

Cicle biològic i fenologia de la papallona del boix, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) a la Garrotxa (Catalunya)

Jordi Artola¹, Emili Bassols², Sandra Las Heras³ & Marc Arimany⁴

¹Dorcus, Observatori dels Invertebrats. Antoni Llopis, 6, 1r 5a; E-17800 Olot
jordiarbola@dorcusnatura.cat

²Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Casal dels Volcans. Av. Santa Coloma, s/n.; E-17800 Olot
webassol@gencat.cat

³Orius Solucions Entomològiques. Equador, 2; E-17800 Olot
info@orius.cat

⁴Consorci de Medi Ambient i Salut Pública-SIGMA. Ajuntament d'Olot. Ctra. de Riudaura, 94; E-17800 Olot
marimany@consorcisigma.org

Abstract. Biological cycle and phenological data for the box-tree moth *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) in the county of La Garrotxa (Catalonia). Since it was first detected in Catalonia (Besalú, La Garrotxa), the box-tree moth has spread rapidly throughout the country and caused serious damage to box trees in both gardens and, above all, natural ecosystems. To improve understanding of certain aspects of the biology of this invasive species, we undertook a study to determine the duration of the species' different life stages and its annual phenology. The data obtained confirm that *Cydalima perspectalis* completed three generations in La Garrotxa in 2018. The adults originating from the overwintering generation hatched in the first half of June and were on the wing until the end of July. The second generation began to emerge in the last few days of July and flew until mid-October. The adults of the third and final (partial) generation, which overlaps with the second generation, began to fly at the end of September and were on the wing until the end of October. The biological cycles of each generation lasted 246 days (winter generation including diapause), 56 days (second generation) and 53 (third generation). The degree-days needed for the development of each generation were estimated at 693.2 DD, 650.6 DD and 592.3 DD for the first, second and third generations, respectively.

Resum. Des que la papallona del boix es va localitzar per primera vegada a Catalunya (Besalú, Garrotxa) s'ha anat estenent ràpidament per tot el territori i ha causat importants danys en els boixos, tant els de jardineria com, sobretot, els que formen part dels ecosistemes naturals. La necessitat de saber més aspectes relacionats amb la biologia d'aquesta espècie invasora ha fet que es dissenyés un estudi per determinar la durada de les diferents fases de desenvolupament i esbrinar-ne la fenologia anual. Les dades obtingudes han confirmat que, a la comarca de la Garrotxa, *Cydalima perspectalis* ha completat tres generacions durant l'any 2018. Els adults provinents de la generació hivernal volen a partir de la primera quinzena de juny fins a finals de juliol; la segona generació comença els darrers dies de juliol i s'allarga fins a mitjans d'octubre, i la tercera generació (parcial) se solapa amb la segona i els adults comencen a volar a partir de finals de setembre fins als últims dies d'octubre. El cicle biològic de cadascuna de les generacions ha tingut una durada de 246 dies per a la generació hivernal (inclouent-hi el període de diapausa), 56 dies per a la segona generació i 53 dies per completar el tercer cicle biològic. Pel que fa

als graus-dia necessaris per al seu desenvolupament, s'han estimat 693,2 GD, 650,6 GD i 592,3 GD per a la 1a, 2a i 3a generacions, respectivament.

Key words: Box-tree moth, *Cydalima perspectalis*, biological invasion, exotic invasive species, *Buxus sempervirens*, La Garrotxa.

Introducció

La papallona del boix (*Cydalima perspectalis*) és una espècie exòtica invasora¹ (EEI) originària de l'est d'Àsia, concretament de la Xina, el Japó i Corea (CABI, 2018), que va arribar de manera accidental a Alemanya el 2007 (Billen 2007). Des de llavors s'ha estès ràpidament per diversos països d'Europa (Oltean *et al.* 2017). La primera dada reportada de la seva irrupció a la península Ibèrica és de Galícia, concretament, de Tomiño, municipi de la província de Pontevedra, el maig del 2014 (Pérez-Otero *et al.* 2014), tot i que uns mesos abans s'havia informat de la seva presència a la localitat d'Entrambasaguas (Cantàbria) a partir d'una fotografia penjada al portal digital Biodiversidad Virtual. Pel que fa a Catalunya, *C. perspectalis* es va observar per primera vegada a Besalú (Garrotxa) el 30.VII.2014; és a dir, set anys després de la seva arribada a Europa. Poques setmanes després d'aquella data es va confirmar que també havia arribat a Figueres (Alt Empordà) i a Santa Coloma de Farners (Selva), cosa que fa pensar que també devia estar present en altres municipis de les comarques gironines (Bassols *et al.* 2014).

