferências alimentares conforme os instares larvares. As larvas jovens causam maioritariamente estragos nas folhas (Figura 18), enquanto as larvas do quarto e quinto instar causam estragos nos caules (galerias e orifícios) (Figura 20) e nas espigas (grãos destruídos e galerias) (Capinera, 2017a; Cook *et al.*, 2003; Pereira, 1994; Pioneer, 2018).



Figura 20 - Estragos no colmo do milho causado por uma larva de quinto instar de *Ostrinia nubilalis* (Passel, 2018).

Uma infestação torna-se visível, mesmo à distância, quando muitas das panículas masculinas estiverem quebradas (Figura 21) (Bayer, 2018).

Estes estragos nas plantas levam, direta ou indiretamente, a prejuízos na cultura, tanto ao nível da quantidade produzida, como ao nível da qualidade do produto. Embora a presença de uma ou duas larvas no caule do milho seja aceitável, a presença de qualquer larva dentro da espiga do milho é intolerável do ponto de vista comercial, sendo a maior preocupação dos produtores (Capinera, 2017a).



Figura 21 - Quebra do caule abaixo da bandeira consequente das galerias de *Ostrinia nubilalis* (Hadi *et al.*, 2018).

A redução da produtividade da cultura é devida, principalmente, ao fluxo de água e nutrientes ineficaz consequente das galerias criadas pelas larvas, à danificação de grãos e espigas (Figura 22), e ainda a colmos quebrados e espigas caídas no solo. Os principais fatores para a redução da qualidade do produto são a má formação do grão e o risco elevado de aparecimento de doenças devido às feridas criadas pela alimentação das larvas (Pioneer, 2018).

CABI (2018) referiu perdas de produção entre 9 e 18% em campos não protegidos; reportou-se uma redução de 0,28% de grão produzido por cada 1% de plantas danificadas por *O. nubilalis* e 6,05% por cada larva/planta. Na região de França, um ataque moderado de *O. nubilalis* resulta em perdas de produção de 300 kg/ha e ataques severos podem chegar a originar perdas de 2 t/ha (CABI, 2018).



Figura 22 - Estrago provocado por *Ostrinia nubilalis* nas maçarocas de milho (CABI, 2018).

1.3.4. Estimativa de risco e nível económico de ataque

No Quadro 17 estão descritos os métodos de estimativa do risco e os níveis económicos de ataque recomendados, disponibilizados pela Direção Geral de Alimentação e Veterinária.

Quadro 17 - Métodos de estimativa do risco e níveis económicos de ataque a adotar nas culturas de milho para *Ostrinia nubilalis* (DGADR, 2010).

| Inimigo | Estimativa do Risco | | | NEA |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|--|---|
| | Época de observação | Método de amostragem | Órgãos a observar | |
| Pirale do milho (<i>Ostrinia nubilalis</i>) | 1ª geração abril-maio | Observação visual ⁽¹⁾ | 100 plantas = 10 contíguas numa fila x 10 pontos aleatórios no campo | NEA ≥ 1 larva/planta NEA= (P x L) / N ⁽²⁾ |
| | 2ª geração julho-agosto | Observação visual ⁽¹⁾ | 100 plantas = 10 contíguas numa fila x 10 pontos aleatórios no campo Observar 5 folhas (a folha inserida na espiga, as duas imediatamente acima e as duas imediatamente abaixo, procurando posturas na página inferior) | 10-20 posturas/100 plantas |

⁽¹⁾ Instalação de armadilhas sexuais para captura de adultos e definição dos voos.
⁽²⁾ P = N° plantas com furos na zona apical; N = N° plantas perfuradas com larva retiradas para observação;
L = N° de larvas presentes nas 20 plantas.

1.3.5. Meios de proteção

Para *O. nubilalis*, a DGAV (2018) autoriza um número muito superior de substâncias ativas, sendo estas: alfa-cipermetrina, cipermetrina, clorantroliprol+lambda-cialotrina, clorpirifos-metilo, deltametrina, lambda-cialotrina, e ainda *Bacillus thuringiensis* ssp. *aizawai*.

O período ótimo para uma única aplicação de tratamento químico acontece quando a maior parte da população de *O. nubilalis* está na fase de eclosão dos ovos/primeiros instares larvares, o que ocorre 10 a 14 dias após o início da postura, e esta acontece 0 a 4 dias após o voo dos adultos (Mason *et al.*, 1996).

A proteção biológica usando *Trichogramma* spp. pode originar bons resultados; como estes parasitóides são mais eficientes nos ovos mais jovens, devem ser largados logo que ocorra a postura, podendo ser necessárias várias largadas, dependendo do padrão de emergência da praga (EPPO, 1999).

Como os adultos são bons voadores, é impossível prever-se quais os campos nos quais ocorrerá a postura; no entanto, sabe-se que a sobrevivência dos ovos e a sua sincronização com a cultura são altamente dependentes das condições climáticas (Pioneer, 2018).

O uso de feromonas sexuais em confusão sexual aparenta ter resultados aceitáveis (Pereira, 1994; Trnka *et al.*, 2007). Pereira (1994) refere que o método de confusão sexual permitiu uma diminuição da frequência de encontro entre os sexos, levando a um aumento de ovos estéreis e a uma diminuição do número de larvas no outono em cerca de 70%.

As medidas preventivas e os meios de proteção aconselhados pela Direção Geral de Alimentação e Veterinária são os mesmos que os já descritos para *S. nonagrioides* (ver 1.2.5. Meios de proteção, Quadro 11).

1.4. *Spodoptera exigua*

1.4.1. Morfologia

O adulto de *Spodoptera exigua* (Figura 23) é de menores dimensões que as outras duas espécies já referenciadas, com um tamanho médio de 12-14 mm de comprimento e 25-30 mm de envergadura; o seu corpo tem uma cor castanho-clara acinzentada, apresentando pelos (CAPDR, 2018; Capinera, 2017b).



Figura 23 - Adulto de *Spodoptera exigua* (Capinera, 2017b).

As asas anteriores, de forma triangular, têm cor castanho-terrosa a cinzento-acastanhada; as asas têm um padrão irregular, não apresentando linhas transversais contrastantes, mas exibem duas manchas de cor amarelo-ocre que se destacam, uma orbicular e outra reniforme (Figura 24). As asas dos machos e fêmeas são semelhantes, não existindo uma grande variação de cor (Brambila, 2013; CAPDR, 2018; Capinera, 2017b).

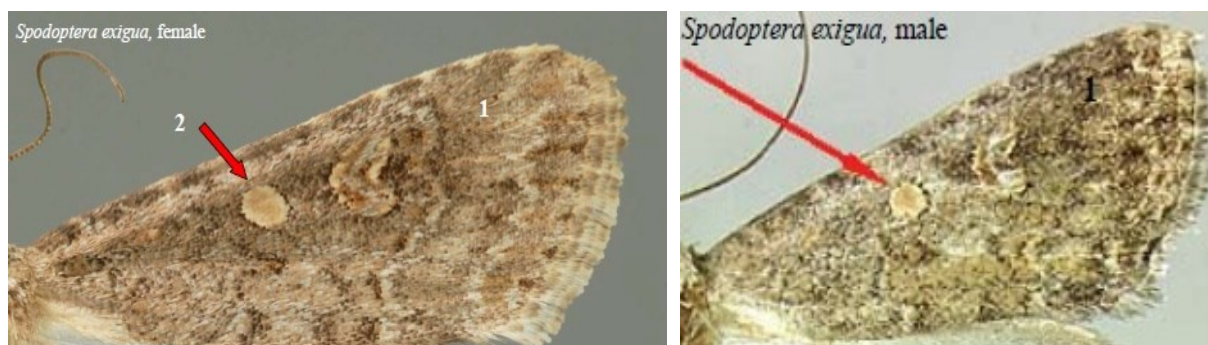


Figura 24 - Exemplar das asas anteriores da fêmea, à esquerda, e do macho, à direita, de *Spodoptera exigua*. Em 1 pode-se verificar a cor castanha clara-acinzentada da asa, sem a presença de qualquer linha (preta, castanha ou branca) contrastante. Em 2 observa-se a mancha orbicular castanha-amarelada, com uma margem esbranquiçada, circundada por uma fina linha preta (Brambila, 2013).

As asas posteriores, também de forma triangular, são de maior dimensão, e de cor branca com as nervuras mais escuras e o bordo das mesmas perfaz uma linha castanho-escura nas margens das asas (Figura 23) (CAPDR, 2018; Capinera, 2017b).

Tal como no caso de *S. nonagrioides*, uma das formas de distinção entre machos e fêmeas deste lepidóptero é através das suas antenas, em que as fêmeas apresentam antenas mais longas do que as dos machos. Outra forma de dimorfismo sexual consiste no facto dos

machos apresentarem muito poucos *sensilla* e muito mais escamas na genitália, comparativamente com as fêmeas (Dong, 1974).

O ovo (Figura 25) de formato esférico tem um tamanho médio de 0,35 a 0,37 mm e uma cor que varia de branco a verde-amarelado, quando recém posto, até castanho-escuro, antes da eclosão; os ovos têm estrias verticais e, quando observados de cima, um formato circular, mas quando vistos lateralmente, apresentam um formato idêntico a uma cúpula (CAPDR, 2018; Capinera, 2017b).



Figura 25 - Ovos de *Spodoptera exigua* (Capinera, 2017b).

A postura é realizada em ooplaca, em grupos de 50-150 ovos, e cobertos por escamas esbranquiçadas, dando uma aparência de algodão (Figura 25) (CAPDR, 2018; Capinera, 2017b).

As larvas (Figura 26) apresentam um comprimento médio de 1 mm (primeiro instar) até 30 mm, aquando o seu desenvolvimento completo, podendo chegar aos 40 mm (CAPDR, 2018; FAFE, 2018; Hua *et al.*, 2013); passam habitualmente por cinco instares, apesar de ocasionalmente reportarem-se instares adicionais (CAPDR, 2018; Capinera, 2017b).



Figura 26 - Vista lateral de um exemplar do último instar larvar de *Spodoptera exigua*, onde é possível observar o pormenor da banda lateral e das manchas mais escuras (Gilligan e Passoa, 2014).

São larvas eruciformes, têm armadura bucal trituradora e apresentam um corpo alongado cilíndrico, e cinco pares de falsas patas abdominais (nos segmentos 3, 4, 5, 6 e 10), completamente desprovidas de pelos e ganchos (CAPDR, 2018; FAFE, 2018; Hua *et al.*, 2013). As larvas variam de cor, desde verde-pálidas a amarela-acastanhadas, ficando progressivamente mais escuras à medida que se vão desenvolvendo, aparecendo também linhas laterais e manchas escuras (Figura 26) (FAFE, 2018; Hua *et al.*, 2013); as linhas dorsal e laterais são de cor verde-escuras e muito evidentes; ao nível dos estigmas apresentam uma linha branca ou amarela e o seu abdómen é verde-claro a castanho-terroso (DGADR, 2010).

Durante o primeiro e segundo instares, a cápsula cefálica é preta e o corpo é verde-pálido ou amarelo-esbranquiçado (Figura 27), adquirindo umas linhas pálidas durante o terceiro instar; as larvas do quarto instar são mais escuras no dorso e possuem uma linha lateral escura.



As larvas do quinto instar têm uma aparência variável (Figura 28), tendendo a ser verdes, no dorso, e rosa ou amarelas na face ventral, e com uma linha branca lateral; no dorso e na zona lateral é frequente a presença de uma série de placas. A cápsula cefálica é habitualmente de cor ocre, com manchas esbranquiçadas; os estigmas são brancos, mas delineados por uma linha preta (CAPDR, 2018; Capinera, 2017b).

Figura 27 - Larvas de *Spodoptera exigua* após a eclosão (Capinera, 2017b).



Figura 28 - Formas melânicas de larvas de *Spodoptera exigua* (Scholley-Pfab, 2017).

A cor das larvas vai depender da alimentação e do facto se estas se encontram agrupadas ou isoladas, sendo que as larvas que se desenvolvem em grupo são sempre mais escuras (podendo inclusive ser pretas) do que as que vivem isoladamente (CAPDR, 2018).

As pupas (Figura 29) têm um aspeto fusiforme, com um comprimento médio de 15 a 20 mm. Inicialmente, a sua cor é esverdeada, tornando-se depois castanho-avermelhada, tendo uma marca circular escura em cada segmento abdominal (CAPDR, 2018; Hua *et al.*, 2013).



Figura 29 - Pupa de *Spodoptera exigua* (Scholley-Pfab, 2017).

1.4.2. Biologia

i. Ciclo biológico

Spodoptera exigua, de hábito crepuscular-noturno, tem um ciclo biológico que não só é dependente da região, como também do hospedeiro (Farahani *et al.*, 2011). Esta praga apresenta, habitualmente, entre duas a seis gerações por ano (Belda *et al.*, 1994; Capinera, 2017b). Para a região Sul de Espanha e Portugal, estima-se que a praga complete três gerações por ano (Belda *et al.*, 1994).

Spodoptera exigua é uma espécie migratória; os adultos são muito bons voadores, percorrendo longas distâncias, chegando a voar até 3500 km em 9-11 dias (Mikkola, 1970). Quando os adultos emergem das pupas, as traças estão sexualmente maduras e os machos procuram as fêmeas detetando-as através da feromona sexual que estas produzem, podendo deslocar-se milhares de quilómetros até zonas de acasalamento (Hua *et al.*, 2013). O acasalamento ocorre após a emergência dos adultos, e a postura inicia-se passados dois a três dias. A postura estende-se por um período de três, a 23°C, a sete dias, a 20°C. Capinera (2017b) e FAFE (2018) referem que uma única fêmea de *Spodoptera exigua* gera entre 300 a 600 ovos, podendo chegar a produzir 1000 ovos durante a sua vida.

As fêmeas colocam os ovos, na forma de ooplacas, na página inferior das folhas; as ooplacas são colocadas em folhas diferentes, ou mais habitualmente, em plantas diferentes de forma a maximizar a sua sobrevivência (Capinera 2017b; FAFE, 2018; Hua *et al.*, 2013).

Após dois a três dias, dá-se a eclosão dos ovos. Nos primeiros instares larvares, *S. exigua* apresenta um comportamento gregário, alimentando-se da folhagem das plantas ao seu redor durante a noite, e refugiando-se no solo ou em zonas ensombradas, durante o dia. A partir do terceiro instar as larvas começam a adquirir um comportamento solitário e muito móvel, deslocando-se frequentemente de planta para planta (Capinera 2017b; FAFE, 2018; Hua *et al.*, 2013).

Pode ocorrer canibalismo quando existem larvas em elevadas densidades ou quando se alimentam de comida pobre em azoto (Capinera 2017b).

Durante o quinto instar, as larvas atingem o seu desenvolvimento completo, deslocando-se para o solo para pupar. A larva geralmente constrói uma câmara pupal perto da superfície do solo, a apenas 1 cm de profundidade. A câmara é constituída por partículas de solo unidas

por uma secreção oral que endurece quando seca, que permite que a pupa resista a temperaturas baixas (até 4°C) (Capinera 2017b; FAFE, 2018; Hua *et al.*, 2013). O adulto emerge da pupa após cinco a sete dias, repetindo-se o ciclo novamente.

Apesar de se estimar que a espécie realize três gerações por ano em Portugal, o facto de *S. exigua* ser uma espécie migratória leva a que num ano, na presença de condições desfavoráveis, as três gerações ocorram, mas com baixa população, conseqüente das migrações, ou que os adultos migrem para outro local ocorrendo menos gerações que as esperadas; ou na presença de condições favoráveis, ocorram mais que as três gerações estimadas (Capinera 2017b; FAFE, 2018; Hua *et al.*, 2013).

➤ **Curvas de voo**

O carácter migratório desta espécie, o diferente comportamento conforme o hospedeiro e o número inconstante de gerações anuais levam a que a correta previsão da fenologia de *S. exigua* seja difícil de obter.

Belda *et al.* (1994) exemplificam a diversidade de resultados obtidos com diferentes condições de estudo (Quadro 18).

Quadro 18 - Previsão dos picos de voo dos adultos de *Spodoptera exigua* (Belda *et al.*, 1994).

| Região | Picos de voo dos adultos | Observações |
|-----------------|---|---|
| Norte de África | Reagrupamento da população na primavera e início do verão | |
| Califórnia | 2 picos: abril a junho e agosto a dezembro | |
| Sul de Espanha | Elevada população de junho a agosto | Não há capturas de novembro a março inclusive |

No entanto, usando os dados obtidos para Espanha e extrapolando-os para Portugal, espera-se que a população de adultos ocorra maioritariamente a partir de maio até agosto, tendo um pico significativo nos meses de junho e julho (Figura 30).

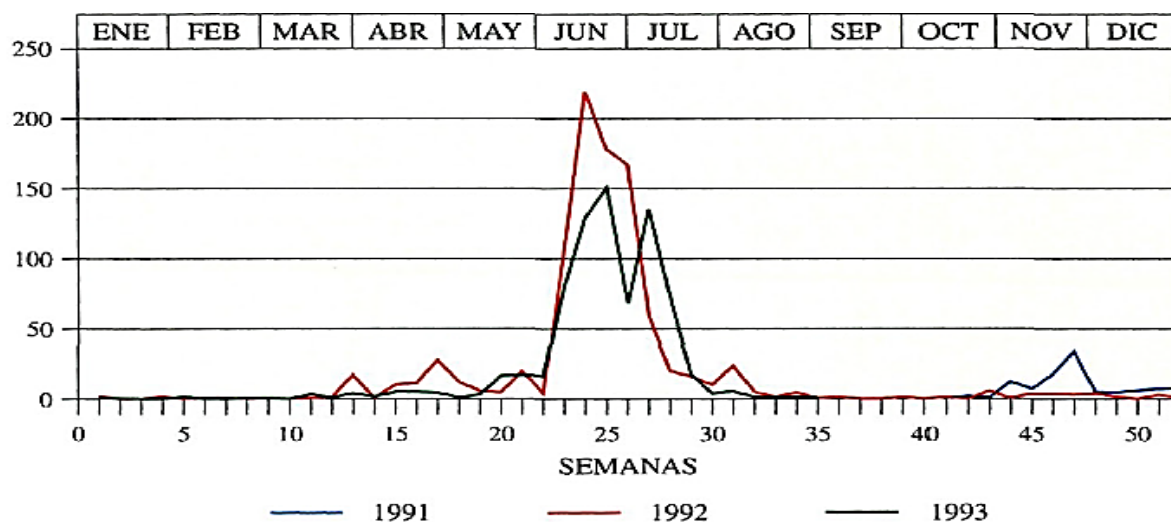


Figura 30 - Capturas médias semanais em armadilhas de feromonas, ao ar livre, de adultos de *Spodoptera exigua*, na região de Almeria, Espanha (Belda *et al.*, 1994).

ii. Hibernação e migração

Todos os autores concordam que esta espécie não entra em diapausa, sendo que em locais quentes, como a Florida e Norte de África, já foi registada a sua presença ativa durante todo o ano (Belda *et al.*, 1994; Capinera, 2017b); logo, as duas estratégias principais de *S. exigua* para a sobrevivência no inverno passam pela migração e pela hibernação (Capinera 2017b; Zheng *et al.*, 2011).

As condições meteorológicas são fundamentais para a melhor compreensão da migração, especialmente o *timing*, orientação e rotas da mesma; o vento é o principal fator meteorológico que tem impacto na migração pois os insetos aproveitam as deslocções de ar para conseguirem deslocar-se até maiores distâncias (Hua *et al.*, 2013; Zheng *et al.*, 2011).

As regiões de hibernação ainda não são claras e as trajetórias de migração ainda estão incompletas, o que leva a que seja difícil determinar corretamente o estado das populações de *S. exigua*. Supõe-se que a migração de *S. exigua* segue a regra geral das migrações de ida-volta das espécies noturnas, em que as traças se deslocam para norte na primavera e início do verão, e para sul no outono, no hemisfério norte (Zheng *et al.*, 2011). A DGAV insere Portugal e Espanha num destes percursos de migração da espécie: esta migra das zonas mediterrânicas para as Ilhas Britânicas; portanto assume-se que, caso esta hipótese esteja correta, a espécie hiberne na Península Ibérica durante o inverno, nas câmaras pupais inseridas no solo, e por volta de maio migre para as Ilhas Britânicas, só voltando a Portugal e Espanha no outono (Zheng *et al.*, 2011). Yonow *et al.* (2018) identificam Portugal como uma zona cujo comportamento hibernante da espécie é ainda desconhecido.

iii. Modelos fenológicos

São vários os fatores bióticos que contribuem para a flutuação das densidades populacionais de *S. exigua* no campo: migração dos adultos, existência, qualidade, distribuição e preferência por hospedeiros alternativos e as comunidades de inimigos naturais (Saeed *et al.*, 2010).

O tipo de hospedeiro é um fator importante na regulação da população de *S. exigua*, afetando, primariamente, a sobrevivência da população larvar, bem como a dimensão, a fecundidade e a longevidade (Farahani *et al.*, 2011; Saeed *et al.*, 2010).

Farahani *et al.* (2011) estabeleceram o tempo médio necessário para o desenvolvimento de cada estado de *S. exigua* em milho (Quadro 19).

Quadro 19 - Duração, em dias, de cada estado do ciclo de desenvolvimento de *Spodoptera exigua* em milho, a uma temperatura constante de $26 \pm 1^\circ\text{C}$ (Farahani *et al.*, 2011).

| Estado de desenvolvimento/fase | Tempo de desenvolvimento médio (dia) |
|---|--------------------------------------|
| Ovo | 3,00 |
| Larva | 14,91 |
| Pupa | 7,02 |
| Adulto | 13,69 |
| Período de pré-postura | 3,80 |
| Período de postura | 8,00 |
| Duração total do desenvolvimento | 24,93 |

À semelhança de *S. nonagrioides* e de *O. nubilalis*, a duração de cada estado de desenvolvimento de *S. exigua* está correlacionada com a temperatura (um aumento desta leva a um menor tempo de desenvolvimento da praga) e varia de 120,50 dias, à temperatura de 15°C , até 14,50 dias, à temperatura de 33°C ; para as temperaturas de 12°C e 36°C não ocorre desenvolvimento da espécie (Karimi-Malati *et al.*, 2014).

Yonow *et al.* (2018) descrevem alguns dos parâmetros climáticos a considerar para uma boa compreensão da fenologia de *S. exigua* (Quadro 20).

Quadro 20 - Limiares e intervalo ótimo de temperatura e humidade do solo para *Spodoptera exigua* (adaptado de Karimi-Malati *et al.*, 2014; Yonow *et al.*, 2018).

| Parâmetro | Limiar mínimo | Intervalo ótimo | Limiar máximo | Observações |
|---------------------------------|---------------|-----------------|---------------|--|
| Humidade do solo ⁽¹⁾ | 0,1 | 0,2-1,0 | 2 | Relevante para a sobrevivência da larva em pré-pupa e pupa. |
| Temperatura (°C) | 15 | 26-32 | 38 | Fecundidade ótima ocorre entre 24-28°C. |
| Letal inferior (°C) | 4 | | | Aplica-se a pupas hibernantes, abaixo de 4°C estas morrem. |
| Letal superior (°C) | | | 40 | Apesar de se dar uma quebra significativa do desenvolvimento dos 36-39°C, acima dos 40°C dá-se a morte dos indivíduos. |

(1) Os valores de humidade do solo são os usados pelo modelo CLIMEX, em que um valor de 0 indica que não há humidade do solo, 0,5 indica que o teor de humidade do solo é de 50% da capacidade de campo, 1 indica que o teor de humidade do solo é de 100% da capacidade, e > 1.0 indica a possibilidade de quantidades excessivas de chuva e humidade do solo.

Yonow *et al.* (2018) referem que *Spodoptera exigua* prefere solos secos a solos húmidos, sendo que na fase de pré-pupa a espécie prefere solos com menos de 20% de humidade, adicionalmente, reportam que as taxas de sobrevivência diminuem quando a humidade do solo aumenta de 10% para 20%.

No Quadro 21 e Figura 31 é possível observar-se o modelo de previsão com base no somatório de temperaturas efetivas (graus-dia acumulados) para *S. exigua*.

Quadro 21 - Modelo de previsão do desenvolvimento fenológico de *Spodoptera exigua* baseado nos graus-dia acumulados, iniciado a 1 de janeiro.

| Referência / Parâmetros | Valores dos parâmetros |
|--|---|
| Belda <i>et al.</i>, 2007 | |
| Zero de desenvolvimento | 10°C |
| Número relevante de capturas | 600-650 °C dia |
| 75% dos indivíduos da geração | 1000 °C dia |
| Observações | A ocorrência de 75% dos adultos ocorre aproximadamente na 27 ^a semana do ano |
| FAFE, 2018 | |
| Zero de desenvolvimento | 10°C |
| Geração completa | 450 °C dia |
| Karimi-Malati <i>et al.</i> (2014)-modelo 1 | |
| Zero de desenvolvimento | 12,45°C |
| Geração completa | 311,76 °C dia |
| Karimi-Malati <i>et al.</i> (2014)-modelo 2 | |
| Zero de desenvolvimento | 12,95°C |
| Geração completa | 294,99 °C dia |
| Yonow <i>et al.</i> (2018) | |
| Zero de desenvolvimento | 15°C |
| Geração completa | 300 °C dia |

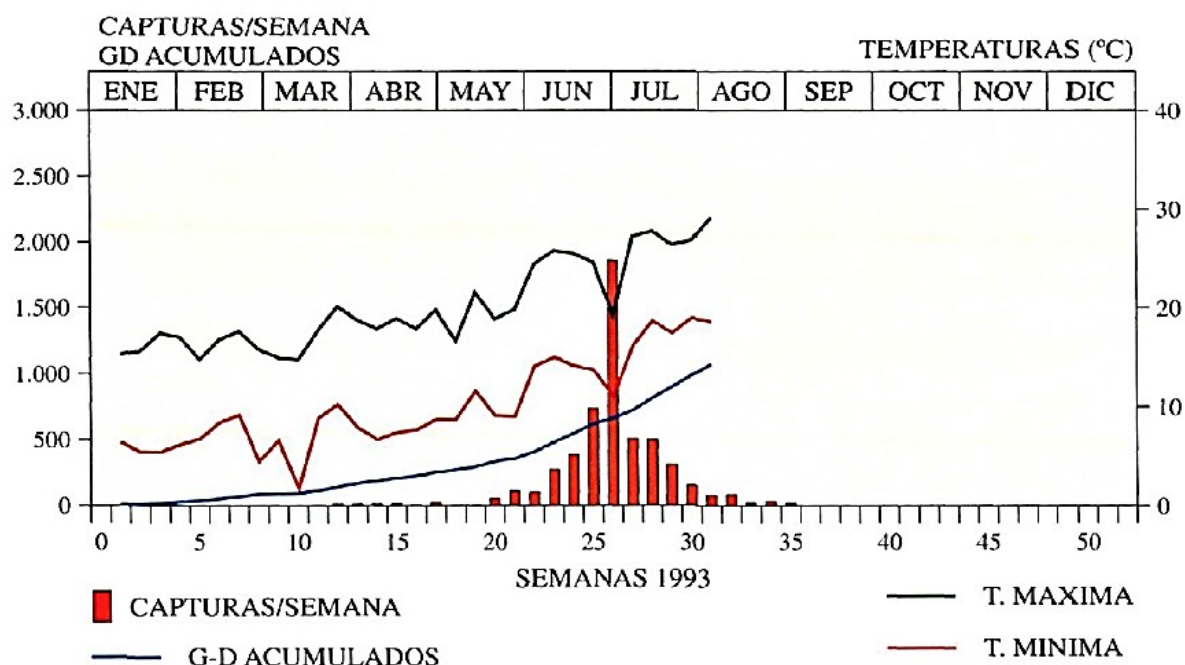


Figura 31 - Níveis de capturas semanais de *Spodoptera exigua* em armadilhas de luz, e relação com as temperaturas máximas, mínimas e graus-dia acumulados para o ano de 1993, de acordo com o modelo de Belda *et al.* (1994).

iv. Feromona sexual

A feromona sexual segregada pelas fêmeas é uma mistura dos compostos (Z,E)-9,12-tetradecadienilo-acetato (Z9, E12-14:OAc), (Z)-9-tetradecenol (Z9-14:OH), (Z)-9-tetradecenil-acetato (Z9-14:OAc) e (Z,E)-9,12-tetradecadienol (Z9,E12-14:OH); dependendo da população de *S. exigua* presente na região, a mistura apresenta diferenças na proporção destes compostos, contudo, os principais constituintes, Z9, E12-14:OAc e Z9-14:OH, estão sempre presentes (Liu *et al.*, 2013).

Deng *et al.* (2004) verificaram, em testes de campo, que nas armadilhas em que se adicionava à feromona (E)-2-hexenal, fenilacetaldeído, (Z)-3-hexenil-acetato ou (Z)-3-hexenol, as capturas de machos aumentavam 38,8%, 34,6%, 24,6%, e 20,8% respectivamente, comparadas com as capturas obtidas nas armadilhas só com feromona sexual específica.

Em Espanha, a análise do extrato da glândula da fêmea de *S. exigua* mostrou a presença dos compostos: i) Z9,E12-14:OAc; ii) Z9-14:OAc; iii) Z11-16:Ac; iv) Z9,E12-14:OH; v) Z9-14:OH; e vi) Z11-16:OH, na proporção 26:11:1:22:31:9 (Acín *et al.*, 2010; El-Sayed, 2018). No entanto, a análise dos voláteis produzidos pela fêmea revelou apenas a presença dos compostos i), ii), iii) e v), na proporção 34:40:4:22 (Acín *et al.*, 2010).

Em túnel de vento, o composto Z9,E12-14:OAc, isoladamente, provocou o voo em direção contrária à do vento, mas foi necessário misturar com Z9-14:OH, na proporção de 80:20 a 40:60, para que ocorresse voo em direção à feromona, mesmo quando esta se situava na posição mais desfavorável; adicionalmente, verificou-se que o composto Z9,E12-14:OAc atrai machos a longa distância (Acín *et al.*, 2010).

As misturas ternárias e os outros compostos minoritários não melhoraram a performance já obtida com a mistura dos compostos i) + v), na proporção 60:40; de facto, Z9,E12-14:OH não causou nenhuma melhoria na performance dos machos e a presença de Z11-16:OH provocou diminuição significativa do número de machos que se deslocaram para a fonte de feromona (Acín *et al.*, 2010).

No campo, a mistura de Z9,E12-14:OAc (i) + Z9-14:OH (v) + Z11-16:Ac (iii), na proporção 56:37:7, foi a formulação mais atrativa (Acín *et al.*, 2010).

1.4.3. Estragos

Tal como o caso de *S. nonagrioides* e de *O. nubilalis*, a espécie *S. exigua* é uma espécie polífaga, alimentando-se de mais de 50 espécies de plantas, distribuídas por 10 famílias, como o algodão, couve, alface, tomate, morango, entre outros hospedeiros (Hua *et al.*, 2013).

Spodoptera exigua não é considerada uma praga-chave do milho em Portugal; a presença desta espécie é esporádica nesta cultura, no entanto, quando esta ocorre, causa graves estragos.

Spodoptera exigua é desfolhadora, mas pode também atacar os frutos. As larvas jovens alimentam-se, de forma gregária, do parênquima das páginas inferiores das folhas, deixando apenas a epiderme e as nervuras, (Figura 32).

