FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Epitrix spp. da Batateira:



Dinâmica populacional, preferências e estragos

Dissertação de Mestrado em

Engenharia Agronómica

Pedro Daniel Vieira Costa

2011

Pedro Daniel Vieira Costa

Epitrix spp. da Batateira: Dinâmica populacional, Preferências e Estragos

Mestrado em Engenharia Agronómica

2010/2011

Faculdade de Ciências Universidade do Porto

Colaboração:

Instituto de Ciências e Tecnologia Agrárias e Agro-alimentares

Instituto Nacional de Recursos Biológicos, I.P.

Dissertação de Mestrado em Engenharia Agronómica

Submetida à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Este trabalho foi desenvolvido sob a orientação científica da

Professora Doutora Ana Aguiar e co-orientação

Doutora Conceição Boavida (INRB)

Agradecimentos

À minha orientadora, Professora Ana Marques Aguiar, pela fantástica disponibilidade de me acompanhar nesta tese, por todo apoio fundamental e confiança depositada.

À Doutora Conceição Boavida, pelo tema que foi um bom desafio, e por todo o apoio e simpatia durante o desenvolvimento do trabalho.

À sempre, atenciosa e simpática, Doutora Sónia Gouveia pela fantástica ajuda concedida na análise dos resultados e pela venerável disponibilidade.

Ao pessoal que me acompanhou durante o mestrado com quem tive o prazer de conviver durante estes dois anos, pela companhia, boa disposição e amizade.

Aos residentes, por me fazerem sentir em casa, pelas tertúlias e companheirismo.

Aos meus colegas de licenciatura, quatro anos de crescimento, dificuldades e superações, que vão saber bem recordar futuramente.

Ao José Francisco e seus País por me permitirem a intromissão nos seus terrenos e trabalhos. Sem vocês não teria sido possível.

A todos os meus amigos, em especial a Carlos Silva, Joel Alves, Filipe Gonçalves e Ricardo Fevereiro, que de formas embora muito distintas, me acompanharam ajudaram ao longo destes 6 anos.

Aos meus Pais, por toda a confiança, apoio e constantes esforços ao logo destes da minha formação, a eles devo tudo. Aos meus irmãos por toda ajuda prestada e disponibilidade que demonstraram. Bem como à restante família.

Por fim, a alguém muito especial a quem deveria dedicar um infindável número de páginas, pela paciência, compreensão, carinho, companheirismo e um sem fim de outras razões, à minha namorada Liliana Ferreira.

Sumário

A cultura da batata representa desde do Sec.XVII uma das mais importantes culturas mundiais, tendo contribuído em grande escala para o desenvolvimento global. Representa uma das maiores fontes de alimentação de diversos países por todo o Globo.

Esta cultura possui associadas pragas e doenças restritas a determinadas zonas geográficas que nem sempre se conseguem manter delimitadas à sua área de origem, é o caso do Epitrix da batateira. Este insecto, pertencente à família dos Alticinae, é uma das maiores pragas da cultura da batata no continente Americano e engloba um conjunto de cinco espécies, duas facilmente distinguíveis e de importância menor, *Epitrix subcrinita* e *Epitrix hirtipennis*. As restantes três espécies são muito parecidas em termos morfológicos, foram até 1944 incluídas na espécie *Epitrix cucumeris* (Harris) quando Gentner identificou a partir de insectos considerados desta espécie mais duas, *Epitrix tuberis* e *Epitrix similaris*.

Epitrix cucumeris está espalhado por quase todo o continente americano, exceptuando parte da costa Oeste, está também presente nos Açores desde 1979, responsável essencialmente por danos na folhagem da batateira. *Epitrix tuberis* (Gentner) ocupa essencialmente a costa Oeste do continente americano e não há registo da sua presença na Europa, sendo a espécie considerada mais danosa no tubérculo. Quanto a *Epitrix similaris* (Gentner) as únicas referências existentes, são na zona da Califórnia e actualmente no centro e norte Portugal, havendo reduzidas informações sobre os danos provocados pela espécie.

A necessidade em compreender a praga é acentuada por ser a espécie menos conhecida a mais abundante em Portugal, pela incerteza sobre a sua evolução na Europa.

Durante o conjunto de semanas em que a cultura possuía folhagem, foram realizadas monitorizações de campo num total te 105 talhões, constituídos por 10 plantas cada. Destas monitorizações foi possível: estudar as dinâmicas populacionais, e factores envolvidos; antecipação da infestação em terrenos de segundo ano de cultivo; identificar o pico da geração hibernante em meados de Abril; confirmar a heterogeneidade de distribuição da praga.

Os trabalhos de campo permitiram perceber qual a realidade dos estragos provocados. A quantidade de batatas danificadas foi sempre superior a 54% em todas as parcelas, variando com o tempo de permanência de cultura no terreno. A gravidade dos estragos mostrou ser semelhante à referida na bibliografia para *Epitrix tuberis* na América, contudo não se tendo detectado a sua presença deduz-se que o responsável por estes estragos será *Epitrix similaris*.

Ensaios de laboratório confirmaram a preferência alimentar dos adultos *Epitrix cucumeris* e *Epitrix similaris*, pela cultura da batata relativamente a outras três Solanáceas (beringela, pimento, tomate). Os ensaios com *Epitrix cucumeris* demonstraram que a batata representa o melhor suporte multiplicação dos efectivos, e permitiu obtenção de uma nova geração em períodos inferiores aos estabelecidos para a espécie em condições naturais.

Palavras chave

Epitrix batateira: Conjunto de espécies, pertencentes ao género *Epitrix*, responsáveis por danos na batateira e batata.

Genitália: Órgão sexual dos insectos.

Edeagus: Órgão sexual masculino dos insectos.

Espermateca: Órgão sexual feminino dos insectos.

Pronocto: placa esclerificada da zona superior do prototórax.

Elitro: asas anteriores.

Eclodir: passagem da fase ovo a larva.

Emergência: passagem da fase de pupa a adulto.
Bordadura: Zona limite da cultura ou parcela em estudo.

Talhão: conjunto de 10 plantas monitorizadas.

Summary

The potato are planted since the century XVII represents, one of the most important crops in the world, has contributed greatly to the global development, is one of the major sources of food in different countries and is spread across the globe.

This crop is associated with pest and disease restricted to certain geographical areas some difficult keep their in your origin area, spreading to other regions, is the case of potato *Epitrix*.

This insect, which belongs to the family Alticinae, is a major pest of potato in the American continent and keep a set of five species. Two easily distinguishable and the minor importance *Epitrix subcrinita* and *Epitrix hirtipennis*. The other three species are morphological very similar, until 1944 were include in the species *cucumeris* (Harris), when Gentner separated in three species *Epitrix cucumeris*, *Epitrix tuberis* and *Epitrix similaris*. The *E. cucumeris* is spread over almost the entire American continent, except part of the West coast and is present in the Azores since 1979, is responsible for damage to the foliage of the potato. *Epitrix tuberis* occurs essentially in the west coast of the North America, there is no record of their presence in Europe and is considered more damaging specie, because the injury in the tuber. In *Epitrix similar* (Gentner) the only references existent are in the area of California and recently in Center and North of Portugal, the considerations of the damage caused is reduced to this species.

The need to understand the pest is important because it is the least known species, the most abundant in Portugal and the uncertainty about its development in Europe.

During the weeks in which the culture had foliage, the field was monitoring in a total of 114 plots, each consisting of 10 plants. With this monitoring was possible: study the population dynamics and factors involved; conclude that the date of the peak of emergencies was in the first week of April; confirm the heterogeneity of the distribution of the pest. Laboratory tests confirmed the feeding preferences of adults *Epitrix cucumeris* and *Epitrix similares*, the potato crop for three other Solanaceae (eggplant, peppers and tomatoes). The tests with *Epitrix cucumeris* allowed to observe that the potato is the best-supporting posture and or the fitness to larvae development, and allowed obtaining a new generation at less than the established for the species under natural conditions.

The amount of damaged potatoes was always above 54% in all plots. The amount of damaged potatoes was always above 54% in all plots, varying with the length of stay in the field of culture and the severity of the damage shown to be similar to that for the *Epitrix tuberis*, not having detected his presence it appears that this damage will be doing for *Epitrix similaris*.

Índice

Sumário..... I

Summary..... II

Capítulo I- Introdução Geral 8

1 A cultura 9

2 A Praga 11

2.1 Taxonomia 11

2.2 Distribuição geográfica 12

2.3 Biologia 13

2.4 Morfologia 14

2.5 Plantas hospedeiras 19

2.6 Problemas causados pela praga 19

2.7 Factores que afectam efectivos de *Epitrix spp.* 21

Capítulo II- Estudo da dinâmica populacional de *Epitrix spp.* em batateira……..23

1 Introdução 24

2 Material e metodologia 25

2.1 Parcelas 25

2.2 Operações culturais 26

2.3 Método de monitorização para estimar a densidade populacional e distribuição do Epitrix da batateira. 27

2.4 Método de amostragem para colheita de amostras de *Epitrix* presentes no campo e técnica para identificação das espécies 28

2.5 Análise estatística 28

3 Resultados/Discussão 30

3.1 Evolução temporal dos efectivos da praga nas parcelas 30

3.2 Distribuição no espaço e no tempo 35

3.3 Efeito da variedade batata na distribuição e densidade populacional de *Epitrix spp*39

4 Identificação das espécies de *Epitrix*..... 41

Capítulo III- Avaliação de danos 42

1 Introdução..... 43

2 Quantificação batatas danificadas 43

2.2 Material e metodologia..... 43

2.3 Resultados 45

3 Perda por descasque..... 47

3.2 Material/metodologia 47

3.3 Resultados 49

4 Capacidade de conservação de batatas danificadas e não danificadas pela larva de *Epitrix*..... 50

4.2 Materiais métodos 50

4.3 Resultados 50

Capítulo IV- Ensaios de laboratório sobre a preferências alimentar e multiplicação de *Epitrix spp*…….. 51

1 Introdução..... 52

2 Material e Metodologia 53

2.1 Ensaio preferência alimentar e multiplicação com *E.cucumeris* 53

2.2 Ensaio preferência alimentar com *Epitrix Similaris* 55

2.3 Determinação área consumida 57

2.4 Análise estatística..... 58

3 Resultados/Discussão 59

3.1.1 Ensaio preferência alimentar e multiplicação com *Epitrix cucumeris*……..... 59

3.1.2 Multiplicação..... 60

3.2 Ensaio preferência alimentar com *Epitrix Similaris* 62

Capítulo V- Considerações finais e perspectivas futuras 63
Bibliografia 65

Capítulo I- Introdução Geral

1 A cultura

A **Batata** foi introduzida na Europa na segunda metade do século XVI, proveniente da América do Sul de onde é originária. A cultura chegou ao velho continente através dos espanhóis, começando a ser cultivada por volta de 1570. Só no Séc. XVII ganha notoriedade como fonte de alimento, começando por se destacar junto da população pertencente às baixas classes sociais (Romans, 2005).

A popularidade da cultura aumentou muito devido, à sua qualidade nutricional, altos níveis de produtividade e facilidade de cultivo, o que levou em alguns países a uma grande dependência deste produto que é considerado um dos "combustíveis" da revolução industrial do século XVIII, pela importância que adquiriu como fonte de alimento para os trabalhadores da industria (Salaman, 1985).

A sua importância foi demonstrada na catástrofe alimentar na Irlanda entre 1845-1852, devido a uma forte queda na produção provocada pelo míldio da batateira *Phytophthora infestans*. Provavelmente introduzido com a chegada de novas variedades de batata vindas da América que visavam melhorar a resistência a outras doenças (Kiple & Ornelas, 2000), as perdas atingiram 40% da produção e levou a que um milhão e meio de Irlandeses morresse ou emigrasse (Romans, 2005).

A importância adquirida na antiguidade mantêm-se actualmente e a cultura representa a quarta cultura mais importante a nível mundial, logo a seguir, ao trigo, milho e arroz (Kiple & Ornelas, 2000).

De acordo com os dados da FAOSTAT (2011) referentes a 2009, a China é o principal produtor. Contudo a Europa é a segunda área geográfica com maior produção e onde o consumo por pessoa é mais elevado, o que representa bem a importância da cultura no Continente.

A batata em Portugal é o quinto produto agrícola, produzindo 519 300 Toneladas (dados 2009) (FAOSTAT, 2011). As principais pragas da cultura no País são: o escaravelho da batata (*Leptinotarsa decemleneata*) que se alimenta da folhagem, cria problemas especialmente na fase larvar em que é especialmente voraz; Afídios (*Macrosiphum euphorbiae, Myzus persicae*) que em grandes densidades representam um sério risco fitossanitário, causando enfraquecimento da planta devido ao consumo dos seus fluidos; a nível do tubérculo são vários os responsáveis por danos, embora os mais conhecidos sejam, os Alfinetes (*Agriotes Lineatus*) que se alimentam da superfície do tubérculo e as espécies vulgarmente designadas Nóctuas ou Roscas (*Agrotis segetum*

e *Agrotis ipsilo*), que causam em batatas mais jovens danos em folhas e no cólon da planta, e em batatas mais desenvolvidas provocam galerias nos tubérculos.

As principais doenças da cultura são, o míldio, que em condições favoráveis pode até destruir a cultura por completo, e a alternariose (*Alternaria solani*), que se caracteriza por manchas negras em toda a planta, leva a quebras de rendimento.

A relevância da cultura, associada à sua globalização, leva a que devamos também ter especial atenção com circulação de produtos, mediante o risco de disseminação das suas pragas e doenças, algumas confinadas a determinadas áreas geográficas, das quais não se sabe o que esperar em áreas diferentes da de origem. Contudo nem sempre se consegue manter as pragas e doenças restritas às suas localizações de origem, como aconteceu com o míldio e o escaravelho. Tornando-se então essencial rever o que já se conhece, e procurar compreender a evolução do problema bem como as falhas cometidas. O objecto deste trabalho é precisamente o estudo de uma nova praga da batata recentemente introduzida em Portugal, Epitrix da Batateira.

2 A Praga

2.1 Taxonomia

A designação "Epitrix da batateira" tem sido vulgarmente utilizada, contudo o termo "Epitrix" corresponde ao nome do género a que pertence a praga.

O género, *Epitrix* (Foudras), encontra-se incluído na Ordem dos Coleoptera, família Crysomelidae, subfamília *Alticinae*, designação que deriva do grego "Halticos", em alusão à sua capacidade de salto (Doguet, 1994). A designação subfamília Alticinae não é consensual, dado que alguns taxonomistas consideram os "Altica" como uma tribo da subfamília *Galerucinae*, contudo este enquadramento dos taxa tem vindo a ser o mais utilizado (Doguet, 1994; EPPO, 2010).

O conjunto de espécies de *Epitrix* conhecidas ascende às 180 (Doeberl, 2000), destas apenas 17 pertencem à região Paleártica e nenhuma das 17 vive de Solanáceas cultivadas não sendo consideradas pragas (Doguet, 1994). Contudo o número de espécies de *Epitrix* na região Paleártica aumentou recentemente, com a introdução de espécies provenientes do continente Americano, sendo algumas delas um problema para as culturas de solanáceas especialmente a da batata (Boavida, 2009; Boavida & Germain, 2009).

Das espécies conhecidas de *Epitrix* existem 5 associadas a danos na cultura da batata, *Epitrix cucumeris*, *Epitrix tuberis*, *Epitrix similaris*, *Epitrix subcrinita* e *Epitrix hirtipennis* (Boavida & Germain, 2009; EPPO, 2010).