C. perspectalis s'alimenta d'espècies del gènere *Buxus*. Les erugues defolien completament els boixos i això provoca alteracions ecològiques en els sistemes naturals, la dimensió de les quals encara no s'ha avaluat. També fa malbé les tanques de boixos que ornamenten parcs públics i jardins particulars. La persistència dels atacs, les defoliacions successives i el costum de les erugues de rosegar l'escorça quan ja no queden fulles acaben provocant la mort del boix (Straten & Muus 2010; Mitchell *et al.* 2018). Fins ara, en la seva àrea actual de distribució s'ha comprovat que *C. perspectalis* utilitza com a recurs tròfic fins a vuit espècies de boix. Malgrat que també s'han citat altres plantes nutrícies com *Ilex purpurea*, *Euonymus japonicus*, *E. alatus* (Wan *et al.* 2014), *Pachysandra terminalis* i *Murraya paniculata* (Wang 2008), assajos fets als Països Baixos per veure si s'alimentaven d'aquestes plantes van resultar negatius (Straten & Muus 2010). Per tant, en data d'avui no hi ha cap dada, ni de camp ni de laboratori, que certifiqui que, a Europa, *C. perspectalis* s'alimenta de cap espècie que no pertanyi al gènere *Buxus*.

Constatant aquesta afirmació, a Catalunya, l'única espècie vegetal afectada per *C. perspectalis* ha estat el boix (*Buxus sempervirens* L.) i totes les seves varietats ornamentals. El boix és una espècie àmpliament distribuïda al nostre país. Ocupa ambients submediterranis, però presenta un ampli gradient altitudinal, que va des dels ambients més típicament mediterranis fins a l'estatge subalpí (Folch *et al.* 1984). Quan en àrees

¹ *Cydalima perspectalis* no està inclosa en el Reial Decret 630/2013, de 2 d'agost, pel qual es regula el Catàleg espanyol d'espècies exòtiques invasores (BOE, 185, de 3 d'agost de 2013).

rocalloses la coberta arbòria es veu alterada, el boix pot esdevenir una unitat permanent formant boixedes més o menys denses que constitueixen dos tipus d'hàbitats naturals en funció de l'àrea geogràfica: boixedes de la muntanya mitjana i de les contrades mediterrànies o bé boixedes xerotermòfiles permanents dels vessants rocosos (Carreras *et al.* 2016). Aquest darrer hàbitat està inclòs en la llista dels Hàbitats d'Interès Comunitari (HIC) a nivell d'Europa i relacionat a l'annex I de la Directiva Hàbitats 92/43/CEE. A la Garrotxa, el boix forma part del sotabosc de fagedes, rouredes humides, rouredes seques, boscos de ribera, alzinars i altres formacions boscoses més o menys higròfiles, sobre substrats bàsics i també damunt roques silíciques d'origen volcànic.

En relació amb el cicle biològic, a la Xina, *C. perspectalis* completa entre tres i cinc generacions l'any depenent de les condicions meteorològiques anuals (Wan *et al.* 2014). Al Japó, el seu cicle biològic està descrit amb tres generacions l'any (Maruyama & Shinkaji 1987). A Europa, en la majoria dels països on s'ha expandit completa tres generacions (Leuthardt *et al.* 2010; Santi *et al.* 2015; Nagy *et al.* 2017; Bakay & Kollár 2018) i només als llocs més freds n'arriba a completar tan sols dues (Karpun & Ignatova 2013; Nacambo *et al.* 2014; Göttig & Herz 2017). A Galícia, després de fer un acurat seguiment durant els darrers anys, experts de l'Estació Fitopatològica d'O Areeiro (Pontevedra) han comprovat que el nombre de generacions anuals fluctua en funció de les condicions climàtiques, completant dues generacions els anys 2014 i 2015, tres generacions el 2016 i fins a cinc generacions el 2017 (Pérez-Otero *et al.* 2018).

En els insectes, els factors que més influeixen en la durada de les fases de desenvolupament són la temperatura, la humitat relativa i el fotoperíode (Marco 1991). Com que són animals poiquiloterms, la temperatura és el factor que té més a veure amb com es desenvolupen les diferents fases del cicle biològic i, per tant, en el cas de les papallones, serà determinant a l'hora d'establir quantes generacions es poden completar en un any (Wagner *et al.* 1991). No obstant això, el fotoperíode també és un factor a tenir molt en compte, atès que, actuant de manera conjunta amb la temperatura, influeix directament en el període de diàpauza hivernal de la majoria dels insectes (Nacambo *et al.* 2014). Cadascun dels estadis del cicle biològic (ou, larva i pupa) necessita una temperatura mínima per activar-se i també hi ha una temperatura màxima per sobre de la qual el desenvolupament s'atura. Un dels mètodes que s'utilitzen per predir quants graus acumulats de calor calen per completar un estadi de desenvolupament és el dels graus-dia (MGD). Aquest mètode es basa en el càlcul de l'acumulació de graus per damunt de la temperatura mínima de desenvolupament en el període d'un dia (Herms 2004). Saber els valors dels graus-dia que calen perquè la papallona del boix completi el seu desenvolupament, en funció de les condicions meteorològiques anuals, pot contribuir a interpretar-ne millor el cicle biològic i a predir-ne el comportament fenològic (Marco 1991).