À medida que as larvas se desenvolvem, estas tornam-se solitárias, alimentando-se das folhas, onde criam largos orifícios, podendo devorar folhas por completo, produzindo graves desfolhações; podem ainda alimentar-se de caules, chegando a fazer galerias; nos



Figura 32 - Em cima, estragos nas folhas da planta do milho causados por *Spodoptera exigua*; em baixo, pormenor de uma folha de milho completamente devorada pela lagarta (Sloderbeck, 2005).

casos mais graves, podem-se observar estragos nos frutos (CAPDR, 2018; Capinera, 2017b). Como consequência das feridas causadas pela alimentação das larvas, podem ocorrer estragos indiretos, tais como o aparecimento de fungos e bactérias (CAPDR, 2018).

1.4.4. Estimativa de risco e nível económico de ataque

A Direção Geral de Alimentação e Veterinária não disponibiliza a estimativa de risco e nível económico de ataque específico para *S. exigua* para a cultura no milho, mas apenas para *Spodoptera* spp., que se indica no Quadro 22.

Quadro 22 - Métodos de estimativa do risco e níveis económicos de ataque a adotar na cultura de milho para *Spodoptera* spp. (DGADR, 2010).

| Estimativa do Risco | | NEA |
|----------------------|-------------------|-----|
| Método de amostragem | Órgãos a observar | |

Observação visual ⁽¹⁾;
Observar as folhas e pesquisar a presença de lagartas, roeduras e excrementos.

100 plantas (10 plantas contíguas em 10 pontos ao acaso na parcela; percorrer o campo diagonalmente).

Tratar, ao fim do dia, à primeira deteção de lagartas nas plantas.

(1) Instalação de armadilhas sexuais com feromona para captura de adultos e definição dos voos.

Apesar dos surtos de *S. exigua* serem esporádicos, esta espécie desenvolve-se rapidamente, e visto que a proteção química com inseticidas do último instar larvar é difícil, uma deteção precoce da espécie é essencial para uma intervenção eficaz (Saeed *et al.*, 2010).

1.4.5. Meios de proteção

Acín *et al.* (2010) e FAFE (2018) alertam para o facto desta espécie apresentar uma elevada resistência aos inseticidas; piretróides, reguladores de crescimento e formulações de *Bacillus thuringiensis* (Bt) foram referidos como inseticidas com eficácia na proteção de *S. exigua* na região mediterrânica.

Os principais inimigos naturais são *Hyposoter didymator* (Thunberg) (Hymenoptera: Ichneumonidae) podendo atacar 40,5% das larvas, *Meteorus autographae* (Muesebeck) (Hymenoptera: Braconidae), *Chelonus insularis* (Cresson) (Hymenoptera, Braconidae) e *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae), e o díptero taquinídeo *Lespesia archippivora* (Riley) (Capinera, 2017b; FAFE, 2018; Hua *et al.*, 2013).

O método da confusão sexual tem ótimos resultados na proteção contra *S. exigua*, diminuindo a comunicação intraespecífica, o acasalamento e, conseqüentemente, a população de larvas, em 95% (Mitchell e Mayer, 2001).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização geral

O projeto piloto de monitorização das lagartas do milho no Ribatejo, desenvolvido pela Bayer Crop Science®, denominado de BayMonitor, no qual este trabalho se insere, iniciou-se na campanha de 2016. A empresa solicitou colaboração a diversos agricultores representativos do Ribatejo, no sentido de autorizarem o acesso aos seus campos agrícolas para fins de monitorização.

O ensaio realizou-se nas campanhas de 2016 e 2017, em diferentes locais do Ribatejo. De relevar que a participação da autora nas observações de campo apenas foi iniciada na campanha de 2017, estando unicamente responsável pelo acompanhamento de dois dos cinco campos de ensaio observados nesse ano (Agromais e Lusiaves).

2.2. Caracterização das parcelas

O ensaio realizou-se em quatro parcelas de milho para grão, representativas de zonas relevantes de produção de milho no Ribatejo (Chamusca, Golegã, Santarém e Coruche), nas duas campanhas, 2016 e 2017, e ainda numa parcela de Vila Franca de Xira, em 2017 (Quadro 23). A escolha das parcelas baseou-se na sua dimensão, cultivar, presença da praga em anos anteriores e, também, na disponibilidade dos próprios agricultores ao autorizarem a realização deste ensaio.

As parcelas utilizadas para o ensaio foram as mesmas em ambas as campanhas; exceção a esta regra foi a utilização, em 2017, do campo do Couço, que veio substituir o campo da Fajarda da campanha de 2016, pois o agricultor não semeou milho nesse campo, em 2017.

2.3. Caracterização meteorológica no período de amostragem

Para obtenção de dados de temperatura, humidade relativa e precipitação nos diversos campos, utilizaram-se os dados fornecidos pelas estações meteorológicas pertencentes à Bayer Crop Science® situadas nas proximidades dos campos onde o ensaio se realizou (Quadro 24).

Quadro 23 - Caracterização dos campos agrícolas de milho utilizados no ensaio nas campanhas de 2016 e 2017.

| Campo | Ano | Localização (Freguesia) | Localização geográfica | Datas de sementeira e colheita | Período de amostragem | Cultivar | Sistema de rega | Área (ha) |
|----------|------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------|-----------------|-----------|
| Borrego | 2016 | Vale de Figueira | 39,276220; -8,630350 | 14-04-16; 22-09-16 | 27-05-16; 05-08-16 | P1574 | Gota-a-gota | 16,0 |
| | 2017 | | | 28-04-17; 23-09-17 | 16-06-17; 18-08-17 | | | |
| Cholda | 2016 | Golegã | 39,363240; -8,535350 | 28-03-16; 11-09-16 | 29-04-16; 24-06-16 | (1) | Pivot | 11,0 |
| | 2017 | | | 01-05-17; 20-09-17 | 23-06-17; 15-09-17 | | | |
| Agromais | 2016 | Chamusca | 39,336944; -8,501667 | 07-04-16; 14-09-16 | 22-04-16; 26-08-16 | (1) | Gota-a-gota | 3,5 |
| | 2017 | | | 07-04-17; 17-09-17 | 14-04-17; 15-09-17 | | | |
| Fajarda | 2016 | Coruche | 38,942904; -8,618099 | 22-05-16; 20-10-16 | 06-05-16; 16-09-16 | Dekalb | Pivot | 33,0 |
| Couço | 2017 | Couço | 38,983611; -8,424139 | 15-05-17; 23-10-17 | 23-06-17; 15-09-17 | Pioneer | Pivot | 19,5 |
| Lusiaves | 2017 | Vila Franca de Xira | 38,869056; -8,882972 | 18-04-17; 26-09-17 | 05-05-17; 22-09-17 | (1) | Pivot | 21,5 |

(1) Não foi possível obter os dados.

Quadro 24 - Localização das estações meteorológicas e distância das mesmas aos respetivos campos de ensaio, nas campanhas de 2016 e 2017.

| Estação meteorológica | Localização Geográfica | Campo associado | Localização Geográfica | Distância da estação ao campo (km) |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Chamusca | 39,333056; -8,509167 | Agromais ⁽¹⁾ | 39,336944; -8,501667 | 00,77 |
| | | Cholda ⁽¹⁾ | 39,363240; -8,535350 | 4,00 |
| Vila Franca de Xira | 38,970083; -8,915528 | Lusiaves | 38,869056; -8,882972 | 11,50 |
| Gouxaria | 39,233333; -8,604444 | Borrego ⁽¹⁾ | 39,276220; -8,630350 | 05,26 |
| Muge | 39,087222; -8,706389 | Couço | 38,983611; -8,424139 | 25,88 |
| | | Fajarda | 38,942904; -8,618099 | 16,80 |

⁽¹⁾ Na campanha de 2016, as estações meteorológicas da Chamusca e Gouxaria apresentaram problemas, pelo que a caracterização meteorológica dos campos Agromais, Cholda e Borrego, teve de ser feita tendo em conta os dados destas estações, mas também os dados da estação meteorológica fornecidos pelo Eng. João Coimbra (responsável do campo Cholda). Os campos Agromais e Borrego encontram-se a uma distância de 4,13 km e 12,56 km, respetivamente, da estação meteorológica do Eng. João Coimbra.

Os valores de temperatura máxima, média e mínima, assim como a precipitação e a humidade relativa obtidas nestas estações meteorológicas são apresentados nos Anexos 1 a 7.

2.4. Itinerário cultural e conta de cultura

Para a posterior análise crítica dos resultados é indispensável o conhecimento da itinerário técnico no que se refere à proteção da cultura de cada uma das parcelas do ensaio para as campanhas de 2016 e 2017, principalmente, das datas de aplicações de inseticidas (Quadro 25), visto que vão diretamente afetar os estragos e as observações de larvas nas plantas e, eventualmente, o número de adultos (das gerações seguintes) capturados nas armadilhas.

No entanto, apesar dos inúmeros pedidos efetuados aos agricultores de cada uma das parcelas do ensaio, apenas se conseguiu obter as datas dos tratamentos inseticidas efetuados em algumas destas parcelas.

Quadro 25 - Tratamentos inseticidas efetuados nas parcelas do ensaio, nas campanhas de 2016 e 2017.

| Campanha de 2016 | | | |
|------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Campo | Datas dos tratamentos | Substância ativa | Praga alvo |
| Borrego | 10 de maio de 2016; | lambda-cialotrina | nóctuas e pirale do milho |
| Cholda | 13 de junho de 2016; | lambda-cialotrina | nóctuas e pirale do milho |
| Agromais | (1) | | |
| Fajarda | (1) | | |
| Campanha de 2017 | | | |
| Campo | Datas dos tratamentos | Substância ativa | Praga alvo |
| Borrego | 09 de maio de 2017; | lambda-cialotrina | nóctuas e pirale do milho |
| Cholda | (1) | | |
| Agromais | 18 de maio de 2017; | clorantraniliprol + lambda-cialotrina | nóctuas e pirale do milho |
| Couço | (1) | | |
| Lusiaves | 24 de abril de 2017 | deltametrina | afídeos, lagartas, pirale e nóctuas |

2.5. Delineamento experimental

2.5.1. Capturas de machos adultos

Para as capturas de adultos machos das três espécies de lepidópteros em estudo, *S. exigua*, *S. nonagrioides* e *O. nubilalis*, utilizaram-se armadilhas iscadas com feromona sexual.

Em ambos os anos, procedeu-se à instalação de três armadilhas de feromonas sexual por campo, uma para cada uma das três espécies (*S. exigua*, *S. nonagrioides* e *O. nubilalis*). A monitorização foi realizada com dispositivos do tipo funil tricolor ou funil verde (Figura 33).

A identificação do tipo de funil utilizado para cada uma das armadilhas/campo realizou-se somente nos campos da Agromais e da Lusiaves, e apenas na campanha de 2017, sendo que, no campo da Lusiaves os três funis eram de cor verde, e no campo da Agromais utilizou-se um funil verde para capturar *S. exigua* e funis tricolores para capturar *S. nonagrioides* e *O. nubilalis*.



Figura 33 - Dispositivo do tipo funil tricolor utilizado no ensaio (Chamusca, 2017, original da autora), à esquerda. Dispositivo do tipo funil verde utilizado no ensaio (Chamusca, 2017, original da autora), à direita.

No local apropriado da armadilha colocou-se a cápsula de feromona, contendo 1 mg de feromona sintética, comercializada pela Biosani Lda. (não foi possível conhecer o fabricante). De 6 em 6 semanas procedeu-se à renovação da cápsula de feromona, conforme recomendação do fornecedor.

O procedimento que se segue foi unicamente realizado nas parcelas Agromais e Lusiaves na campanha de 2017, apesar de se considerar que se deveria ter realizado o mesmo procedimento em todas as parcelas, e em ambas as campanhas do ensaio.

As armadilhas foram colocadas, antes do início do voo dos insetos, numa das extremidades da parcela agrícola (parcelas com sistema de rega gota-a-gota) ou no meio das mesmas (parcelas com sistema de pivot); sabe-se que, idealmente, todas as armadilhas deveriam ter

sido colocadas no meio das parcelas, no entanto, considera-se que as possíveis implicações negativas foram minoradas visto que os campos circundantes também foram de milho.

As armadilhas encontravam-se a uma distância de cerca de 1,0-1,5 m de altura do solo e, para que não ocorresse interferências entre armadilhas, foram instaladas com distância mínima de 50 m entre cada uma, como recomendado pela empresa fornecedora.



Figura 34 - Contagem e identificação de machos de *Spodoptera exigua* (original da autora).

As armadilhas foram observadas semanalmente e os insetos contados e identificados (Figura 34), no local, até à data de colheita; adicionalmente, identificaram-se e contaram-se as espécies não-alvo presentes em cada uma das armadilhas.

2.5.2. Observação semanal das plantas

Na campanha de 2017 procedeu-se semanalmente à observação das parcelas, desde a instalação até à retirada das armadilhas, nos campos da Lusiaves e da Agromais. A observação incidiu sobre 100 plantas/campo, selecionando-as aleatoriamente seguindo um percurso em ziguezague, de acordo com o procedimento seguinte:

- a partir de um ponto aleatório na margem do campo, seguiu-se um trajeto diagonal em relação às linhas de sementeira;
- ao alcançar a margem, realizou-se novamente o mesmo processo até à margem oposta. Procedeu-se assim até ao fim da extensão do campo (Figura 35).

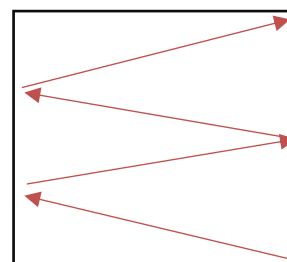


Figura 35 - Exemplificação dum percurso utilizado para a seleção aleatória de 100 plantas/semana.

Para cada planta registou-se:

- o estado fenológico (pela escala de Ritchie *et al.* (1993));
- o número de indivíduos, ovos e/ou larvas, presentes de cada uma das espécies em estudo;
- presença de outras espécies, pragas ou auxiliares, por cada planta observada;
- estragos observados, e sua localização, por cada planta observada.

Em caso de dúvida quanto à identificação específica das outras espécies colhidas, guardaram-se os exemplares em caixas de plástico, identificados com a data de colheita, número de planta e local e preservaram-se no frigorífico até ser possível a sua correta identificação.

2.6. Modelos de graus-dia acumulados

Os modelos de graus-dia acumulados tiveram por base o *Método 2* descrito por McMaster e Wilhelm (1997), em que:

$$GDD = \left[\frac{(T_{max} + T_{min})}{2} \right] - T_{base}$$

sendo que:

GDD – graus-dia acumulados;

T_{max} – temperatura máxima diária;

T_{min} – temperatura mínima diária;

T_{base} – temperatura base (temperatura abaixo da qual o processo não se desenvolve), no caso, zero de desenvolvimento.

Adicionalmente, McMaster e Wilhelm (1997) referem que se T_{max} e T_{min} tomarem valores inferiores à T_{base} , então o valor de T_{max} e T_{min} deverá ser o valor de T_{base} : Se $T_{max} < T_{base}$, $T_{max} = T_{base}$; Se $T_{min} < T_{base}$; $T_{min} = T_{base}$. Por sua vez, se T_{max} e T_{min} ultrapassarem o valor do limiar de temperatura superior (T_{ut}), deverão tomar o valor de T_{ut} : Se $T_{max} > T_{ut}$, $T_{max} = T_{ut}$; Se $T_{min} > T_{ut}$, $T_{min} = T_{ut}$.

No Quadro 26 descrevem-se as datas de início e as T_{base} e T_{ut} utilizadas em cada um dos modelos de graus-dia acumulados para as espécies *S. nonagrioides* e *S. exigua*.

Quadro 26 - Data de início, temperatura base (T_{base}) e limiar de temperatura superior (T_{ut}) utilizados nos modelos de graus-dia acumulados para *Sesamia nonagrioides* e *Spodoptera exigua*.

| Modelo de graus-dia acumulados | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------|---|---|---|----------------------------|
| <i>Sesamia nonagrioides</i> | Cordero et al. (1998) | López et al. (2001) - 1 de janeiro | López et al. (2001) - 1 de fevereiro | Pereira (1994) | |
| T_{base} (°C) | 10 | 12 | 12 | 10 | |
| T_{ut} (°C) | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| Data de início | 1 de janeiro | 1 de janeiro | 1 de fevereiro | 1 de janeiro | |
| <i>Spodoptera exigua</i> | Belda et al. (2007) | FAFE (2018) | Karimi-Malati et al. (2014) - Modelo 1 | Karimi-Malati et al. (2014) - Modelo 2 | Yonow et al. (2018) |
| T_{base} (°C) | 10 | 10 | 12,45 | 12,95 | 15 |
| T_{ut} (°C) | 38 | 38 | 36 | 36 | 38 |
| Data de início | 1 de janeiro | 1 de janeiro | 1 de janeiro | 1 de janeiro | 1 de janeiro |

3. RESULTADOS

O método usado não foi uniforme em todas as parcelas em estudo (e.g. cor do dispositivo da armadilha, local de colocação na parcela) e este facto pode ter afetado, direta ou indiretamente, os resultados obtidos durante os dois anos de ensaio.

De relevar que a observação visual das parcelas foi realizada apenas na campanha de 2017 e, unicamente, nas parcelas Agromais e Lusiaves, sob a responsabilidade da autora; cada parcela em estudo teve um diferente período de monitorização (ver Quadro 23), sendo que o período de amostragem comum a todas as parcelas ocorreu de 27 de maio a 24 de junho de 2016 e de 23 de junho a 18 de agosto de 2017.

3.1. Capturas semanais de machos de *Sesamia nonagrioides*, *Ostrinia nubilalis* e *Spodoptera exigua*

Os resultados obtidos nos dois anos de estudo permitem verificar que os valores registados de capturas de machos diferem bastante de parcela para parcela de ensaio e, também, com o ano (Quadro 27 e 28).

Para todas as parcelas, e para ambos os anos de ensaio, a espécie com maior número de machos capturados foi *S. exigua*. Não se verificou captura de machos de *O. nubilalis* em nenhuma das parcelas de ensaio e as capturas de machos de *S. nonagrioides* foram sempre muito reduzidas (Quadro 27 e 28).

Com exceção da parcela Agromais, o número de machos de *S. nonagrioides* capturados nas armadilhas foi consideravelmente mais reduzido na campanha de 2017 (Quadro 27); à semelhança do verificado anteriormente, excetuando a parcela Cholda, o número de machos de *S. exigua* capturados nas armadilhas também foi mais reduzido na campanha de 2017 (Quadro 28).

Na campanha de 2017, tanto no caso de *S. nonagrioides* como no caso de *S. exigua* verificou-se uma antecipação dos voos comparativamente ao ano anterior.

Quadro 27 - Número de machos de *Sesamia nonagrioides* capturados em armadilha de feromona sexual nas parcelas Agromais, Borrego, Cholda, Fajarda, Couço e Lusiaves nas campanhas de 2016 e 2017.

| Ano | Período | Parcela | | | | | |
|------------------|---|----------|---------|--------|---------|-------|----------|
| | | Agromais | Borrego | Cholda | Fajarda | Couço | Lusiaves |
| Campanha de 2016 | Total de machos capturados | 10 | 12 | 8 | 50 | - | - |
| | Período de amostragem comum (27-05-16 a 24-06-16) | 6 | 12 | 2 | 27 | - | - |
| Campanha de 2017 | Total de machos capturados | 19 | 0 | 2 | - | 2 | 0 |
| | Período de amostragem comum (23-06-17 a 18-08-17) | 7 | 0 | 0 | - | 0 | 0 |

Quadro 28 - Número de machos de *Spodoptera exigua* capturados em armadilha de feromona sexual nas parcelas Agromais, Borrego, Cholda, Fajarda, Couço e Lusiaves nas campanhas de 2016 e 2017.

| Ano | Período | Parcela | | | | | |
|------------------|---|----------|---------|--------|---------|-------|----------|
| | | Agromais | Borrego | Cholda | Fajarda | Couço | Lusiaves |
| Campanha de 2016 | Total de machos capturados | 2598 | 1293 | 59 | 2183 | - | - |
| | Período de amostragem comum (27-05-16 a 24-06-16) | 817 | 246 | 12 | 1016 | - | - |
| Campanha de 2017 | Total de machos capturados | 700 | 592 | 210 | - | 491 | 1177 |
| | Período de amostragem comum (23-06-17 a 18-08-17) | 108 | 440 | 180 | - | 468 | 225 |

Por fim, verificou-se também que, tal como expectado, nas semanas após os tratamentos inseticidas, o número de capturas de machos de *S. nonagrioides* e *S. exigua* diminuiu (ver Figura 38 e 39; Anexos 8 a 10).

3.2. Determinação das curvas de voo de *Sesamia nonagrioides* e *Spodoptera exigua*

Analisa-se apenas as curvas de voo de *S. nonagrioides* e *S. exigua* nas parcelas Agromais (Figura 36) e Fajarda (Figura 37), para o ano de 2016, e das parcelas Agromais (Figura 38) e Lusiaves (Figura 39), para o ano de 2017, pois estas são as únicas que apresentaram um intervalo de monitorização das armadilhas aceitável (cujo período de monitorização foi superior a 16 semanas). Nos Anexos 8 a 12 apresentam-se as curvas de voo para as restantes parcelas.

Não se apresentam curvas de voo de *O. nubilalis* pois não houve capturas desta espécie.

Alerta-se que as curvas de voo obtidas para *S. nonagrioides* foram desenhadas meramente com um intuito ilustrativo (como aproveitamento dos dados obtidos), na medida em que os totais de capturas são muito reduzidos e, portanto, as variações detetadas podem ser apenas casuais.

Relativamente à espécie *S. exigua*, e para ambos os anos, observou-se sempre, pelo menos, um pico de voo com um número de capturas elevado (Figura 36 a 39). Pode observar-se a saída escalonada da geração hibernante (correspondente ao primeiro pico de voo) e ainda o voo da primeira geração do ano (correspondente ao segundo pico de voo); consegue-se, por vezes, observar ainda um terceiro pico de voo, correspondente à segunda geração do ano, mas com um número de capturas mais reduzido.

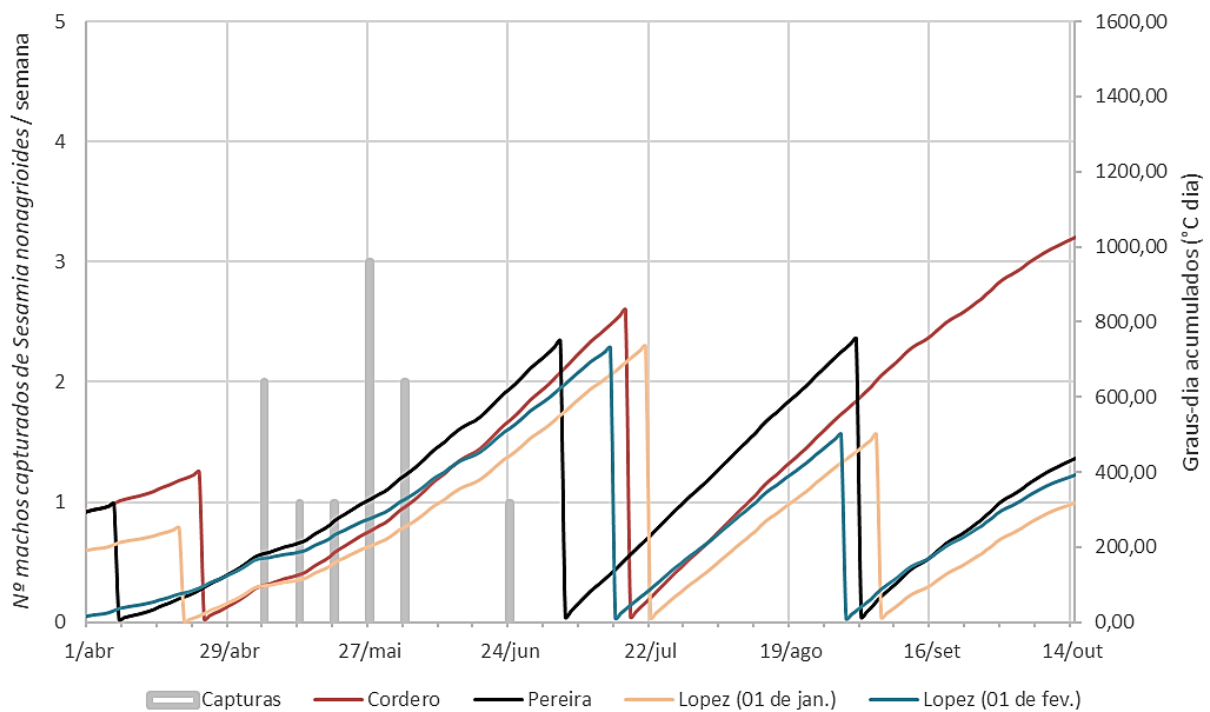
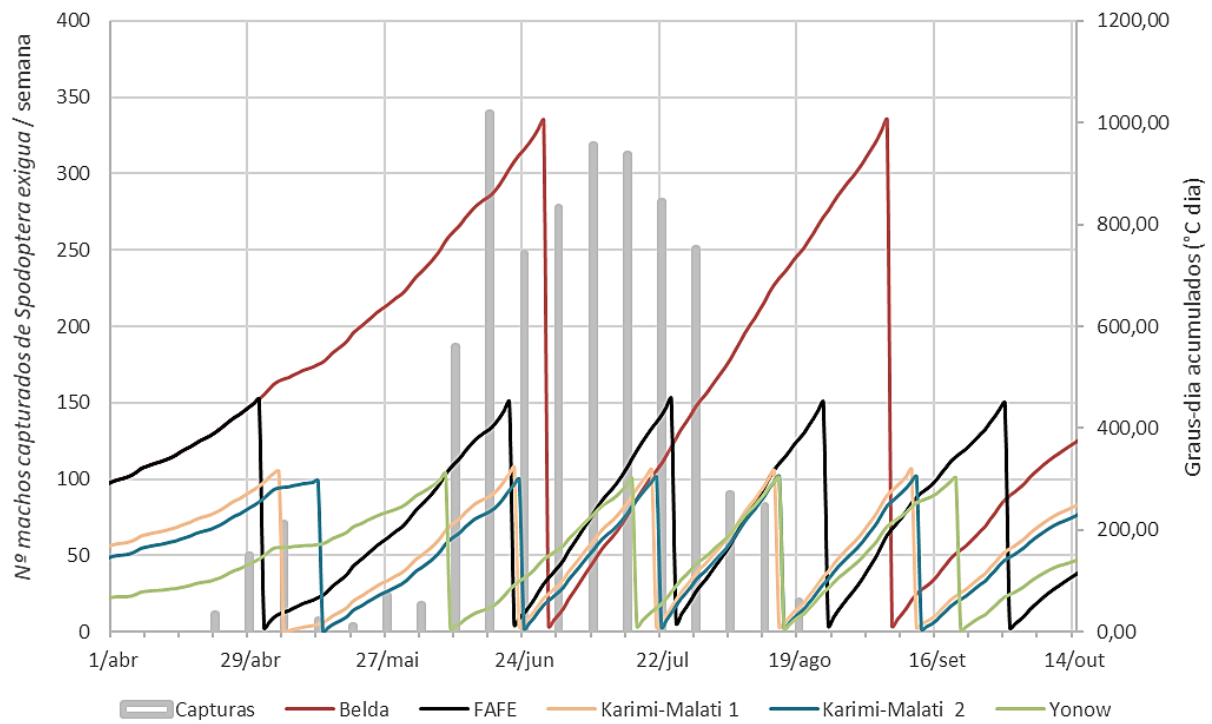


Figura 36 - Em cima, número de machos capturados semanalmente de *Spodoptera exigua*, e respetivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Agromais, de 1 de abril a 14 de outubro de 2016. Em baixo, número de machos capturados semanalmente de *Sesamia nonagrioides*, e respetivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Agromais, de 1 de abril a 14 de outubro de 2016.

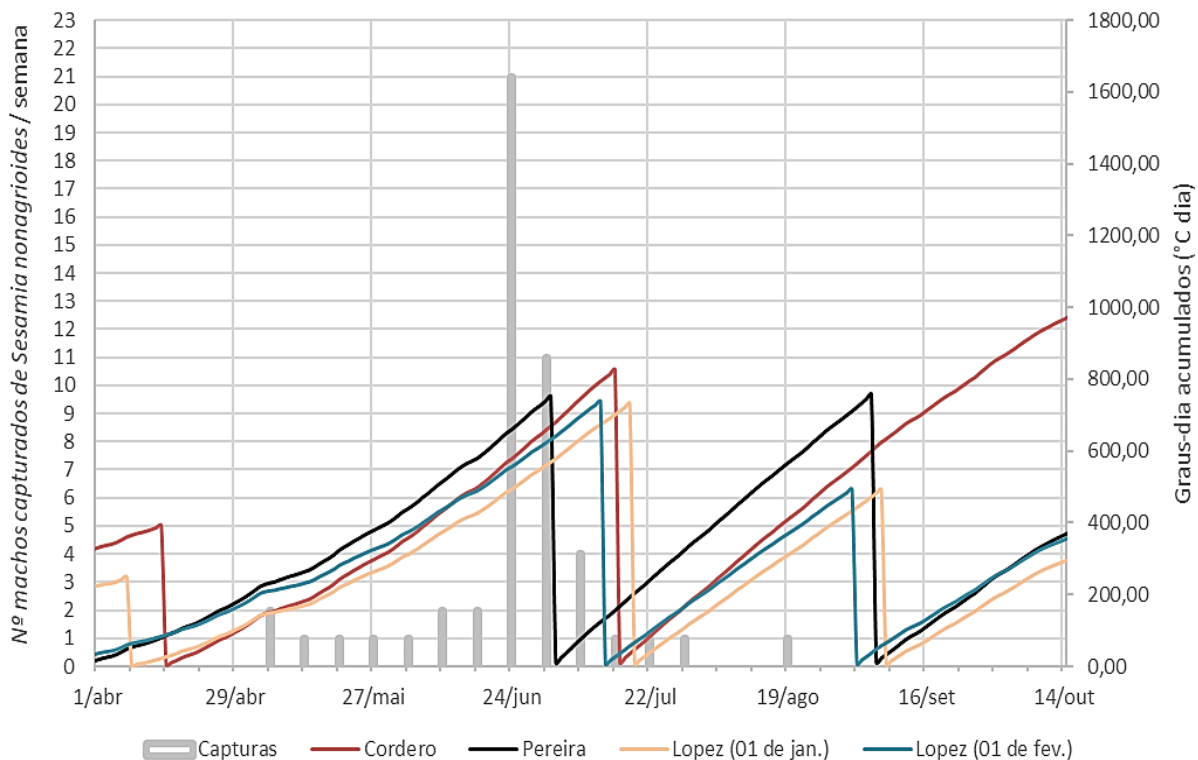
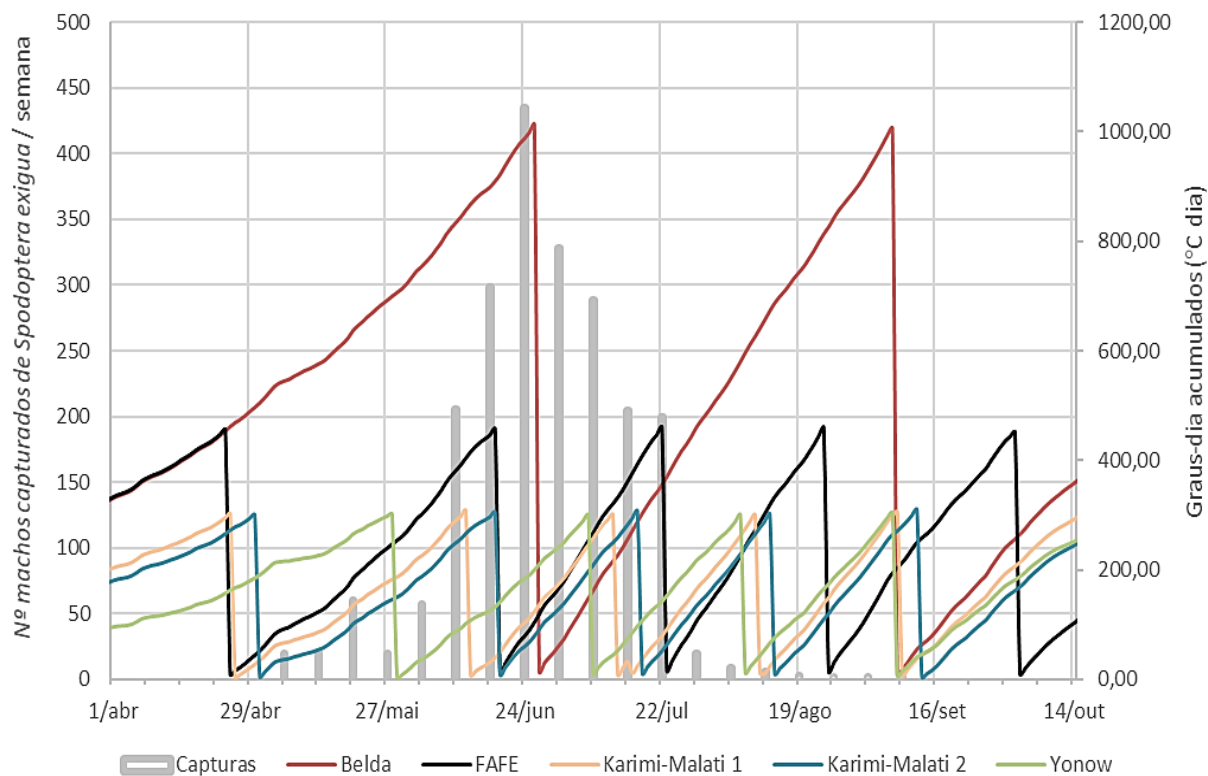


Figura 37 - Em cima, número de machos capturados semanalmente de *Spodoptera exigua*, e respectivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Fajarda, de 1 de abril a 14 de outubro de 2016. Em baixo, número de machos capturados semanalmente de *Sesamia nonagrioides*, e respectivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Fajarda, de 1 de abril a 14 de outubro de 2016.