E. subcrinita e *E. hirtipennis* são de importância menor e distinguíveis das restantes espécies de Epitrix da batateira por possuírem tonalidades diferentes (Boavida & Germain, 2009; Seeno & Andrews, 1972). A espécie *E. hirtipennis* é considerada responsável essencialmente por dados na cultura do tabaco, não tendo sido responsabilizada por causar danos significativos na batata. *E. subcrinita* embora seja pouco referido aparece associado a danos na batata em conjunto com *E. tuberis* na zona ocidental dos Estados Unidos América (Gentner, 1944; Hanson, 1933; Ihrke, 1979; Webster, 1932).

Quanto à presença e distinção, das três espécies consideradas mais problemáticas para a batata (*E.cucumeris*, *E.tuberis* e *E.similaris*) é muitas vezes dúbia devido ao grau de semelhança morfológica e comportamental, exige análise de peritos e confirmação

com recurso a dissecação para observação da genitália (Boavida & Germain, 2009; Seeno & Andrews, 1972).

As semelhanças morfológicas das 3 espécies levaram a que, durante muitos anos os diferentes autores as considerassem, como uma única espécie *E. cucumeris* (Gentner, 1944; Hill, 1946). Contudo a percepção de que em diferentes zonas da América a praga era responsável por danos distintos, levou Gentner (1944) a examinar os *Epitrix* que afectavam a cultura das diferentes áreas, concluindo que se tratava pelo menos de três espécies distintas, *E. cucumeris*, *E. tuberis* e *E. similaris*.

2.2 Distribuição geográfica

No continente Americano:

E. tuberis é provavelmente originário do Norte Colorado onde existiriam já em plantas selvagens antes do desenvolvimento da cultura da batata (Gentner, 1944).
A sua distribuição alargou-se a grande parte dos EUA concretamente; California, Nebraska, Novo Mexico, Dakota Norte, Oregon, Dakota do Sul, Washington, Wyomin. No Canadá está presente em; British Columbia, Alberta, Manitoba, Saskatchewan (EPPO, 2010). Não foi detectada a sua presença na Europa.

No caso do *E. cucumeris* a distribuição é bastante alargada estando presente em praticamente todo o continente americano, por todo o Canadá com excepção da Colômbia Inglesa (Stewart & Thompson, 1989), nos EUA está presente, a Este California, Florida, Indiana, Kansas, Maine, Manitoba, Novo Hampshire, Novo Mexico, Nebraska, Carolina do Norte, Dakota do Norte, Dakota do Sul, Vermont, Virginia, Nova Iorque. Está presente também em Países da América central e América Sul (Costa Rica, Dominican Republic, Guadeloupe, Jamaica, Nicaragua, Puerto Rico, Bolivia, Colombia, Ecuador e Venezuela) (EPPO, 2010).

Quanto à espécie *E. similaris* as considerações relativamente à distribuição são poucas e apenas referentes à Califórnia como zona natural da espécie (Gentner, 1944; Hill, 1948).

No continente Europeu:

A existência de espécies americanas do género *Epitrix* na Europa já foi reportada com *E. hirtipennis* na Itália, Bulgária, Turquia e Grécia (Boavida & Germain, 2009). Nos Açores além do referido *E. hirtipennis*, presente em 5 das 9 ilhas, também *E. cucumeris* está presente desde 1979, encontra-se presente em 8 das ilhas (Borges, 1990).

Em Portugal continental no ano 2004 na região do Porto foram observados danos, até então invulgares na cultura da batata (Oliveira et al., 2008), os danos permaneceram de proveniência desconhecida até 2008, quando se identificaram as espécies *E. similaris* e *E. cucumeris* como responsáveis (Boavida, 2009). Actualmente está presente também no Vale do Mondego, Vale do Tejo, Oeste e ao sul da Galiza (Espanha). Foram referidos estragos típicos de Epitrix da batateira também no interior do País (Covilhã e Chaves) (Boavida, 2010).

A distribuição geográfica actual de cada uma das duas espécies em Portugal continental não foi, ainda, objecto de estudo sistemático. Coexistência temporal e espacial das duas espécies aliada à semelhança morfológica e impossibilidade identificação no campo fazem com que, tanto a distribuição geográfica, como a importância de cada uma das espécies ainda não estejam totalmente esclarecidas.

2.3 Biologia

As informações existentes sobre a biologia dos Epitrix da batateira são essencialmente referente ao *E. tuberis*, *E. cucumeris*, para as condições do continente americano, esta informação dá contudo indicações importantes para o estudo da praga na Europa, inclusive da espécie de *E. similaris*, que aparenta ser muito semelhante ao *E. tuberis*.

O ciclo de vida do *Epitrix spp.* engloba 4 fases: ovo, larva, pupa e adulto (Figura 1).

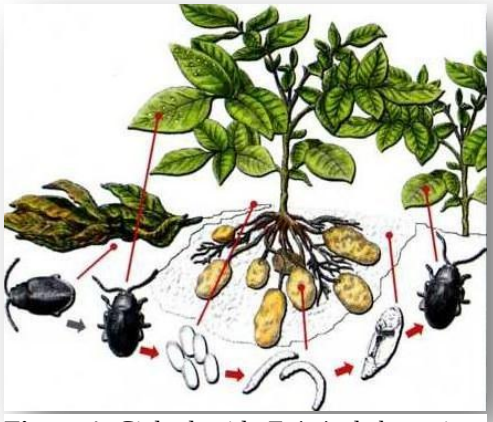


Figura 1: Ciclo de vida *Epitrix* da batateira
© Boavida. C 2010

Após a emergência dos adultos que hibernam refugiados em pequenas fendas, restos de cultura ou culturas infestantes, dá-se o acasalamento (Boavida, 2011). De acordo com os dados OEPP/EPPO, (1990 e 2005), a postura do ovo inicia-se num período de 5 a 6 dias e escalonada durante 35-55 dias. Concluído um período de incubação de 3-14 dias, as larvas eclodem, alimentam-se da parte subterrânea da planta durante 15 a 30 dias até atingirem a fase de pupa que compreenderá entre 4-10 dias até originar o novo adulto. No total a primeira geração dura entre os 27 e 50 dias. A segunda geração, quando

existente, dura entre 35 e 85 dias (OEPP/EPPO, 1990). Estes dados são válidos para *E. cucumeris* e *E. tuberis.* também Epitrix da batateira presente em Portugal (essencialmente *E. similaris*) possui ciclos de duração próximos do referido, pois o início das emergências dá-se aproximadamente 45 dias após o aparecimento da geração hibernante (Aguiar et al., 2010). Boavida (2011) refere uma duração de ciclo completo entre 5 a 6 semanas.

E. cucumeris tem apenas uma geração anual (OPPE/EPPO, 2005), *E. tuberis* consideram-se normalmente duas gerações anuais (Finlayson, 1950; Fulton et al., 1955) sendo possível uma terceira geração parcial em certos anos (Hill, 1946).

Tipicamente a emergência dos adultos hibernantes em Portugal dá-se no fim de Inverno, ou início da primavera, em geral pouco antes emergência da batata (Boavida, 2011) abandonam as bordaduras do terreno, onde a maioria se refugiou após a cultura do ano anterior, por forma a poderem alimentar-se das infestantes e restos de cultura existentes (Vernon & Thomson, 1991; Wallis, 1952). Em seguida deslocam-se das bordaduras dos terrenos, ou de outros locais onde escasseia o alimento, para a cultura onde mantem uma distribuição heterogénea que se caracteriza por um maior número de efectivos na bordadura do terreno cultivado (Cusson, 1985).

2.4 Morfologia

Segundo a chave dicotómica apresentada por Doguet (1994) o adulto do Género *Epitrix* Foudras caracteriza-se por possuir:

Pubescência; antenas de onze artículos; tarsos inseridos na parte superior da tíbia; união dos tarsos posteriores regularmente expandida desde o topo; zona superior e média da tíbia sem dentes ou sulcos na aresta externa; esporão da tíbia superior simples; caracterizando-se por possuir élitros com pontuações pronunciadas e em número variável, que se apresentam segundo um conjunto de 10 estrias regulares(Doguet, 1994) com pelos alinhados ao longo dos élitros, carácter exclusivo do género *Epitrix* na região Paleártica, pois nesta região todas as outras espécies Crysomelidae são glabras (Doguet, 1994).

Contudo dentro dos considerados Epitrix da batateira, as características são muito similares o que dificulta a sua distinção, pois todos são ovais, curtos, largos, convexos, de cor escura brilhante e dimensões muito semelhantes (Boavida & Germain, 2009; Doeberl, 2000).

Gentner (1944) elaborou a primeira caracterização morfológica externa detalhada, que permitiu distinguir as 3 principais espécies envolvidas nos estragos na cultura batata. De acordo com a sua observação as espécies *E.Similaris* e *E.cucumeris* distinguem-se da seguinte forma:

E. cucumeris: pronoto moderadamente fino, com pontuação relativamente distantes, e poros do disco sempre separadas por distância maior que o seu diâmetro. Disco do pronoto convexo, por vezes mais estreito na zona anterior; olhos moderadamente proeminentes, quando observados frontalmente a sua largura é aproximadamente igual à distância interocular. Élitros com disco regular convexo, margens laterais conjuntamente ovais.

Tanto *E. similaris* como *E. tuberis* possuem pronoto moderadamente grosseiro, com pontuações relativamente próximas, e poros do disco separados por uma distância inferior ao seu diâmetro.

E. similaris possui por sua vez um pronoto debilmente convexo, escassamente mais estreito na zona anterior; olhos proeminentes, com diâmetro igual ou ligeiramente inferior à distância interocular (superior a 75%(Seeno & Andrews, 1972)); Élitros com disco moderadamente convexo, margens laterais amplamente arqueadas.

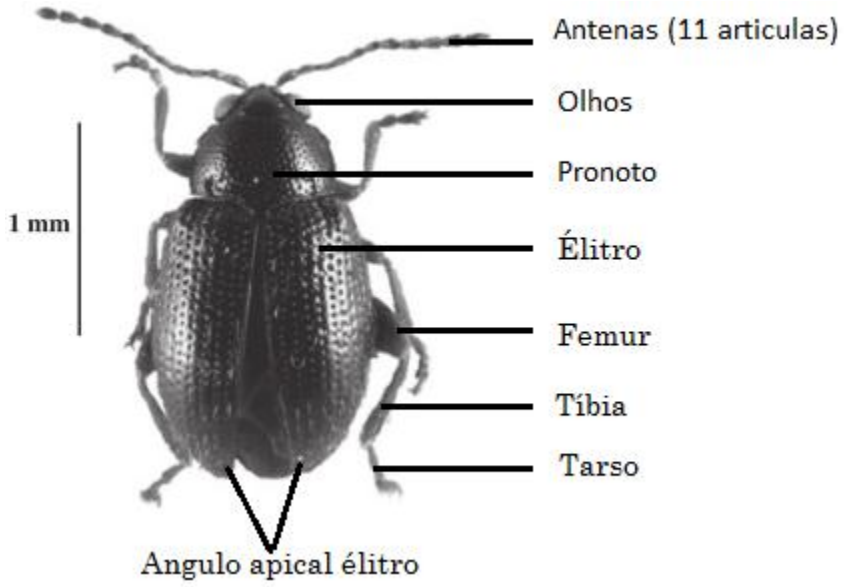


Figura 2: *Epitrix similaris*, habitus.
Adaptada de Boavida. C 2009

Também os sexos podem ser separados por alguns caracteres externos; os machos possuem a primeira articulação do tarso das patas anteriores alargada, ao contrário das fêmeas; também o último segmento ventral diverge, pois o do macho no centro da margem posterior é sub-troncada, e possui uma cor avermelhada em quase toda a extensão da margem lateral do disco, o segmento apical da fêmea possui cor preta homogénea com uma margem posterior com rebordo regular (Hill, 1946).

O método mais confiável para fazer a distinção das espécies e dos sexos é no entanto a observação da genitália (Seeno & Andrews, 1972).

A caracterização da espermateca e edeago das espécies *E. similaris* e *E. cucumeris* foi realizada por Boavida C & Germain J (2009). Quanto à distinção do *E. tuberis* e *E. similaris* foi realizada Seeno & Andrews (1972).

No caso das fêmeas de *E. similaris*, apresentam uma constrição na parte mediana do receptáculo da espermateca (órgão sexual feminino) mais acentuada, o ducto da espermateca é relativamente curto e recto e possui na parte central a válvula glândular que o divide aproximadamente em duas partes iguais (Boavida & Germain, 2009) (Figura 3 e 4).

No *E. cucumeris* o receptáculo tem a constrição menos acentuada e parece mais alongado e menos curvo nesta região. O ducto entre o receptáculo e a válvula glândular possui uma curva semicircular larga retornando para junto da constrição da espermateca. A parte restante livre do ducto da espermateca é curto, menos de 1/3 do comprimento da parte curva em contraste com a posição mediana em *E. similaris* (Boavida & Germain, 2009) (Figura 4).

Nos machos, em *E. similaris*, o ápice do lobo médio do edeago (órgão sexual masculino) reduz numa curva regular e com uma terminação brusca mais achatada (Figura 6), em *E. cucumeris* o ápice do lobo mediano do edeago reduz de forma mais abrupta mas a terminação é mais alongada e espatulada (Boavida & Germain, 2009) (Figura 5).

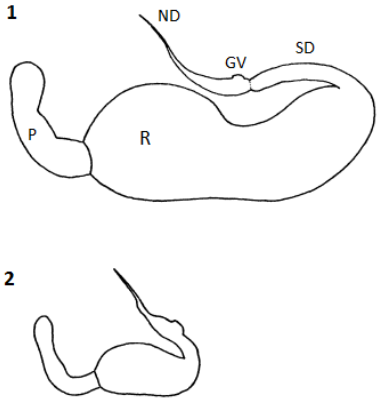


Figura 3: Representação,
1-Espermateca *E. similaris*,
2-Espermateca *E. tuberis*.
R-receptáculo, SD-ducto da espermateca esclerosado, GV- válvula glandular, P-bomba, ND- ducto espermateca não esclerosado.
Adaptado de Seeno & Andrews, 1972

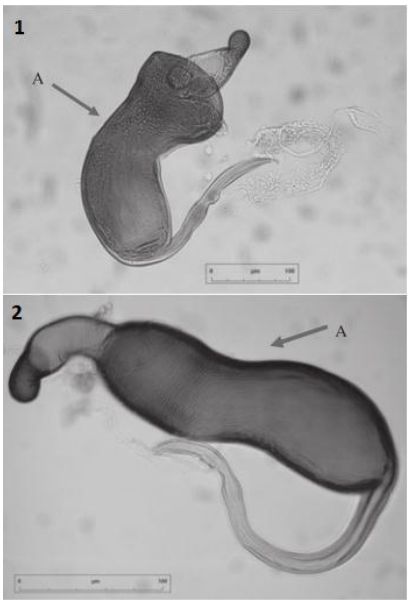


Figura 4: Representação,
1-Espermateca *E. similaris*,
2-Espermateca *E. cucumeris*.
A- Constrição do receptáculo.
Adaptado de Boavida. C, 2009

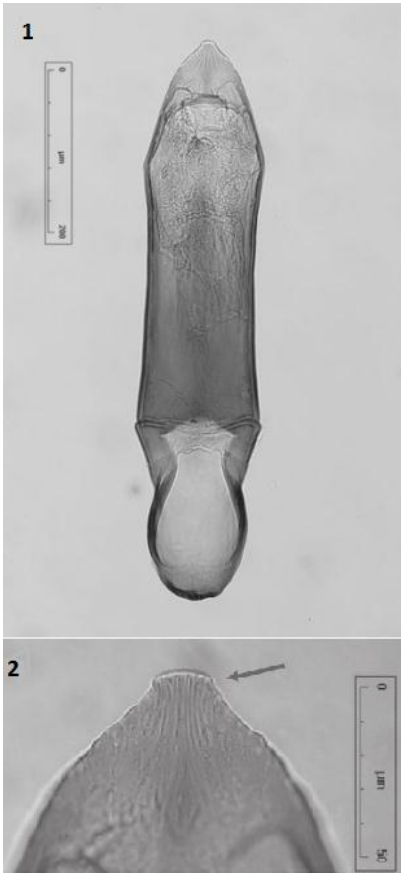


Figura 6: 1-Edeagos *E. similaris*. 2-Pormenor terminação lobo mediano

Adaptada de Boavida. C 2009

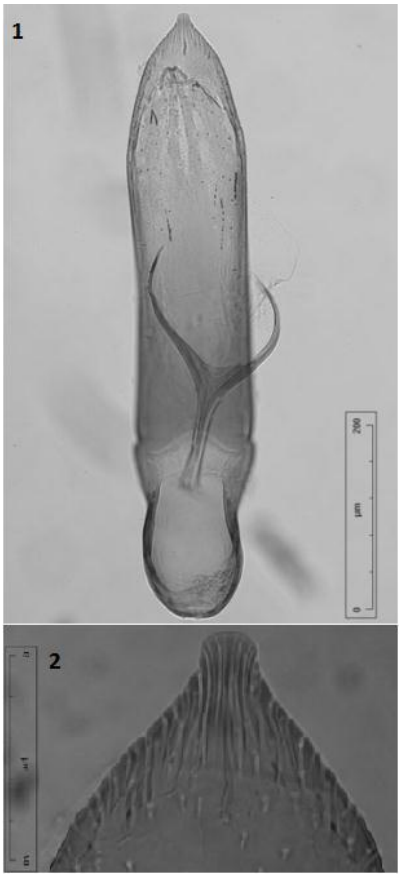


Figura 5: 1- Edeagos *E.cucumeris*. 2-Pormenor terminação lobo mediano

Adaptada de Boavida. C 2009

Ovos elípticos, com aproximadamente 0.5 mm comprimento, 0.2mm largura; (Neilson & Finlayson, 1953) são cor de pérola, lisos e alongados (Boavida, 2011).