L'expansió territorial de *Cydalima perspectalis* a la Garrotxa

Quan *C. perspectalis* va arribar a la Garrotxa, el 2014, les boixedes de les fondalades humides, de vora torrents o de vessants obacs ja estaven en un estat de conservació

precarí a causa de l'atac d'un fong. Aquesta malura, de la qual encara avui es desconeix l'espècie responsable, es va detectar per primer cop el 2008 a la Vall de Bianya, i ha anat provocant danys en anys successius, si bé la intensitat i l'abast han fluctuat segons la mitjana i el règim de distribució anual de les precipitacions. A principis del 2018 s'estimava que la superfície de la Garrotxa afectada per aquest fong era de 2.000 ha.

Tant bon punt va irrompre *C. perspectalis* a Besalú es va posar en coneixement dels organismes amb competències en la matèria: el Servei de Sanitat Vegetal del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, el Servei de Flora i Fauna del Departament de Territori i Sostenibilitat i el CREAM, organisme que coordina el projecte EXOCAT, que conté una base de dades sobre espècies exòtiques invasores. En els anys posteriors a l'arribada de *C. perspectalis* a la Garrotxa, els danys es van concentrar, principalment, en tanques ornamentals de jardins particulars i d'espais públics urbans. També es va produir alguna afectació, tanmateix força incipient, en petits rodals de boxedes naturals dels municipis de la vall del Fluvià (Guzmán 2015). Els ciutadans primer detectaven els danys sobre els seus boxos i després ho relacionaven amb la presència d'una papallona que volejava a prop, mai vista fins llavors. El 2016, la invasió va continuar avançant cap a l'oest, aparentment d'una manera força lenta. En aquell moment, els ciutadans de la Garrotxa encara no tenien una consciència real de l'amenaça que representava *C. perspectalis*. En canvi, l'any següent, el 2017, ja es van produir danys greus en les boxedes naturals de la Garrotxa, i el juliol d'aquell any, els boxos de l'arbreda monumental del Parc Nou van quedar seriosament afectats. La magnitud dels danys va obligar a reforçar les accions comunicatives amb la ciutadania, que, ara sí, es va adonar del problema real de la invasió. El 2018, a mesura que *C. perspectalis* va anar avançant i incrementant els seus efectius demogràfics, també va augmentar el nombre de ciutadans que informaven de les molèsties associades a la massiva presència d'erugues i reclamaven solucions per als seus boxos. Actualment, a la Garrotxa, la invasió ja és coneguda arreu i per tothom, perquè s'ha estès per tota la comarca, excepte els cims per sobre dels 1.000 m, com el Comanegra, el pic de les Bruixes i Sant Marc, a l'Alta Garrotxa, o el Puigsacalm, a la Serralada Transversal. I avança de manera implacable cap a comarques veïnes.

Objectius

Després de veure l'abast real dels danys que havia provocat *C. perspectalis* a les boxedes de la Garrotxa, a principis del 2018 es va dissenyar un seguiment de l'espècie que tenia els següents objectius:

Contribuir a millorar l'estat de coneixement del cicle biològic de *C. perspectalis* a partir del seguiment de totes les fases de desenvolupament de l'espècie.

Saber quantes generacions anuals és capaç de completar *C. perspectalis* a la Garrotxa per esbrinar la seva fenologia.

Identificar en quins moments de l'any hi ha erugues menjant boix, una dada fonamental per a qui es planteja aplicar tractaments fitosanitaris, i en quines setmanes es produeix el vol dels adults, atès que és el període de màxima dispersió de l'espècie cap a altres zones.

Determinar l'avanç territorial de la invasió a la Garrotxa.

Disposar d'una informació bàsica sobre la biologia de l'espècie per transferir a altres territoris que encara no han patit els efectes de la papallona del boix.