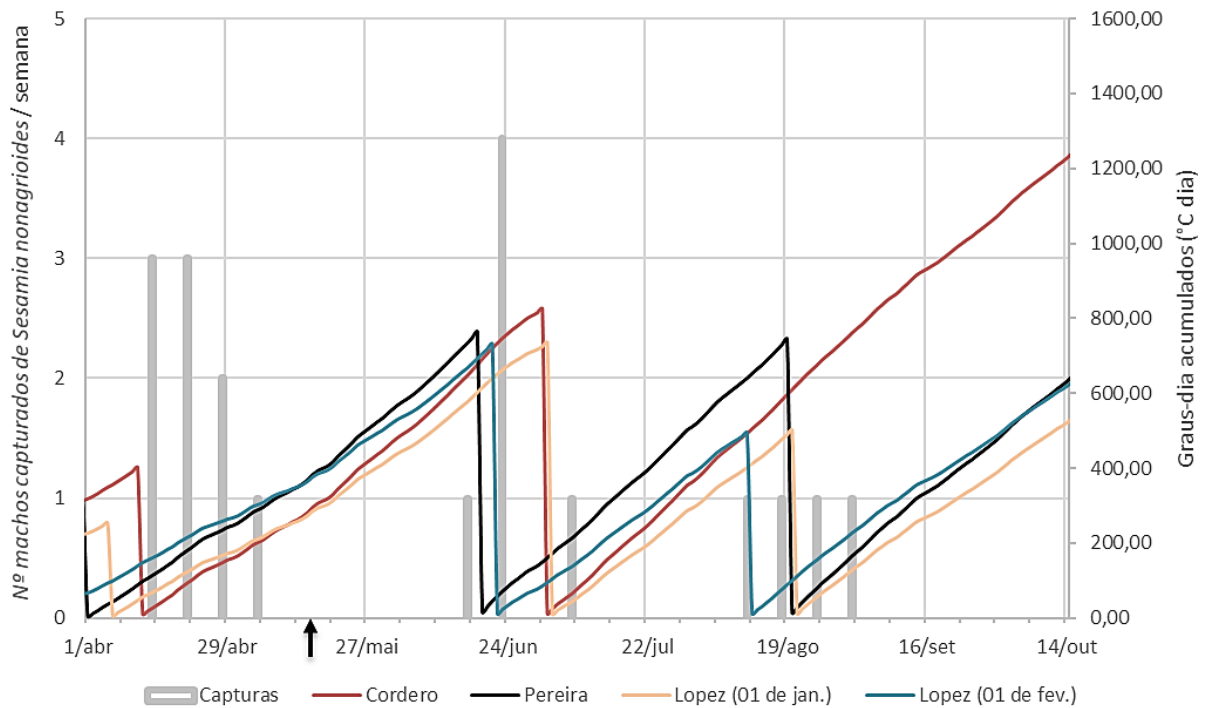
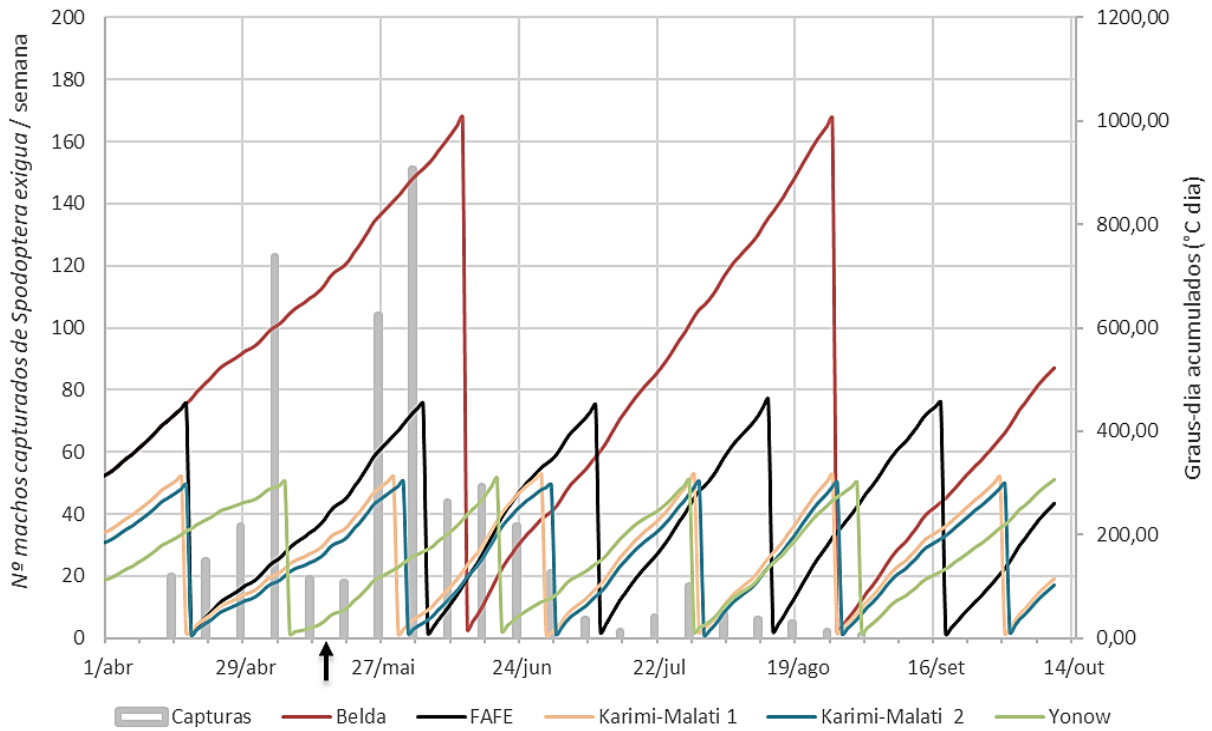


Figura 38 - Em cima, número de machos capturados semanalmente de *Spodoptera exigua*, e respetivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Agromais, de 1 de abril a 14 de outubro de 2017. Em baixo, número de machos capturados semanalmente de *Sesamia nonagrioides*, e respetivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Agromais, de 1 de abril a 14 de outubro de 2017. A seta preta representa a data de aplicação do tratamento inseticida.

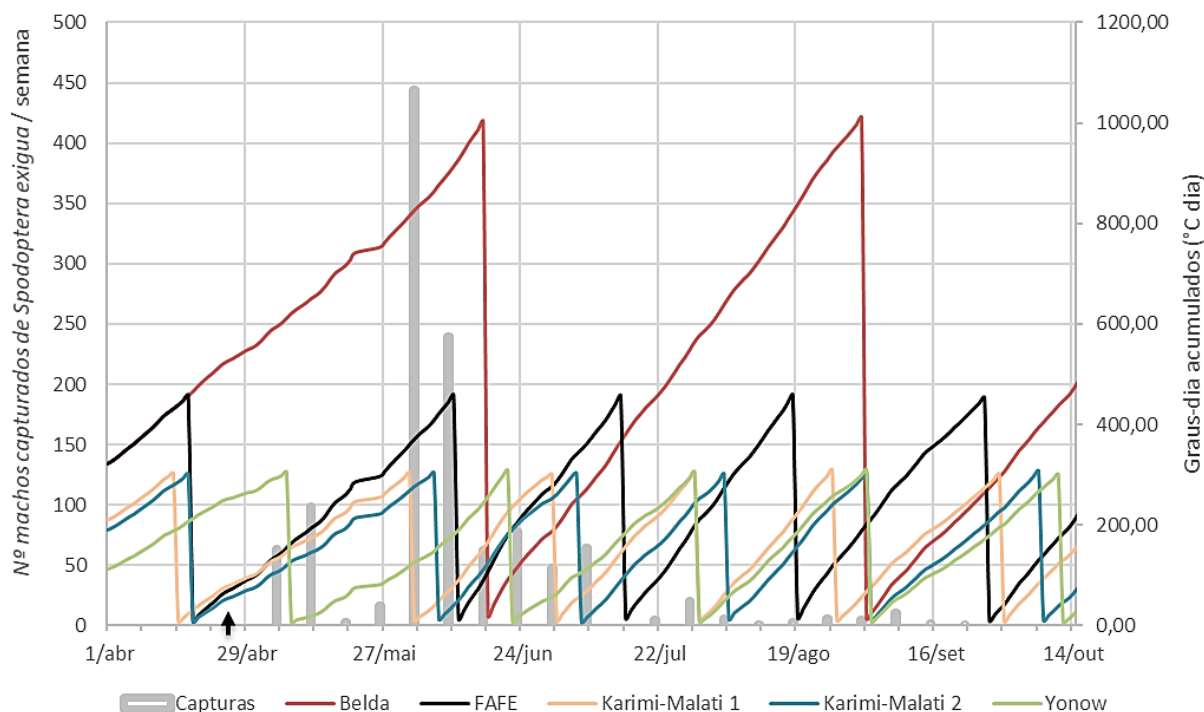


Figura 39 - Número de machos capturados semanalmente de *Spodoptera exigua*, e respetivos modelos de graus-dia acumulados, para a parcela Lusiaves, de 1 de abril a 14 de outubro de 2017. A seta preta representa a data de aplicação do tratamento inseticida.

3.3. Espécies não-alvo capturadas nas armadilhas sexuais de *Sesamia nonagrioides*, *Ostrinia nubilalis* e *Spodoptera exigua*

Na parcela da Lusiaves, na armadilha de *S. nonagrioides*, Coleoptera da família Scarabaeidae foram os insetos não-alvo encontrados em maior número, seguidos pelos Apidae (Hymenoptera: Apocrita). Na armadilha de *S. exigua* verificou-se uma grande variedade de espécies não-alvo: Arachnida, Coccinellidae (Coleoptera), Culicidae (Diptera), Chrysopidae (Neuroptera) e Apocrita. Na armadilha de *O. nubilalis* só se encontraram outros Apocrita e Coccinellidae (Figura 40).

Na parcela da Agromais, na armadilha de *S. nonagrioides*, Apidae (Hymenoptera: Apocrita) estiveram presentes em grande número. Na armadilha de *S. exigua*, tal como na parcela da Lusiaves, verificou-se uma grande variedade espécies não-alvo: Apidae e Vespidae (Hymenoptera: Apocrita), Coccinellidae (Coleoptera) e Chrysopidae (Neuroptera); adicionalmente, também se registou a presença de Arachnida e Stylommatophora (Mollusca). Na armadilha de *O. nubilalis* encontrou-se um grande número de dípteros Brachycera, seguidos de Apidae (Hymenoptera: Apocrita) (Figura 41).

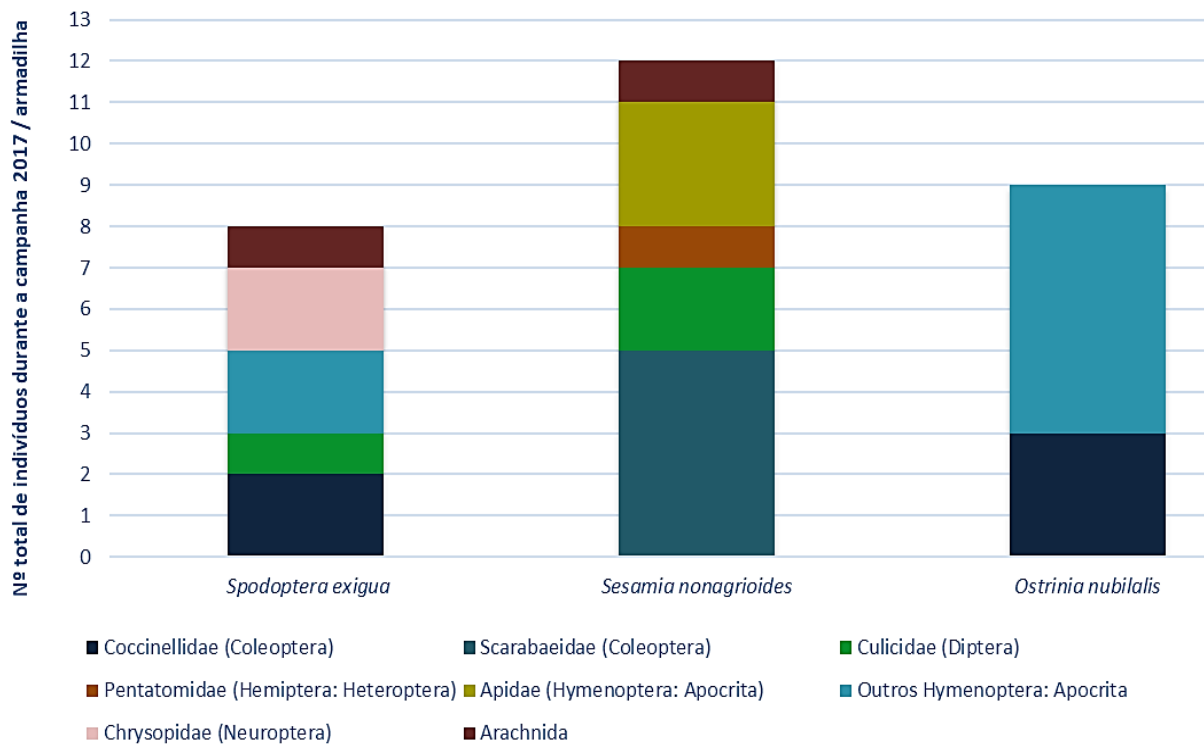


Figura 40 - Espécies não-alvo presentes nas armadilhas de *Spodoptera exigua*, *Sesamia nonagrioides* e *Ostrinia nubilalis* na parcela da Lusiaves, durante a campanha de 2017.

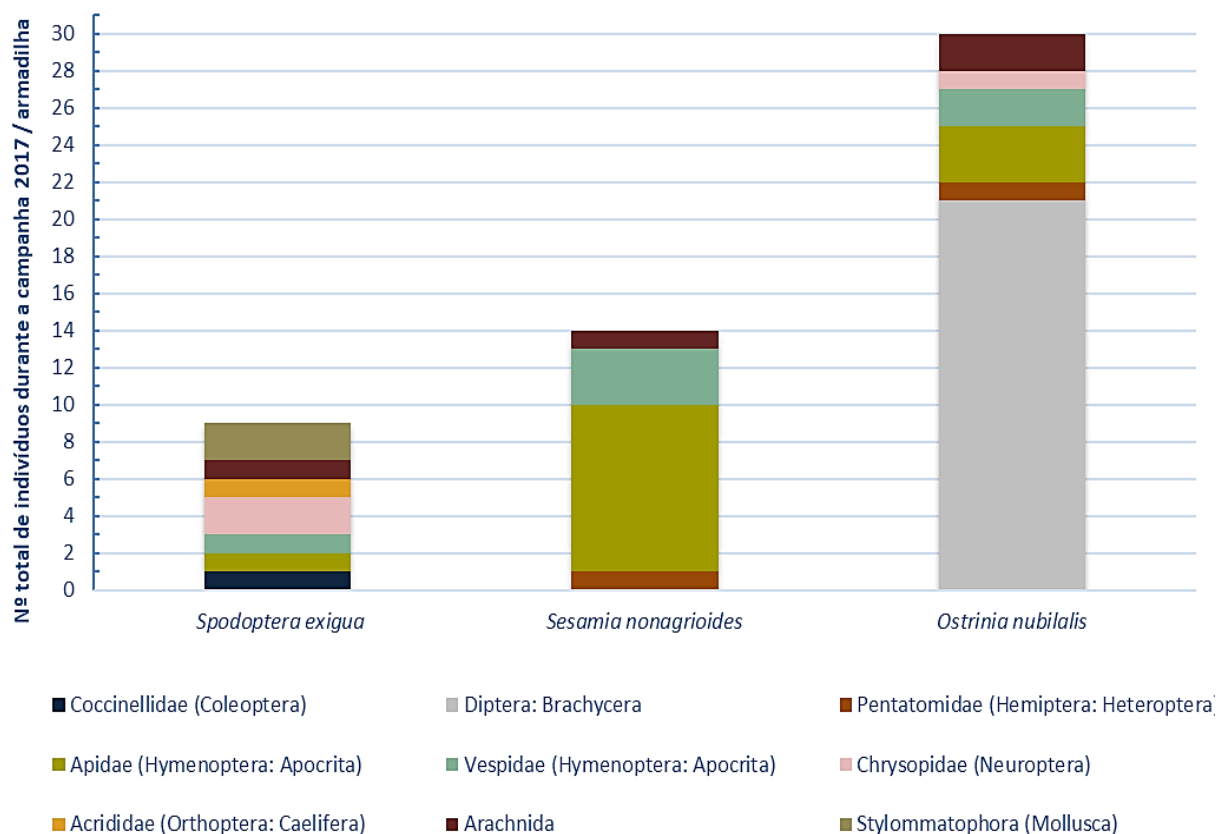


Figura 41 - Espécies não-alvo presentes nas armadilhas de *Spodoptera exigua*, *Sesamia nonagrioides* e *Ostrinia nubilalis* na parcela da Agromais, durante a campanha de 2017.

3.4. Observação semanal das plantas

Na parcela Agromais, durante os cinco meses de observações semanais, não se identificaram exemplares de *O. nubilalis* nem de *S. exigua*.

No início da campanha (na observação semanal de 19 de maio), verificou-se uma elevada presença de *S. nonagrioides*: das 100 plantas observadas, 27 encontravam-se com estragos característicos da espécie, 11 com larvas de *S. nonagrioides* no colmo e uma com um adulto escondido no interior das folhas ainda enroladas (Figura 43 e 44); esta presença esteve mais concentrada nas linhas da bordadura. O NEA para a espécie foi ultrapassado (Quadro 10) e um tratamento inseticida com uma mistura de clorantraniliprol e lambda-cialotrina foi efetuado a 18 de maio de 2017, sendo que após esta semana não se voltou a encontrar espécimes de *S. nonagrioides*.

Durante o resto do período de observação, foi possível encontrar estragos característicos de lagarta em algumas folhas de milho; estes estragos (mais localizados nas bordaduras da parcela) foram apenas observados durante as semanas de 9 a 23 de junho, sendo que as plantas apresentavam apenas uma a duas folhas atacadas, não sendo um ataque preocupante (Figura 42), nunca se tendo atingido o NEA.

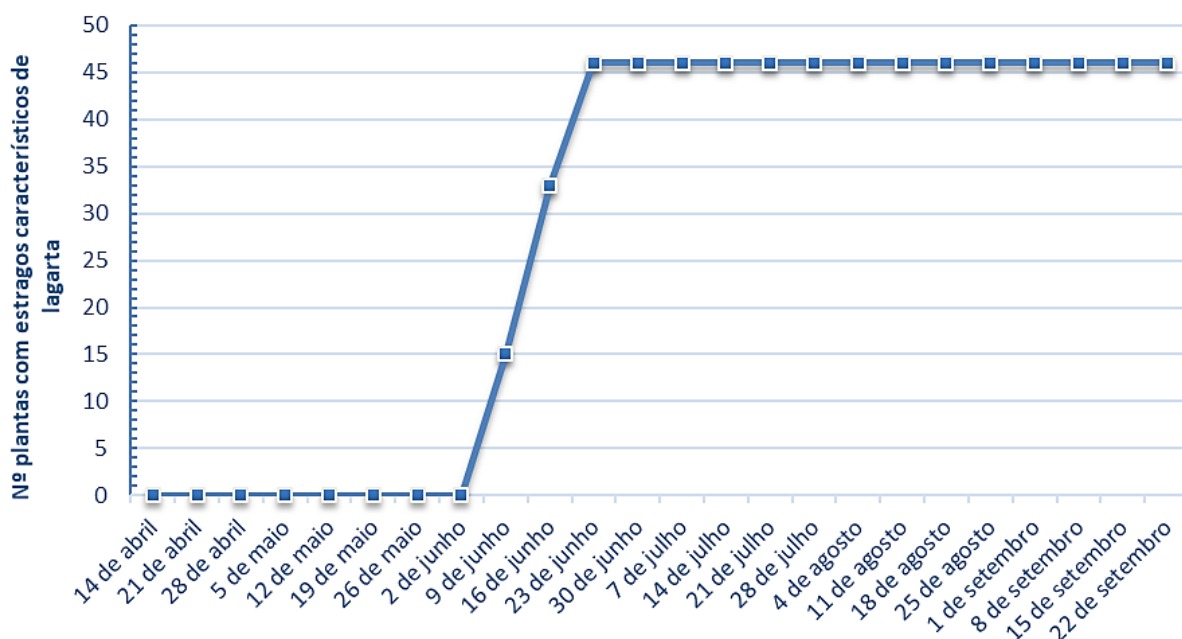


Figura 42 - Número de plantas com estragos característicos de lagarta presentes na parcela Agromais, durante a campanha de 2017 (cada observação semanal incidiu sobre 100 plantas escolhidas aleatoriamente na parcela).

Em função das espécies de larvas encontradas na parcela assume-se que os restantes estragos encontrados nas plantas de milho (Figura 42) foram, com maior probabilidade, também consequentes de ataques de *S. nonagrioides*.

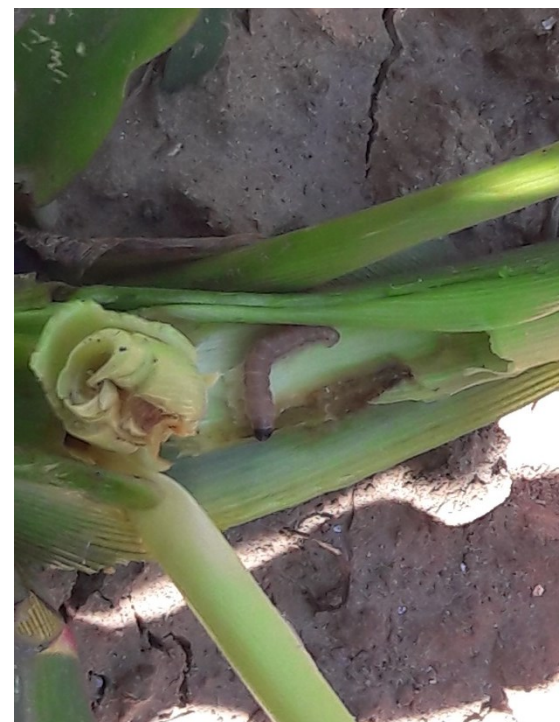


Figura 43 - Registo fotográfico da observação semanal da parcela Agromais no dia 19 de maio de 2017, onde é possível observar-se: um adulto de *Sesamia nonagrioides* (em cima, à esquerda); uma planta de milho, que continha uma larva de *Sesamia nonagrioides*, com estragos visíveis numa das folhas (em cima, à direita); um colmo de milho atacado por uma larva de *Sesamia nonagrioides* (em baixo, à esquerda); e uma larva de *Sesamia nonagrioides* no interior de um colmo de milho (em baixo, à direita).

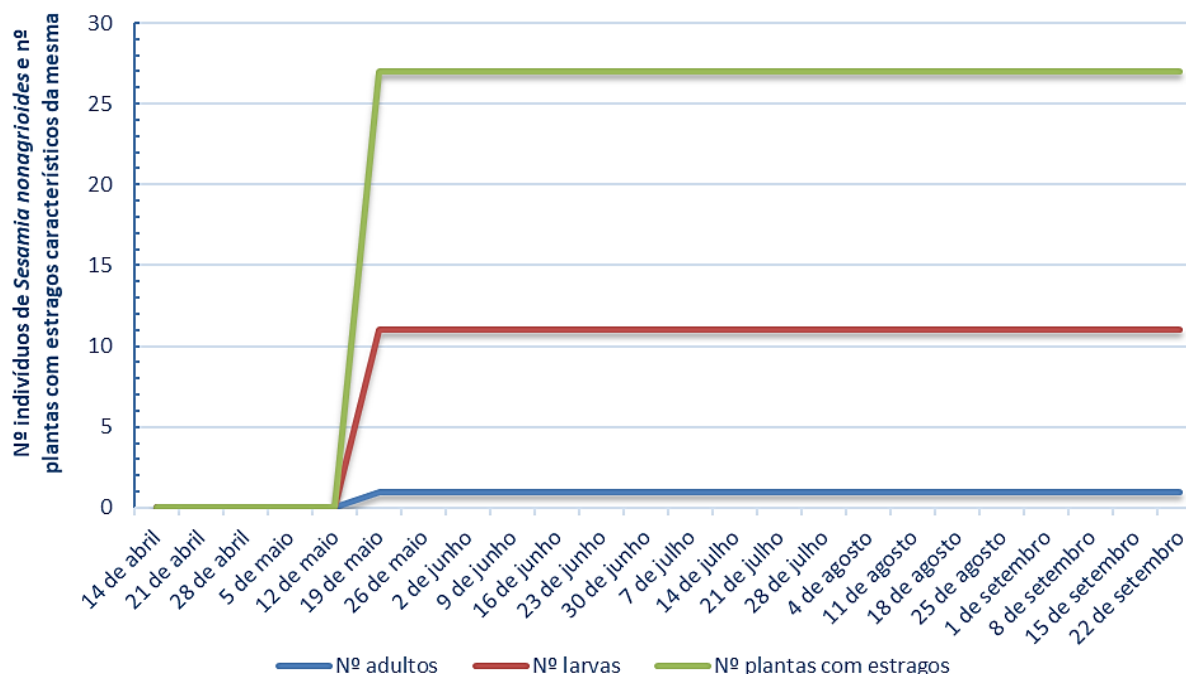


Figura 44 - Número de adultos e larvas de *Sesamia nonagrioides* e número de plantas com estragos característicos da mesma encontrados na parcela Agromais, durante a campanha de 2017 (cada observação semanal incidiu sobre 100 plantas escolhidas aleatoriamente na parcela).

Na parcela Lusiaves, durante os cinco meses de observações semanais, nunca se identificaram exemplares das espécies de *S. exigua*, *S. nonagrioides* ou *O. nubilalis* nas plantas, nem estragos característicos destas espécies nas plantas de milho observadas.

Na parcela Agromais, a presença de outras pragas, que não as das espécies-alvo, durante as observações semanais pertenciam a: Scarabaeidae (Coleoptera), Aphididae, Cicadellidae, e Pentatomidae (Hemiptera), Noctuidae (Lepidoptera), Acrididae (Orthoptera), Terebrantia (Thysanoptera) e Stylommatophora (Mollusca) (Figura 45). Estas pragas encontravam-se a um nível populacional baixo, sendo que as mais significativas foram:

- outros Noctuidae: no início da campanha (na observação semanal de 5 de maio) ocorreu um ataque leve da rosca *Agrotis* spp., encontrando-se 3 exemplares da espécie em 100 das plantas observadas (Figura 45; Anexo 13, figura c);
- Aphididae: no final da campanha (de 28 de julho até à colheita) verificou-se um nível populacional já considerável de pulgão do milho (*Rhopalosiphum maidis*) (Figura 45; Anexo 13, figuras q, s), encontrando-se, em média, em 24 plantas das 100 observadas;
- Stylommatophora: da observação semanal de 26 de maio até à de 7 de julho encontrou-se, em média, 2 plantas com exemplares de caracóis (com estragos nas folhas) dentro das 100 observadas.

Relativamente aos auxiliares encontrados, identificaram-se: Coccinellidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera) e Arachnida (Figura 45). Coccinellidae e Chrysopidae encontraram-se a níveis populacionais reduzidos e de forma pouco frequente; os aracnídeos, por sua vez, estiveram presentes desde a observação semanal de 30 de junho até à colheita da parcela, encontrando-se, em média, em 3 das plantas observadas.