As larvas de *Epitrix spp.* possuem; aspecto alongado e filiforme (Doguet, 1994), cor entre branco e creme (Boavida, 2011), quando as larvas eclodem tem aproximadamente 1 mm atingindo aproximadamente 5 mm de comprimento (Boavida, 2011; Neilson & Finlayson, 1953), possuem cabeça castanha e três pares de patas curtas, junto à mesma (Boavida, 2011).

As larvas são passíveis também de distinção morfológica relativamente a outros géneros de Alticinae, por:

Estrutura epicraniana bem distinta; placas dorsais internas esclerificadas, placas segmentos abdominais dispostos em 3 fileiras; as placas dorsais esclerificadas, localizadas externamente, na região anterior meta-torácica são desprovidas de sedas; abdómen com placas esclerificadas pouco evidentes (Doguet, 1994).

Pupa aproximadamente 2.5mm comprimento (Neilson & Finlayson, 1953) com cor esbranquiçada com apêndices visíveis e separados do corpo (Boavida, 2011).

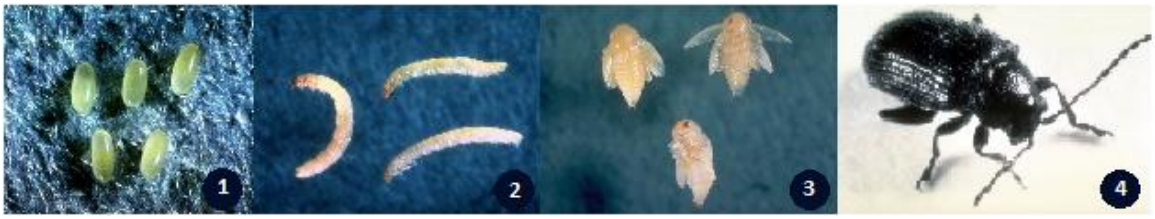


Figura 7: Estádios de desenvolvimento Epitrix da batateira (*E.tuberis*), 1- Ovos, 2- Larvas, 3-Pupas, 4- Adulto

Adaptado de EPPO

2.5 Plantas hospedeiras

As espécies *Epitrix* são oligofágicas, pois apresentam uma clara preferência por Solanáceas (Boavida & Germain, 2009; Doguet, 1994; EPPO, 2010; Hill, 1946) podem contudo alimentar-se de outras espécies vegetais, quando as suas hospedeiras preferenciais estão em falta.

Hill (1946) demonstra que, apesar de *E. tuberis* apresentar os melhores resultados de sobrevivência e postura em batata, outras espécies forneceram bons resultados nestes parâmetros, noutras espécies do género *Solanum*, *Solanum lycopersicum* (tomate) e *Solanum rostratum*, mas também espécies pertencentes a outros géneros, como *Physalis pruinosa* e *Pisum sativum* (ervilha). Foram ainda observados Epitrix da batateira em pepino, repolho, milho, alface, feijão e várias infestantes (OEPP/EPPO, 1990; OPPE/EPPO, 2005).

Algumas infestantes como, a *S. nigrum*, a *S. trifolium* ou *Datura stramonium*, são importantes para manter as populações de *Epitrix spp.* da geração hibernante, no período compreendido entre o fim da hibernação e a cultura da batata (Boavida & Germain, 2009).

2.6 Problemas causados pela praga

Ao longo do seu desenvolvimento a praga alimenta-se nos vários níveis da planta. O adulto alimenta-se essencialmente da folhagem provocando pequenas perfurações com aproximadamente 1 mm de diâmetro, dispersas pela superfície da folha e em geral delimitadas pelas nervuras (Ladd, 1963; Pernal et al., 1996) (Figura 8).

As larvas alimentam-se das partes da planta existentes no subsolo, que no caso da batata leva a que consumam não só a raiz, mas também o tubérculo. Provocam pontuações, rasgos e galerias na batata, com intensidades diferentes de acordo com espécie de *Epitrix* envolvida (Gentner, 1944) (Figura 8).

E. cucumeris é responsável essencialmente por danos na folhagem, resultantes da alimentação dos adultos (Boavida & Germain, 2009; Hill, 1948; Hill, 1946). Os danos resultantes da alimentação larvar são de baixa intensidade pouco profundos e de cicatrização fácil (Cole, 1951; Thompson, 1988). Após a distinção de espécies proposta por Gentner (1944), deixou de se falar em danos sérios no tubérculo provocados por *E. cucumeris*, embora se considere que este pode ser responsável por pequenos rasgos e



Figura 8: Danos provocados pelo Epitrix da batateira no Porto, **1-** Danos tubérculo (alimentação larvar), **2-** Danos na folhagem (alimentação adulto)

pontuações na superfície não é responsável por perfurações para o interior, nem extensas redes de galerias exteriores (Gentner, 1944; Hill, 1946).

Nos Açores esta espécie apesar de notória pelas pontuações que faz na folhagem da batateira, resultantes da alimentação dos adultos, não é sequer considerado uma praga e nunca foi associada a danos no tubérculo como os causados em Portugal continental (Boavida, 2011).

Estas constatações levam muitas vezes a considerar a espécie pouco problemática, contudo em algumas regiões a sua influência é responsável por fortes quebras de rendimento devido ao consumo de folhagem. Na ausência de tratamentos, os efectivos de adultos podem ser muito grandes levando a fortes perdas de rendimento por um consumo excessivo que culmina no declínio da planta (Pernal et al., 1996; Thompson, 1988). Foram referidas quebras de rendimento de 43% (Schwartz & Klassen, 1981) e 22- 25% (Cannon, 1960 ; Stewart et al., 1999; Thompson, 1987).

No entanto o maior problema causado pelo Epitrix da batateira são os danos provocados no tubérculo (Boavida & Germain, 2009; Edmundson, 1924; Gentner, 1944; Hill, 1946). No Estados Unidos da América *E. tuberis* é considerado mais problemático, pois, a alimentação da larva é responsável por causar intensos estragos (Gentner, 1944; Hill, 1946). Os danos nos tubérculos provocados por esta espécie caracterizam-se além das pontuações e rasgos, por galerias exteriores e perfurações para o interior que depreciam consideravelmente a qualidade da batata. Os túneis para o interior podem atingir mais de 0,64 cm (Wallis, 1953), até 1 cm profundidade (Hoy et al., 2008).

E. similaris, espécie mais abundante em Portugal continental, parece estar associada, a danos na folhagem e galerias no tubérculo muito semelhantes aos provocados por *E. tuberis* no continente Americano (Boavida & Germain, 2009), sendo no entanto pouco referida na bibliografia.

A similaridade morfológica das duas espécies poderá estar relacionada com o facto de não serem atribuídos danos sérios a *E. similaris* (Boavida & Germain, 2009; EPPO, 2010). Outra hipótese menos provável é a presença do *E. tuberis* em Portugal estar a passar despercebida (Boavida & Germain, 2009).

Além dos problemas directos as espécies de *Epitrix* estão associadas à transmissão de patógenos ou viroses, passíveis de causar impacto negativo na cultura (EPPO, 2010; Stewart et al., 1999)

2.7 Factores que afectam efectivos de *Epitrix spp.*

São muitos factores que afectam os efectivos da praga e que podem ser utilizados para reduzir as perdas na cultura. Contudo até ao momento são apenas técnicas para minorar os danos, em termos reais a única estratégia que demonstrou eficácia suficiente, foi as múltiplas aplicações de insecticidas. A aplicação de insecticidas exige contudo precauções especiais, uma vez que as espécies *Epitrix* podem adquirir resistência, como ocorrido com DDT nas espécies *E. tuberis e E. cucumeris* (OEPP/EPPO, 1990; OPPE/EPPO, 2005; Rawlins & Young, 1957). A utilização de uma estratégia que combina vários meios de luta pode ser uma alternativa real.

O facto de a praga hibernar nas infestantes da periferia do terreno, que lhe conferem refúgio e proporcionam alimento para o início do novo ciclo, (Vernon & Thomson, 1991) leva a que constituam um local de possível actuação eliminando-se esta vegetação.

O efeito bordadura do Epitrix da batateira (Cusson, 1985) permite ponderar a utilização localizada de insecticidas e uma redução da quantidade insecticida aplicado (Cusson, 1985; Vernon et al., 1990).

Ausência de rotação da cultura leva a um aumento dos efectivos da praga, além de que ocorre uma atenuação do efeito de bordadura de distribuição (Cusson, 1985; Cusson et al., 1990; Kabaluk & Vernon, 2000), o que se pode traduzir num forte aumento de gastos com insecticida. Vernon e Thomson (1991) referem indícios de que em plantações de segundo ano o aparecimento da geração invernante é antecipado.

A eliminação de batateiras que emergem a partir de batatas que ficaram no terreno em anos anteriores obriga os adultos da geração hibernante a procurar outras fontes de alimento menos nutritivas, o que culmina numa diminuição da capacidade

reprodutiva, bem como do tempo de vida da geração hibernante. Desta forma diminui-se a primeira geração a afectar as plantações (Hill, 1946; Hill, 1948).

A permanência dos restos da cultura do ano anterior no terreno mostrou associação directa do número de *Epitrix* desse refugo, com a severidade dos danos na cultura (Hill, 1946; Wallis, 1952), sendo por isso importante elimina-los.

Num ensaio efectuado por Wallis (1953) a plantação tardia apresentou menores efectivos que a plantação mais precoce, o número de *Epitrix* na cultura tardia representava apenas 6 % do número *Epitrix* da plantação precoce (Wallis, 1953).

No consumo de batata pelas larvas emergidas numa fase precoce do desenvolvimento do tubérculo, terá provavelmente capacidade de recuperação dos danos, contudo quando a emergência larvar decorre mais tardiamente as batatas não tem capacidade de cicatrização, ficando então com danos que reduzem o valor de mercado (Edmundson, 1924).

Os danos são mais sérios em terrenos irrigados e em solos pesados (Edmundson, 1924; Hill, 1946; Wallis, 1953). A colheita antecipada demonstrou trazer vantagens na diminuição dos danos provocados pelas larvas de *E. tuberis* (Hill, 1946).

O conhecimento da cultura, da praga e essencialmente da relação entre elas, constitui uma interessante ferramenta combate à praga.

Também estudos desenvolvidos com batatas transgénicas, para produção da proteína CryIIIA mostraram que há uma diminuição de danos nestas batatas (Stewart et al., 1999). Por fim de referir que também algumas variedades selvagens demonstraram possuir resistência ao *E. cucumeris* (Sleesman, 1940).

Capítulo II- Estudo da dinâmica populacional de *Epitrix spp.* em batateira

1 Introdução

Uma boa estimativa da densidade da praga é essencial nos actuais programas de controlo (Cusson, 1985). Contudo estimar o número de Epitrix da batateira possui dificuldades, devido: às suas reduzidas dimensão e elevada capacidade migração (Pernal et al., 1996); à imprevisibilidade associada à variação da sua densidade/distribuição, à concentração na zona das margens da cultura e inexistência de técnicas calibradas para a avaliação da praga (Cusson, 1985).

Estas condicionantes, aliadas à elevada capacidade de multiplicação do Epitrix da batateira, cuja fêmea produz em média de 187 ovos (Hill, 1946), e pode originar até 2 x 10^4 larvas na segunda geração (Vernon et al., 1990), exigem uma monitorização atenta e continuada.

Com o programa de monitorização efectuado neste trabalho pretende-se confirmar comportamentos e suas condicionantes, para as espécies de Epitrix da batateira presente nas parcelas em estudo, procurando:

i) Verificar o efeito de operações culturais e condições ambientais; ii) Conhecer o comportamento da praga em duas variedades de batata diferentes (Stmenster e Bella rosa), através de uma análise à densidade populacional de insectos; iii) Perceber a distribuição da praga no espaço e no tempo; iv) Tirar elações relativas à evolução da praga numa plantação realizada em 2 anos consecutivos.

Com o conhecimento da existência de variações nos danos provocados de acordo com as diferentes espécies de Epitrix da batateira (Boavida & Germain, 2009; Gentner, 1944; Hill, 1946), é importante perceber quais as espécies envolvidas nos danos existentes na cultura recolhendo e identificando exemplares, por forma, a procurar correlacionar os danos com a espécie causal.

2 Material e metodologia



Figura 9: Localização das culturas de batata estudadas em 2010 (A) e em 2011 (B,C e D) num terreno agrícola situado em São Mamede Infesta, Porto

2.1 Parcelas

O campo em que se realizou o estudo situa-se em São Mamede Infesta (Porto), numa zona de culturas hortícolas. Na Figura 9 indica-se a localização das parcelas cultivadas com batata em 2010 (parcela A) e em 2011 (parcelas B, C e D).

A área monitorizada em 2010 incluía duas variedades: Stemster (subparcela **a1**) e Bela Rosa (subparcela **a2**), ocupando 2600m^2 e 4900 m^{2,} respectivamente).

Em 2011, a parcela **B** monitorizada compreendia duas variedades: Olho perdiz (**b1**) ocupando 1400m^2 e Bela rosa **(b2)**, ocupando 1800m^2). Quanto às parcelas **C** (3200m^2) e **D** (4000m^2), também monitorizadas em 2011,estavam cultivadas com as variedades Bela rosa e Stemster, respectivamente.

As parcelas **A** e **B** (cultivadas em anos diferentes no mesmo local) são ladeadas a Oeste por uma sebe com mais de 2 metros de altura. A Norte existem árvores e arbustos em cerca de metade da bordadura, sendo a outra metade delimitada pela linha férrea. A Sul encontravam-se culturas hortícolas: cebolas e nabiças em **2010,** ervilhas e milho em **2011**. Uma zona de passagem seguida de talude com aproximadamente 2m altura delimita a zona Este.

Junto às Parcelas **C/D** encontra-se a Sul uma cultura de nabiça; a Norte penca e cebola; Este, essencialmente extracto arbustivo e algumas árvores espaçadas; a Oeste tem um talude com aproximadamente 2 m profundidade.