Material i mètodes

Justificació de la selecció de les parcel·les i descripció de les localitats

Per establir el cicle biològic de *C. perspectalis* a la Garrotxa i determinar la fenologia dels adults es van seleccionar cinc parcel·les experimentals les característiques de les quals es descriuen a continuació i es resumeixen a les figures 1 i 2 i a la taula 1.

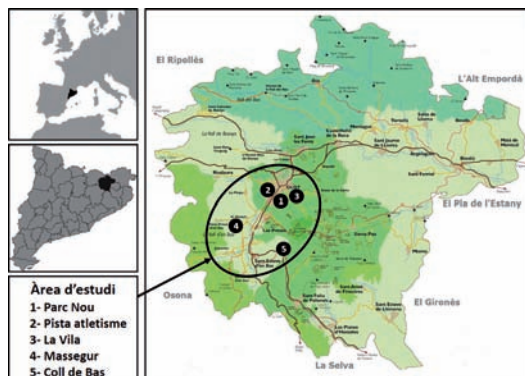


Fig. 1 Situació de les cinc parcel·les de seguiment dins l'àrea d'estudi a la comarca de la Garrotxa (Font: base cartogràfica de Turisme Garrotxa).



Fig. 2 Detall de l'àrea de seguiment amb la situació de les cinc parcel·les d'estudi. L'ortofotomapa permet diferenciar les àrees forestals de les zones urbanes i de les zones agrícoles (Font: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya)

Taula 1 Característiques principals de les cinc parcel·les estudiades.

| | Parc Nou | pista d'atletisme | la Vila | Massegur | Coll de Bas |
|-------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Municipi | Olot | Olot | Olot | La Vall d'en Bas | Sant Feliu de Pallerols |
| Coordenades (ETRS89) | x: 457139 y: 4668929 | x: 455980 y: 4669077 | x: 458725 y: 4669463 | x: 452827 y: 4666250 | x: 457929 y: 4663206 |
| Altitud (m) | 440 | 450 | 495 | 475 | 600 |
| Orientació | so | so | W | so | SW |
| Substrat | Basalts | Basalts | Basalts | Terrassa fluvial | Gresos |
| Superfície | ~ 2 ha | ~ 2 ha | ~ 1 ha | ~ 1 ha | ~ 1 ha |
| Tipus de bosc | Roureda de roure pèñol | Roureda de roure pèñol | Roureda de roure martinenc | Bosc de ribera | Alzinar muntanyenc |
| Connectivitat | No | Sí | Sí | No | Sí |
| Afectació 2017 | Total | Total | Total | Inapreciable | Inapreciable |
| Nombre de trampes | 8 | 8 | 4 | 4 | 4 |

so: sense orientació

Un dels criteris que més van prevaler a l'hora de seleccionar les parcel·les va ser que totes presentessin una estructura forestal semblant; és a dir, que els boxos fossin l'espècie dominant en l'estrat arbustiu. Un segon criteri va ser que estiguessin col·locades a banda i banda del front d'invasió. I, finalment, el tercer criteri va ser que fossin parcel·les de fàcil accés. Així, doncs, es van establir dos grups de parcel·les; per una banda, les tres de la rodalia de la ciutat d'Olot, que ja havien estat afectades per l'atac del 2017, i, per altra banda, les dues de la Vall d'en Bas, que començaven a mostrar els primers símptomes, però on els boxos encara mantenien la totalitat de les fulles.

La parcel·la del Parc Nou està situada al centre de la ciutat d'Olot, dins d'un parc urbà on es conserva un petit però valuós reducte de roureda de roure pèñol (*Isoopyro-querquetum roboris*), el tipus de bosc potencial de la cubeta olotina. La major part de la zona boscosa del parc manté un sotabosc de boix força dens. Dins del parc també hi ha una zona enjardinada amb moltes tanques de boix que ressegueixen els camins i delimiten les zones de prat i les zones arbrades.

La parcel·la que hem anomenat pista d'atletisme correspon a una zona periurbana al SW d'Olot. En aquest espai encara es conserven clapes de rouredes de roure pèñol combinades amb zones cultivades i vestigis d'antigues artigues que dibuixen un divers mosaic natural al costat de la riba dreta del riu Fluvià.

La tercera parcel·la, la del bosc de la Vila, és un rodal esclarissat de roureda de roure martinenc (*Buxo-Quercetum pubescentis*) amb sotabosc de boix situat als límits de la ciutat; en aquest cas, a la zona SE d'Olot, al peu de l'altiplà basàltic de Batet de la Serra.

La parcel·la de Massegur és a Sant Privat d'en Bas, municipi de la Vall d'en Bas. Ressegueix el bosc de ribera del riu Gurn durant uns centenars de metres. Es tracta d'una boixeda densa que no presenta cap tipus de connexió amb altres formacions vegetals amb boix, ja que està envoltada de camps de conreu i tampoc té continuïtat al llarg del bosc de ribera.