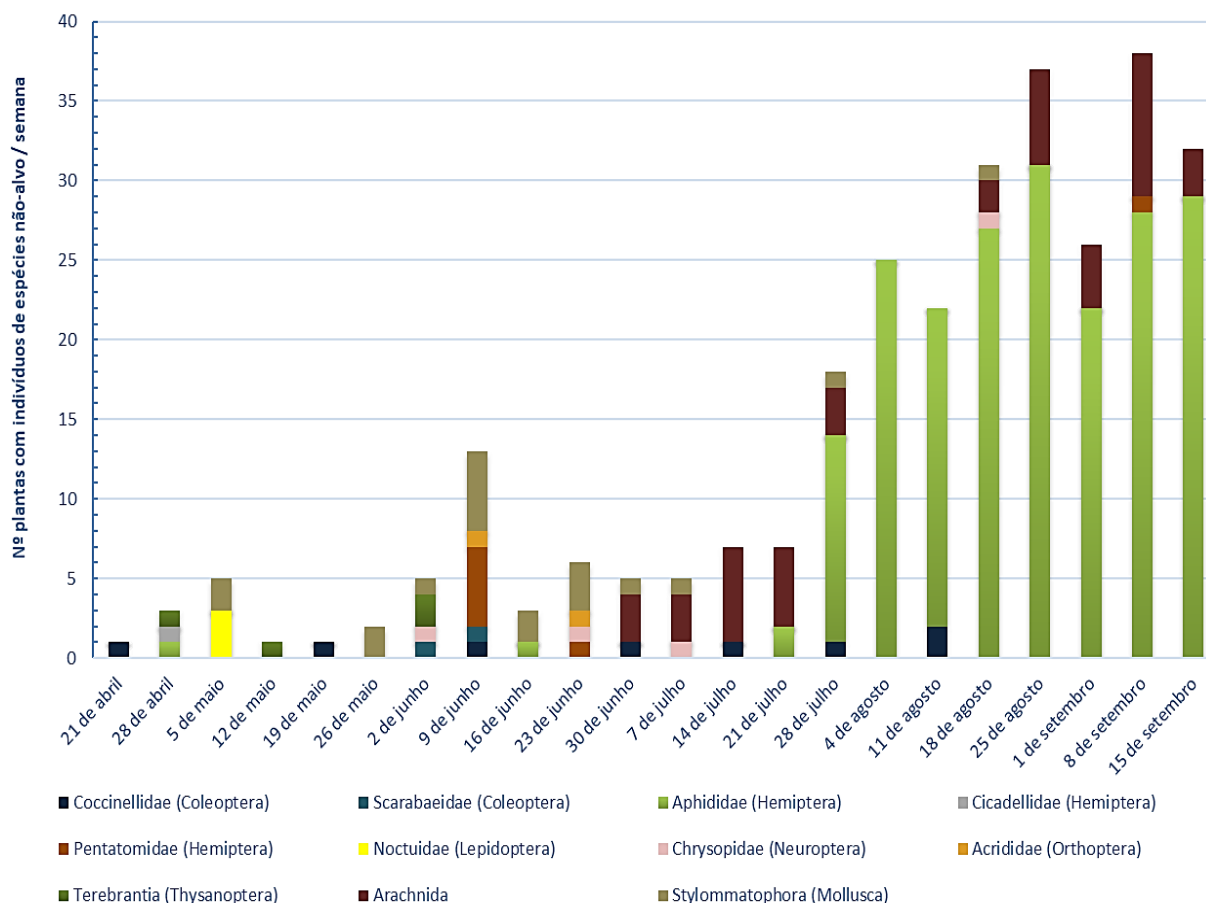


Figura 45 - Número de plantas de milho em que se encontraram indivíduos das espécies não-alvo durante as observações semanais realizadas na parcela Agromais, na campanha de 2017 (cada observação semanal incidiu sobre 100 plantas escolhidas aleatoriamente na parcela).

Na parcela Lusiaves, a presença, incidência, e frequência de outras pragas foi ainda mais reduzida que na parcela Agromais (Figura 46), encontrando-se Scarabaeidae (Coleoptera), Aphididae, Coccoidea e Pentatomidae (Hemiptera) e, ainda, Stylommatophora (Mollusca); destas espécies, a única praga relevante foi o pulgão do milho (Anexo 14, figuras j, m), que apareceu na observação semanal de 28 de julho e se manteve até à colheita, com uma incidência média de 21 plantas, nas 100 observadas.

Relativamente aos auxiliares encontrados, identificou-se: Coccinellidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera), Anisoptera (Odonata) e Arachnida (Figura 46). À semelhança da parcela Agromais, Coccinellidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera) e Anisoptera

(Odonata) encontraram-se a níveis populacionais reduzidos e de forma pouco frequente; os aracnídeos estiveram presentes durante todo o período de monitorização, tendo uma elevada incidência a partir da observação semanal de 9 de junho, encontrando-se em média em 7 das 100 plantas observadas.

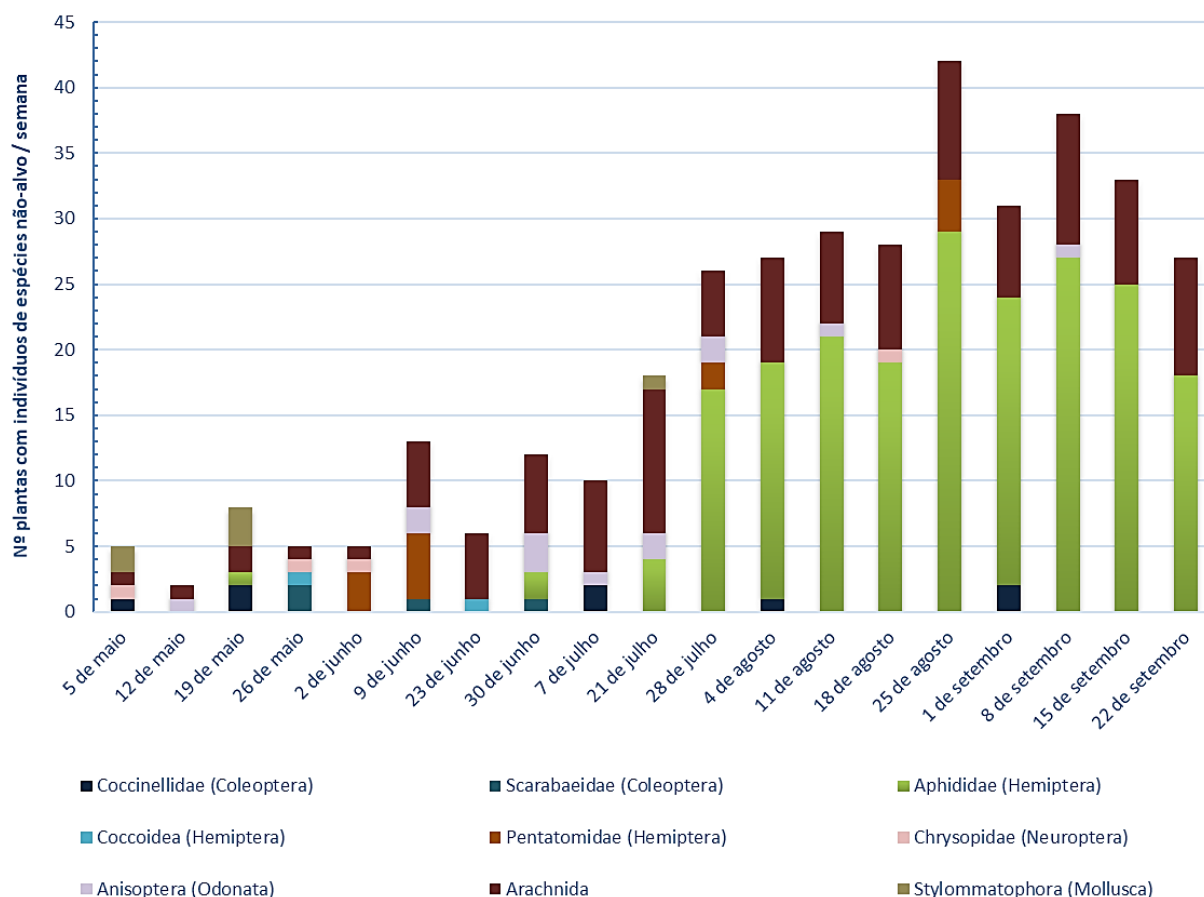


Figura 46 - Número de plantas de milho em que se encontraram indivíduos das espécies não-alvo durante as observações semanais realizadas na parcela Lusiaves, na campanha de 2017 (cada observação semanal incidiu sobre 100 plantas escolhidas aleatoriamente na parcela).

De referir que a parcela Lusiaves era comum encontrar-se parcialmente inundada, chegando a ser impossível realizar a observação semanal do campo devido ao excesso de água (Anexo 14, figuras h, k). Esta inundação da parcela é, inclusive, observável nas imagens de satélite dos índices vegetativos NDVI (Anexos 15 a 23), em que a parcela Lusiaves é o único campo de ensaio com óbvias diferenças no desenvolvimento do milho na parcela, ao longo de toda a campanha 2017.

O registo fotográfico da evolução das parcelas Agromais e Lusiaves ao longo da campanha de 2017 encontra-se nos Anexos 13 e 14, respetivamente. Em ambas as parcelas, registou-se um baixo nível populacional das pragas, o que sucedeu também nas parcelas circundantes, tendo os agricultores vizinhos aplicado apenas um tratamento inseticida, ou mesmo nenhum, nesta campanha.

4. DISCUSSÃO

Tem-se consciência que os métodos usados e a uniformidade da forma de os pôr em prática durante o projeto de monitorização BayMonitor esteve longe de ser a ideal:

- todas as parcelas deveriam ter usado o mesmo tipo de armadilha de feromona, sendo que estas deveriam ter estado localizadas no meio das parcelas e com uma maior distância entre cada armadilha;
- as contagens das armadilhas deveriam ter sido realizadas semanalmente, desde a plantação da cultura até à sua colheita;
- por fim, para além das contagens semanais de machos adultos capturados nas armadilhas, também se deveria ter realizado observações semanais nas plantas em todas as parcelas de ensaio.

Apesar de se estudar todos os campos de ensaio, a discussão dos valores das capturas semanais de machos nas armadilhas de feromonas sexuais das três espécies vai ser focada nos campos da Agromais e da Fajarda, na campanha de 2016, e nos campos da Agromais e da Lusiaves, na campanha de 2017, sendo que as restantes parcelas são usadas como reforço dos dados obtidos nos campos em foco.

4.1. *Sesamia nonagrioides*

O número reduzido de capturas de machos de *S. nonagrioides* pode ser dependente de vários fatores tais como a deficiência da feromona ou do dispositivo, as características específicas das parcelas de ensaio, ou a densidade populacional da espécie ter sido baixa no local e ano de observação.

Considerando que ambas as campanhas de ensaio se trataram de anos climáticos muito quentes e secos, é também provável que tenha havido um baixo número de adultos de *S. nonagrioides* nas parcelas devido à elevada mortalidade dos ovos da espécie (o que pode justificar não só o baixo número de capturas de adultos, como o facto de estas se tornarem inexistentes a partir de julho).

Considera-se que o número total de capturas reduzido se pode dever também a deficiências relacionadas com a ação da feromona sintética, mais especificamente:

- aos problemas reportados com a eficácia da feromona sintética de *S. nonagrioides* (Ameline e Frérot, 2001); Pereira (1994) também reportou problemas na captura de

espécimes de *S. nonagrioides* com feromona sintética, discutindo que o motivo do insucesso de capturas residiu na especificidade da feromona;

- ao facto da feromona de *O. nubilalis* atuar como inibidor da feromona de *S. nonagrioides* (Eizaguirre *et al.*, 2007) o que, no caso dos campos de ensaio utilizados, é muito provável que tenha ocorrido, conseqüente da curta distância entre as duas armadilhas;
- ao facto de, muito provavelmente, a feromona sintética não se dissipar corretamente com as temperaturas elevadas, ou não funcionar de todo.

A redução do número de capturas de machos de *S. nonagrioides* na campanha de 2017, comparativamente à campanha de 2016, poderá dever-se ao facto de:

- a feromona sintética não se ter dissipado corretamente com temperaturas elevadas, ou não ter funcionado de todo (tendo em conta que a campanha de 2017 se caracterizou por ser ainda mais quente do que a de 2016): em 2016, de junho a setembro, em mais de 15 dias as temperaturas máximas foram superiores a 30°C; em 2017, a temperatura máxima tomou valores superiores a 30°C quase todos os dias dos meses de junho a setembro;
- ter ocorrido uma elevada mortalidade dos ovos, novamente conseqüente das elevadas temperaturas verificadas na campanha de 2017;
- *S. nonagrioides* ter sofrido uma elevada mortalidade durante o inverno de 2016, pois até ao fim de outubro, e mesmo em novembro, foram comuns os dias com temperaturas de 26°C, o que pode ter levado as larvas a não induzirem a diapausa, acabando depois por morrer com a repentina descida da temperatura.

Na parcela Agromais, as datas consecutivas com maiores números de adultos encontrados nas armadilhas (14 de abril a 5 de maio) e a data do aparecimento das larvas de *S. nonagrioides*, coincidem com o referido por CABI (2018), Cook *et al.* (2003) e Pereira (1994), em como em média se demora 15 dias desde o período de postura até ao desenvolvimento das larvas da geração seguinte.

Recorda-se que as curvas de voo obtidas para *S. nonagrioides* foram desenhadas meramente com um intuito ilustrativo, na medida em que os totais de capturas são muito reduzidos e, portanto, as variações detetadas podem ser apenas casuais. No entanto, é interessante observar que, na maioria das parcelas, a maior parte das capturas ocorreram durante o mês de maio, o que está de acordo com o enunciado por Cordero *et al.* (1998) e Velasco *et al.* (2007) como sendo a época do primeiro pico de voo.

Por que a curva de voo pode não espelhar a densidade de praga na planta, o método de estimativa de risco através do uso isolado de capturas de machos com armadilhas sexuais não é um método fiável, sendo obrigatória a prática das observações semanais dos campos para uma correta estimativa do risco de *S. nonagrioides*.

O facto de se ter capturados machos adultos nas duas campanhas de estudo, aliado ao facto de se ter encontrado estragos e larvas de *S. nonagrioides* (ultrapassando o NEA), na parcela da Agromais durante a campanha de 2017 confirma que esta espécie continua presente na região do Ribatejo. A falta de observações semanais durante a campanha de 2016 leva a que não se possa afirmar que *S. nonagrioides* se trata de uma praga-chave do Ribatejo, no entanto, tem-se a certeza de que, pelo menos, se trata de uma praga ocasional desta região, o que leva a que se deva continuar a monitorizá-la, procurando melhorar o método de estimativa de risco.

4.2. *Ostrinia nubilalis*

Um possível fator para a ausência de capturas de machos nas armadilhas de feromonas pode dever-se à mistura de feromona sintética utilizada: Gemeno *et al.* (2006) e El-Sayed (2018) alertam que na Península Ibérica o biótipo de *O. nubilalis* predominante é o biótipo Z, logo, se não se tiver usado a mistura E/Z-11-tetradecenil-acetato na proporção 3:97, assume-se que, mesmo que a espécie estivesse presente nos campos, não responderia à feromona.

Tanto na campanha de 2016 como na de 2017, as condições climáticas foram desfavoráveis para o desenvolvimento e sobrevivência da espécie, seja pelos períodos com dias com temperaturas que ultrapassaram os limiares mínimos e máximos, pela grande amplitude das mesmas, ou por terem sido anos muito quentes e secos (Quadro 13 e 15).

A importância desta espécie é referida no norte e centro da Europa, assim como no norte da Península Ibérica (tendo menor importância na zona sul), no entanto, considerando as alterações climáticas, e aliando o facto de não se ter obtido capturas de machos de *O. nubilalis*, com o facto de também não se ter encontrado indícios da sua presença nas parcelas, discute-se a hipótese de, além de não ser uma praga importante no Ribatejo, *O. nubilalis* não estar de todo presente nesta região.

4.3. *Spodoptera exigua*

As capturas de machos de *S. exigua* em ambas as campanhas, desde abril a setembro permitem contestar a hipótese, proposta por Zheng *et al.* (2011), de que a espécie hiberna na Península Ibérica durante o inverno, em câmaras pupais inseridas no solo, e por volta de maio migra para as Ilhas Britânicas, só voltando a Portugal e Espanha no outono; contrariamente a esta teoria, as capturas de machos de *S. exigua* parecem corroborar a proposta de Belda *et al.* (1994), Capinera (2017b), FAFE (2018) e Hua *et al.* (2013) de que esta espécie é multivoltina em Portugal. O período de capturas possibilita que se questione se *S. exigua* não estará a realizar mais gerações anuais do que as previstas, ou mesmo, se não estará, atualmente, ativa durante todo o ano, como já registado na Florida e Norte de África (Belda *et al.*, 1994; Capinera, 2017b).

Observou-se que a maioria das capturas de adultos de *S. exigua* ocorreu nos meses de junho e julho, tal como o proposto por Belda *et al.* (1994) (ver Figura 30).

Considerou-se que a antecipação dos picos de voo em relação ao modelo de previsão e a redução do número total de capturas, verificadas na campanha de 2017, estarão relacionadas com:

- as elevadas temperaturas, que podem ter levado a que as feromonas sintéticas não se dissipassem tão eficientemente;
- o tempo quente e seco, que pode ter levado a que as gerações se desenvolvessem mais rapidamente;
- o facto dos modelos de desenvolvimento de *S. exigua* terem sido desenvolvidos a temperaturas constantes, e não a temperaturas alternadas, como acontece na natureza;
- as condições climáticas, os inimigos naturais e a presença de hospedeiros alternativos na região, que podem ter levado a que uma parte da espécie migrasse para outras culturas presentes na região, como, por exemplo, tomate.

Os resultados obtidos com os modelos das curvas de voo de *S. exigua* indicam que a praga completará três gerações por ano (Belda *et al.*, 1994). Analisando os modelos de graus-dia acumulados estudados com as curvas de voo de *S. exigua* obtidas para as diferentes parcelas (ver Figura 36 a 39; Anexos 8 a 12), verificou-se que:

- o primeiro pico de voo do modelo “Belda” (Belda *et al.*, 1994) coincidiu com o período de maior número de capturas de machos de *S. exigua*, que corresponde à primeira geração do ano; observou-se ainda que o segundo e terceiro picos de voo do modelo

“FAFE” parecem enquadrar o período de saída escalonada da primeira geração do ano;

- para ambas as campanhas, para uma melhor monitorização da praga, através dos modelos de graus-dia acumulados, foi necessária a conjugação de dois dos modelos estudados:
 - na campanha de 2016, os modelos “Karimi-Malati 1” e “FAFE” foram úteis na previsão do primeiro pico de voo de *S. exigua* (correspondente ao voo da geração hibernante do ano anterior); o modelo “Yonow”, apesar de perder o início do primeiro pico de voo, foi indicado para prever os restantes picos;
 - na campanha de 2017, esta conjugação de dois modelos não foi tão preditiva, apresentando algum desfazamento entre as datas previstas e as reais: o modelo “Yonow” indicou o pico máximo de capturas do primeiro voo; contrariamente, na segunda geração, os modelos “Karimi-Malati” e “FAFE” indicam o segundo pico de voo sendo que “Yonow” detetou o fim do mesmo pico; o terceiro pico foi corretamente previsto pelos modelos “Yonow” e “Karimi-Malati”.

A captura de machos de *S. exigua* observada no campo aliada ao desenho dos diferentes modelos de curvas de voo poderá tratar-se de uma boa ferramenta de previsão e estimativa do risco da espécie, no entanto, são necessários mais anos de estudo para se obter uma correta validação destes modelos para a região do Ribatejo; assume-se que, após esta validação, seja possível realizar as observações nas plantas apenas após os picos de voo (com o intuito de detetar ovos e larvas, e fazer uma correta tomada de decisão).

De acordo com os resultados obtidos, assume-se que a espécie está presente na região do Ribatejo; no entanto, a ausência de estragos observados leva a que se questione se esta praga se encontra num nível populacional suficientemente elevado ou se prefere outras culturas presentes na região.

O facto de se terem obtido capturas nos dois anos de ensaio e em todas as parcelas permite questionar se *S. exigua* será realmente uma espécie esporádica em Portugal e, mais concretamente, na região do Ribatejo.

4.4. Projeto de monitorização BayMonitor

Apesar de se ter observado um reduzido número de espécimes durante as observações semanais das parcelas, e durante as contagens de machos capturados nas armadilhas,

considera-se que este projeto de monitorização obteve, mesmo assim, resultados interessantes, conseguindo-se desenhar as curvas de voo de *S. exigua* e, aliando-as aos modelos de graus-dia acumulados, ter-se uma ideia mais precisa das alturas de perigo da praga.

A observação semanal das plantas nas parcelas desempenhou um papel fundamental no estudo da monitorização das espécies, concluindo-se que, apesar de a monitorização por armadilhas de feromonas ser interessante de um ponto de vista global, terá que estar sempre associada a uma observação das plantas, de forma a se obterem resultados mais fidedignos de ocorrência de ataque.

É relevante apontar algumas considerações que se tomam como fundamentais para uma melhor execução do projeto de monitorização BayMonitor nos anos vindouros:

- relativamente ao projeto de monitorização BayMonitor, deve-se uniformizar todos os campos de ensaio: todas as parcelas devem usar o mesmo tipo de dispositivo de armadilha de feromona, sendo que estas devem estar localizadas no meio das parcelas e, idealmente, com uma maior distância entre cada armadilha;
- independentemente da data de plantação e planeada para colheita, para um correto estudo da fenologia das espécies, a monitorização semanal deverá ser iniciada no início de abril, mantendo-se até ao final de outubro, com o intuito de cobrir todo o ciclo biológico;
- para se realizar uma melhor monitorização das espécies, considera-se necessário que a observação semanal das plantas, realizada nos campos Agromais e Lusiaves na campanha 2017, seja estendida para as restantes parcelas de ensaio nos anos vindouros.

Atendendo a que as principais culturas de primavera/verão da região do Ribatejo são a cultura do tomate de indústria e a cultura do milho, propõe-se que, nos anos vindouros, se adicione ao projeto BayMonitor, um projeto de monitorização de *Helicoverpa armigera*, visto que esta é uma espécie presente nesta região e com densidade populacional usualmente elevada (Figueiredo, 2007), atacando com grande intensidade ambas as culturas; propõe-se ainda que, considerando que *S. exigua* se trata de uma espécie polífaga que também ataca tomate, se coloquem armadilhas de feromona sexual de *S. exigua* nas duas culturas.

O projeto de monitorização BayMonitor mostrou tratar-se de uma boa iniciativa para se realizar uma melhor estimativa de risco de *S. nonagrioides*, *O. nubilalis* e *S. exigua*. Com base no estudo efetuado até ao momento e nos anos vindouros poder-se-á identificar quais as

espécies pragas-chave da cultura do milho do Ribatejo, aprofundando-se o conhecimento dos seus ciclos biológicos nesta região, e face às alterações climáticas, e, conseqüentemente, validando-se os modelos mais indicados para cada uma das espécies; o desenvolvimento deste projeto poderá vir a proporcionar aos agricultores uma boa ferramenta na proteção destas pragas, identificando-se com mais facilidade os seus períodos de risco.

5. CONCLUSÕES

Durante os dois anos de estudo nas armadilhas de feromona sexual não se capturou um único macho de *O. nubilalis* e, no caso de *S. nonagrioides*, as capturas foram, também, quase inexistentes ou mesmo nulas em algumas das parcelas de ensaio; por sua vez, o número de machos de *S. exigua* foi o mais elevado nos dois anos e em todas as parcelas de ensaio.

Durante a campanha de 2017, tanto *S. exigua* como *S. nonagrioides* tiveram uma redução no número de capturas de machos para mais de metade do ano anterior.

A única espécie em que se ultrapassou o NEA nas observações nas plantas foi *S. nonagrioides*, e unicamente na semana de 19 de maio de 2017.

Para as duas campanhas de ensaio, o reduzido número total de capturas de *S. nonagrioides* conduziu a que o uso isolado das curvas de voo não permita aferir se *S. nonagrioides* está, ou não, presente na cultura do milho; é obrigatória a prática das observações semanais dos campos para uma correta estimativa do risco de *S. nonagrioides*.

Sesamia nonagrioides e *S. exigua* estão presentes na região do Ribatejo, tratando-se de pragas ocasionais da cultura do milho. As alterações climáticas que se têm verificado parecem ter afetado o ciclo biológico de *O. nubilalis*, que, para além de não se tratar de uma praga-chave da cultura do milho do Ribatejo, aparentou não estar de todo presente na região.

O projeto de monitorização BayMonitor onde este trabalho esteve inserido deverá ser continuado nos anos vindouros, com o objetivo de se conhecer mais detalhadamente o comportamento de *Sesamia nonagrioides*, *Ostrinia nubilalis* e *Spodoptera exigua* na cultura do milho de regadio, na região do Ribatejo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acín P, Rosell G, Guerrero A, Quero C, 2010. Sex pheromone of the Spanish population of the Beet Armyworm *Spodoptera exigua*. *Journal of Chemical Ecology* **36**,778-786.

Amaro P, 1981. *A protecção integrada do milho*. Lisboa, Portugal. Curso de Protecção Integrada FAO/DGPPA.

Amaro P, 1982. *A protecção integrada em agricultura*. Lisboa, Portugal. Confederação Nacional da Agricultura.

Ameline A, Frérot B, 2001. Pheromone blends and trap designs can affect catches of *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lep., Noctuidae) males in maize fields. *Journal of Applied Entomology* **125**, 15-18.

Andreadis SS, Kagkellaris NK, Eliopoulos PA, Savopoulou-Soultani M, 2013. Temperature-dependent development of *Sesamia nonagrioides*. *Journal of Pest Science* **86**, 409-417.

Barreto E, 1996. *As principais pragas das culturas do milho e feijão no sequeiro*. S. Jorge, Cabo Verde: Centro de Formação do INIDA, dissertação de bacharelato em ciências agroflorestais.

Barros JFC, Calado JG, 2014. *A Cultura do Milho*. Évora, Portugal. Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Fitotecnia. Texto de apoio a alunos.

Bayer, 2018. *Ostrinia nubilalis*. Em: Crop Compendium. [<https://www.cropscience.bayer.com/en/crop-compendium/pests-diseases-weeds/pests/ostrinia-nubilalis>]. Acedido a 26 de maio de 2018.

Belda J, Justicia L, Pascual F, Cabello T, 1994. Fenología de *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lep.; Noctuidae) en el sureste de España. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* **20**, 303-316.

Brambila J, 2013. *Identification notes for Spodoptera litura and Spodoptera littoralis (Lepidoptera: Noctuidae) and some native Spodoptera moths*. Em: Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América - Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine (PPQ) program.

[\[https://www.invasive.org/publications/aphis/Handout_Spodoptera_Wings_2013.pdf\]](https://www.invasive.org/publications/aphis/Handout_Spodoptera_Wings_2013.pdf).

Acedido a 26 de maio de 2018.

Brookes G, 2009. The existing and potential impact of using GM insect resistant (GM IR) maize in the European Union. PG Economics, Dorchester, UK. [\[https://www.pgeconomics.co.uk/pdf/btmaizeeuropejune2009.pdf\]](https://www.pgeconomics.co.uk/pdf/btmaizeeuropejune2009.pdf). Acedido a 26 de maio de 2018.

CAPDR, 2018. Gardama (*Spodoptera exigua* Hübner). [\[http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/visorraif/Ayudas/Algodon/GARDAMA_00.htm\]](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/visorraif/Ayudas/Algodon/GARDAMA_00.htm). Acedido a 26 de maio de 2018.

CABI, 2018. *Ostrinia nubilalis* (European maize borer). Em: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. [\[https://www.cabi.org/isc/datasheet/46129/aqb\]](https://www.cabi.org/isc/datasheet/46129/aqb). Acedido a 26 de maio de 2018.

Camerini G, Groppali R, Rama F, Maini S, 2015. Semiochemicals of *Ostrinia nubilalis*: diel response to sex pheromone and phenylacetaldehyde in open field. *Bulletin of Insectology* **68**, 45-50.

Capinera JL, 2017a. European corn borer - *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Crambidae). Em: Entomology and Nematology Department, University of Florida. [\[http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/e_corn_borer.htm\]](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/e_corn_borer.htm). Acedido a 20 de dezembro de 2017.

Capinera JL, 2017b. Beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Em: Entomology and Nematology Department, University of Florida. [\[http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/beet_armyworm.htm\]](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/beet_armyworm.htm). Acedido a 20 de dezembro de 2017.

Cook KA, Ratcliffe ST, Gray ME, Steffey KL, 2003. European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hübner). Em: Integrated pest management, University of Illinois. [\[https://ipm.illinois.edu/fieldcrops/insects/european_corn_borer.pdf\]](https://ipm.illinois.edu/fieldcrops/insects/european_corn_borer.pdf). Acedido a 26 de maio de 2018.

Cordero A, Malvar RA, Butrón A, Revilla P, Velasco P, Ordás A, 1998. Population dynamics and life-cycle of corn borers in south Atlantic European coast. *Maydica* **43**, 5-12.

Cruz D, Eizaguirre M, 2016. Host location behaviour of gravid females in the Mediterranean corn borer *Sesamia nonagrioides*: external morphology of antennae and ovipositor sensilla. *Bulletin of Insectology* **69** (2): 181-192.

Deng J-Y, Wei H-Y, Huang Y-P, Du J-W, 2004. Enhancement of attraction to sex pheromones of *Spodoptera exigua* by volatile compounds produced by host plants. *Journal of Chemical Ecology*, **30**, 2037-45.

DGADR, 2010. Produção integrada das culturas de milho e sorgo. [<http://www.dqadr.gov.pt/mediateca/send/8-protecao-e-producao-integradas/62-producao-integrada-das-culturas-de-milho-e-sorgo>]. Acedido a 26 de maio de 2018.

DGAV, 2018. Guia dos produtos fitofarmacêuticos autorizados para a cultura do milho. [http://www.dgav.pt/fitofarmaceuticos/guia/finalidades_guia/Insec&Fung/Culturas/milho.htm]. Acedido a 26 de maio de 2018.

Dong N, 1974. *Morphological studies on the beet armyworm Spodoptera exigua (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae)*. Florida, Estados Unidos da América: University of Florida. Dissertação de doutoramento.

Dopman EB, Bogdanowicz SM e Harrison RG, 2004. Genetic mapping of sexual isolation between E and Z pheromone strains of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*). *Genetics* **167**, 301-309.

Eizaguirre M, 2012. Cronología, daños y métodos de control de las plagas del maíz. *Vida Rural* **340**, 32-35.

Eizaguirre M, Fantinou AA, 2012. Abundance of *Sesamia nonagrioides* (Lef.) (Lepidoptera: Noctuidae) on the edges of the Mediterranean basin. *Psyche: a Journal of Entomology* **2012**, 854045.

Eizaguirre M, López C, Asín L, Albajes R, 1994. Thermoperiodism, photoperiodism and sensitive stage in the diapause induction of *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Insect Physiology* **40**, 113-119.

Eizaguirre M, Prats J, Abellana M, López C, Llovera M, Canela R, 1998. Juvenile hormone and diapause in the Mediterranean corn borer, *Sesamia nonagrioides*. *Journal of Insect Physiology* **44**, 419-425.

Eizaguirre M, Sans A, López C e Albajes R, 2002. Effects of mating disruption against the Mediterranean corn borer, *Sesamia nonagrioides*, on the European corn borer *Ostrinia nubilalis*. *IOBC/WPRS Bulletin* **25**, 59-68.

Eizaguirre M, López C, Albajes R, 2004. Dispersal capacity in the Mediterranean corn borer, *Sesamia nonagrioides*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **113**, 25-34.

Eizaguirre M, Schafellner C, López C, Sehnal F, 2005. Relationship between an increase of juvenile hormone titer in early instars and the induction of diapause in fully grown larvae of *Sesamia nonagrioides*. *Journal of Insect Physiology* **51**, 1127-1134.

Eizaguirre M, Albajes R, López C, Sans A, Gemeno C, 2007. Inhibition of pheromone response in *Sesamia nonagrioides* by the pheromone of the sympatric corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *Pest Management Science* **63**, 608-614.

Eizaguirre M, López C, Albajes R, 2008. Factors affecting the natural duration of diapause and post-diapause development in the Mediterranean corn borer *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Insect Physiology* **54**, 1057-1063.

El-Sayed AM, 2018. The Pherobase: database of pheromones and semiochemicals - *Sesamia nonagrioides*, *Ostrinia nubilalis*. [<http://www.pherobase.com/>]. Acedido a 26 de maio de 2018.

EPPO, 2012. *Diabrotica virgifera virgifera* (DIABVI). [gd.eppo.int/taxon/DIABVI]. Acedido a 26 de maio de 2018.

EPPO, 1999. EPPO Standard PP 2/17 (1). Guideline on good plant protection practice, maize. *Bulletin OEPP/EPPO* [<http://archives.eppo.int/EPPOStandards/gpp.htm>]. Acedido a 26 de maio de 2018.