2.2 Operações culturais

O cultivo foi realizado sobre terreno lavrado em direcção Este, Oeste. A alfaia de plantação de 3 linhas em simultâneo, com 50 cm entre linhas e distância média entre planta de 15 cm.

O insecticida aplicado foi "Zipper" da empresa "SAPEC", que contem cipermetrina (substância do grupo dos piretróides com acção sistémica) a 10,94%, a solução foi diluída numa proporção 1-1000 e foi realizada a aplicação aproximadamente 100 litros por hectare.

O chorume foi aplicado em cisternas de 600 litros, num total de duas em 2010, e três em 2011, tendo sido distribuído na cultura das batatas e culturas vizinha à proporção aproximada de 1500 l/ha.

Para colheita da cultura utilizou-se um arrancador de batatas (Pijuca) de dois tapetes para um rego.

Tabela 1: Datas das operações culturais realizadas

	Parcela					
	2010		2011			
	a1	a2	b1	b2	C	D
Cultivo	09-03-2010	19-03-2010	11-02-2011	11-02-2011	25-02-2011	25-02-2011
Insecticida			26-04-2011	26-04-2011	26-04-2011	26-04-2011
Chorume	10-05-2010	10-05-2010	30-04-2011	30-04-2011	30-04-2011	30-04-2011
Corte Folhagem	17-06-2010	17-06-2010	16-05-2011	16-05-2011	31-05-2011	07-06-2011
Colheita	05-07-2010	23-06-2010	19-05-2011	19-05-2011	04-06-2011	22-06-2011

2.3 Método de monitorização para estimar a densidade populacional e distribuição do Epitrix da batateira.

Com vista a avaliar a distribuição espacial de *Epitrix spp.* e a eventual existência de gradientes de abundância, as parcelas de batata foram divididas em 105 talhões com dimensões uniformes de 10 plantas (unidade de amostragem).

As parcelas, A, C e D foram divididas em 30 talhões cada, 6 do lado Norte, 6 a Oeste, 6 a Este e 6 a Sul bem como 6 no interior, no caso das bordaduras sul da parcela C e norte da parcela D, estas são considerados talhões de interior pelo facto das parcelas se encontrarem unidas. A parcela B, devido às suas menores dimensões foi dividida em 15 talhões, três em cada posição.

Todas as parcelas estudadas foram monitorizadas semanalmente desde o aparecimento das folhas até à colheita, nas datas apresentadas na Tabela 2.

Cada planta é observada durante 5 segundos que são contabilizados com auxílio de um mp3 que emite um sinal sonoro para a mudança de planta a observar. As contagens foram realizadas cuidadosamente, tentando evitar o contacto com a planta e sobreposição da sombra do operador à batateira, para minimizar a fuga dos *Epitrix*. Todas as contagens ocorreram de manhã período no qual os *Epitrix* se encontram menos activos (Cusson, 1985) facilitando a monitorização.

Tempo escolhido já foi utilizado por Kabaluk e Vernon (2000) e considerado o mais adequado para uma monitorização comercial, pela eficiência da contagem ser máxima em densidades de *Epitrix* acima de 0.1 (Vernon et al., 1990)

Tabela 2: Datas realização de contagem de acordo com a Parcela

		Contagem									
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª
Parcela	A	10-4-10	17-4-10	23-4-10	1-5-10	9-5-10	17-5-10	24-5-10	31-5-10	7-6-10	14-6-10
	B	25-3-11	31-3-11	8-4-11	15-4-11	22-4-11	28-4-11	9-5-11	14-5-11		
	C	31-3-11	6-4-11	13-4-11	20-4-11	26-4-11	4-5-11	12-5-11	19-5-11	26-5-11	
	D	31-3-11	6-4-11	13-4-11	20-4-11	26-4-11	4-5-11	12-5-11	19-5-11	26-5-11	

2.4 Método de amostragem para colheita de amostras de *Epitrix* presentes no campo e técnica para identificação das espécies

A recolha de adultos de *Epitrix* para posterior identificação específica, foi realizada semanalmente com um aspirador entomológico nas diferentes parcelas do terreno, à razão de 1 a 2 *Epitrix* por bordadura e 1 a 2 no interior, imediatamente após a captura foram colocados em álcool etílico a 70% e posteriormente armazenados em ambiente refrigerado.

A identificação das espécies foi realizada com recurso às chaves dicotómicas e descrições apresentadas por Gentner (1944), Seeno & Andrews (1972) e Boavida & Germain (2009), baseando-se na observação de caracteres morfológicos dos adultos à lupa binocular, com ampliação 10X a 40X, designadamente de peças das genitálias masculina e feminina. Para tal, procedeu-se à preparação laboratorial dos insectos para extracção das genitálias e posterior observação. A extracção da genitália foi feita à lupa binocular, segundo procedimentos adaptados de Seeno & Andrews (1972), colocando-se o insecto num pouco de líquido, antes de dissecar o abdómen, com o auxílio de duas agulhas entomológicas, para retirar a genitália. Depois de transferida para uma lâmina de vidro com uma gota de líquido, a genitália ou era observada directamente à lupa binocular (ampliação 40 X) ou era, quando necessário, sujeita a tratamento em KOH (10%) ou em fluido de Essig aquecido, para limpeza através da digestão de gordura e tecidos moles.

2.5 Análise estatística

Todos os dados foram previamente analisados por Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade, Bartlett para verificar a homogeneidade da variância. Os resultados obtidos foram submetidos a uma análise de variância de uma via. As diferenças entre médias foram calculadas pela aplicação do teste de comparação múltipla de Tukey, se existir normalidade e homogeneidade. Nos casos em que a normalidade bem como a homogeneidade não eram asseguradas, as diferenças entre médias foram calculadas através de testes não paramétricos de comparação de amostras independentes "Mann-whitney U Test". A comparação de apenas 2 amostras que respeitem os critérios, de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e de (homogeneidade

Bartlett) realizou-se com recurso ao teste T para amostras independentes. O software SPSS da Versão 19.0 foi o utilizado para a análise. Recorreu-se ao nível de probabilidade de 0,05 para detecção de diferenças entre médias.

Fsem=X (valor tabelado=Fα=0,05=Y)
Se: X<Y: Hipótese nula é aceite.
SeX>Y: Hipótese nula não é aceite. Hipótese alternativa é aceite.
Ou
Sig.=Z>0,05: Hipótese nula é aceite.

Distribuição no espaço e manutenção dessa distribuição ao longo do tempo.
H0- Densidade populacional é a mesma independentemente da localização dos talhões.

Efeito da variedade batata na distribuição e densidade populacional de *Epitrix spp*
H0- Densidade populacional é a mesma independentemente da variedade batata.

3 Resultados/Discussão

3.1 Evolução temporal dos efectivos da praga nas parcelas

A evolução temporal expressa em nº médio de adultos de *Epitrix spp*. observados é apresentada nas Tabela 3, 4 e 5, respectivamente para a parcela A (monitorizada em 2010) e para as parcelas B e C/D (monitorizadas em 2011).

Tabela 3: Nº médio *Eptrix spp*, por conjunto de 10 batateiras ao longo do tempo parcela A (2010)

	Contagem (Média)										
	10-Abr	17-Abr	23-Abr	1-Mai	9-Mai	17-Mai	24-Mai	31-Mai	7-Jun	14-Jun	**Media Global**
Parcela A	1.67	2.80	2.467	1.80	0.87	0.80	0.60	3.70	9.73	16.07	4.05

Tabela 4: Nº médio *Eptrix spp*, por conjunto de 10 batateiras ao longo do tempo parcela B (2011)

	Contagem (Média)										
	25-Mar	31-Mar	08-Abr	15-Abr	22-Abr	28-Abr	09-Mai	14-Mai			**Media Global**
Parcela B	1.13	1.67	4.46	6.63	1.63	0.29	0.08	0.83	-	-	2.09

Tabela 5: Nº médio *Eptrix spp*, por conjunto de 10 batateiras ao longo do tempo parcela C/D (2011)

	Contagem (Média)										
	31-Mar	06-Abr	13-Abr	20-Abr	26-Abr	04-Mai	12-Mai	19-Mai	26-Mai		**Media Global**
Parcela C/D	0,3	4,27	6,85	2,5	0,4	0,1	0,03	1,27	9,32	-	2,78

A evolução população de *Epitrix spp* expressa em nº médio de adultos observados em por talhão (10 plantas) e situação climatérica no período entre, a semana anterior à primeira contagem e a última contagem é apresentada nas Figuras 10, 11 e 12, respectivamente para a parcela A (monitorizada em 2010) e para as parcelas B e C/D (monitorizadas em 2011).

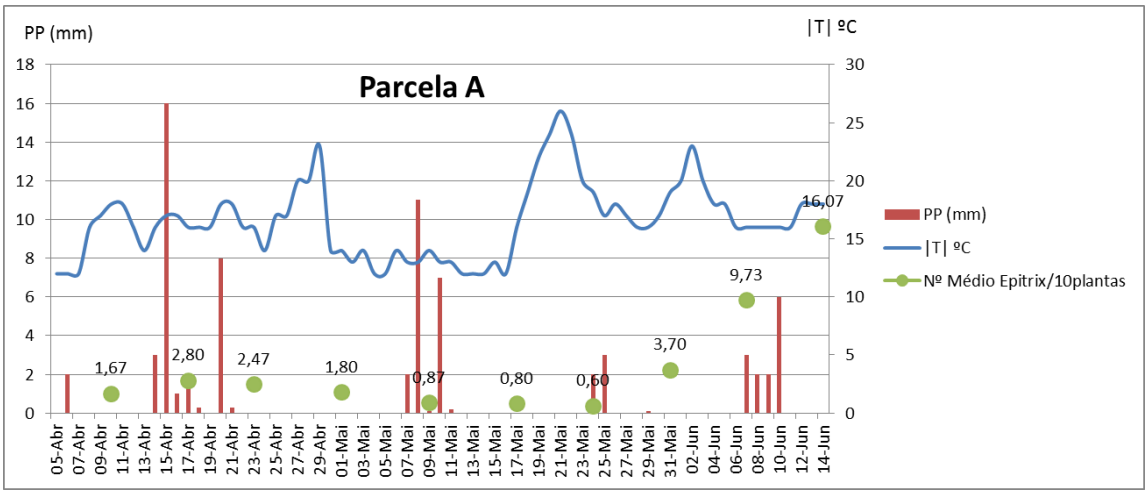


Figura 10: Dinâmicas populacionais, Temperaturas médias diárias (|T|ºc), Precipitação (PP(mm)) em 2010

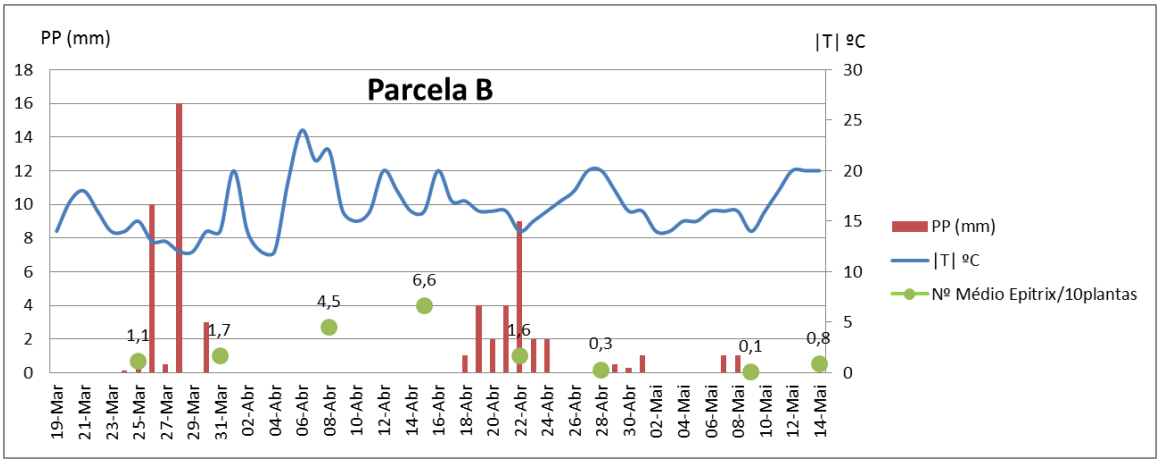


Figura 11: Dinâmicas populacionais, Temperaturas médias diárias (|T|ºc), Precipitação (PP(mm)) em 2011

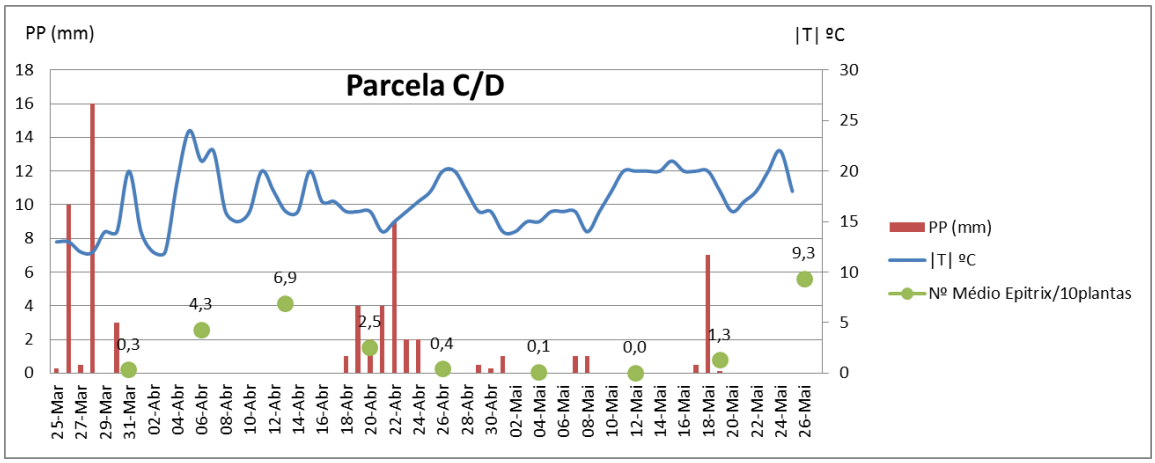


Figura 12: Dinâmicas populacionais, Temperaturas médias diárias (|T|ºc), Precipitação (PP(mm)) em 2011

Pela observação da situação climatérica (Temperatura e Precipitação) e os efectivos de *Epitrix* não foi possível estabelecer nenhuma co-relação entre os efectivos da praga e os indicadores climáticos.

Em ambos os anos o pico da densidade populacional da geração hibernante ocorreu em meados de Abril, na parcela A em 2010 a contagem com maior número de *Epitrix* foi realizada a 17 Abril. Enquanto em 2011 as contagens com maior número de insectos ocorreram, a 13 Abril e 15 Abril nas parcelas C/D e B respectivamente. O início das emergências da geração F1 ocorre entre a quinta e sexta semanas após o pico da geração hibernante.

Quando realizado mais cedo o cultivo da batateira, pode dificultar o controlo da praga (Hill, 1946; Wallis, 1953), por possibilitar uma maior sobrevivência e adiantamento da postura dos adultos da geração hibernante em relação à cultura tardia, além disso atrai um maior número de *Epitrix* (Hill, 1946).

As primeiras duas contagens em **B** (25/03 e 31/03), com média (±desvio padrão), de 1.13 (±0.99) e 1.67 (±1.27), apresentam uma densidade de *Epitrix* superior à primeira contagem em **C/D** (31/03) com média (±desvio padrão) 0,3 (±0,59) com $p < 0.05$. O factor explicativo segundo Vernon e Thomson 1991, é a antecipação (aproximadamente 15 dias) no aparecimento da praga em terrenos de segundo ano cultivo, como ocorrido em **B**. Os *Epitrix* hibernantes do ano anterior emergem directamente no local de cultura, explicando a maior densidade em **B**.