I, finalment, la parcel·la de Coll de Bas, emplaçada entre la Vall d'en Bas i la vall del Brugent, just al coll que separa les conques dels rius Fluvià i Ter. És la parcel·la que es troba a més altitud, 600 m, i és dins d'un alzinar muntanyenc (*Quercetum mediterraneo-montanum*). L'àrea objecte de seguiment forma part d'un continu amb altres formacions boscoses amb boix, tant pel vessant solell de la serra del Corb com per l'obaga del serrat de la Calcina.

Trampeig amb feromones

Per poder fer el seguiment del període de vol, a cada parcel·la s'hi van col·locar trames de feromones tipus Funnel (Fig. 3). Aquest tipus de trampa s'ha demostrat efectiu per monitoritzar *C. perspectalis* en altres zones d'Europa (Santi *et al.* 2015; Göttig & Herz 2017). Les feromones utilitzades van ser les desenvolupades per l'empresa Pherobank BV juntament amb diversos centres de recerca. Es basen en una barreja de proporcions diferents de dos dels components principals actius de les feromones que les femelles de *C. perspectalis* alliberen a l'aire per atreure els mascles (Göttig & Herz 2017). Els components actius Z-11 hexadecenal i E-11 hexadecenal són els que es van mostrar més efectius en els assajos de camp fets per testar la seva especificitat per als mascles



Fig. 3 Trampa de feromones Funnel.

de l'espècie (Kawazu *et al.* 2007; Kim & Park 2013). Aquestes feromones es van col·locar a les cistelles de les trampes Funnel contingudes en vials blancs de polietilè. En total es van instal·lar 28 trampes repartides en funció de la superfície de les parcel·les (4 trampes/ha). Aquestes trampes es van revisar, setmanalment, des del 6.III.2018 fins al 13.XI.2018. Per tant, en total es van fer 37 comptatges. Per al tractament de les dades i la confecció dels gràfics referents a la fenologia dels adults s'ha utilitzat com a valor el nombre d'individus per trampa; és a dir, la mitjana de les captures de totes les trampes instal·lades a cada parcel·la.

Seguiment del cycle biològic

Per al seguiment del cycle biològic de l'espècie, a cadascuna de les parcel·les es van escollir dos boxos diferents i en cadascun es va delimitar una superfície de 0,5 m²; és a dir, que en cada zona d'estudi es va escollir un metre quadrat de superfície de boix. A les parcel·les de la pista d'atletisme, la Vila, Massegur i Coll de Bas es van escollir dos boxos representatius de l'estrat arbustiu de la parcel·la; en canvi, al Parc Nou, la superfície escollida va ser una tanca de boix.

Per complementar aquesta part de l'estudi, també es va mostrejar en una altra tanca ornamental de boix situada a prop de l'estació d'autobusos d'Olot, dins la trama urbana de la ciutat. Les dades obtingudes en aquestes dues parcel·les amb tanques artificials de boix, la del Parc Nou i la de l'estació d'autobusos, també s'han utilitzat per a un altre estudi relacionat amb el desenvolupament de mètodes per a una gestió integrada d'aquest cràmbid en boxos ornamentals (Las Heras *et al.* 2019).

Igual que en el cas anterior, des del 6.III.2018 i durant 37 setmanes consecutives, en cadascuna de les superfícies de mostreig es van comptar les postes d'ous, les larves (separant les petites, L1-L4, i les grans, L5-L7), les pupes i els capolls hivernals. A la fitxa de camp també s'annotava l'estat d'afectació del boix observat amb una escala de 0 a 5 (0: sense afectació i 5: totalment defoliat).

Mètode de càlcul dels graus-dia

Per al càlcul dels graus-dia necessaris per al desenvolupament de cadascuna de les fases del cycle biològic de *C. perspectalis* es necessita, per una banda, el registre diari de temperatures de l'estació meteorològica més propera al lloc on es fa l'estudi i, per l'altra, la temperatura llindar per sota de la qual l'individu no es desenvolupa. En el present estudi, les dades de temperatura s'han obtingut de l'estació meteorològica tipus Davis Vantage Vue situada al Mallol, a la Vall d'en Bas (42°10'16"N - 2°28'48"E), i de l'estació meteorològica d'Olot, emplaçada al Parc Nou (Estació AEMET) (42°07' 58"N - 2°26'33"E).