FAFE, 2018. *Spodoptera exigua* (Hübner). Em: Plant Pests of the middle east. [http://www.agri.huji.ac.il/mepests/pest/Spodoptera_exigua/]. Acedido a 26 de maio de 2018.

FAO, 2017. FAO Statistics. [<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>]. Acedido a 27 de dezembro de 2017.

Fantinou AA, Perdakis DCh, Chatzoglou CS, 2003. Development of immature stages of *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae) under alternating and constant temperatures. *Environmental Entomology* **32**,1337-1342.

Farahani S, Naseri B, Talebi AA, 2011. Comparative life table parameters of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae) on five host plants. *Journal of the Entomological Research Society* **13**, 91-101.

Figueiredo D, 1993. *Bioecologia das populações de Sesamia nonagrioides Levebvre (Lepidoptera: Noctuidae) no Sul de Portugal*. Évora, Portugal: Universidade de Évora, dissertação de doutoramento.

Figueiredo D, Araujo J, 1998. Biologia e dinâmica das populações da broca-do-milho *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lepidoptera: Noctuidae). II Tabelas de vida em Portugal. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* **24**, 375-382.

Figueiredo E, 2007. *Noctuídeos em culturas hortícolas – contribuição para a protecção integrada*. Lisboa, Portugal: Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia, dissertação de doutoramento.

Gemeno C, Sans A, López C, Albajes R, Eizaguirre M, 2006. Pheromone antagonism in the European corn borer moth *Ostrinia nubilalis*. *Journal of Chemical Ecology* **32**, 1071-1084.

Gilligan TM, Passoa SC, 2014. *Spodoptera exigua*. Em: LepIntercept - an identification resource for intercepted Lepidoptera larvae. [<http://idtools.org/id/leps/lepintercept/exigua.html>]. Acedido a 26 de maio de 2018.

Grifo L, 2013. Broca do milho. *Agrotec* **6**, 44-45.

Hadi B, Witkowski J, Wright R, Whitworth RJ, Davis H, Michaud JP, 2018. *Ostrinia nubilalis* (corn), northern plains integrated pest management guide. [[https://wiki.bugwood.org/NPIP:Ostrinia_nubilalis_\(corn\)#Scouting_and_Threshold](https://wiki.bugwood.org/NPIP:Ostrinia_nubilalis_(corn)#Scouting_and_Threshold)]. Acedido a 26 de maio de 2018.

Hua W, Zemerov S, Wason E, 2013. *Spodoptera exigua*. Em: Animal Diversity Web. [https://animaldiversity.org/accounts/Spodoptera_exigua/]. Acedido a 26 de maio de 2018.

INE, 2017. Estatísticas agrícolas - 2016. [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_bo ui=277047595&PUBLICACOESmodo=2]. Acedido a 15 de junho de 2018.

INRA, 2018. *Ostrinia nubilalis* (Hübner), European corn borer, maize pyralid. [<http://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/6ostnub.htm>]. Acedido a 26 de maio de 2018.

Karimi-Malati A, Fathipour Y, Talebi AA, 2014. Development response of *Spodoptera exigua* to eight constant temperatures: Linear and nonlinear modeling. *Journal of Asia-Pacific Entomology* **17**, 349-354.

Krokos FD, Ameline A, Bau P, Sans A, Konstantopoulou M, Frérot B, Guerrero A, Eizaguirre M, Malosse C, Etchepare O, Albajes R, Mazomenos BE, 2002. Comparative studies of female sex pheromone components and male response of the corn stalk borer *Sesamia nonagrioides* in three different populations. *Journal of Chemical Ecology* **28**, 1463-1472.

Krumm JT, Hunt TE, Skoda SR, Hein GL, Lee DJ, Clark PL, Foster JE, 2008. Genetic variability of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, suggests gene flow between populations in the Midwestern United States. *Journal of Insect Science* **8**, 1-12.

Liu C, Liu Y, Walker WB, Dong S, Wang G, 2013. Identification and functional characterization of sex pheromone receptors in beet armyworm *Spodoptera exigua* (Hübner). *Insect Biochemistry and Molecular Biology* **43**, 747-754.

López C, Eizaguirre M, Albajes R, 1995. Diapause detection and monitoring in the Mediterranean corn stalk borer. *Physiological Entomology* **20**, 330-336.

López C, Sans A, Asin L, Eizaguirre M, 2001. Phenological Model for *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology* **30**, 23-30.

Maiorano A, 2012. A physiologically based approach for degree-day calculation in pest phenology models: the case of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in Northern Italy. *International Journal of Biometeorology* **56**, 653-659.

Manteigas AM, 2014. Organismos de quarentena/INFINET - 2014, relatório das ações de prospeção. DRAPC - Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro. [http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/documentos/prospecoes_infinet_2014_relatorio.pdf]. Acedido a 26 de maio de 2018.

Mason CE, Rice ME, Calvin DD, Van Duyn JW, Showers WB, Hutchison WD, Witkowski JF, Higgins RA, Onstad DW, Dively GP, 1996. European corn borer. Ecology and management. Iowa State University, Ames, Iowa. (Cit in Maiorano, 2012).

Matteson JW, Decker GC, 1965. Development of the European corn borer at controlled constant and variable temperatures. *Journal of Economic Entomology* **58**, 344-349.

McMaster GS, Wilhelm W, 1997. Growing degree-days: one equation, two interpretations. *Agricultural and Forest Meteorology* **87**, 291-300.

Meissle M, Mouron P, Musa T, Bigler F, Pons X, Vasileiadis VP, Otto S, Antichi D, Kiss J, Pálincás Z, Dorner Z, van der Weide R, Groten J, Czembor E, Adamczyk J, Thibord J-B, Melander B, Cordsen Nielsen G, Poulsen RT, Zimmermann O, Verschwele A, Oldenburg E, 2010. Pests, pesticide use and alternative options in European maize production: current status and future prospects. *Journal of Applied Entomology* **134**, 357-375.

Mikkola K, 1970. The interpretation of long-range migrations of *Spodoptera exigua* Hb. (Lepidoptera:Noctuidae). *Journal of Animal Ecology* **39**, 593-598.

Mitchell ER, Mayer MS, 2001. *Spodoptera exigua*: mating disruption, measurement of airborne concentration of pheromone, and use of specialist receptor cell responses for comparison to female pheromone emission. *Journal of Environmental Science and Health*, **B36**, 467-488.

Mothiron P, 2010. Lepi Net - les carnets du lépidoptériste Français. [<http://www.lepinet.fr/especies/nation/lep/index.php?id=44780>]. Acedido a 26 de maio de 2018.

Oerke EC, 2005. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science* **144**, 31-43.

Oliveira L, Tavares J, 1982. Contribuição ao estudo de *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lep., Noctuidae) na cultura de *Strelitzia reginae* Ait. (Sci., Musaceae) na ilha de S. Miguel (Açores). *Arquipélago, Série Ciências da Natureza* **2**, 165-176.

Passel, 2018. European corn borer and *Bacillus thuringiensis* (Autores: Sandall L e Namuth D). College of Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Nebraska.

[<https://passel.unl.edu/communities/index.php?idinformationmodule=994877762&topicorder=3&maxto=11&minto=1&idcollectionmodule=1130274172>]. Acedido a 26 de maio de 2018.

Pereira MMFR, 1994. *Estudo de cálculo de prejuízos causados por Ostrinia nubilalis Hüb. e Sesamia nonagrioides (Lef.) na cultura do milho de regadio*. Lisboa, Portugal: Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia, dissertação de mestrado.

Ritchie SW, Hanway JJ, Benson GO, 1993. How a corn plant develops. Ames, Iowa State University of Science and Technology: *Cooperative Extension Service Special Report 48*, 21.

Sloderbeck P, 2005. Kansas State University. [entomology.k-state.edu]. Acedido a 27 de fevereiro de 2018.

Pioneer, 2018. European corn borer - cropfocus. pioneer agronomy sciences. [<https://www.pioneer.com/home/site/us/agronomy/crop-management/corn-insect-disease/european-corn-borer/>]. Acedido a 26 de maio de 2018.

Pyrgus, 2013. Lepidoptera and their ecology, *Sesamia nonagrioides* (Lefèbvre, 1827). [http://www.pyrgus.de/Sesamia_nonagrioides_en.html]. Acedido a 26 de maio de 2018.

Quero C, Bau J, Guerrero A, Renou M, 2004. Responses of the olfactory receptor neurons of the corn stalk borer *Sesamia nonagrioides* to components of the pheromone blend and their inhibition by a trifluoromethyl ketone analogue of the main component. *Pest Management Science* **60**, 719-726.

Royer L, Mcneil J, 1991. Changes in calling behaviour and mating success in the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*), caused by relative humidity. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **61**, 131-138.

Saeed S, Sayyed AH, Ahmad I, 2010. Effect of host plants on life-history traits of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Pest Science* **83**, 165-172

Sans A, Riba M, Eizaguirre M, López C, 1997. Electroantennogram, wind tunnel and field responses of male Mediterranean corn borer, *Sesamia nonagrioides*, to several blends of its sex pheromone components. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **82**, 121-127.

Scholley-Pfab AV, 2017. *Spodoptera exigua*. Em: Lepiforum. [http://www.lepiforum.de/lepiwiki.pl?Spodoptera_Exigua]. Acedido a 26 de maio de 2018.

Sedighi L, Aghdam HR, Imani S, Shojai M, 2017. Age-stage two-sex life table analysis of *Sesamia nonagrioides* (Lep.: Noctuidae) reared on different host plants. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* **50**, 438-453.

Solé J, Sans A, Riba M, Rosa E, Bosch MP, Barrot M, Palència J, Castellà J, Guerrero A, 2008. Reduction of damage by the Mediterranean corn borer, *Sesamia nonagrioides*, and the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, in maize fields by a trifluoromethyl ketone pheromone analog. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **126**, 28-39.

Trnka M, Muška F, Semerádová D, Dubrovský M, Kocmánková E, Žalud Z, 2007. European corn borer life stage model: regional estimates of pest development and spatial distribution under present and future climate. *Ecological modelling* **207**, 61-84.

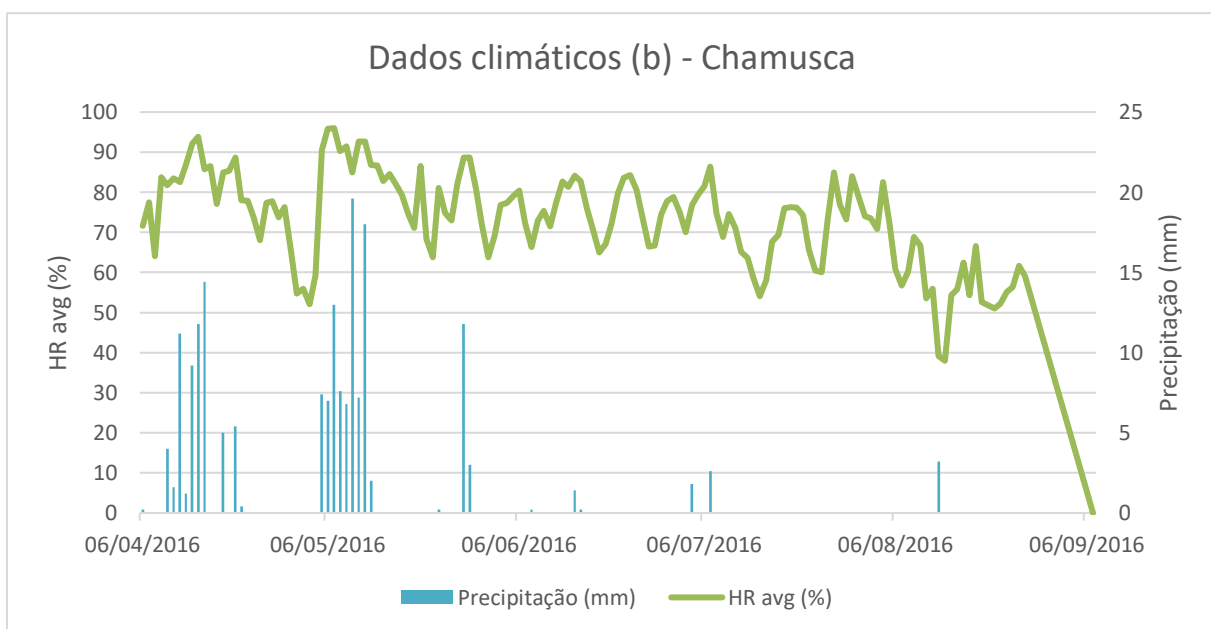
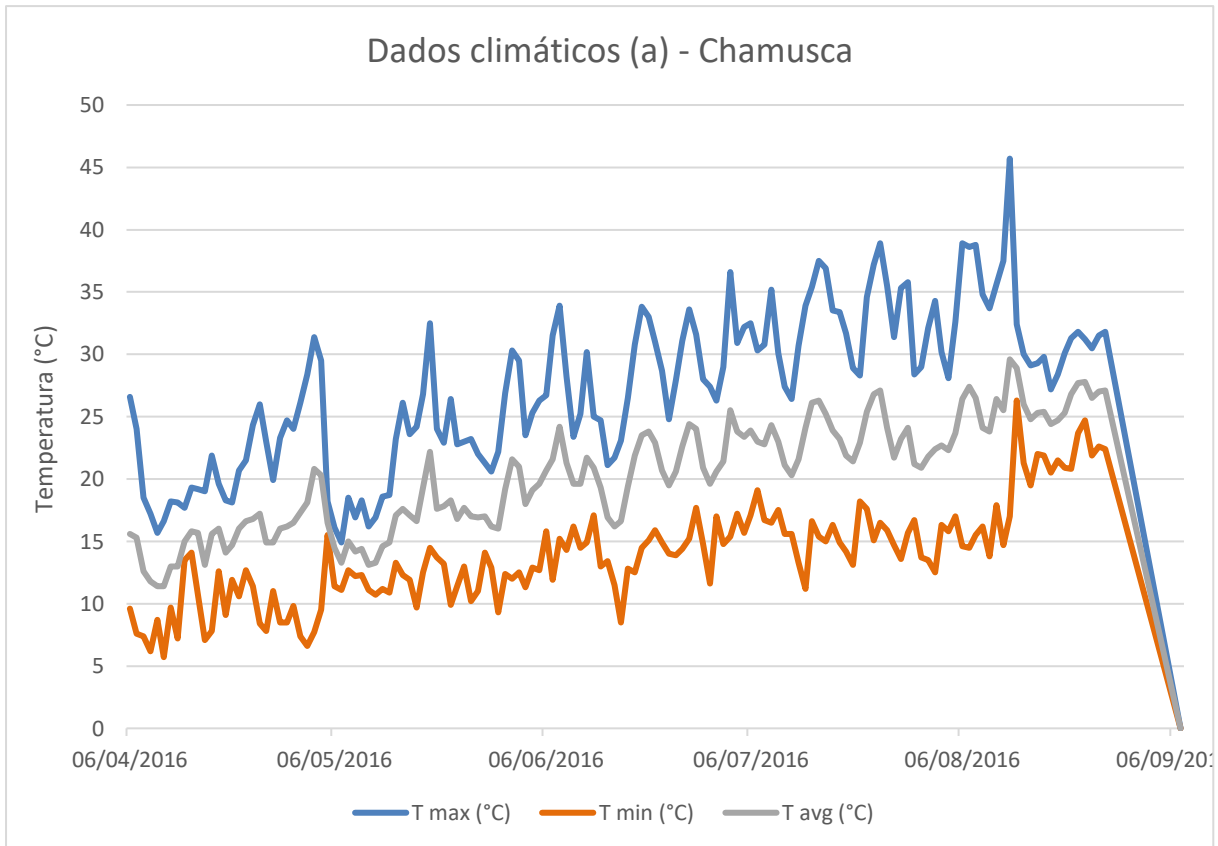
Velasco P, Revilla P, Monetti L, Butron A, Ordas A, Malvar RA, 2007. Corn borers (Lepidoptera: Noctuidae; Crambidae) in northwestern Spain: Population dynamics and distribution. *Maydica* **52**, 195-203.

Yonow T, Kriticos DJ, Kirichenko N, Ota N, 2018. Considering biology when inferring range-limiting stress mechanisms for agricultural pests: a case study of the beet armyworm. *Journal of Pest Science* **91**, 523-538.

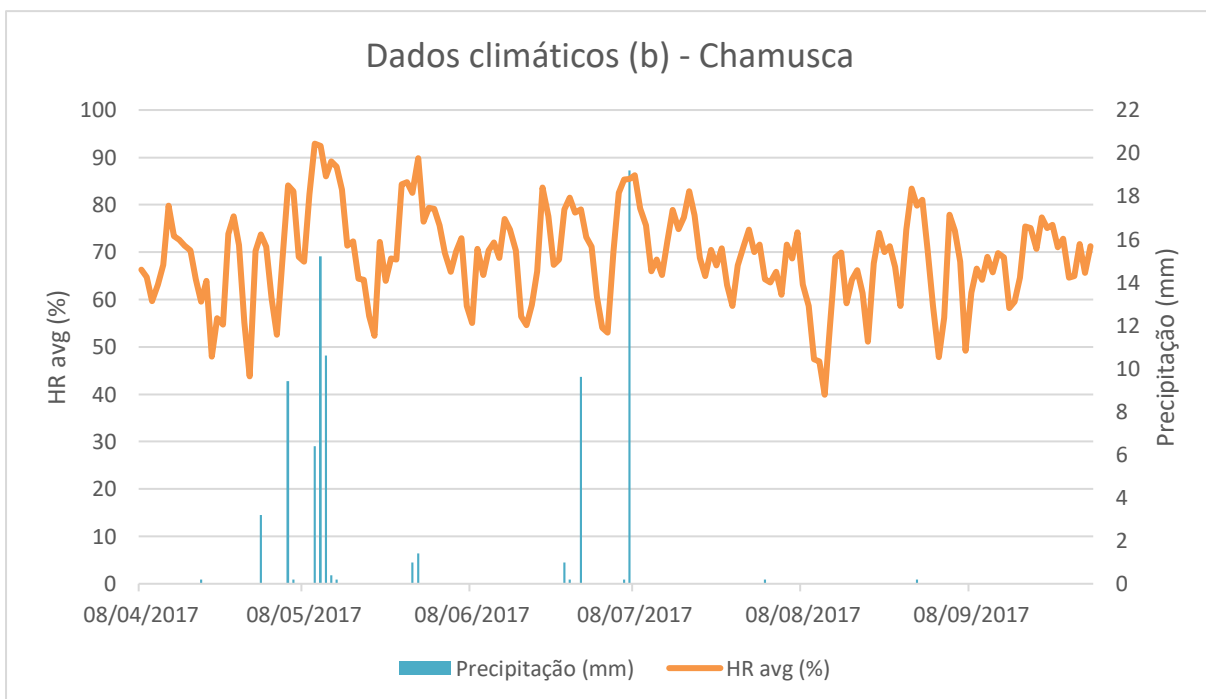
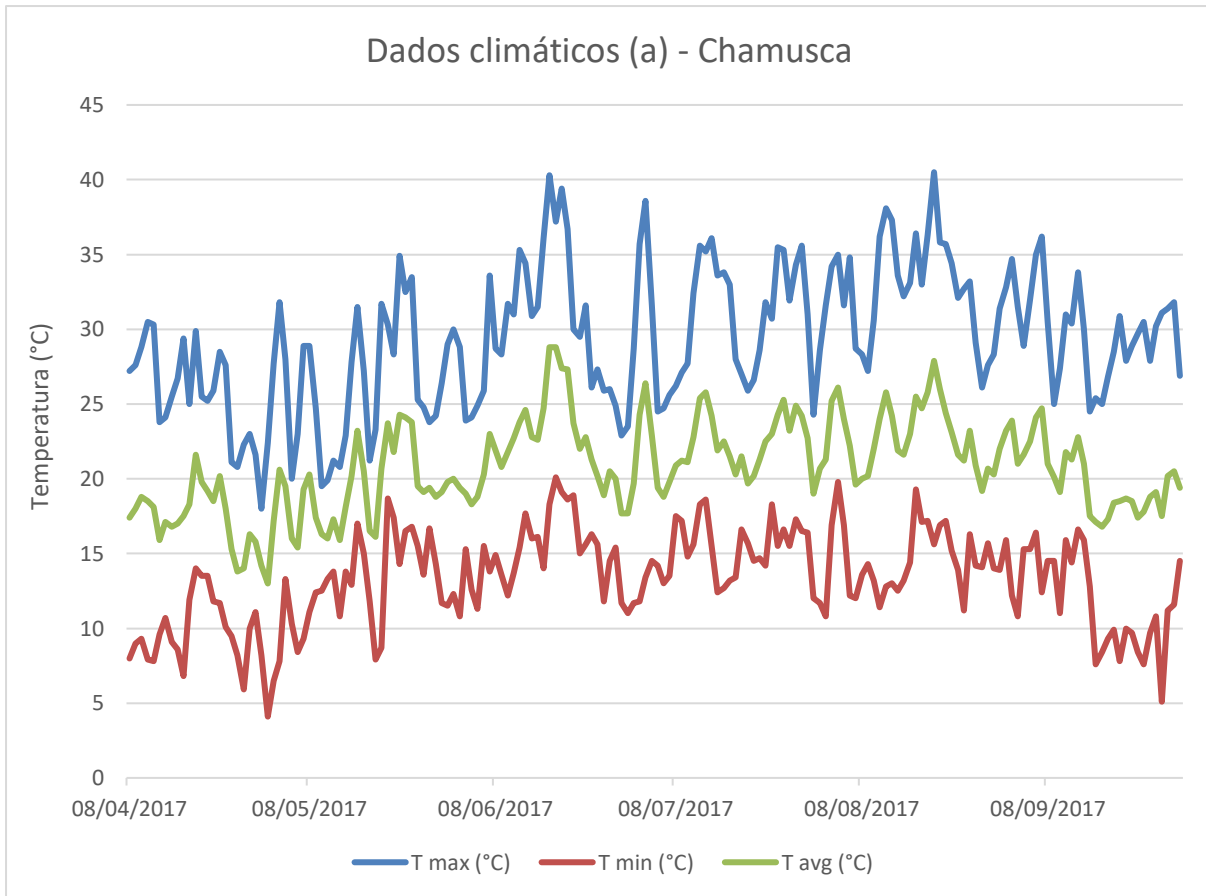
Zheng XL, Cong XP, Wang XP, Lei CL, 2011. A review of geographic distribution, overwintering and migration in *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of the Entomological Research Society* **13**, 39-48.

7. ANEXOS

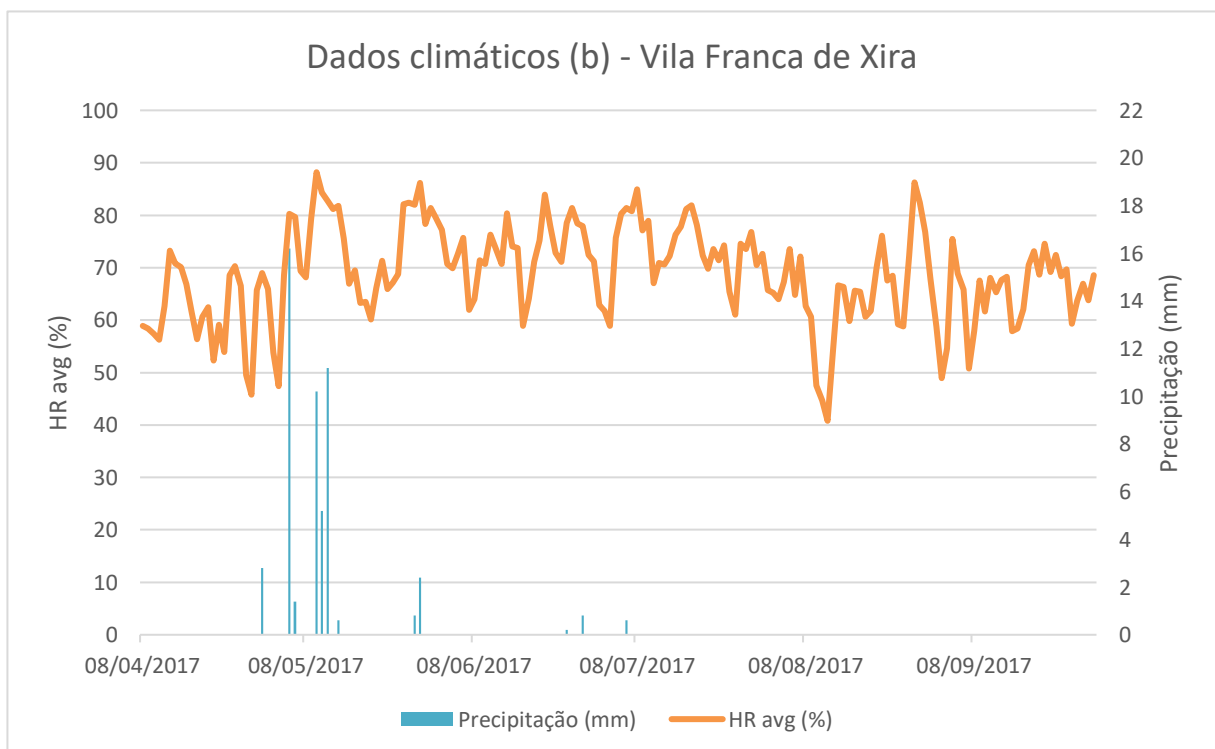
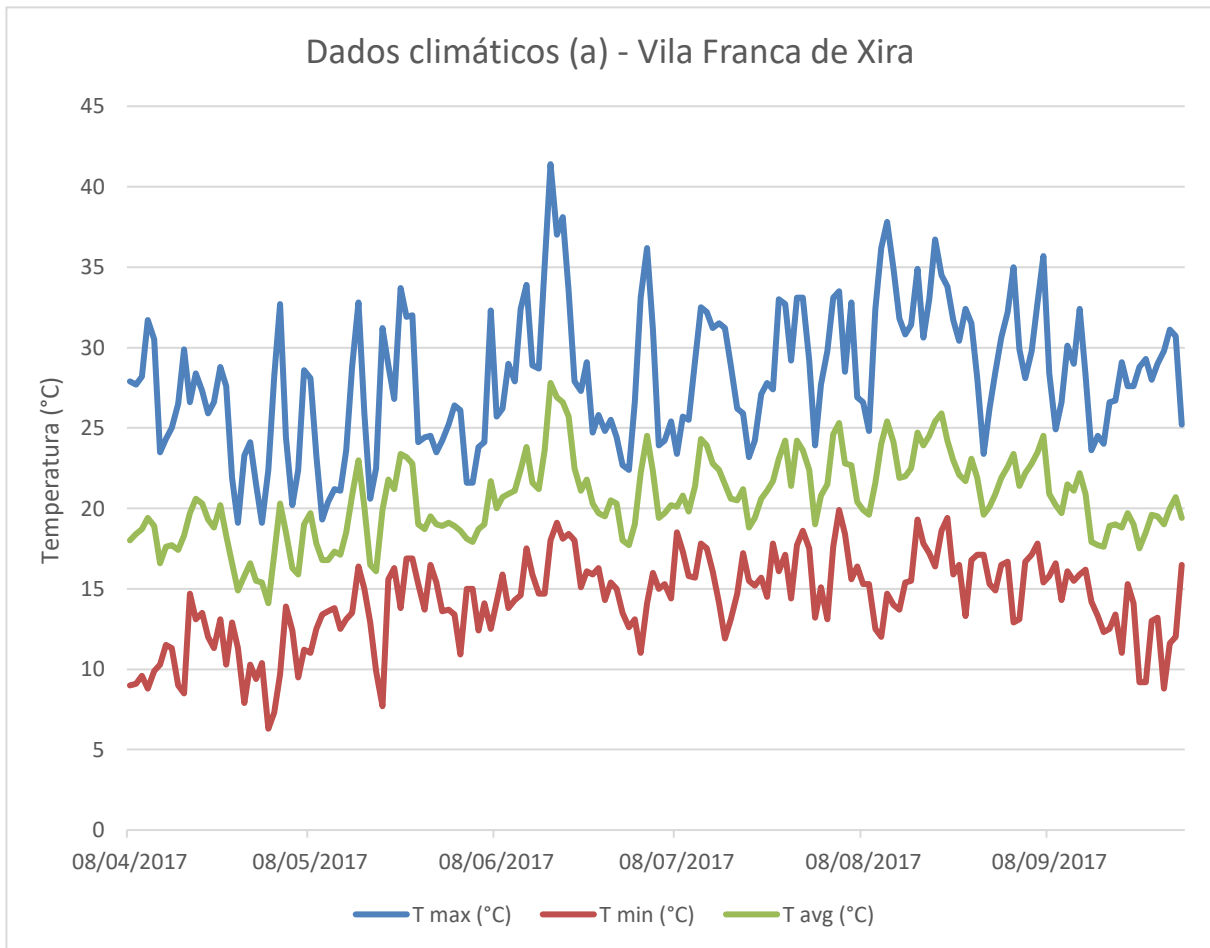
Anexo 1 - Dados climáticos da estação meteorológica da Chamusca, no ano 2016: temperaturas máximas, mínimas e médias (Dados climáticos (a)), precipitação (mm) e humidade relativa média (HR, %) (Dados climáticos (b)).