A evolução da população de *Epitrix* por cada grupo de 10 plantas, de acordo com a ordem das contagens para as diferentes parcelas ao longo de 2010 e 2011, encontra-se representada na figura 13 e demonstra a existência de diferenças entre as parcelas.

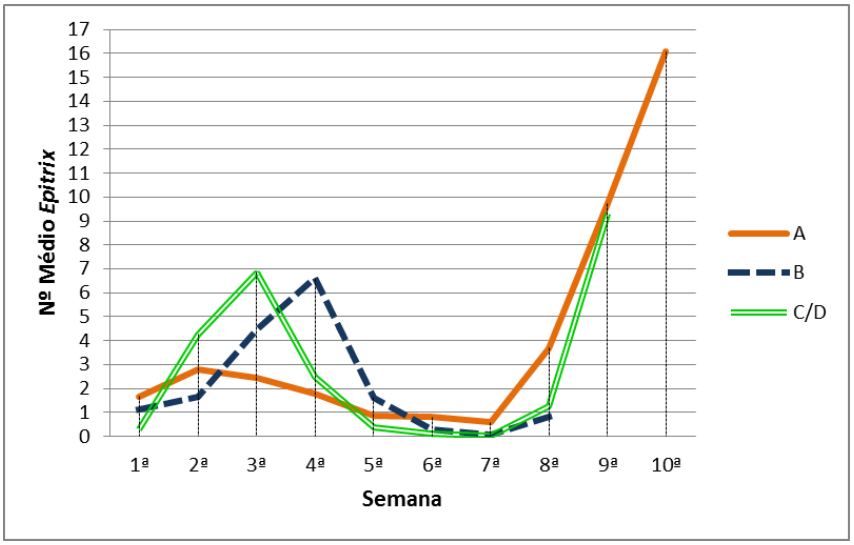


Figura 13: Evolução da densidade populacional de *Epitrix* nas parcelas observadas

Em 2011 a geração hibernante foi com excepção da primeira contagem superior ao número de Epitrix da batateira em 2010, poderá contudo haver diversos factores explicativos para esta ocorrência.

Segundo Hill (1946) e Wallis (1953) a plantação precoce provoca aumento da população devido à imigração de *Epitrix* vindos de regiões onde o alimento escasseia além disso cultivo precoce contribui também para a manutenção da geração hibernante recém-emergida. A repetição da cultura no mesmo local é também um factor responsável por aumento da população no segundo ano (Kabaluk & Vernon, 2000) contudo não será o principal factor explicativo para o aumento das populações em 2011, pelo facto de só estar a repetir a cultura da batata em **B** e não em **C/D,** embora a parcela se encontre próxima.

Também o clima de cada ano e a variação das culturas vizinhas e usadas na rotação poderá estar envolvida nestas possibilidade algumas assegurarem melhor refúgio e fonte alimento diferenças, sendo por isso difícil encontrar uma explicação única para este aumento.

Existem grandes limitações para a continuação da análise comparativa pelo facto de: a 4ª contagem em **C/D** e 5ª em **B** terem ocorrido em intervalos de precipitação; ter-se aplicado insecticida a 26/04/2011 (5ª semana contagem **C**/**D** e 6ª **B**); recolha precoce da cultura por motivos económico que condiciona a análise da geração F1 resultante da reprodução dos adultos hibernantes pertencentes ao ano anterior (geração hibernante).

O insecticida, com princípio activo Cipermetrina já testado por Vernon e Mackenzie (1990), que demonstrou nas suas investigações ter uma grande eficácia na morte dos adultos de *Epitrix*. No entanto neste caso foi aplicado tardiamente já numa fase de declínio da população o que não permite considera-lo o único responsável pela diminuição dos efectivos. Além de que os efectivos nunca foram inferiores aos 0,0167 *Epitrix* por planta, número abaixo do qual Giles (1987) considera importante manter-se os efectivos (Vernon et al., 1990).

Conclui-se que a oportunidade de aplicação do insecticida em 2011 não terá sido a mais correcta para o controlo desta praga, uma vez que os estragos da geração hibernante já estavam nos tubérculos e que já teriam ocorrido maioria das posturas que originariam a geração de verão (segundo pico das curvas).

No período compreendido entre a sétima e oitava semana de contagem, na Parcela **A** e **C/D** (31/05/2010, 19/05/2011 respectivamente) teve início a emergência da geração seguinte, cujos efectivos aumentaram até ao final das contagens (16/06/2010, 26/05/2010 respectivamente).

Quanto ao efeito dos tratamentos de fertilização com chorume na diminuição da população de *Epitrix,* os resultados são inconclusivos. No caso da parcela **A,** a aplicação de chorume fez-se numa fase em que a população de *Epitrix* já estava a decrescer por coincidir com o fim da geração, assim torna-se impossível quantificar a influência da aplicação de chorume na diminuição dos efectivos de *Epitrix.* Nas parcelas **B** e **C/D**, cultivadas em 2011, a sua aplicação teve lugar após a aplicação do insecticida e da quebra natural dos efectivos, pelo que a densidade da população de *Epitrix* já estava a decrescer, tornando desta forma inconclusivas as contagens para o efeito da aplicação de chorume.

3.2 Distribuição no espaço e no tempo

Na tabela 6 encontram-se representadas as diferenças de população de *Epitrix spp.* nas bordaduras e interior do terreno.

Tabela 6: Densidade populacional de *Epitrix spp*. expressa em número médio de adultos observados por grupo de dez plantas, nas diferentes zonas de cada parcela ao longo do tempo.

Zona	Contagem Parcela A										
	10-Abr	**17-Abr**	**23-Abr**	**1-Mai**	**9-Mai**	**17-Mai**	**24-Mai**	**31-Mai**	**7-Jun**	**14-Jun**	**Media Global**
N	2.67^{a}	2.00^{b}	2.67^{ab}	1.33	0.67	0.17	0.00^{b}	0.33^{b}	6.17^{b}	13.67	2.97^{b}
S	2.33^{a}	3.50^{abc}	2.33^{ab}	1.17	1.33	1.50	0.83^{a}	14.00^{a}	18.83^{a}	21.17	6.70^{a}
E	0.33^{b}	1.67^{bc}	1.50^{ab}	2.00	0.67	0.50	0.17^{ab}	0.00^{b}	2.50^{b}	15.00	2.43^{b}
O	2.83^{a}	5.00^{a}	5.33^{a}	3.83	1.00	1.67	1.67^{ab}	2.83^{b}	15.50^{a}	17.00	5.67^{a}
I	0.17^{b}	1.83^{c}	0.50^{b}	0.67	0.67	0.17	0.33^{ab}	1.33^{b}	5.67^{b}	13.50	2.48^{b}
	Contagem Parcela B										
	25-Mar	**31-Mar**	**08-Abr**	**15-Abr**	**22-Abr**	**28-Abr**	**09-Mai**	**14-Mai**			**Media Global**
N	2.00^{a}	2.33^{ab}	5.50^{ab}	6.67^{b}	2.17^{b}	0.33	0.00	1.83^{ab}			2.60^{b}
S	0.67^{b}	1.17^{b}	2.83^{b}	5.00^{b}	1.17^{b}	0.67	0.33	0.50^{ab}			1.54^{b}
E	0.50^{b}	1.00^{ab}	1.50^{b}	2.50^{abc}	1.50^{abc}	0.00	0.00	0.00^{ab}			0.88^{abc}
O	1.75^{b}	3.00^{a}	11.50^{a}	16.75^{a}	3.75^{a}	0.25	0.00	1.5^{a}			4.81^{a}
I	0.50^{b}	0.83^{b}	1.33^{b}	2.83^{c}	0.17^{c}	0.00	0.00	0.00^{b}			0.71^{c}
	Contagem Parcela C/D										
	31-Mar	**06-Abr**	**13-Abr**	**20-Abr**	**26-Abr**	**04-Mai**	**12-Mai**	**19-Mai**	**26-Mai**		**Media Global**
N	0.00	3.50^{bc}	6.33^{bc}	2.50^{b}	1.33^{a}	0.83	0.00	0.83^{b}	6.17^{c}		2.39^{c}
S	0.67	7.33^{a}	14.67^{a}	5.83^{a}	0.83^{ab}	0.00	0.00	7.00^{a}	24.00^{a}		6.70^{a}
E	0.50	6.25^{ab}	7.33^{b}	2.50^{b}	0.33^{b}	0.00	0.00	0.83^{b}	8.58^{bc}		2.93^{bc}
O	0.08	5.47^{ab}	12.42^{a}	3.25^{b}	0.58^{ab}	0.00	0.17	0.58^{b}	11.00^{b}		3.72^{b}
I	0.29	2.13^{c}	2.00^{c}	1.29^{c}	0.00^{b}	0.04	0.00	0.50^{b}	5.96^{c}		1.37^{d}

N=Norte; S=Sul; E=Este; O=Oeste; I =interior

Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes, ou seja aceitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades, Médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes, ou seja rejeitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades ("Mann-whitney U Test" para amostras independentes com P< 0.05)

Considerando a Media Global, podemos observar que nas 3 parcelas, uma ou duas das bordaduras apresentaram um número de *Epitrix* superior às restantes (Figura 14 e Tabela 6).

Em **A** a média das contagens de *Epitrix* é significativamente maior a Sul e a Oeste do que em relação aos restantes talhões. Na parcela **B** esta apresenta uma maior intensidade de *Epitrix* a Oeste comparativamente com as restantes bordaduras da parcela. Além da bordadura oeste, também a Norte apresenta diferenças significativas relativamente ao interior (I).

Nas parcelas **C/D** há uma clara diferença da densidade populacional de *Epitrix* nas batateiras situadas no limite Sul, quando comparadas com as existentes em todo o restante campo. As bordaduras Este e Oeste apresentam também diferenças significativas relativamente aos talhões do interior.

No geral, a densidade populacional de *Epitrix* no interior das três parcelas manteve-se inferior à densidade populacional nas bordaduras, embora as diferenças nem sempre sejam significativas. A existência de uma densidade de *Epitrix* mais acentuada nas bordaduras do terreno é típica do Epitrix da batateira (Cusson, 1985; Cusson et al., 1990; Kabaluk & Vernon, 2000) facto concordante com as observações de campo. Contudo os talhões do interior das três parcelas nem sempre têm densidades inferiores a todas as bordaduras e a heterogeneidade entre as bordaduras, factos não referidos em outros estudos. A envolvência das parcelas não ser a mesma e o comprimento de cada bordadura ser diferente, leva a que as diferenças nas densidades populacionais verificadas nas quatro bordaduras (Norte, Sul, Este e Oeste) não sejam apenas explicadas pela orientação.

Em **A** e **B** a bordadura situada a Este tem comprimento consideravelmente inferior às restantes e constitui local de passagem frequente de pessoas e maquinas; a existência de uma linha de comboio a Norte pode constituir uma barreira à migração; o facto de na margem a Sul não existirem barreiras e possuir mais terrenos agrícolas poderá ter contribuído para maiores densidades nesta bordadura do terreno.

No caso particular da margem mais a Sul de **B**, é interessante constatar que, ao contrário do ocorrido nas restantes parcelas em que as margens com maior densidade média global foi a bordadura do lado Sul, esta não constitui uma das mais povoadas pela praga. Facto que poderá estar relacionado com a existência de uma cultura contígua de ervilhas, a sul, pois é de notar que foram observados *Epitrix* e folhas perfuradas nesta cultura.

Observado os dados semana a semana verificamos que os resultados obtidos são semelhantes, quando comparados com a Média Global, ou seja, as margens que apresentam

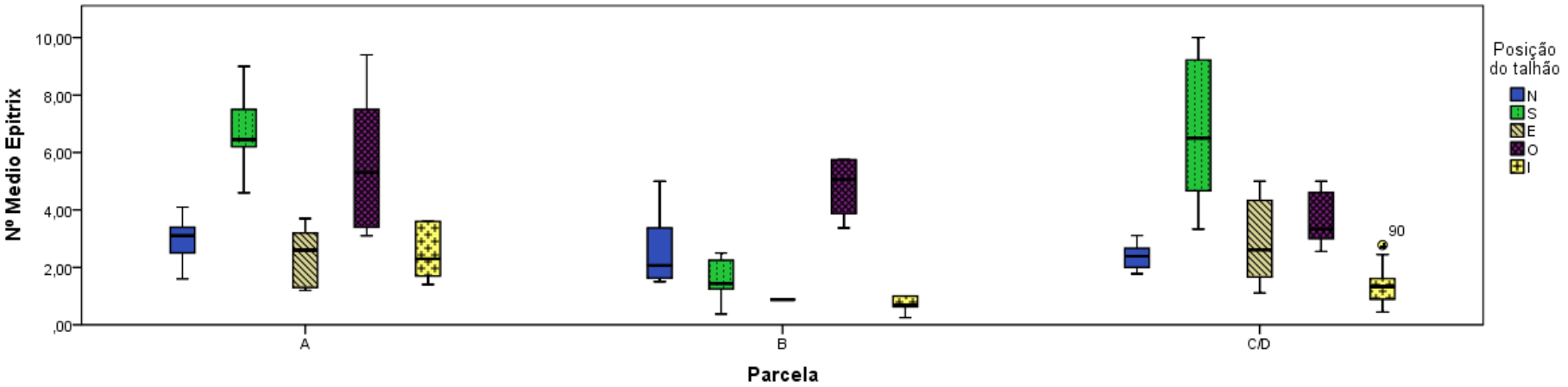


Figura 14: Gráfico das densidades globais de *Epitrix* por Bordadura e Parcela

.

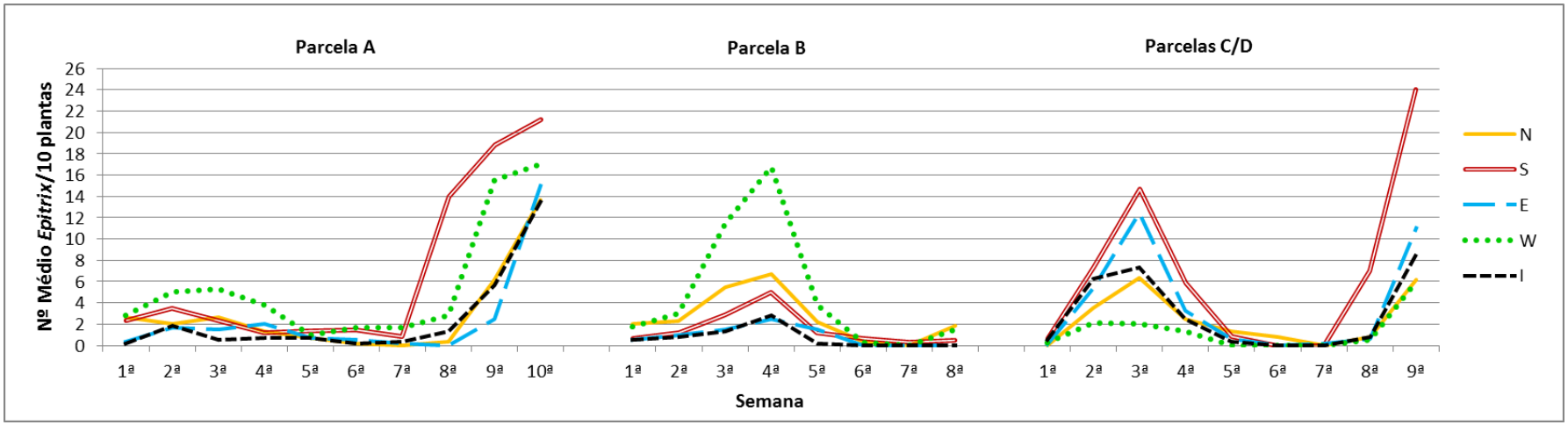


Figura 15: Representação da evolução semanal das densidades de *Epitrix* na localização (N, S, E, O, I) por parcela durante cada semana.

Média Global superiores tendem também a apresentar médias semanais superiores, embora nem sempre com diferenças significativas em relação às restantes (Figura 15, Tabela 6).