La temperatura llindar s'ha de calcular de manera experimental en condicions controlades al laboratori; d'aquesta manera es pot obtenir una temperatura llindar per a ous, larves i pupes. En experiments fets al Japó (Maruyama & Shinkaji 1987), aquests càlculs han donat 11,6 °C, 10,1 °C i 12,01 °C per a ous, larves i pupes, respectivament. En canvi, en uns estudis fets a Suïssa (Nacambo *et al.* 2014), els valors que es van donar van ser

10,9 °C, 8,4 °C i 11,5 °C. Les diferències observades entre aquests dos treballs s'atribueixen a la diferència latitudinal de les dues poblacions de papallones estudiades. S'ha observat que la temperatura llindar de desenvolupament decreix quan augmenta la latitud i que es correlacionen significativament per a ous, larves i pupes (Honěk 1996). Per tant, tenint en compte la situació geogràfica de la Garrotxa, s'han extrapolat les temperatures llindar per a cada fase de desenvolupament i s'han agafat per als càlculs els següents valors de referència: 11,2 °C per a ous, 9,2 °C per a larves i 11,7 °C per a pupes.

El mètode utilitzat per al càlcul dels graus-dia ha estat el Mètode de la Mitjana Modificada, descrit de manera senzilla i gràfica a Herms (2004), que es basa en la diferència entre la temperatura mitjana diària i la temperatura llindar per sota de la qual l'individu no es desenvolupa. Aquest mètode té en compte i corregeix aquelles situacions típiques de la primavera en què la temperatura mitjana està per sota de la temperatura llindar, però durant les hores centrals del dia la temperatura és prou elevada per permetre el desenvolupament de l'individu. La suma de tots els graus-dia ens dona un valor que representa els graus totals que necessita acumular un individu per desenvolupar una de les fases del seu cicle biològic o la totalitat del cicle.

Per obtenir un valor final per a cadascuna de les generacions, per un costat s'han tingut en compte els graus-dia que necessita acumular la femella abans de pondre els ous, que estan al voltant de 40 °C (Maruyama & Shinkaji 1987), i, per l'altre, en tractar-se d'un assaig de camp en què les dades de fenologia s'agafaven setmanalment, s'ha escollit el dia mitjà de les setmanes en les quals hi havia un canvi de fase de desenvolupament; és a dir, que el dia en què, per exemple, es comptaven ous per primera vegada, se suposava que ja feia tres dies que la femella els havia post. Els graus-dia de la generació hivernal s'han obtingut tenint en compte que durant el període de diàpauza no acumulen calor i, per tant, només s'utilitzen per al còmput total els graus que acumulen els ous i les larves de primers estadis abans de formar el capoll hivernal i tots els graus-dia que acumulen a partir del moment en què surten de la diàpauza, completen la vida larvària i passen per l'estadi de pupa.

Resultats

Període de vol de *Cydalima perspectalis* a la Garrotxa

Les dades obtingudes amb les captures setmanals d'adults amb les trampes de feromones han permès establir el període de vol de l'espècie a la Garrotxa (Fig. 4). Els primers adults es van capturar el dia 5.VI.2018, i els darrers, el 30.X.2018. La fenologia de vol de *C. perspectalis* a la Garrotxa el 2018 es va caracteritzar per un primer període que es va iniciar a principis de juny, va presentar el seu màxim el 26.VI.2018 i es va acabar a finals de juliol. A totes les localitats estudiades, aquest primer pic d'activitat va ser molt semblant, tot i que, a Coll de Bas i a Massegur, els valors obtinguts són molt més elevats que en els altres punts de seguiment. A la Vila i al Parc Nou, aquest pic es va retardar una o dues setmanes, però sempre quedant inclòs en el període de vol global.

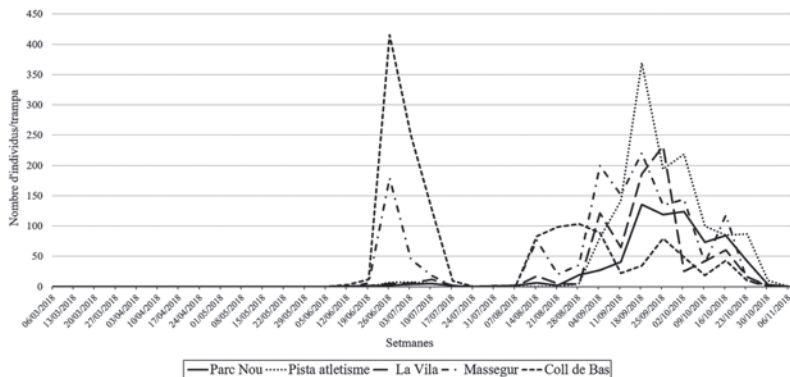


Fig. 4 Fenologia de vol dels adults de *Cydalima perspectalis* des del 6.III.2018 fins al 6.XI.2018 per a cadascuna de les localitats estudiades (Parc Nou, pista d'atletisme, la Vila, Masseguer i Coll de Bas).