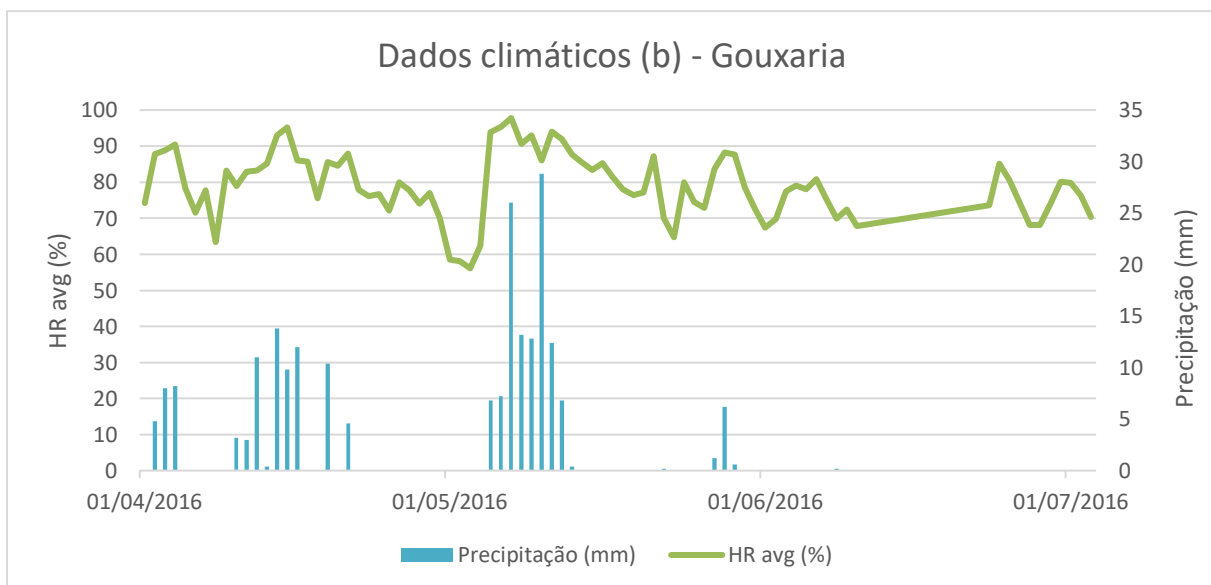
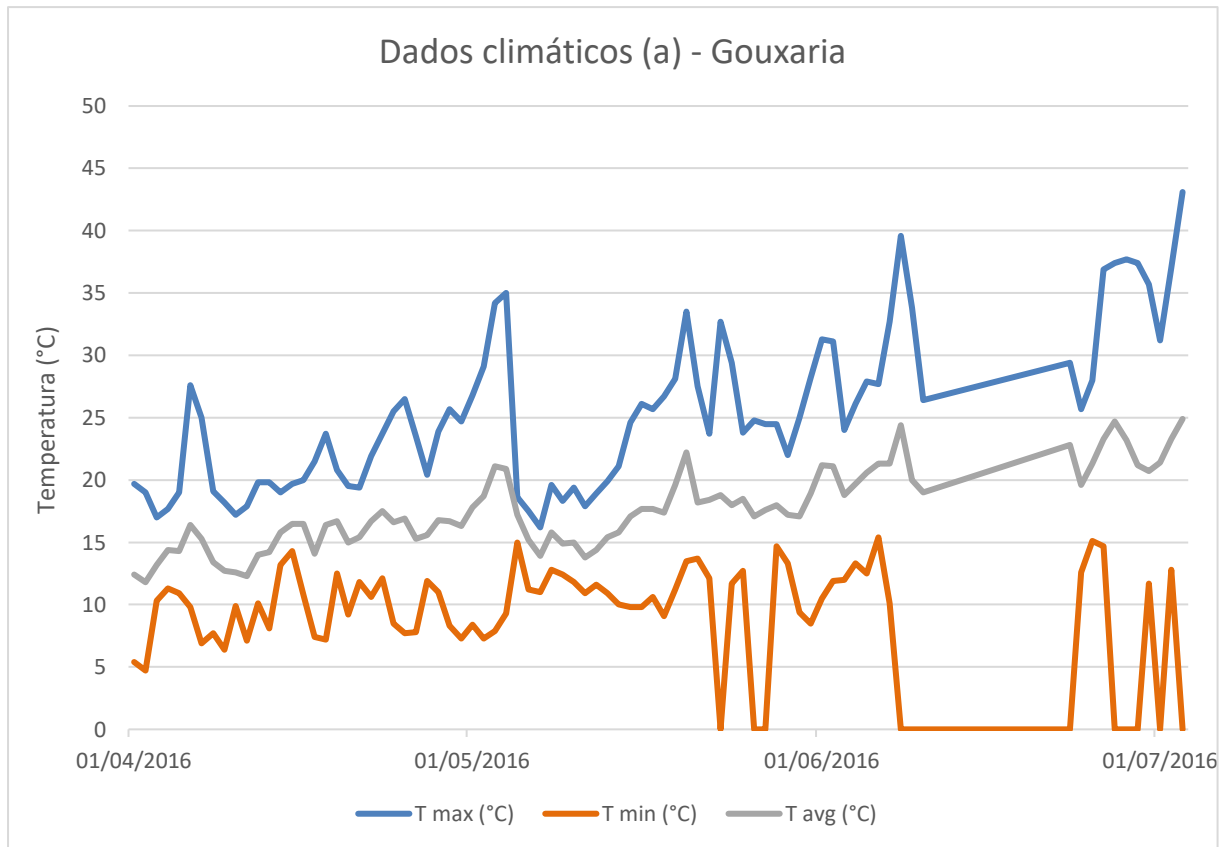
Anexo 2 - Dados climáticos da estação meteorológica da Chamusca, no ano 2017: temperaturas máximas, mínimas e médias (Dados climáticos (a)), precipitação (mm) e humidade relativa média (HR, %) (Dados climáticos (b)).



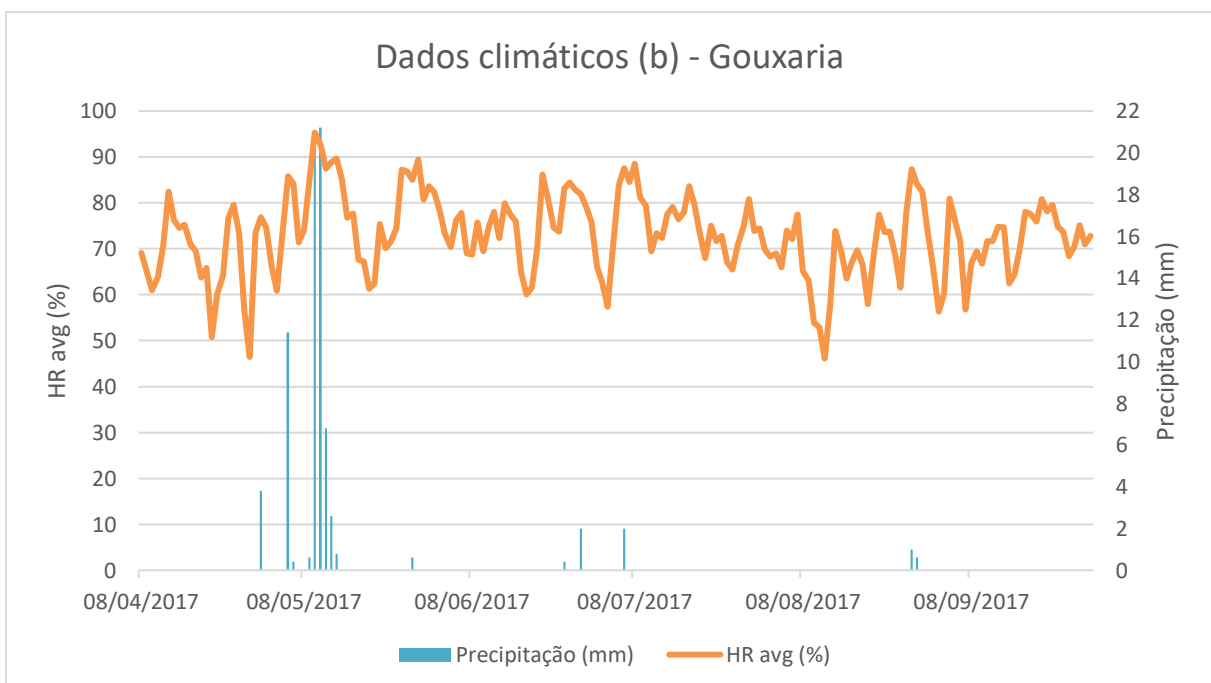
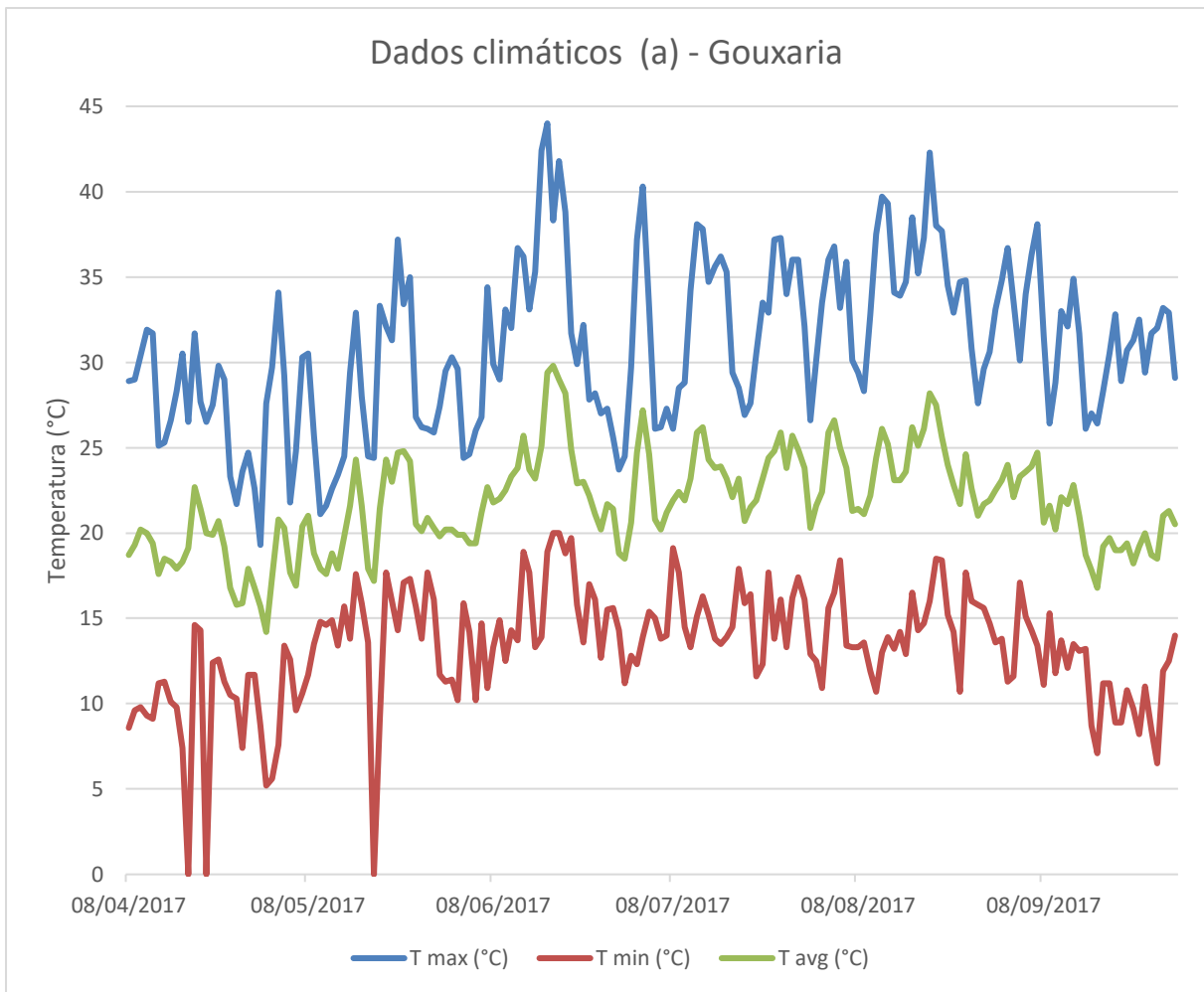
Anexo 3 - Dados climáticos da estação meteorológica de Vila Franca de Xira, no ano 2017: temperaturas máximas, mínimas e médias (Dados climáticos (a)), precipitação (mm) e humidade relativa média (HR, %) (Dados climáticos (b)).



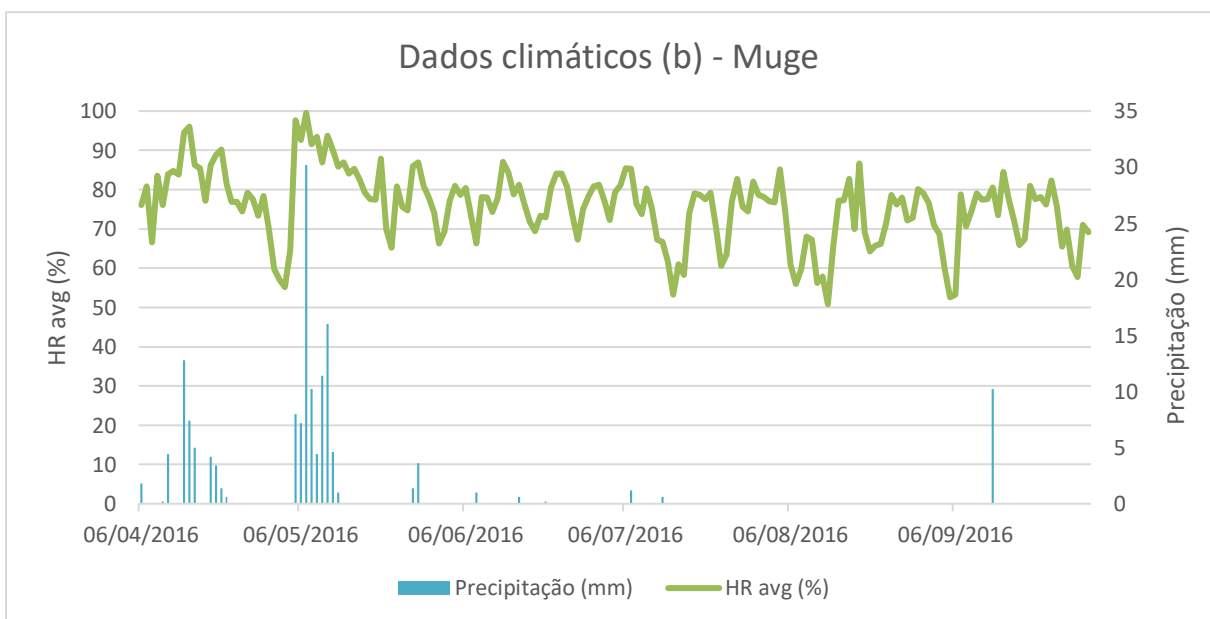
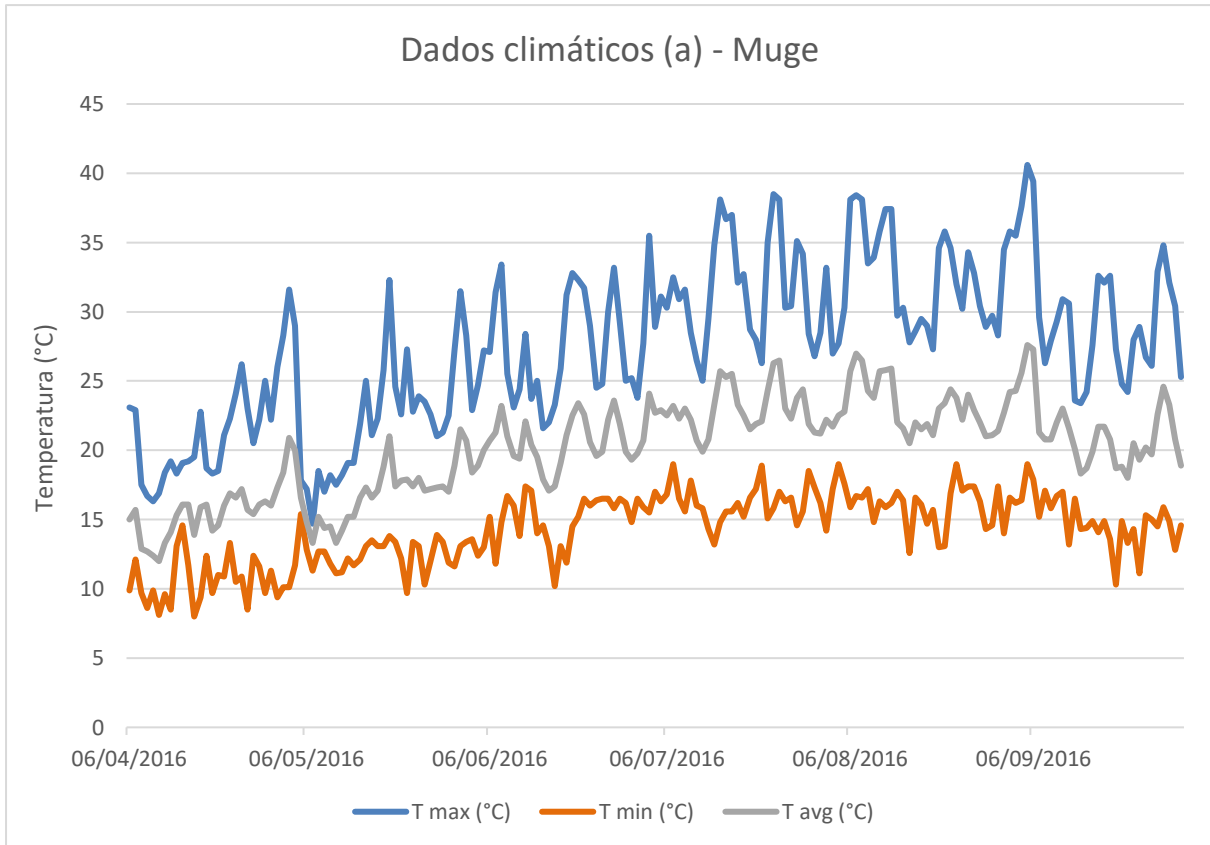
Anexo 4 - Dados climáticos da estação meteorológica da Gouxaria, no ano 2016: temperaturas máximas, mínimas e médias (Dados climáticos (a)), precipitação (mm) e humidade relativa média (HR, %) (Dados climáticos (b)).



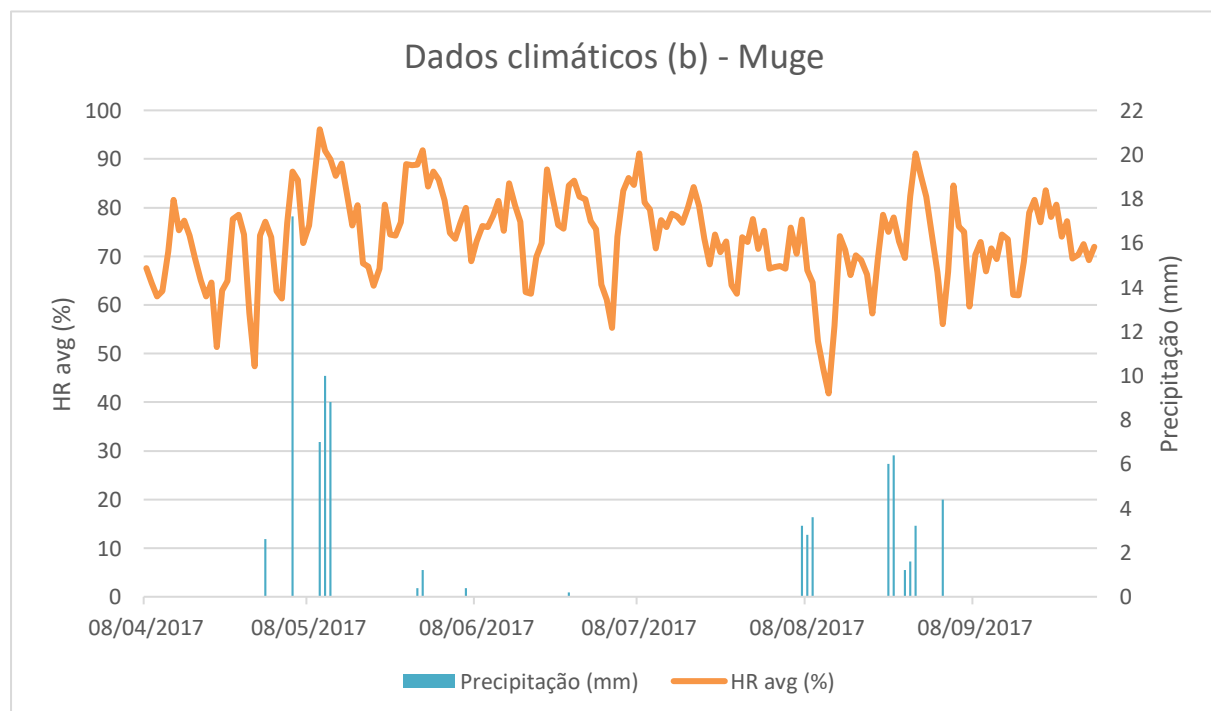
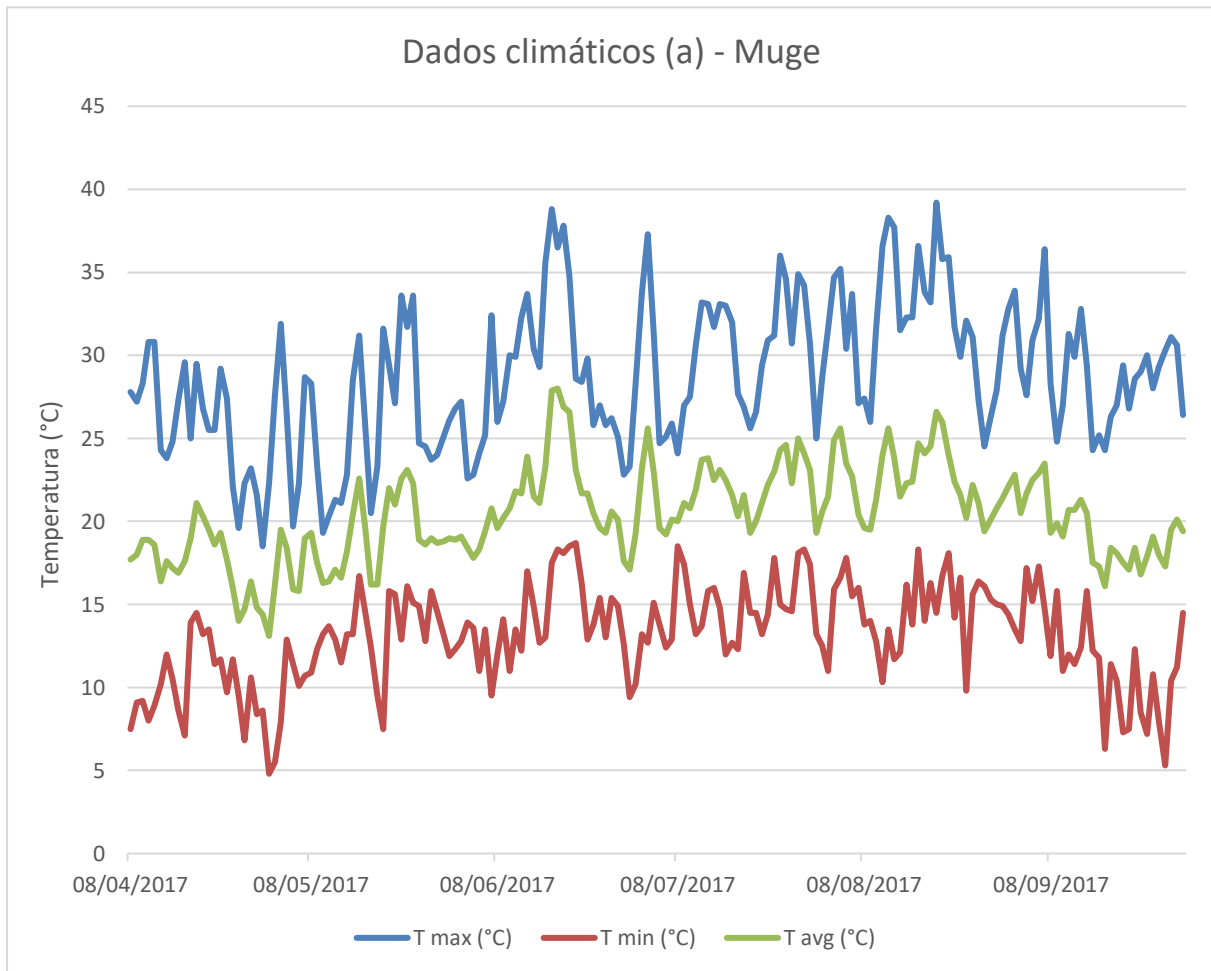
Anexo 5 - Dados climáticos da estação meteorológica da Gouxaria, no ano 2017: temperaturas máximas, mínimas e médias (Dados climáticos (a)), precipitação (mm) e humidade relativa média (HR, %) (Dados climáticos (b)).



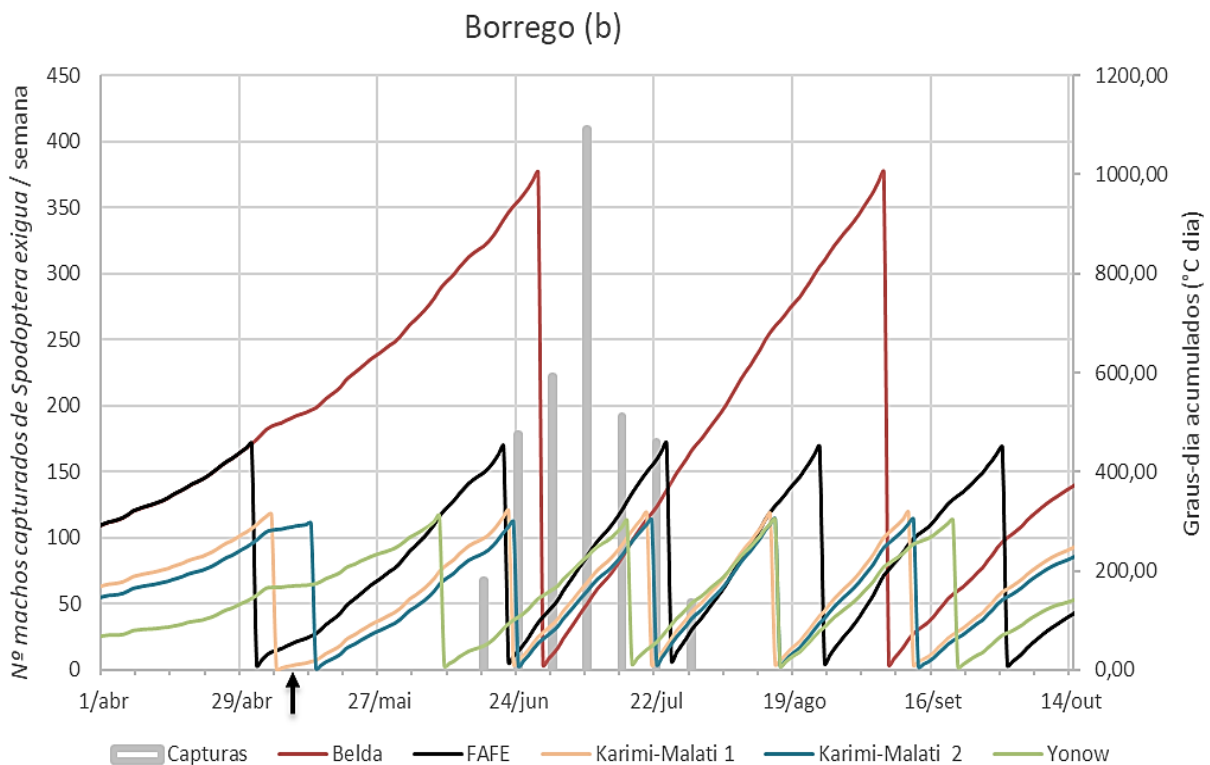
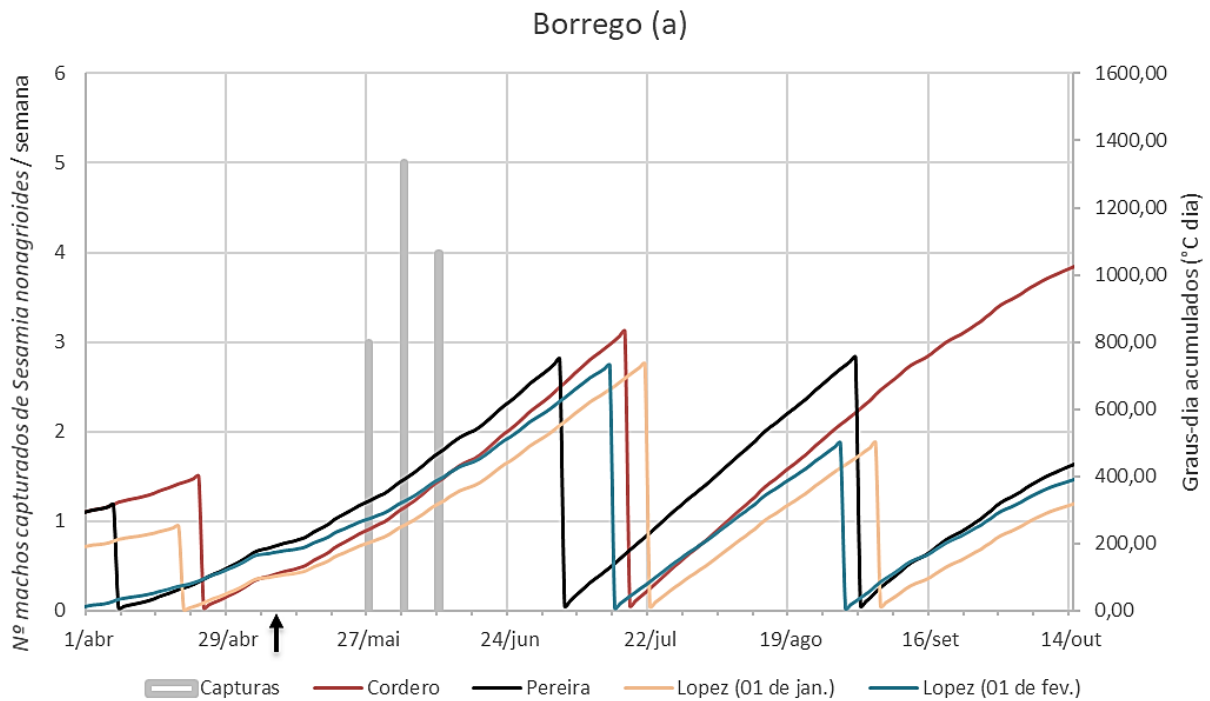
Anexo 6 - Dados climáticos da estação meteorológica de Muge, no ano 2016: temperaturas máximas, mínimas e médias (Dados climáticos (a)), precipitação (mm) e humidade relativa média (HR, %) (Dados climáticos (b)).