Podemos observar que na parcela **A** as margens Sul e Oeste, em termos absolutos se mantem sempre como as que tem maior numero de *Epitrix*, embora nem sempre apresente uma diferença significativa para com os restantes pontos observados.

O limite Oeste da **B** tal como na média total apresenta-se como o mais elevado em grande parte das semanas de contagem com excepção da 7ª e 8ª semana, posteriores à aplicação de insecticida.

Na maioria das contagens, com excepção do período entre a 5ª e a 7ª semana devido à aplicação de insecticida **C/D** os talhões da bordadura a Sul possui a maior densidade *Epitrix*.

Estes dados confirmam a baixa mobilidade dos *Epitrix* já demonstrada por Cusson (1985).

3.3 Efeito da variedade batata na distribuição e densidade populacional de *Epitrix spp*

Na Tabela 7 apresenta-se a evolução semanal da densidade populacional de *Epitrix* spp nas variedades de batateira Bella Rosa e Stemster em duas parcelas, uma cultivada em 2010 (A) e a segunda cultivada em 2011 (C/D). A variedade Stemster apresentou maiores efectivos populacionais do que Bella Rosa, em ambos os anos.

Tabela 7: Densidade populacional de *Epitrix spp* (expressa em nº médio de adultos/grupo de 10 plantas) por variedade batata (S= Stemster; B= Bela Rosa) e parcela

		Nº médio de adultos/grupo de 10 plantas /por semana de amostragem										
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	Média Global
Parcela A	B	2.00	2.94	3.24	2.47	0.94	0.76	0.76	1. 00[b]	7.88	13.76[b]	3.58
	S	1.23	2.61	1.46	0.92	0.77	0.85	0.38	7.23[a]	12.15	19.07[a]	4.67
Parcela C/D	B	0.20	3.90	5.87	2.03[b]	0.50	0.20	0.07	0.40[b]	6.17[b]		2.15[b]
	S	0.40	4.63	7.83	2.97[a]	0.30	0.00	0.00	2.13[a]	12.47[a]		3.41[a]
Fronteira parcelas C/D	B	0.33	2.33	1.67	1.67	0.00	0.17[a]	.00	0.33	5.67		1.35
	S	0.17	1.50	2.67	1.50	0.00	0.00[b]	0.00	0.50	8.67		1.67

B-Variedade Bella Rosa; S-Variedade Stemster

Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes, ou seja aceitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades, Médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes, ou seja rejeitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades ("Mann-whitney U Test" para amostras independentes com $P< 0.05$)

Na parcela **A** (2010), as contagens semanais de *Epitrix* nas variedades Bella Rosa e Stemster, não registaram diferenças significativas entre as variedades até à 8ª semana em que Stemster apresenta mais *Epitrix* que Bella Rosa.

Na Parcela **C/D** (2011), verificamos contudo que existem diferenças significativas entre as variedades na 1ª, 4ª, 8ª e 9ª, semanas de contagem bem como na Média. Contudo considerando a análise de distribuição espacial no campo realizada anteriormente (Tabela 6), podemos inferir que a diferença provavelmente não se deve à variedade, mas ao facto de uma das variedades estar do lado Sul de onde provem muitos dos *Epitrix* da Parcela. Comparando os talhões que separam a parcela **C** e **D** situadas lado a lado, bordadura sul da parcela **C** e bordadura Norte da parcela **D**, verifica-se que não existem diferenças significativas, o que reforça a ausência de selecção entre as duas variedades.

4 Identificação das espécies de *Epitrix*

Através de colheitas periódicas foram identificadas em 2010 e 2011 as espécies *E. similaris*, *E. cucumeris* e espécies não identificadas do mesmo género, distinta na coloração das duas anteriores conforme o descrito nas tabelas 8 e 9.

Tabela 8: Espécies de *Epitrix* capturadas no ano 2010

			E. Similaris		***E. Cucumeris***		**Outro**
Tubo	N	Data	F	M	F	M	
1	7	17/04	7		-	-	-
2	6	23/04	5	1	-	-	-
3	6	01/05	5	1	-	-	-
4	6	09/05	2	2	1	-	1
5	6	17/05	2	2	2	-	-
6	4	24/05	3	1	-	-	-
7	5	31/05	3	2	-	-	-
8	7	07/06	5	2	-	-	-
9	5	14/06	5		-	-	-
Total	52		37F+11M		3F+0M+0		1

Tabela 9: Espécies de *Epitrix* capturados na parcela D em 2011

			E. Similaris		***E. Cucumeris***		**Outro**
Tubo	N	Data	F	M	F	M	
1	9	31/03	5	4	-	-	-
2	7	08/04	4	3	-	-	1
3	7	13/04	4	3	-	1	-
4	6	20/04	4	2	-	-	2
5	5	16/04	2	3	2	-	-
6	8	04/05	4	2	-	-	-
7	7	12/05	3	4	-	-	-
8	7	18/05	3	4	-	-	-
9	7	26/05	4	3	-	-	-
Total	66		33F+30M		2F+1M		-

Em qualquer dos anos, a quantidade de *E. similaris* capturada é claramente superior ao número de *E. cucumeris*. Não foi identificado qualquer *E. tuberis*. Dada a predominância nítida da espécie *E. similaris* na rama da batateira é possível afirmar que os danos existentes na batata, embora similares aos provocados por *E. tuberis* nos EUA e Canadá, são da responsabilidade das duas espécies identificadas neste estudo.

Capítulo III- Avaliação de danos

1 Introdução

Sendo a batata, a razão da produção da batateira importa quantificar os danos que a praga *Epitrix spp.* causa no tubérculo. Além disso, uma das importantes características da batata é a sua capacidade de conservação durante um largo período de tempo, contudo esta capacidade pode ser afectada por diversas condicionantes, entre as quais os danos causados pelas pragas no campo.

Neste trabalho pretende-se; quantificar as batatas afectadas pela alimentação larvar a quando da colheita; quantificar a perda implicada pelos estragos; testar a capacidade de conservação de batatas danificadas e não danificadas pela larva de *Epitrix*.

2 Quantificação batatas danificadas

2.2 Material e metodologia

No dia da colheita da batata, foram observados no campo, 10 grupos de 100 tubérculos em cada uma das parcelas **A** e **B** (2000 batatas), em regiões aleatoriamente distribuídas por todo o terreno das parcelas. Nas parcelas **C** e **D,** 9 grupos de 100 batatas em cada Parcela (1800 batatas) com posição previamente definida**,** de acordo com Figura 16.

Em cada batata procedeu-se à verificação de existência ou não de danos na superfície sendo considerada danificada a batata que possui rasgo ou galeria na superfície.

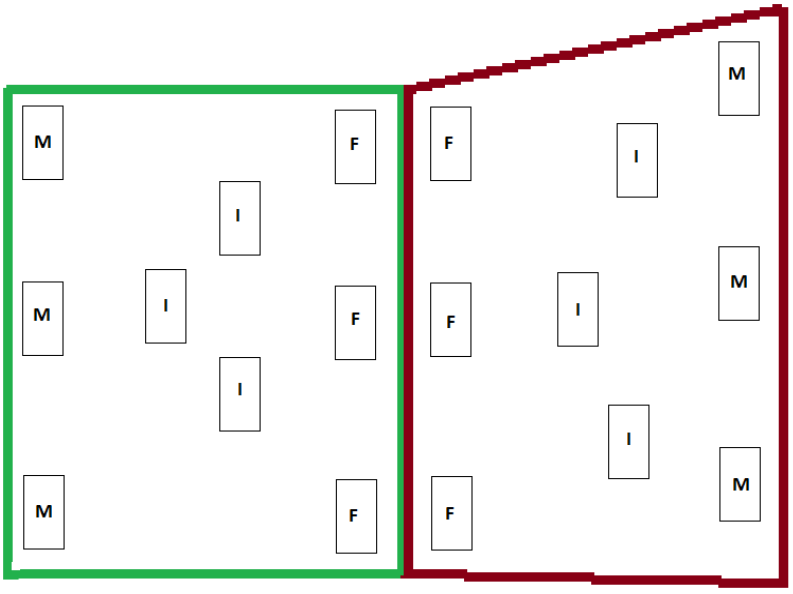


Figura 16: Esquema da distribuição para observação de batatas, utilizado nas parcelas C e D. M-bordadura; I-interior; F-fronteira.

Analise estatística

Todos os dados foram previamente analisados por Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade e a Bartlett para verificar a homogeneidade da variância. Os resultados obtidos foram submetidos a uma análise de variância de uma via. As diferenças entre médias foram calculadas pela aplicação do teste de comparação múltipla de Tukey, se existir normalidade e homogeneidade. Nos casos em que a normalidade bem como a homogeneidade não eram asseguradas as diferenças entre médias foram calculadas através de testes não paramétricos de comparação de amostras independentes "Mann-whitney U Test". A comparação de apenas 2 amostras que respeitem os critérios, de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e de (homogeneidade Bartlett) realizou-se com recurso ao teste T para amostras independentes. O software SPSS da Versão 19.0 foi o utilizado para a análise. Recorreu-se ao nível de probabilidade de 0,05 para detecção de diferenças entre médias.

Fsem=X (valor tabelado=Fα=0,05=Y)
Se: X<Y: Hipótese nula é aceite.
SeX>Y: Hipótese nula não é aceite. Hipótese alternativa é aceite.
Ou
Sig.=Z>0,05: Hipótese nula é aceite.

Quantidade de batatas danificadas por parcela
H0- Quantidade de batatas danificadas é a mesma independentemente da parcela.

Quantificação de batatas danificadas considerando a localização na parcela
H0- Quantidade de batatas danificadas é a mesma independentemente se a amostragem ocorre no interior ou bordadura da parcela.

2.3 Resultados

2.3.1 Quantidade de batatas danificadas por parcela

Na tabela 10 podemos observar a quantidade de batatas danificadas e a variação de acordo com a parcela de estudo Ano de cultivo e período de permanência no solo.

Tabela 10: Número médio de batatas danificadas por cada 100 colhidas nas diferentes parcelas.

	Parcela A (2010) BellaRosa (86 dias)	**Parcela B (2011) BellaRosa (55dias)**	**Parcela C (2011) BellaRosa (65dias)**	**Parcela D (2011) Stemster (83dias)**
Batatas com danos	68,1±13,4[a]	54,0±12,0[b]	59,9±20,0[ab]	71,1±12,6[a]

Variedade (tempo decorrido entre a primeira contagem e a colheita)

Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes, ou seja aceitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades, Médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes, ou seja rejeitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades ("Tukey multiple range test, $P< 0.05$")

A percentagem média de batatas danificadas em cada uma das parcelas estudadas foi sempre superior a 54%, contudo existem diferenças entre as parcelas, ao que tudo indica devem-se à recolha mais precoce. As batatas da parcela **B** foram as menos afectadas embora em níveis semelhantes aos observados na parcela **C**. Nas parcelas **A** e **D**, observou-se uma maior quantidade de batatas com danos, sendo que não apresentam diferença significativa em relação a **C**.

Estas diferenças observadas demonstram que uma permanência mais longa da cultura resulta num maior número de batatas danificadas, conforme o obtido por Hill (1946) que inclui a oportunidade da apanha nas metodologias para diminuir o efeito da praga na batata, no ensaio que executou conclui que a severidade dos danos era maior em apanha tardia.

A comparação dos danos nas duas variedades não é fiável, pelo conjunto de variáveis que afectam as batatas das diferentes parcelas.

2.3.2 Quantificação de batatas danificadas considerando a localização na parcela

A variação no número de batatas com danos observáveis de acordo com a posição da planta no terreno encontra-se na tabela 11.

Tabela 11: Número médio de batatas danificadas por cada 100 colhidas em diferentes localizações das parcelas.

	Parcela C	Parcela D
Bordadura (M)	70,3±5,13[a]	84,3±6,11[a]
Interior (I)	62,8±2,21[b]	61,0±11,34[b]

Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes, ou seja aceitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades, Médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes, ou seja rejeitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades ("Independent_samples T test", P< 0.05)

Nas observações de tubérculos efectuadas em **C** e **D,** foi possível verificar a existência de diferenças na quantidade de batatas danificadas conforme a localização onde foram observadas. Em ambos os casos, nas margens a quantidade de batatas danificadas é significativamente superior às do interior da parcela. Esta conclusão indica uma baixa mobilidade larvar.

3 Perda por descasque

3.2 Material/metodologia

Quisemos saber se as galerias causadas por *Epitrix spp.* se traduzem em perda económica. Para este ensaio foram escolhidas 46 batatas de dimensões aproximadas e separadas em dois grupos, um com 23 batatas danificadas e outro com 23 sem danos. As batatas foram lavadas com o auxílio de uma escova por forma a retirar as partículas de solo aderidas à superfície, sendo posteriormente devidamente secas. A variedade batata utilizada foi Stemster, plantada em 2011 na parcela **D**. O descasque foi efectuado com recurso a um descascador comercial, porção removida por descasque tinha aproximadamente 0,8 mm.

Cada batata foi pesada numa balança semi-analítica; retirou-se a casca e zonas com danos e voltou-se a pesar individualmente sem a porção removida de cada batata.

O descasque é executado de forma a remover toda a superfície de casca, e só se fosse necessário efectuava um segundo descasque retirando apenas as zonas abrangida por perfurações, até obtenção de uma batata de aspecto limpo.

Analise estatística

Todos os dados foram previamente analisados por Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade e a Bartlett para verificar a homogeneidade da variância. Os resultados obtidos foram submetidos a uma análise de variância de uma via. As diferenças entre médias foram calculadas pela aplicação do teste de comparação múltipla de Tukey, se existir normalidade e homogeneidade. Nos casos em que a normalidade bem como a homogeneidade não eram asseguradas as diferenças entre médias foram calculadas através de testes não paramétricos de comparação de amostras independentes “Mann-whitney U Test”. A comparação de apenas 2 amostras que respeitem os critérios, de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e de (homogeneidade Bartlett) realizou-se com recurso ao teste T para amostras independentes. O software SPSS da Versão 19.0 foi o utilizado para a análise. Recorreu-se ao nível de probabilidade de 0,05 para detecção de diferenças entre médias.

Fsem=X (valor tabelado=Fα=0,05=Y)

Se: X<Y: Hipótese nula é aceite.

SeX>Y: Hipótese nula não é aceite. Hipótese alternativa é aceite.

Ou

Sig.=Z>0,05: Hipótese nula é aceite.

Perda por descasque

H0- Perda por descasque é equivalente em batatas com e sem danos.

3.3 Resultados

Os resultados demonstram que a camada superficial que é necessário remover é superior em batatas com danos visíveis. Conforme é possível verificar pela Figura 17 após um primeiro descasque permanecem visíveis danos na superfície das batatas com galerias. Em corte lateral foi possível observar em casos pontuais perfurações com comprimento próximo de 1cm, também referido para *E. tuberis* (Hoy et al., 2008).



Figura 17: Diferença em batatas com e sem danos antes e depois de descasque.

Nas batatas com danos externos foi preciso remover em média mais 5% de casca do que em batatas sem danos (Tabela 12). Estas percentagens de perda extra assemelham-se às obtidas por Hill (1946) em algumas variedades afectadas pelo *E. tuberis*.