Després de dues setmanes gairebé sense activitat, durant la primera d'agost es va iniciar un segon període de vol dels adults que es va allargar fins a la darrera setmana d'octubre. La corba de vol a les cinc localitats és diferent, però segueix un mateix patró, amb diversos pics d'activitat. A Coll de Bas es detecten tres pics d'activitat, el primer dels quals s'allarga cinc setmanes. En canvi, a Masseguer es poden observar fins a cinc pics que es distribueixen al llarg d'aquest segon període de vol.

La mitjana de tot el període de vol a tota la zona estudiada mostra clarament, per a aquesta segona fase de vol dels adults, fins a quatre pics d'activitat (Fig. 5). El primer, que té un màxim el 14 d'agost, s'observa a les cinc parcel·les d'estudi. A continuació hi ha un segon pic el 4.IX.2018, i el punt màxim d'activitat es concentra el 18.IX.2018. Finalment, el dia 16.X.2018 s'observa clarament un darrer pic d'activitat.

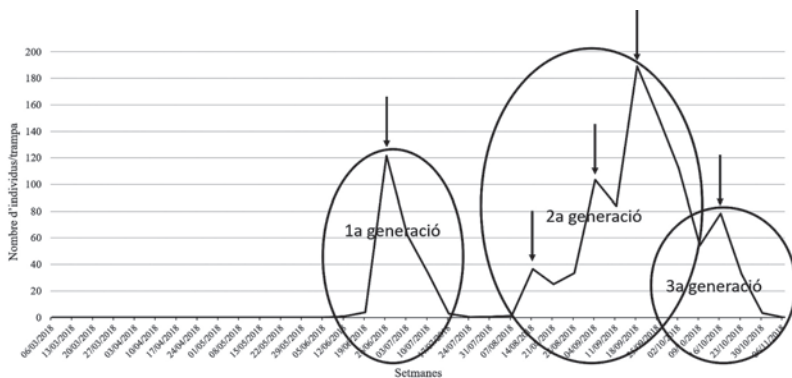


Fig. 5 Fenologia de vol dels adults de *Cydalima perspectalis* a tota la zona estudiada (mitjana de les dades de totes les parcel·les) amb la representació dels pics de vol i de les diferents generacions que ha completat durant el 2018.

A les parcel·les que no havien estat atacades el 2017, és a dir, Massegur i Coll de Bas, els resultats han estat diferents, ja que tots els boixos estaven aparentment en perfecte estat a l'inici de la primavera i, per tant, la disponibilitat d'aliment per a les larves, que encara estaven protegides dins els capolls hivernals, era absoluta.

A la parcel·la de Massegur (Fig. 7), durant els mesos de març, abril, maig i juny, el cicle biològic de l'espècie es va desenvolupar sense cap mena de limitació, i es van observar les primeres larves que començaven a menjar a mitjans de març i com aquestes larves anaven creixent, passant per tots els estadis de desenvolupament fins a pupar a partir del quinze de maig. D'aquestes pupes, es van detectar els primers adults el 12.VI.2018 i al cap de dues setmanes es va arribar al pic màxim d'activitat. Paral·lelament, aquests adults van tornar a pondre ous i el 10.VII.2018 ja es van comptar les primeres larves que menjaven fulles dels boixos. L'explosió del nombre de larves va ser molt alta durant la següent setmana, i, el 24.VII.2018, tots els boixos de la parcel·la van quedar totalment defoliats i ja només es van detectar unes quantes erugues petites i algunes de grans que al llarg de les setmanes següents es van anar veient al damunt de les branques de boix consumint l'escorça i amb poca capacitat per completar el cicle biològic. D'aquesta generació d'erugues no se'n van observar pupes, tot i que és possible que algunes de les larves poguessin completar el seu desenvolupament i pupessin en altres espècies arbòries i arbustives de l'entorn. A partir de la primera setmana d'agost es van tornar a capturar adults, però en aquesta parcel·la de la Vall d'en Bas ja no es van observar rebrotos, almenys fins al final del període de seguiment, a les primeres setmanes de novembre. Per tant, cap altre individu de l'espècie va completar el seu cicle en aquesta zona.