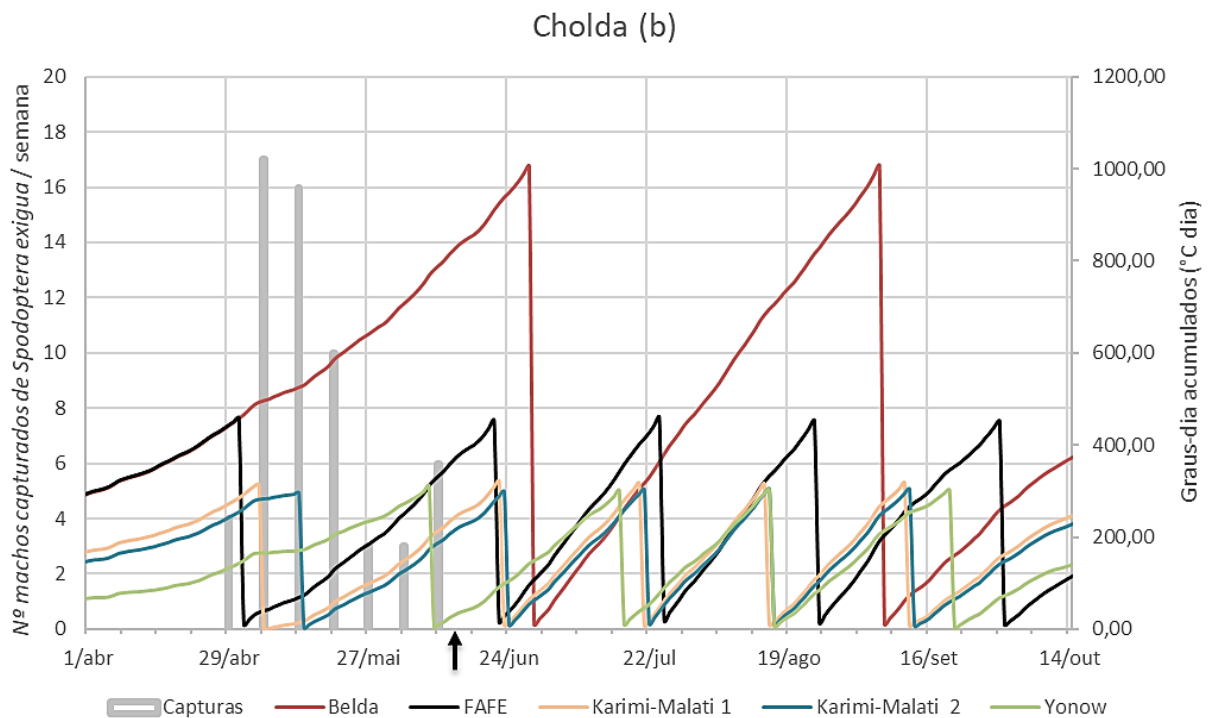
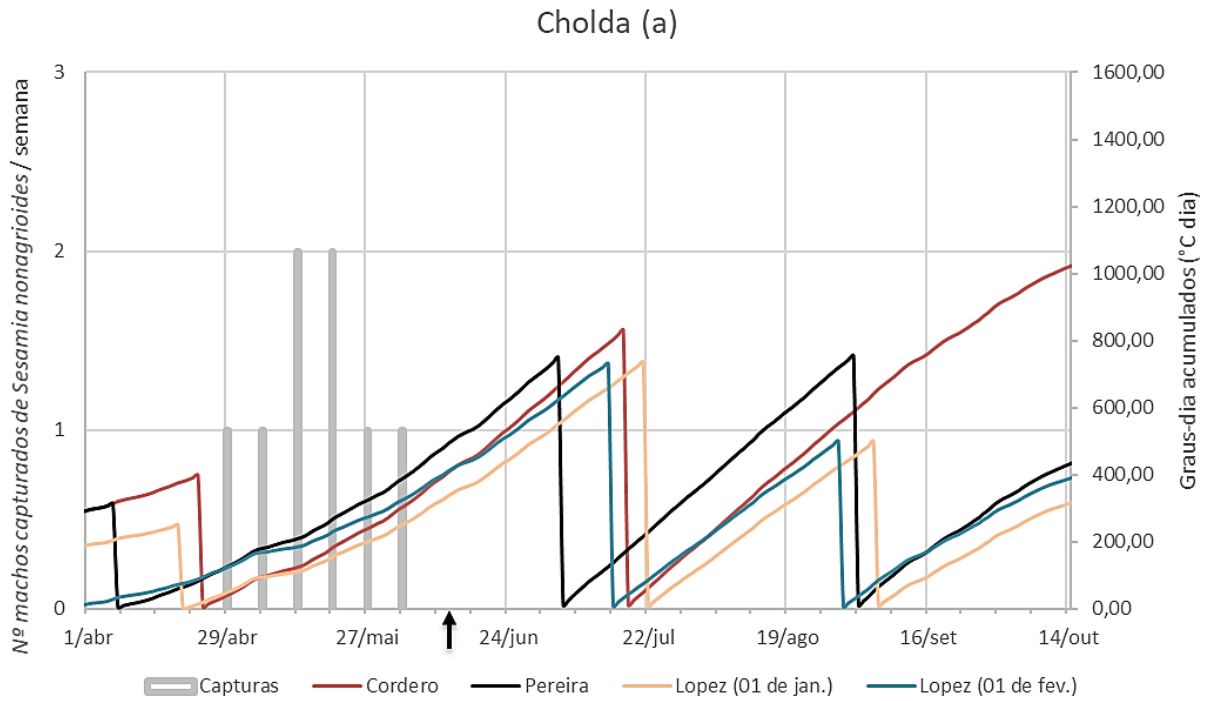
Anexo 7 - Dados climáticos da estação meteorológica de Muge, no ano 2017: temperaturas máximas, mínimas e médias (Dados climáticos (a)), precipitação (mm) e humidade relativa média (HR, %) (Dados climáticos (b)).



Anexo 8 - Número de machos capturados semanalmente de *Sesamia nonagrioides* (a) e *Spodoptera exigua* (b), e respectivos modelos de graus-dia acumulados, de 1 de abril a 14 de outubro de 2016, na parcela Borrego. A seta preta representa a data de aplicação do tratamento inseticida.

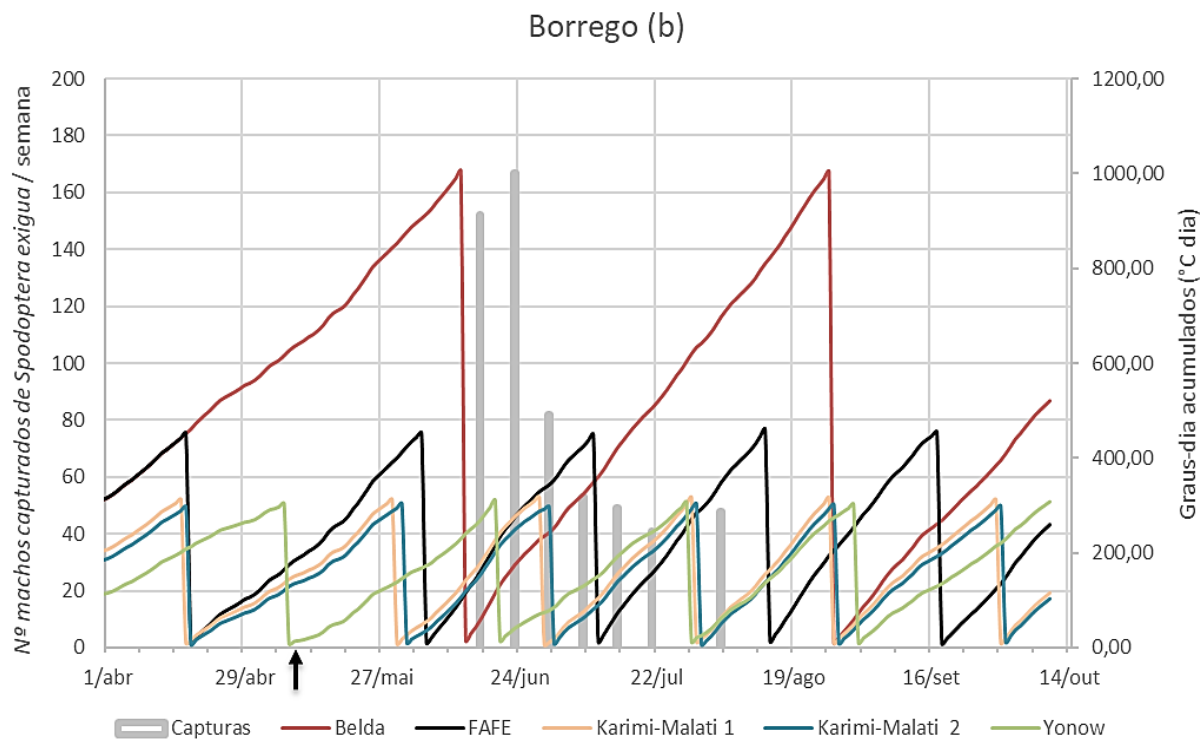


Anexo 9 - Número de machos capturados semanalmente de *Sesamia nonagrioides* (a) e *Spodoptera exigua* (b), e respectivos modelos de graus-dia acumulados, de 1 de abril a 14 de outubro de 2016, na parcela Cholda. A seta preta representa a data de aplicação do tratamento inseticida.

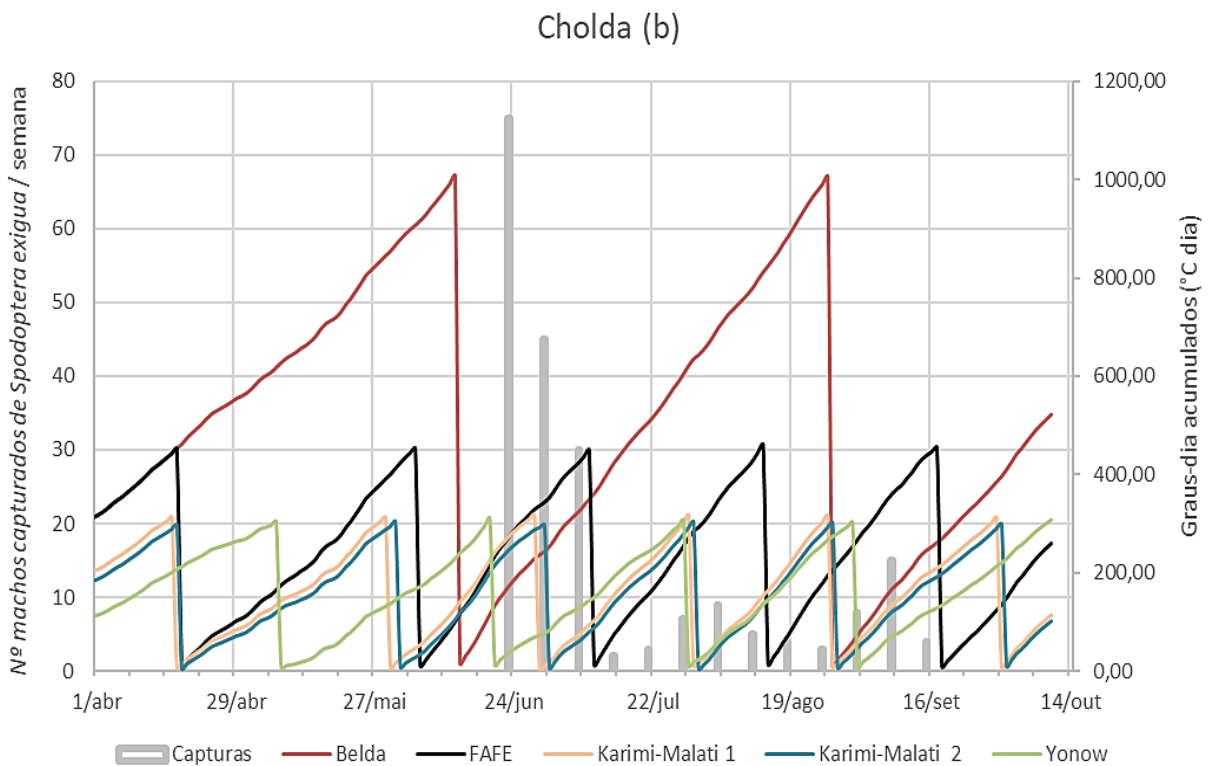
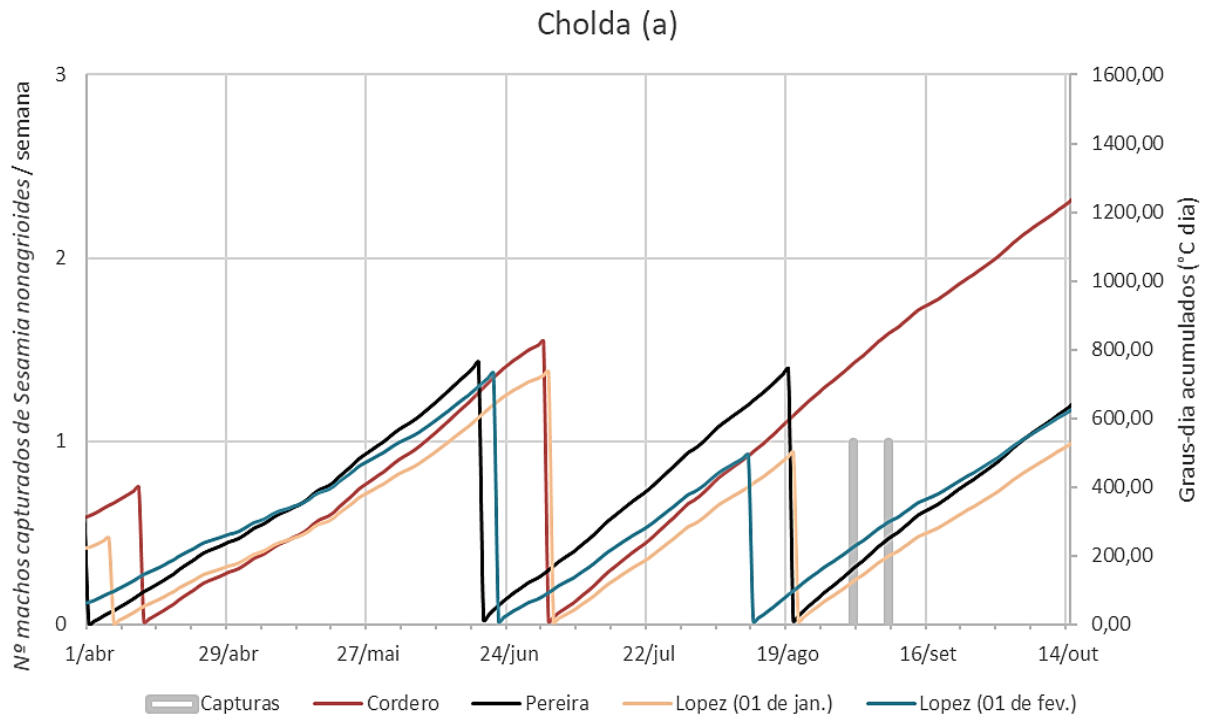


Anexo 10 - Número de machos capturados semanalmente de *Spodoptera exigua* (b), e respectivos modelos de graus-dia acumulados, de 1 de abril a 14 de outubro de 2017, na parcela Borrego. A seta preta representa a data de aplicação do tratamento inseticida.

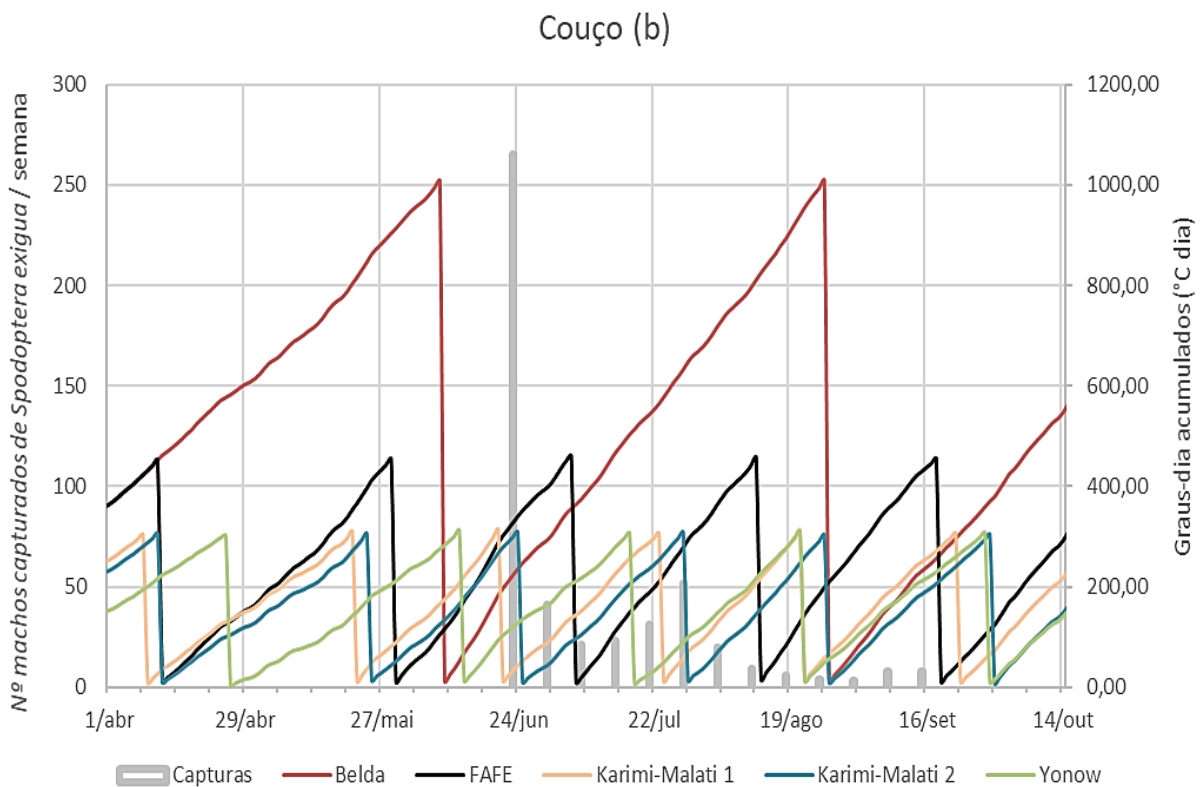
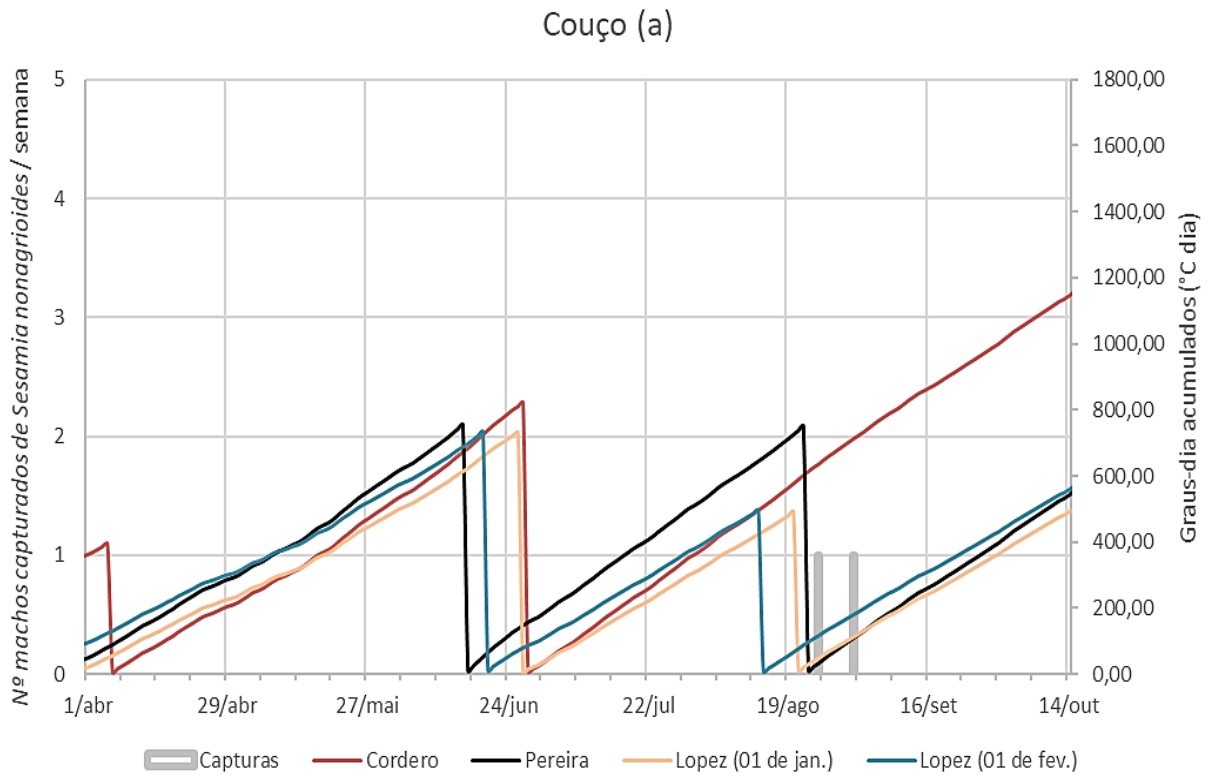
Na campanha de 2017, não foram capturados machos de *Sesamia nonagrioides*.



Anexo 11 - Número de machos capturados semanalmente de *Sesamia nonagrioides* (a) e *Spodoptera exigua* (b), e respetivos modelos de graus-dia acumulados, de 1 de abril a 14 de outubro de 2017, na parcela Cholda.



Anexo 12 - Número de machos capturados semanalmente de *Sesamia nonagrioides* (a) e *Spodoptera exigua* (b), e respetivos modelos de graus-dia acumulados, de 1 de abril a 14 de outubro de 2017, na parcela Couço.



Anexo 13 - Evolução da parcela Agromais ao longo da campanha de 2017 (figuras originais da autora).



a - Parcela Agromais a 28 de abril de 2017.



b - Planta de milho com caracol, 5 de maio de 2017.



c - Planta de milho atacada por *Agrotis* spp., 5 de maio de 2017.



d - Planta de milho com folha cicatrizada consequente de ataque de cicadélidos, 5 de maio de 2017.



e - Planta de milho com uma larva de *Sesamia nonagrioides*, 19 de maio de 2017.



f - Folha de uma planta de milho com um estrago, aparentemente, consequente da alimentação de uma larva, 19 de maio de 2017.



g - Parcela Agromais a 26 de maio de 2017.



h - Exemplar de melolonta encontrado numa planta de milho, 2 de junho de 2017.



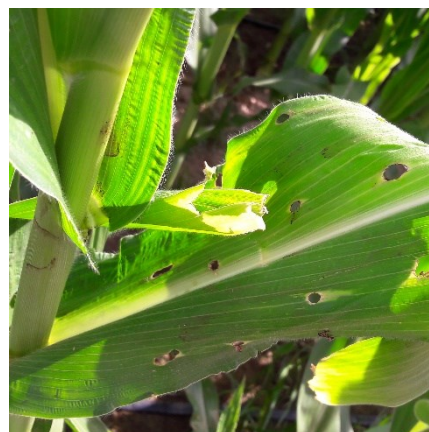
i - Exemplar de uma ninfa de gafanhoto encontrada numa planta de milho, 9 de junho de 2017.



j - Exemplar de um aracnídeo encontrado numa planta de milho, 9 de junho de 2017.



k - Exemplar de um percevejo verde atacando uma folha de milho, 9 de junho de 2017.



l - Folha de uma planta de milho com um estrago, aparentemente, consequente da alimentação de uma larva, 9 de junho de 2017.



m - Exemplar de um gafanhoto encontrado numa planta de milho, 23 de junho de 2017.



n - Maçaroca de milho atacada, presumivelmente, por pássaros, 7 de julho de 2017.



o - Folha de uma planta de milho muito atacada por cicadelídeos, 14 de julho de 2017.



p - Maçaroca de milho com morrão do milho (*Ustilago maydis*), 14 de julho de 2017.



q - Maçaroca com grande ataque de pulgão do milho, 11 de agosto de 2017.



r - Parcela Agromais a 18 de agosto de 2017.



s - Planta de milho completamente atacada pelo pulgão do milho, 1 de setembro de 2017.



t - Parcela Agromais a 8 de setembro de 2017.

Anexo 14 - Evolução da parcela Lusiaves ao longo da campanha de 2017 (figuras originais da autora).



a - Parcela Lusiaves a 12 de maio de 2017.



b - Parcela Lusiaves a 26 de maio de 2017.



c - Exemplar de crisopa encontrado numa folha de milho, 9 de junho de 2017.



d - Parcela Lusiaves inundada, 16 de junho de 2017



e - Exemplares de cochonilhas presentes numa folha de milho, 23 de junho de 2017.



f - Exemplares de percevejos verdes encontrados junto à bainha da folha, 23 de junho de 2017



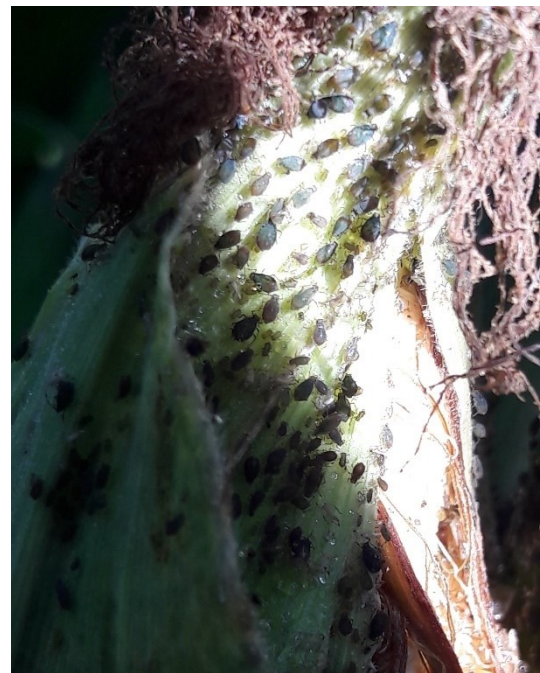
g - Afídeos encontrados numa folha de milho, 30 de junho de 2017.



h - Parcela Lusiaves inundada, 14 de julho de 2017.



i - Maçaroca de milho com morrão do milho (*Ustilago maydis*), 21 de julho de 2017



j - Maçaroca com grande ataque de pulgão do milho, 28 de julho de 2017.



k - Parcela Lusiaves inundada, 11 de agosto de 2017.



l - Afídeos encontrados numa folha de milho, 11 de agosto de 2017.

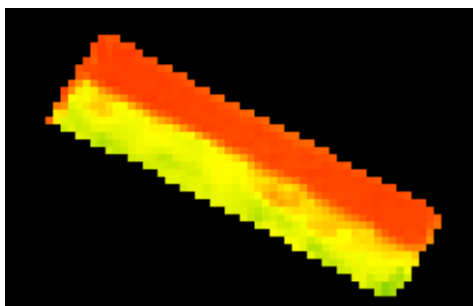


m - Planta de milho e sua maçaroca completamente atacada pelo pulgão do milho, 8 de setembro de 2017.

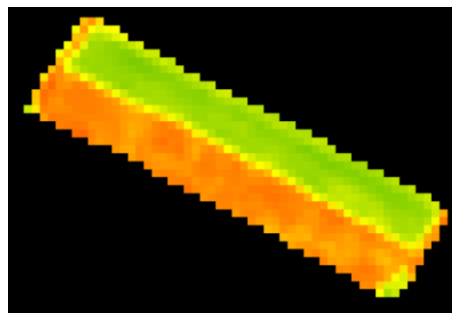


n - Parcela Lusiaves a 8 de setembro de 2017.

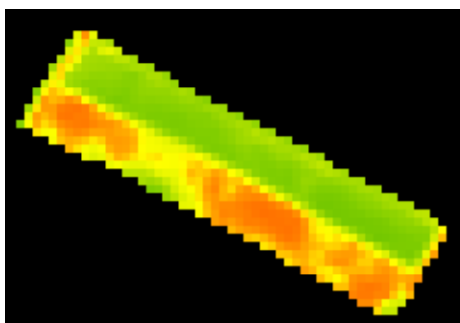
Anexo 15 - Imagens de satélite dos índices de vegetação NDVI da parcela Agromais (metade superior da imagem) na campanha de 2016.



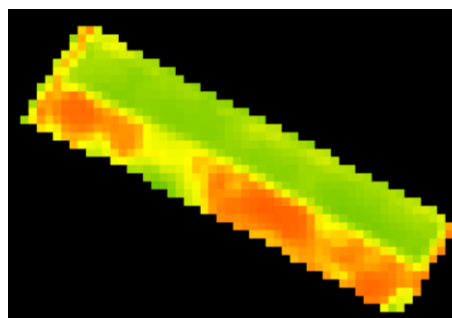
a - Parcela Agromais a 30 de abril de 2016.



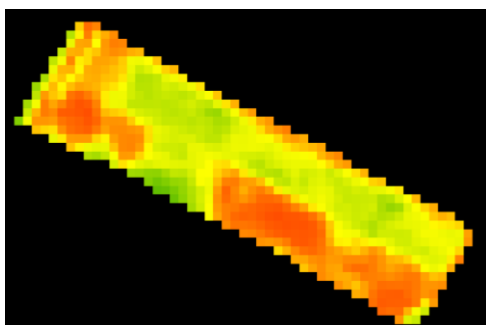
b - Parcela Agromais a 19 de junho de 2016.



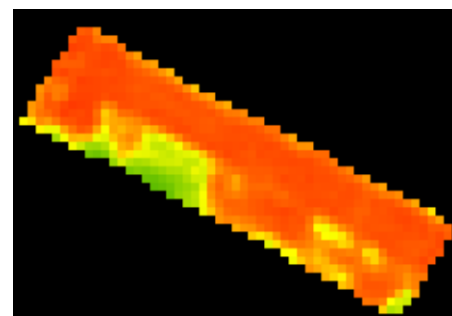
c - Parcela Agromais a 29 de julho de 2016.



d - Parcela Agromais a 8 de agosto de 2016.

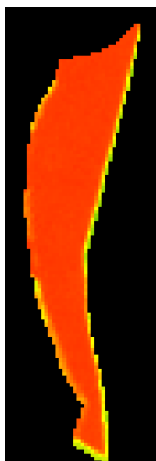


e - Parcela Agromais a 28 de agosto de 2016.

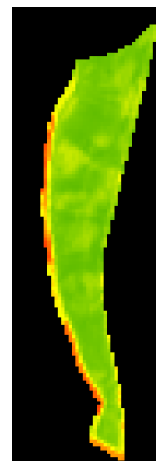


f - Parcela Agromais a 27 de setembro de 2016.

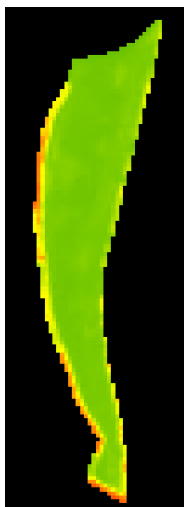
Anexo 16 - Imagens de satélite dos índices de vegetação NDVI da parcela Borrego na campanha de 2016.



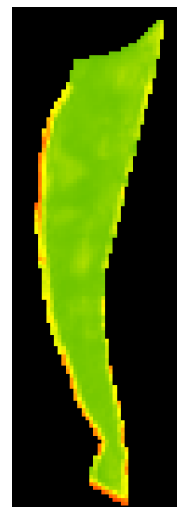
a - Parcela Borrego a 30 de abril de 2016.



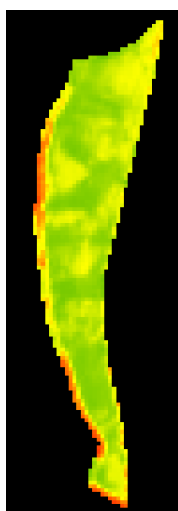
b - Parcela Borrego a 19 de junho de 2016.



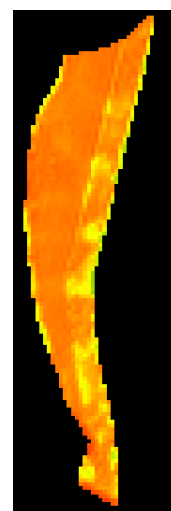
c - Parcela Borrego a 29 de julho de 2016.



d - Parcela Borrego a 8 de agosto de 2016.

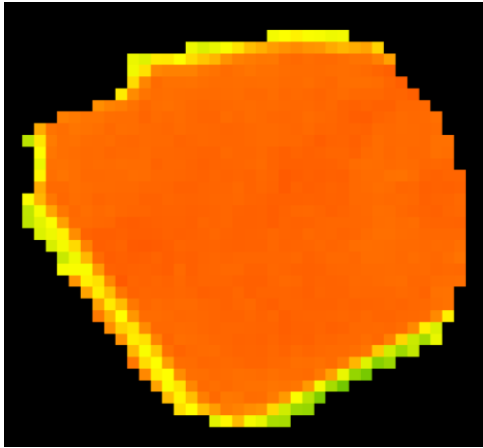


e - Parcela Borrego a 28 de agosto de 2016.

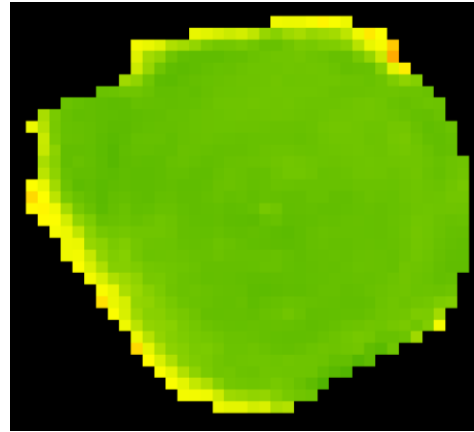


f - Parcela Borrego a 27 de setembro de 2016.