Tabela 12. Influência dos danos na perda por descasque

	Peso Total	Peso Sem a Casca	Peso casca	% Removida
Com danos	95,73±22,37	74,14±16,72	21,59±7,08[a]	22,35±3,70[a]
Sem danos	98,58±19,80	81,73±17,19	16,85±2,76[b]	17,28±1,28[b]

Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes, ou seja aceitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades, Médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes, ou seja rejeitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades ("Independent_samples T test", P< 0.05)

As intensas galerias na superfície do tubérculo, com perfurações para o interior dos tubérculos são no continente americano, características da espécie *E. tuberis* (Boavida & Germain, 2009; Gentner, 1944; Hill, 1946). O facto de as identificações das amostras de insectos colhidas (Capítulo II, Ponto 4) terem revelado a presença de muitos *E. similaris*, poucos *E. cucumeris* e nenhum *E. tuberis* associado ao conhecimento de que *E. cucumeris* não está relacionado com galerias na batata, permitem constatar que *E. similaris* é a principal espécie responsável pelos danos causados. Ou seja *E. similaris* é responsável por danos semelhantes aos provocados pelo *E. tuberis* no continente Americano.

4 Capacidade de conservação de batatas danificadas e não danificadas pela larva de *Epitrix*

4.2 Materiais métodos

Recolheram-se 48 batatas da variedade Stemster sem danos e 48 com danos de intensidade variável. Estas batatas foram mantidas no laboratório durante 7 meses à temperatura ambiente em condições de obscuridade, simulando a situação de armazenamento As batatas que apodreciam foram sendo retiradas ao longo do tempo, tendo-se finalizado o ensaio a 8 de Fevereiro.

4.3 Resultados

À data de finalização apodreceram 7 (14,6%) das batatas danificadas e 5 (10,4%) das batatas aparentemente livres de danos. A diferença existente entre os dois grupos é reduzida não permitindo concluir se os danos têm um efeito real na conservação.

Capítulo IV- Ensaios de laboratório sobre a preferências alimentar e multiplicação de *Epitrix spp.*

1 Introdução

O conhecimento sobre as preferências alimentares e capacidade multiplicação da praga é útil para delinear estratégias de protecção que incluam culturas-armadilha (Shelton & Badenes-Perez, 2006), método de protecção preventiva de interesse como forma de evitar ou reduzir a necessidade de aplicação de insecticida.

Embora o género *Epitrix* seja conhecido pela preferência das plantas do género solanácea (Doguet, 1994) e se associe que as espécies de Epitrix à batateira, esta consideração necessitam mais estudos, em especial para as espécies presentes em Portugal (*E.cucumeris, E.similaris*);

Este trabalho visa testar: a capacidade de manutenção e multiplicação de *Epitrix* em laboratório; a preferência alimentar de adultos de *E. cucumeris*, e *E. similaris*; a adequação de quatro espécies de solanácea, com interesse comercial, para multiplicação *E. cucumeris*.

2 Material e Metodologia

2.1 Ensaio preferência alimentar e multiplicação com *E.cucumeris*

Gaiolas

Gaiola em cartão (CEC) para exposição *E. cucumeris* com 40cm X 120cm X 60cm, forrada pelo interior a plástico autocolante branco possui; 2 janelas retaguarda (40cm X 43cm); 2 janelas frontais (40cm X 43cm), uma delas constitui, manga de acesso, com 100 cm comprimento, para troca das plantas; 1 janelas superiores de iluminação em plástico transparente (40cm X 120cm); 2 manga de licra, colocadas lateralmente em posições opostas para manutenção (rega e manuseamento dos insectos). Todas as janelas com a excepção da superior são constituídas por tecido branco semitransparente que permite arejamento e iluminação.

Gaiola manuseamento (GM) constituída apenas por arestas metálicas inserida numa manga tecido (40cm X 60cm X 45cm).

Gaiola de plástico, transparentes, para manutenção *E.cucumeris* (PMC) (12cm X 12cm X 2 cm) com manga de acesso superior em licra e 2 janelas laterais (15cm X 10cm) em tecido branco semi-transparente).

Insectos

Utilizaram-se 20 Adultos de *E. cucumeris* provenientes da região de Toxofal capturados dia 30 Setembro em *Solanum nigrum*, foram mantidos com esta mesma espécie de Solanácea até ao início do ensaio (dia 03 Janeiro) em gaiolas do tipo PMC.

Os *Epitrix* foram identificados através de caracteres morfológicos externos, com auxílio da lupa binocular e caixa de Petri, após imobilização com recurso a refrigeração. Os caracteres morfológicos utilizados para a identificação da espécie foram os descritos por, Gentner (1944), Seeno & Andrews (1972) e Boavida & Germain (2009).

A identificação foi confirmada no final do ensaio pela dissecação e observação da genitália dos adultos sobreviventes de acordo com o descrito no Capitulo II (ponto 2.4).

Plantas

Foram usadas 16 Plantas, colocadas em vasos circulares (diâmetro de topo 15 cm base 10 cm) sendo quatro vasos de cada espécie: batata (variedade Stemster 2ºano proveniente cultura do ano 2010), beringela Black Beauty, pimento Lamuyo híbrido F1 e tomate San Pedro.

Ambiente

Recorreu-se a iluminação natural das janelas do laboratório e luz artificial com a lâmpadas L58W/840, ligadas num período de 16 horas diárias compreendido entre a 7:00 e as 23:00. Temperatura do laboratório que variou entre os 22ºC e 30 ºC (média 26 ºC). Procurou-se assim simular a situação de campo na época da cultura da batata, próximo do solstício de Verão.

Procedimento

Foram colocadas em gaiola CEC 4 plantas, uma de batata, uma de beringela, uma de pimento e uma de tomate. Em seguida foram colocados 20 adultos de *E. cucumeris* provenientes da gaiola PMC.

Passados 10 dias (período de exposição) os vasos foram substituídos por novos vasos. Esta operação de substituição dos vasos foi repetida mais duas vezes, perfazendo um total de 4 períodos de exposição.

O solo dos vasos foi mantido sempre húmido, tendo sido efectuadas regas sempre que necessário.

Após período de exposição cada vaso foi individualmente colocado num saco transparente ainda dentro da gaiola CEC e transferido para a gaiola GM, procedendo-se de imediato à confirmação inexistência de *Epitrix cucumeris* ou captura dos existentes.

As folhas foram destacadas da planta e o pedúnculo cortado rente ao limbo; em seguida esfregaram-se cuidadosamente, por forma a por em evidência algumas perfurações mais incompletas, bem como eliminar excesso de tricomas.

Cada planta, já sem folhas, foi colocada separadamente em saco transparente fechado; estes sacos foram regularmente monitorizados até ocorrer a emergência dos adultos, que foi registada.

Os 6 *Epitrix spp.* que sobreviveram aos 4 períodos de exposição foram dissecados para confirmação de identificação.

2.2 Ensaio preferência alimentar com *Epitrix Similaris*

Gaiolas

Duas Gaiolas em PVC (PMES) de manutenção e exposição *E. similaris* (25cmX 30cmX 40cm); com 2 janelas laterais de arejamento e iluminação (18cm X 20cm) constituídas por tecido branco semitransparente; 1 janela superior de iluminação (30cm X 25cm) de plástico transparente; 1 manga de acesso (20cm X 30cm) para plantas constituídas por tecido branco semitransparente; 1 manga com 12 cm diâmetro de licra elástica para acesso manutenção (rega e manuseamento dos insectos).

Gaiola manuseamento (GM) (40cm X 45cm X 50cm) constituída apenas por arestas metálicas inserida numa manga tecido.

Insectos

Foram utilizados 40 Adultos de *E. similaris* provenientes da parcela **C** e **D** (cap II, 2.1) e provavelmente emergidos entre 19/05/2011 e 26/05/2011. Os adultos foram mantidos em laboratório, em quatro espécies de solanácea (batata, beringela, tomate e pimento) simultaneamente à disposição em gaiolas do tipo PMES até 20/06. Todos os indivíduos foram identificados, através da observação à lupa binocular de caracteres morfológicos externos após imobilização com recurso a refrigeração. A identificação foi posteriormente confirmada pela dissecação e observação da genitália dos adultos sobreviventes de acordo com o descrito no Capitulo II (2.4).

Plantas

Foram utilizadas 16 plantas, colocadas em vasos circulares (diâmetro de topo 12 cm base 8 cm), com plantas de solanácea sendo quatro vasos de cada espécie (batata, beringela, tomate e pimento) utilizando um de cada espécie para cada 1 dos 4 ensaios realizados: batata (variedade Stemster 2ºano proveniente cultura do ano 2010), beringela Black Beauty, pimento Lamuyo híbrido F1 e tomate San Pedro.

Ambiente

Recorreu-se a iluminação natural das janelas do laboratório e luz artificial com a lâmpadas L58W/840 ligadas num período de 16 horas diárias compreendido entre a 7:00 e as 23:00 a temperatura do laboratório variou entre os 25ºC e 31 ºC.

Procedimento

Colocámos numa gaiola PES quatro vasos, um de cada espécie de solanácea. Transferiram-se, para a mesma gaiola, 20 adultos de *E. similaris*.

Ao fim de 8 dias (tempo de exposição das plantas), os *E. similaris* foram retirados com auxílio de um aspirador entomológico.

Após período de exposição cada vaso foi individualmente colocado num saco transparente, retirado da gaiola PES para a gaiola GM, procedendo-se de imediato à confirmação inexistência de *E. similaris* ou captura dos existentes.

As folhas foram destacadas da planta e o pedúnculo cortado rente ao limbo e foram cuidadosamente esfregadas, por forma a por em evidência algumas perfurações mais incompletas que afectam a imagem, bem como eliminar excesso de tricomas.

Após uma limpeza da gaiola e confirmação de inexistência de *E. similaris*, voltou-se a colocar quatro novos vasos, com as mesmas quatro espécies vegetais, em posições distintas das anteriores. Os *E. similaris* aspirados foram recolocados e perfez-se os 20, com *E. similaris* previamente identificados, por forma a substituir os mortos ou perdidos na transferência. Esta operação de substituição dos vasos foi repetida mais duas vezes. O solo dos vasos foi mantido sempre húmido, tendo sido efectuadas regas sempre que necessário. Foram repostos 1 *E. similaris* após o primeiro ensaio e 2 em ambas as outras trocas. O 4º ensaio terminou com 19 *E. similaris*, o que significa que morreram ao longo dos 4 ensaios, 6 *E. similaris.*

2.3 Determinação área consumida

As folhas foram colocadas sobre o scâner, com a face superior voltada para baixo, sendo exercida alguma pressão sobre a folha suficiente para a deixar o mais "colada" possível ao scâner. As imagens das folhas foram guardadas em formato TIF.

As medições foram realizadas com recurso ao software Image J, a partir do qual se calculou a área foliar total, a área consumida pelos *Epitrix*.

Este processo foi realizado utilizando imagens guardadas em formato TIF e tratadas com as ferramentas do programa que permitem alterara a imagem, de forma a obter uma imagem a preto (folha) e branco (perfurações), que posteriormente podem ser medidas. Para se atingir este nível a imagem deve passar para um efeito "smooth", por forma a minimizar o efeito de pontuações mais claras, que não perfurações (ex.tricomas); em seguida é colocada com uma resolução de 16-bit; em casos em que a perfuração foi realizada na margem traçou-se uma linha recta por forma a unir os dois pontos mais periférico da perfuração da folha; posteriormente utilizou-se a função "threshold" que vai permitir, a observação e controlo do processo de conversão da escala cinza para a imagem final binária. Após todo este processo confirmou-se a escala e converteu-se de polegadas a mm. Por fim fazendo uma "Analyze particles" com a opção "include holes", outra excluindo essa mesma opção e calculando a diferença entre as duas medições, obtemos uma aproximação a área consumida pelo *Epitrix*.

Na utilização do scâner, dado que o tamanho da imagem é similar ao da folha real, não exigiu calibração, situação que teria sido necessária se tivéssemos utilizado de máquina fotográfica.

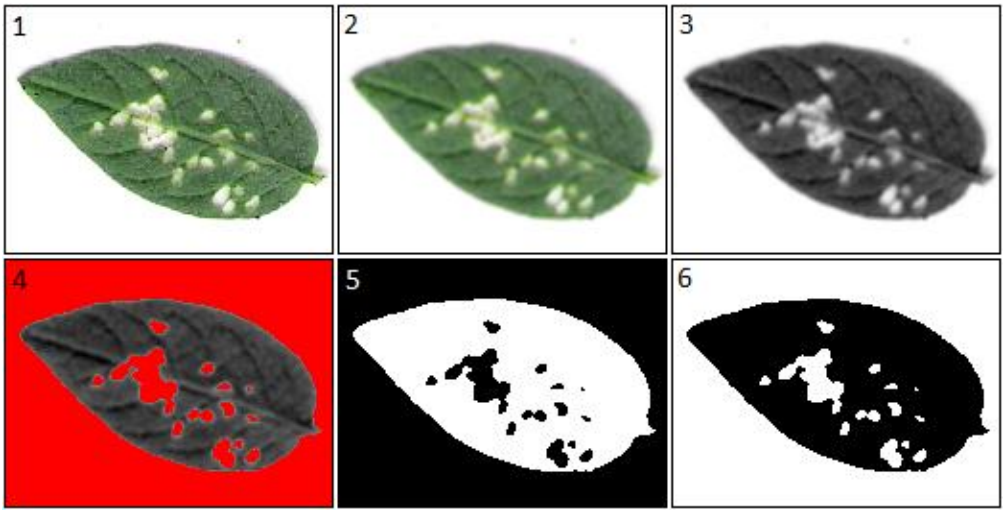


Figura 18: Tratamento imagem foliar com recurso Image J. 1- Original, 2- "Smooth", 3- 16-bit, 4- "threshold", 5- Binária, 6- Invertida

2.4 Análise estatística

Todos os dados foram previamente analisados por Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade e a Bartlett para verificar a homogeneidade da variância. Os resultados obtidos foram submetidos a uma análise de variância de uma via. As diferenças entre médias foram calculadas pela aplicação do teste de comparação múltipla de Tukey, se existir normalidade e homogeneidade. Nos casos em que a normalidade bem como a homogeneidade não eram asseguradas as diferenças entre médias foram calculadas através de testes não paramétricos de comparação de amostras independentes "Mann-whitney U Test". A comparação de apenas 2 amostras que respeitem os critérios, de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e de (homogeneidade Bartlett) realizou-se com recurso ao teste T para amostras independentes. O software SPSS da Versão 19.0 foi o utilizado para a análise. Recorreu-se ao nível de probabilidade de 0,05 para detecção de diferenças entre médias.

Fsem=X (valor tabelado=Fα=0,05=Y)

Se: X<Y: Hipótese nula é aceite.

SeX>Y: Hipótese nula não é aceite. Hipótese alternativa é aceite.

Ou

Sig.=Z>0,05: Hipótese nula é aceite.

Preferência alimentar *E.cucumeris*

H0- O consumo foliar dos adultos é semelhante em todas as variedades.

3 Resultados/Discussão

3.1.1 Ensaio preferência alimentar e multiplicação com *Epitrix cucumeris*

As folhas da batata são a par das de beringela as mais consumidas no primeiro ensaio. Durante o segundo e quarto ensaios a batata foi a espécie mais consumida não havendo diferença entre as restantes eespécie. No terceiro ensaio não foram notórias as diferenças entre as variedades. (Tabela 13)

Os dados apresentam uma clara preferência pela batata, é contudo importante referir que mesmo possuindo batata disponível, houve por parte dos *Epitrix* procura para alimentação de folhas das quatro variedades disponibilizadas. (Tabela 13)

Tabela 13: % folha consumida por *E. cucumeris* (Ac/Af)*100

		Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4
Espécie de Solanácea	Bat	2,10[a]	2,94[a]	0,36	0,58[a]
	Ber	2,06[a]	0,8[ab]	0,09	0,02[b]
	Pim	0,01[b]	0,01[b]	0,03	0,00[b]
	Tom	0,55[b]	0,05[b]	0,06	0,02[b]

Bat- batata, Ber- beringela, Pim- pimento, Tom- tomate.

Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes, ou seja aceitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades, Médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes, ou seja rejeitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades ("Mann-whitney U Test" para amostras independentes com $P< 0.05$)

Esta observação de que a praga tem preferência pela batata, coincide com estudos de adequabilidade realizados por Hill 1946, em que apesar de não haver opção de escolha, a batata demonstrou ser o alimento mais adequado à sobrevivência e postura de *E. tuberis* quando comparada com outras Solanáceas, entre as quais o tomate. Também Sleesman 1940 em estudos de resistência com várias variedades de solanácea conclui que a *Solanum tuberosum* (batateira) era aquela que possuía menos resistência à praga.

3.1.2 Multiplicação

O número de *E. cucumeris* emergidos ao longo dos diferentes ensaios de multiplicação, bem como a data a que foram recolhidos conforme o descrito na tabela 14

Tabela 14:*E.cucumeris* emergidos

	07-Fev	10-Fev	14-Fev	16-Fev	18-Fev	21-Fev	23-Fev
1ºEnsaio (04/01)							
2ºEnsaio (14/01)	4 Bat	15Bat	3Bat+4Ber	3Ber	2Bat		
3ºEnsaio (24/01)			43Bat	26Bat	8Bat+2Ber		
4ºEnsaio (03/02)						10Bat	2Bat

Nas plantas do primeiro ensaio não existem emergências, provavelmente devido aos *E.cucumeris* terem sido submetidos a baixas temperaturas que visavam a imobilização para identificação, não ocorreu oviposição.

No segundo ensaio obtivemos um total de 31 novas emergências de adultos (24 em batata e 7 em beringela) ao longo de um período de 10 dias. Desde o início do período exposição, decorreram 24 dias até à primeira emergência e 35 dias para a ultima.

No terceiro ensaio foram capturados 79 novos *E. cucumeris* dos quais apenas 2 em beringela todos os outros em batata. As emergências iniciaram-se 21 dias após início da exposição (24/01) e terminaram 25 dias após esta data.

No quarto ensaio apenas foram observadas 12 emergências de novos adultos de *Epitrix cucumeris*, todas em batata, o registo da maioria dos novos *E. cucumeris* ocorreu 18 dias após início do ensaio, posteriormente só foram registadas mais duas emergências 2 dias após o primeiro registo.

Em suma foram registadas 122 emergências de adultos de *E. cucumeris*, 7,5% (9) em beringela e 92,5% (113) em batata, não existindo emergências a registar em tomate e pimento. Os resultados indicam uma preferência/adequabilidade da cultura da batata para a multiplicação.

As emergências parecem reduzidas, quando considerados os altos valores médios oviposição por fêmea (187 ovos (Hill, 1946)), o que pode dever-se: ao ensaio ter sido realizado numa fase em que normalmente *Epitrix* estão em hibernação; não ser conhecido o número de fêmeas; desconhecimento se as fêmeas teriam já se reproduzido

antes do inicio do ensaio; a espécie possui apenas uma geração anual EPPO (2005); o primeiro período de exposição iniciou-se com 20, mas terminamos o 4º ensaio apenas com 6 *E.cucumeris*, dos quais apenas 1 era fêmea.

O período mínimo até novas emergências *E. cucumeris* foi de 18 dias e o máximo de 36 dias, se oviposição ocorreu no primeiro dia de exposição, caso contrário o tempo requerido entre oviposição e emergência poderá ser ainda menor. A EPPO refere, em condições naturais, o período mínimo desde a oviposição até emergência de 24 dias e um máximo de 52dias.

3.2 Ensaio preferência alimentar com *Epitrix Similaris*

À semelhança do ocorrido com *E. cucumeris*, também no primeiro ensaio com *E. similaris* o consumo foliar é mais acentuado na beringela e batata. Nos dois ensaios seguintes a batata tem maior consumo por folha que as restantes 3 variedades (Tabela 15).

No último ensaio os resultados não são tão claros, não havendo diferenças significativas entre as variedades. Quando recorremos à área consumida a conclusão é que as quatro variedades são igualmente consumidas. (Tabela 15)

Tabela 15: % folha consumida *E. similaris* (Ac/Af)*100

		Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4
Espécie de Solanácea	**Bat**	$2,08^{a}$	$2,12^{a}$	$5,741^{a}$	$0,24^{b}$
	Ber	$2,78^{a}$	$0,06^{b}$	$1,59^{b}$	$0,75^{ab}$
	Pim	$0,04^{b}$	$0,82^{ab}$	$0,01^{c}$	$1,16^{a}$
	Tom	$0,22^{b}$	$0,21^{b}$	$0,00^{c}$	$0,27^{b}$

Bat- batata, Ber- beringela, Pim- pimento, Tom- tomate.

Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes, ou seja aceitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades, Médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes, ou seja rejeitamos H0- A distribuição é a mesma nas diferentes variedades ("Mann-whitney U Test" para amostras independentes com $P< 0.05$)

Estes resultados apesar de demonstrarem a preferência alimentar pela batata, não excluem por completo a possibilidade de utilização de outras plantas de Solanáceas, na alimentação da praga em ensaios de laboratório, ou em estratégias de combate da praga com utilização de plantas-armadilha.

E. similaris consumiu folhas de todas as plantas disponíveis, em alguns casos até em intensidades consideravelmente altas, uma vez que no primeiro ensaio a quantidade de folha beringela consumida é semelhante à de batata, e no último ensaio o pimento é em termos absolutos o que possui maior área consumida por folha. As flutuações no consumo indiciam a possibilidade de a preferência variar ao longo do desenvolvimento ou variar facilmente de acordo com o estado da planta.

A identificação por dissecação foi realizada a 22 *E. similaris*, foram contabilizados 9 machos e 13 fêmeas.

Capítulo V- Considerações finais e perspectivas futuras

Com este trabalho foi possível identificar variações ou confirmar muitas das considerações existentes para Epitrix da batateira.

Realizaram-se comparações que permitiram conhecer alguns dos factores que afectam a densidade de *Epitrix* e os seus danos na cultura, permanecendo em aberto o desafio de uma melhor compreensão destes factores, bem como até onde se podem ir no combate à praga. Fica ainda patente a importância e dificuldade de definir qual o número mínimo de efectivos que causam prejuízos (nível económico de ataque) assim como a técnica de estimativa do risco associada. Acresce o facto de aparecerem várias espécies, aparentemente iguais mas que causam estragos diferentes.

Constatou-se também que *E. similar* é responsável por danos severos, normalmente associados a *E. tuberis*, e que merece por isso atenção redobrada.

Este trabalho reabre o debate sobre a preponderância de cada espécie na cultura, bem como a importância da identificação morfológica das espécies, o que justificaria a realização de trabalhos na área da genética. Consideramos que são necessários trabalhos de definição de técnicas expeditas de identificação associados a uma clara definição dos danos provocados por cada uma das espécies de Epitrix da batateira.

A manutenção e multiplicação da praga, é possível em laboratório, exigindo, no entanto, de aprimorar a metodologia utilizada.

As plantas de tomate, beringela e pimento, testadas em laboratório, foram consumidas pelo *Epitrix*, mesmo que em menores proporções que a batata. A sua utilização como cultura armadilha, na bordadura, poderá ser interessante pois a praga, vindo do exterior, ficaria nessa bordadura e não na cultura.

Conclui-se que os estudos realizados ao longo deste trabalho, são particularmente importantes para esclarecer dinâmicos factores que influenciam a praga e que constituirão um importante conhecimento para auxiliar no seu controlo, sendo ainda necessário compreender e avaliar ainda melhor. Com as preferências em laboratório foram realizados importantes desenvolvimentos, para a sua manutenção e multiplicação. A avaliação de estragos concedeu uma ideia dos danos reais causados pela praga permitindo elucidar quais as reais implicações económicas da praga.

Bibliografia

Aguiar A, Costa P, Ferreira F & Boavida C (2010) Monitorización de *Epitrix spp*. (Coleóptero:Chrysomelidae) en el norte de Portugal. Poster P3-18. XIV congresso Ibérico de Entomología LUGO.

Boavida C (2009) Presence in Portugal of *Epitrix similaris* Gentner (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae), an exotic pest of potato tubers. Boletín de sanidad vegetal. Plagas 35: 73-74.

Boavida C (2010) Epitrix em batateira- *Epitrix similares* Gentner. Boletim técnico UIPP-BT/004, INRB.

Boavida C (2011) Epitrix da batateira: Uma nova praga exotìca em Portugal. Revista Associação Portuguesa de horticultura (APH) nº104: 39-42.

Boavida C & Germain J (2009) Identification and pest status of two exotic flea beetle species newly introduced in Portugal: *Epitrix similaris* Gentner and Epitrix cucumeris (Harris). EPPO Bulletin 39: 501-508.

Borges PAV (1990) Estudo preliminar dos coleópteros (Insecta, Coleoptera) da Ilha das Flores.

Cannon F (1960) Control of the potato flea beetle in Canada. Processed Publication Series Entomology 94 Canadian Department of Agriculture Publication 1072.

Cole TV (1951) Potato insects and their control in Manitoba. Thesis C676, Elizabeth Dafoe Library: 226 pp.

Cusson M (1985) Edge Effects in Infestation Patterns of Insects on Crops: A Review and a Field Study with Special Reference to the Tuber Flea Beetle (epitrix Tuberis Gent.): Simon Fraser University, p. 81.

Cusson M, Vernon R & Roitberg B (1990) A sequential sampling plan for adult tuber flea beetles (Epitrix tuberis Gentner): dealing with" edge effects". Canadian Entomologist 122: 537-546.

Doeberl M (2000) Contribution to the knowledge of the genus Epitrix Foudras, 1860 in the Palearctic Region (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae). Mitteilungen des Internationaler Entomologischer Verein 25(1／2).

Doguet S (1994) Coléoptères chrysomelidae: vol. 2, Alticinae. Fédération française des societés de sciences naturelles.

Edmundson W (1924) The potato flea beetle a serious potato pest. American Journal of Potato Research 1: 219-220.

EPPO (2010) Report of a Pest Risk Analysis for Epitrix species damaging potato tubers. WPPR. 10-16131.

FAOSTAT (2011) FAOSTAT Database: Food and Agricultural Organization of the United Nations, http://faostat.fao.org/.

Finlayson D (1950) The effects of certain insecticides on the biotic potential of *Epitrix tuberis* Gentner (Coleoptera: Chrysomelidae). . Master thesis, University of British Columbia, Vancouver, B.C.

Fulton H, Banham F, Neilson C & Agriculture CDo (1955) The tuber flea beetle in British Columbia. R. Duhamel, Queen's Printer.

Gentner L (1944) The black flea beetles of the genus Epitrix commonly identified as cucumeris (Harris)(Coleoptera: Chrysomelidae). Reprinted from. Proceedings of the Entomological Society of Washington 46: 137-149.

Hanson AJ (1933) The Potato Flea Beetles: *Epitrix Cucumeris* Harris, *Epitrix Subcrinita* Leconte. State College of Washington, Agricultural Experiment Station.

Hill R (1948) Research on potato insect problems—A review of recent literature. American Journal of Potato Research 25: 107-127.
Hill RE (1946) Biology and control of the tuber flea beetle, *Epitrix tuberis* Gentner, in Nebraska: Entomology (ed. IOWA STATE UNIVERSITY, Iowa, p. 99.
Hoy C, Boiteau G, Alyokhin A, Dively G & Avarez J (2008) Managing insect and mite pests in Potato Health Management 2nd Edition, Edited by Dennis A. Johnson. APS, Saint Paul, USA.
Ihrke T (1979) An Evaluation of Seasonal Insect Populations on Potatoes and Their Control: Texas Tech University.
Kabaluk J & Vernon R (2000) Effect of Crop Rotation on Populations of *Epitrix tuberis* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Potato. Journal of economic entomology 93: 315-322.
Kiple KF & Ornelas K (2000) The Cambridge World History of Food (volume 1): Cambridge, UK: Cambridge University Press.
Ladd TL (1963) The effects of the feeding of the potato leafhopper, Empoasca fabae (Harris) and the potato flea beetle, *Epitrix cucumeris* (Harris) on photosynthesis, respiration, and transpiration in the potato plant. Cornell Univ.
Neilson C & Finlayson D (1953) Notes on the biology of the tuber flea beetle, *Epitrix tuberis* Gentner (Coleoptera: Chrysomelidae), in the interior of British Columbia. The Canadian Entomologist 85: 31-32.
OEPP/EPPO (1990) Data-sheets on quarantine pests. *Epitrix tuberis*. EPPO Bulletin 19: 671-675. doi:10.1111/j.1365-2338.1989.tb01158.x.
Oliveira R, Chatot C & Dedryver CA (2008) Une nouvelle altise détectée en Europe. . Potato Planet 001: 30-34.
OPPE/EPPO (2005) Data sheets on quarantine pests. *Epitrix cucumeris*. Bulletin OEPP /EPPO Bulletin 35: 363–364.
Pernal SF, Senanayake DG & Holliday NJ (1996) Patterns of feeding injury to potato by the potato flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in Manitoba. The Canadian Entomologist 128: 791-804. doi:doi:10.4039/Ent128791-5.
Rawlins W & Young W (1957) Control of the potato flea beetle with applications of insecticides to the soil. American Journal of Potato Research 34: 320-323.
Romans A (2005) The Potato Book. Frances Lincoln.
Salaman RN (1985) The history and social influence of the potato. Cambridge Univ Pr.
Schwartz P & Klassen W (1981) Estimate of losses caused by insects and mites to agricultural crops. Handbook of pest management in agriculture 1: 15-77.
Seeno T & Andrews F (1972) Alticinae of California, Part I: *Epitrix spp*.(Coleoptera: Chrysomelidae). The Coleopterists' Bulletin: 53-61.
Shelton A & Badenes-Perez F (2006) Concepts and applications of trap cropping in pest management. Annu. Rev. Entomol. 51: 285-308.
Sleesman J (1940) Resistance in wild potatoes to attack by the potato leafhopper and the potato flea beetle. American Journal of Potato Research 17: 9-12.
Stewart JG, Feldman J & LeBlanc DA (1999) Resistance of transgenic potatoes to attack by *Epitrix cucumeri*s (Coleoptera: Chrysomelidae). The Canadian Entomologist 131: 423-431.
Stewart JG & Thompson LS (1989) The spatial distribution of spring and summer populations of adult potato flea beetles, *Epitrix cucumeris* (Harris)(Coleoptera: Chrysomelidae), on small plots of potatoes. The Canadian Entomologist 121: 1097-1101.

Thompson J (1988) Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. Entomologia Experimentalis et Applicata 47: 3-14.

Thompson L (1987) The control of potato flea beetles, leafhoppers, wireworms, and white grubs. G Boiteau, RP Singh, RH Parry (Eds.), Potato Pest Management in Canada, Proceedings of a Symposium on Improving Potato Pest Protection, Fredericton, 27-29 Janary, 1987. Canada - New Brunswick Agri-Food Development Agreement: pp. 99-111.

Vernon R, Mackenzie J & Bartel D (1990) Monitoring tuber flea beetle, *Epitrix tuberis* Gentner (Coleoptera: Chrysomelidae) on potato: parameters affecting the accuracy of visual sampling. Canadian Entomologist 122: 525-535.

Vernon RS & Thomson DR (1991) Overwintering of tuber flea beetles, *Epitrix tuberis* Gentner (Coleoptera: Chrysomelidae), in potato fields. The Canadian Entomologist 123: 239-240.

Wallis R (1952) Cull-potato piles as breeding places for the potato psyllid and tuber flea beetle. American Journal of Potato Research 29: 17-22.

Wallis R (1953) Relation of time of planting potatoes to tuber flea beetle attack in Nebraska and Wyoming. American Journal of Potato Research 30: 70-72.

Webster R (1932) Injury and Distribution of Potato Flea-Beetle in Washington. Journal of economic entomology 25: 976-980.


U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO
inrb
Instituto Nacional
de Recursos Biológicos, I. P.
ICETA
Instituto de Ciências e
Tecnologias Agrárias e Agro-Alimentares