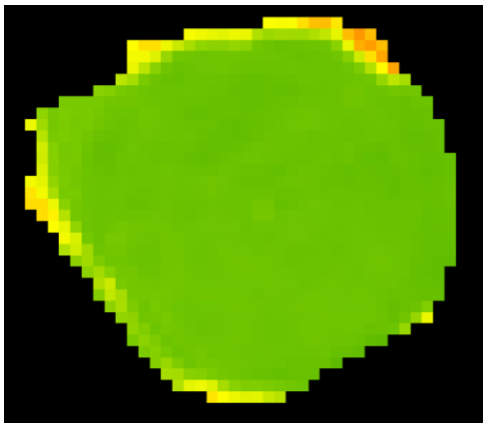
Anexo 17 - Imagens de satélite dos índices de vegetação NDVI da parcela Cholda na campanha de 2016.



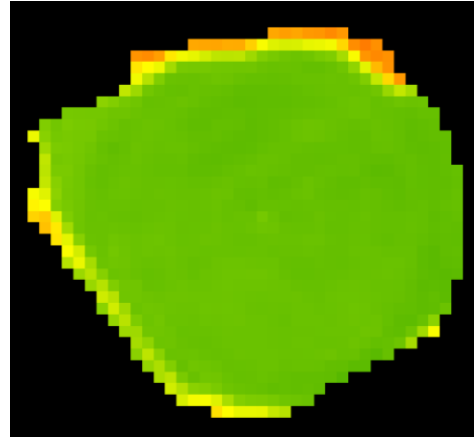
a - Parcela Cholda a 30 de abril de 2016.



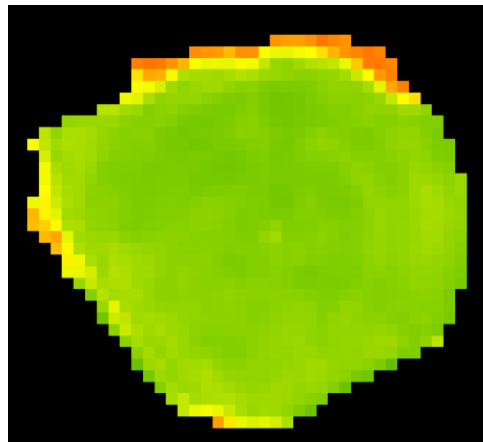
b - Parcela Cholda a 19 de junho de 2016.



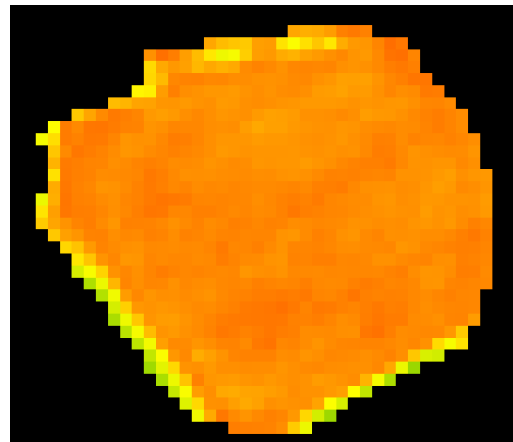
c - Parcela Cholda a 29 de julho de 2016.



d - Parcela Cholda a 8 de agosto de 2016.

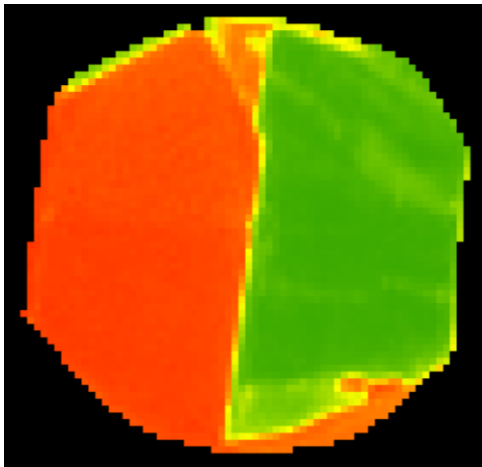


e - Parcela Cholda a 28 de agosto de 2016.

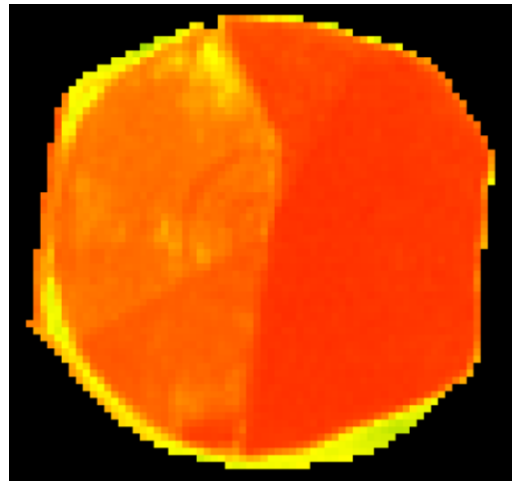


f - Parcela Cholda a 27 de setembro de 2016.

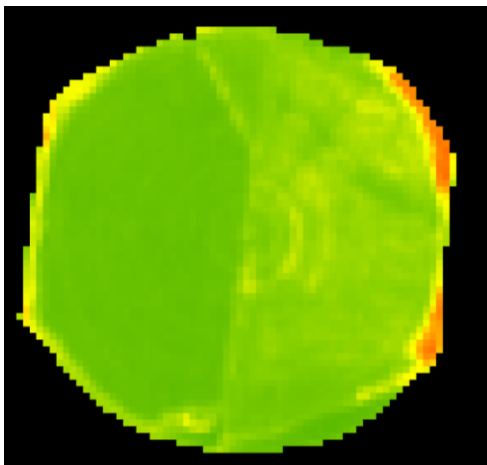
Anexo 18 - Imagens de satélite dos índices de vegetação NDVI da parcela Fajarda na campanha de 2016.



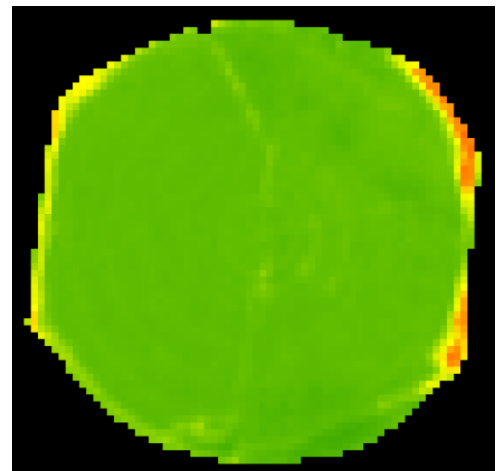
a - Parcela Fajarda a 30 de abril de 2016.



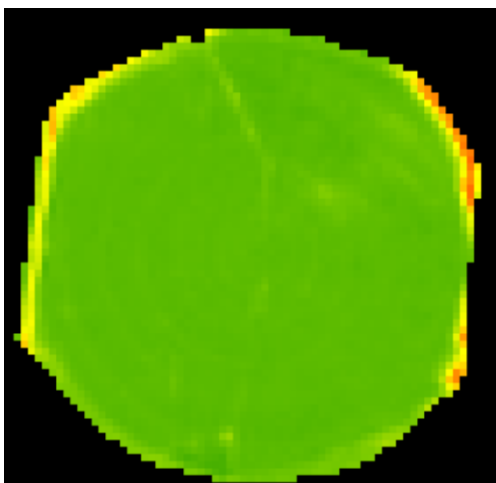
b - Parcela Fajarda a 19 de junho de 2016.



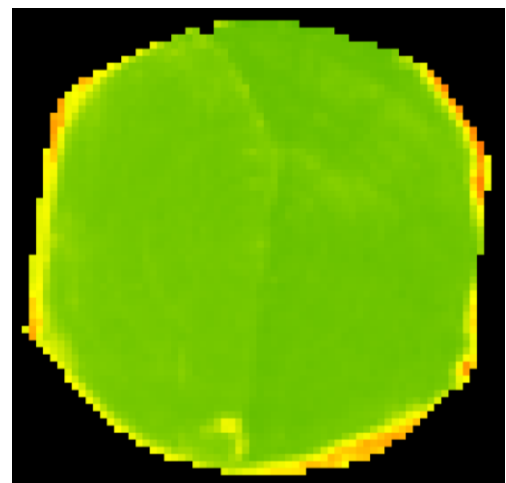
c - Parcela Fajarda a 29 de julho de 2016.



d - Parcela Fajarda a 8 de agosto de 2016.

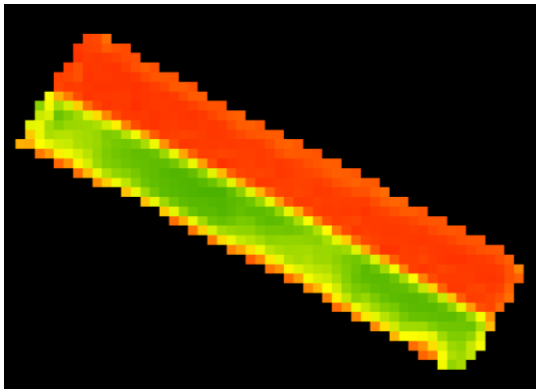


e - Parcela Fajarda a 28 de agosto de 2016.

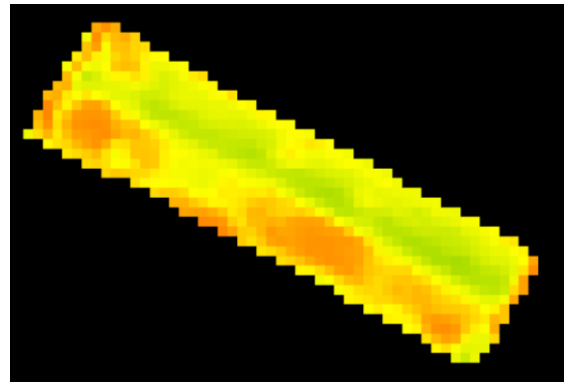


f - Parcela Fajarda a 27 de setembro de 2016.

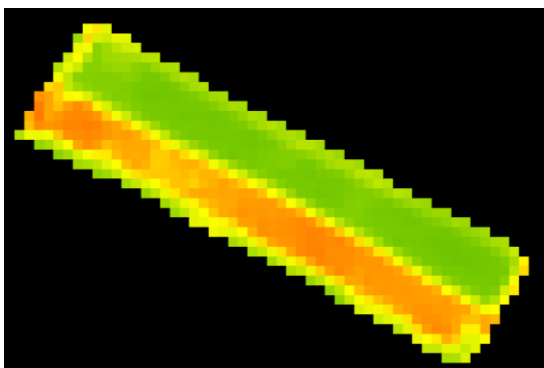
Anexo 19 - Imagens de satélite dos índices de vegetação NDVI da parcela Agromais (metade superior da imagem) na campanha de 2017.



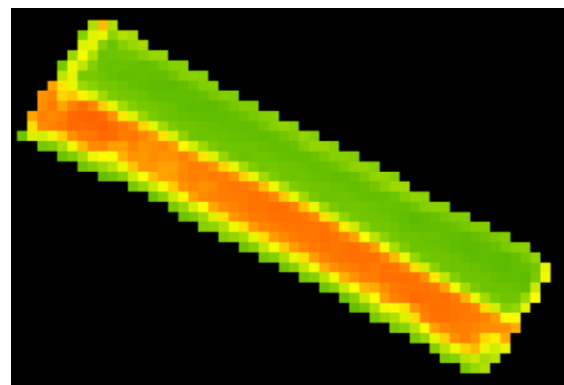
a - Parcela Agromais a 5 de abril de 2017.



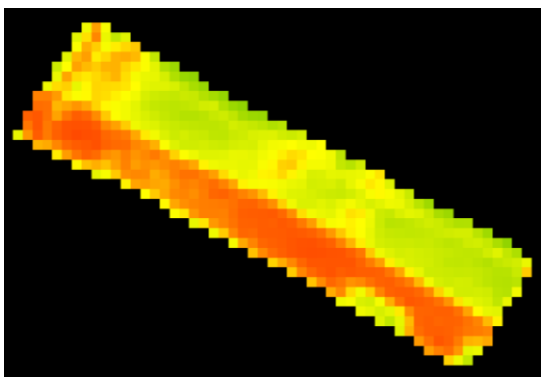
b - Parcela Agromais a 25 de maio de 2017.



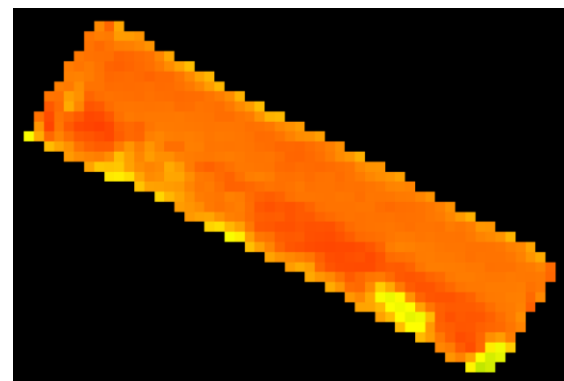
c - Parcela Agromais a 14 de junho de 2017.



d - Parcela Agromais a 14 de julho de 2017.

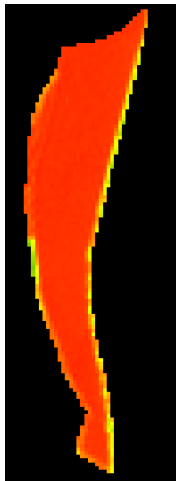


e - Parcela Agromais a 18 de agosto de 2017.



f - Parcela Agromais a 12 de setembro de 2017.

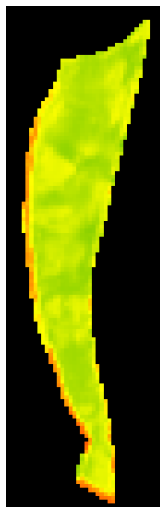
Anexo 20 - Imagens de satélite dos índices de vegetação NDVI da parcela Borrego na campanha de 2017.



a - Parcela Borrego a 5 de abril de 2017.



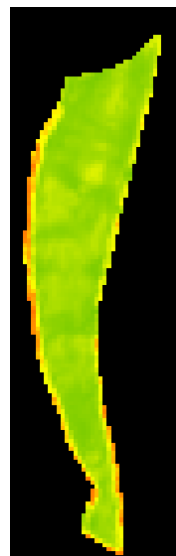
b - Parcela Borrego a 25 de maio de 2017.



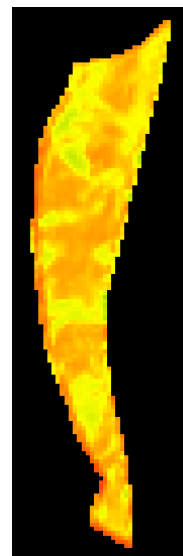
c - Parcela Borrego a 14 de junho de 2017.



d - Parcela Borrego a 14 de julho de 2017.

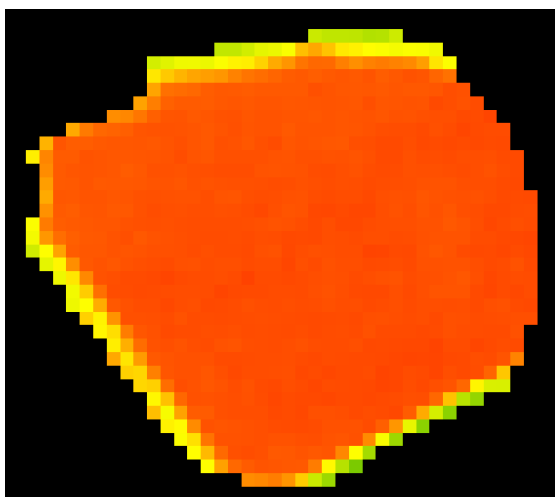


e - Parcela Borrego a 18 de agosto de 2017.

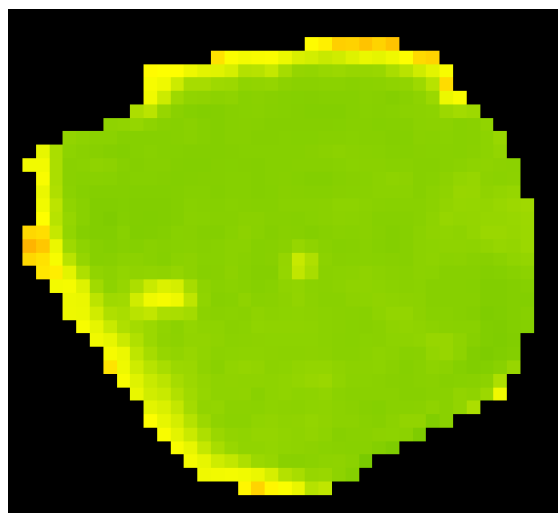


f - Parcela Borrego a 12 de setembro de 2017.

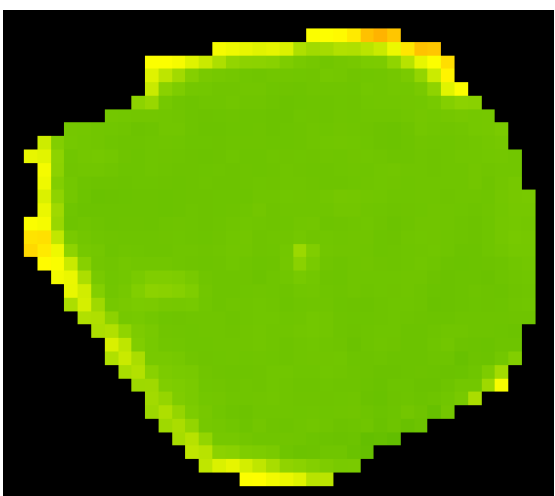
Anexo 21 - Imagens de satélite dos índices de vegetação NDVI da parcela Cholda na campanha de 2017.



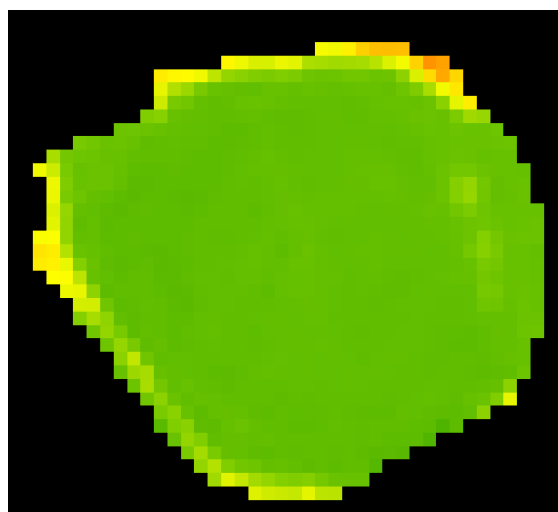
a - Parcela Cholda a 5 de abril de 2017.



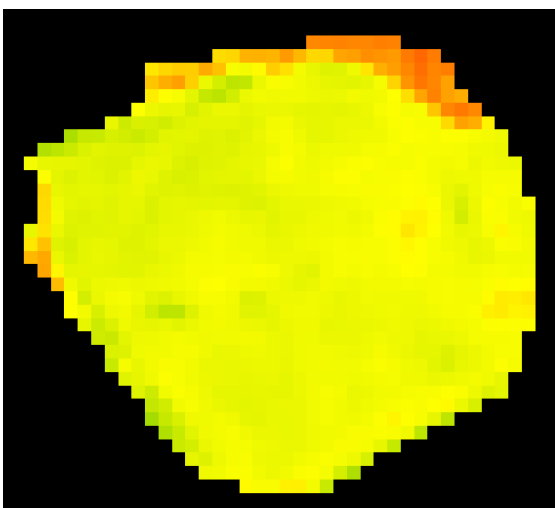
b - Parcela Cholda a 25 de maio de 2017.



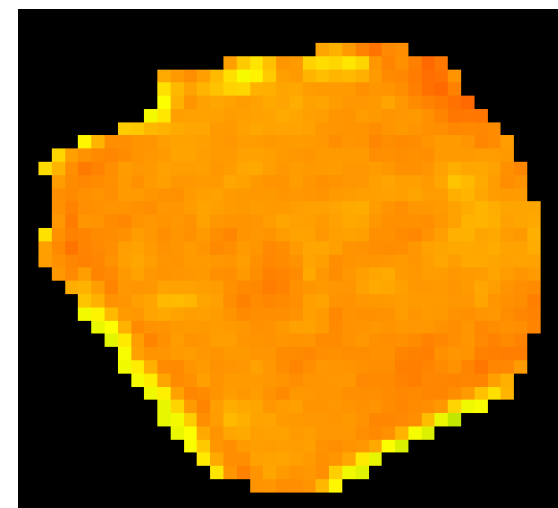
c - Parcela Cholda a 14 de junho de 2017.



d - Parcela Cholda a 14 de julho de 2017.

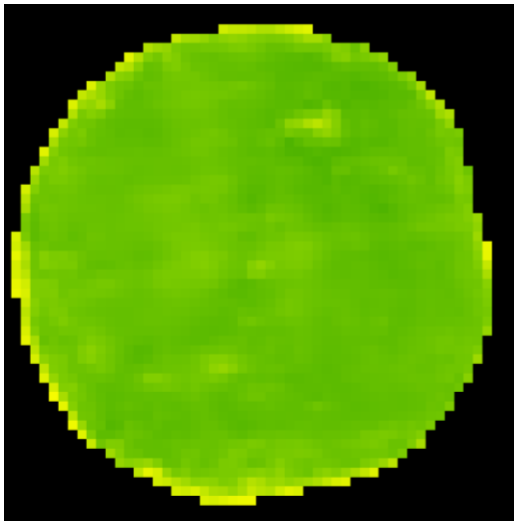


e - Parcela Cholda a 18 de agosto de 2017.

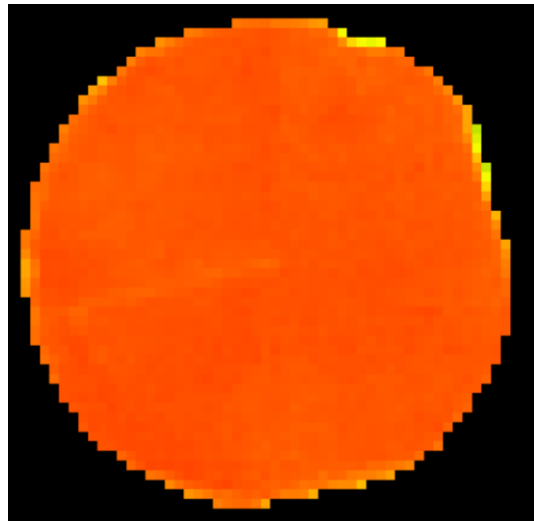


f - Parcela Cholda a 12 de setembro de 2017.

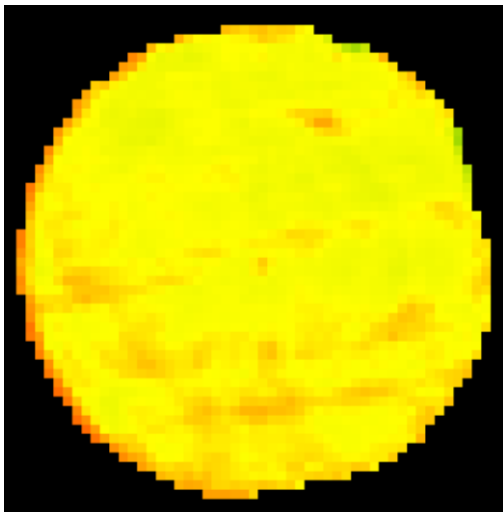
Anexo 22 - Imagens de satélite dos índices de vegetação NDVI da parcela Couço na campanha de 2017.



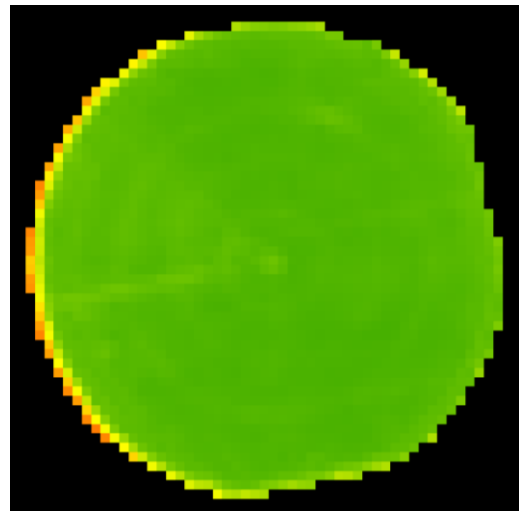
a - Parcela Couço a 5 de abril de 2017.



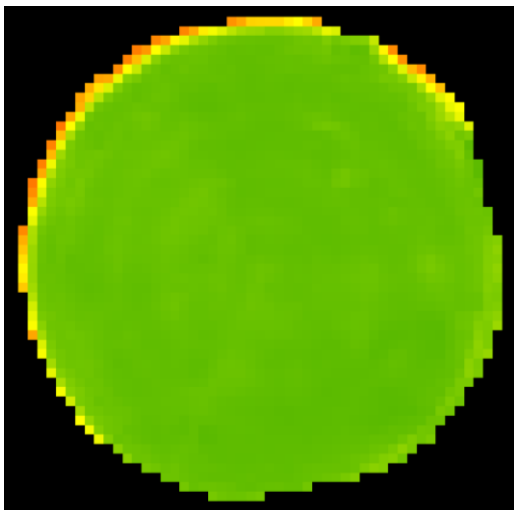
b - Parcela Couço a 25 de maio de 2017.



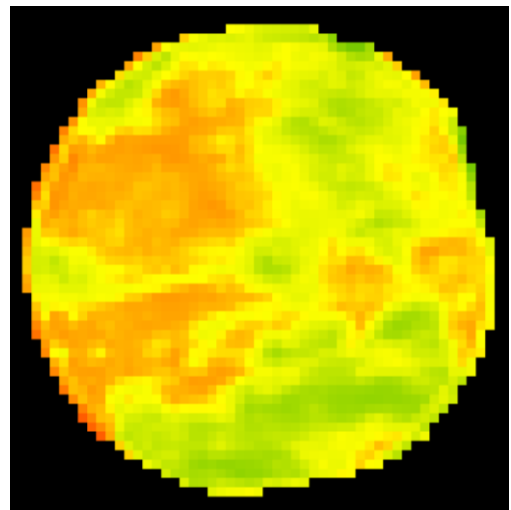
c - Parcela Couço a 14 de junho de 2017.



d - Parcela Couço a 14 de julho de 2017.

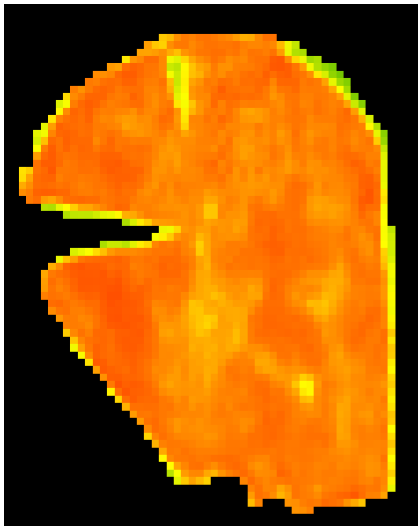


e - Parcela Couço a 18 de agosto de 2017.

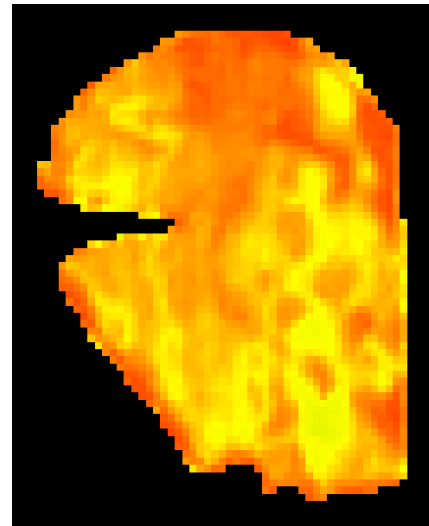


f - Parcela Couço a 12 de setembro de 2017.

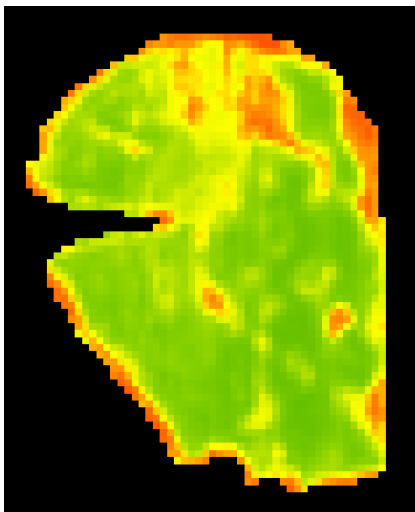
Anexo 23 - Imagens de satélite dos índices de vegetação NDVI da parcela Lusiaves na campanha de 2017.



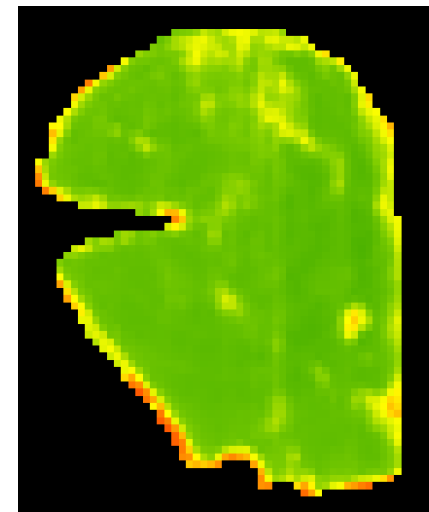
a - Parcela Lusiaves a 5 de abril de 2017.



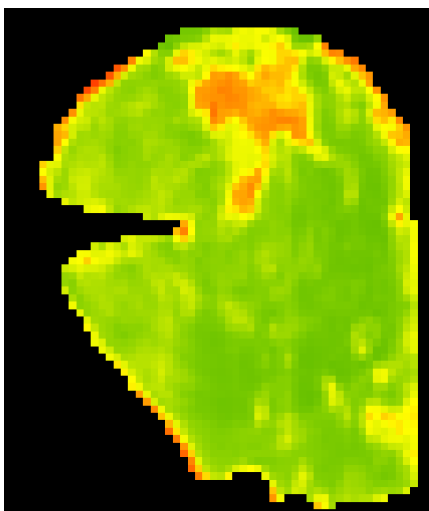
b - Parcela Lusiaves a 25 de maio de 2017.



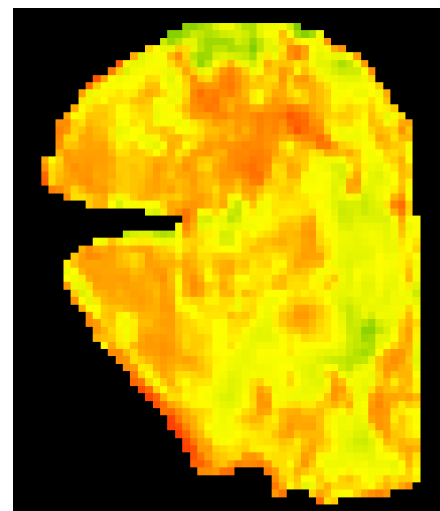
c - Parcela Lusiaves a 14 de junho de 2017.



d - Parcela Lusiaves a 14 de julho de 2017.



e - Parcela Lusiaves a 18 de agosto de 2017.



f - Parcela Lusiaves a 12 de setembro de 2017.