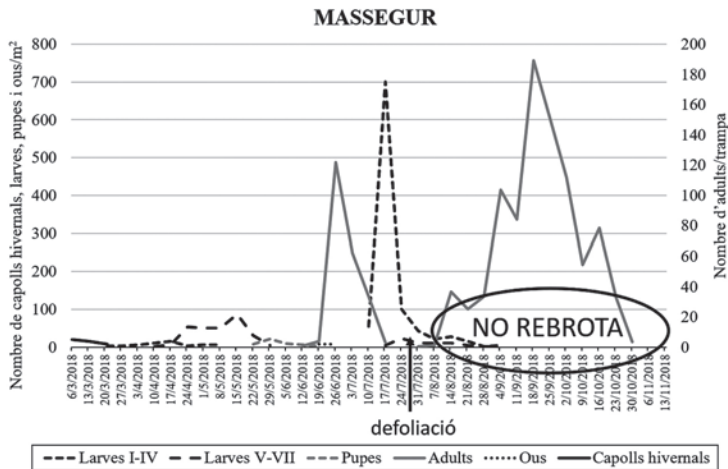


Fig. 7 Seguiment setmanal de les fases de desenvolupament de *Cydalima perspectalis* (ous, larves, pupes i capolls hivernals –eix vertical esquerre–) a la parcel·la de Massegur. Com a referència s'afegeix la fenologia mitjana dels adults –eix vertical dret– resultat del seguiment de les diferents parcel·les estudiades.

La parcel·la de coll de Bas era la menys alterada a l'inici de la temporada i la que presentava unes característiques més forestals de tot l'estudi. L'evolució de les diferents fases de desenvolupament de *C. perspectalis* va seguir un patró molt semblant al de Massegur (Fig. 8); és a dir, que, mentre hi va haver disponibilitat d'aliment per a les larves, l'espècie va completar de manera normal tot el cicle biològic, però, a partir del moment que la defoliació va ser total (última setmana de juliol), la població es va col·lapsar i les larves es van morir per falta d'aliment. En aquesta zona es van trobar centenars de larves mortes i altres de moribundes a terra, damunt de les roques nues, que migraven dels boixos defoliats per intentar trobar-ne d'altres que encara tinguessin fulles. La diferència respecte a la parcel·la de Massegur va ser que, a partir de mitjans de setembre, la major part dels boixos de la zona van tornar a rebrotar i, per tant, els adults que volaven per Coll de Bas provinents d'altres zones on havien pogut completar el cicle van trobar lloc per fer-hi les postes. D'aquesta manera, a partir del 25.IX.2018 es van tornar a localitzar larves de primers estadis i capolls hivernals, que ja es van mantenir fins a les darreres setmanes de mostreig.

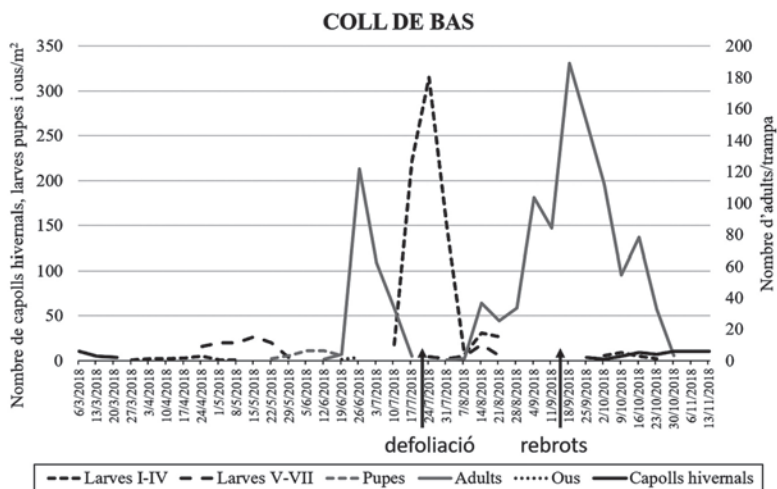


Fig. 8 Seguiment setmanal de les fases de desenvolupament de *Cydalisma perspectalis* (ous, larves, pupes i capolls hivernals –eix vertical esquerre–) a Coll de Bas. Com a referència s'afegeix la fenologia mitjana dels adults –eix vertical dret– resultat del seguiment de les diferents parcel·les estudiades.

La parcel·la experimental de l'estació d'autobusos d'Olot és una tanca artificial de boix situada al bell mig de la ciutat. La seqüència fenològica que es va observar en aquesta tanca mostra totes les fases de desenvolupament de tots els estadis del cicle biològic i de totes les generacions de l'any (Fig. 9). Això es va poder observar perquè la tanca va quedar afectada per la pressió de les erugues, però en cap moment de l'any

va quedar defoliada del tot, i per això les larves de les diferents generacions sempre van desaparèixer d'aliment.

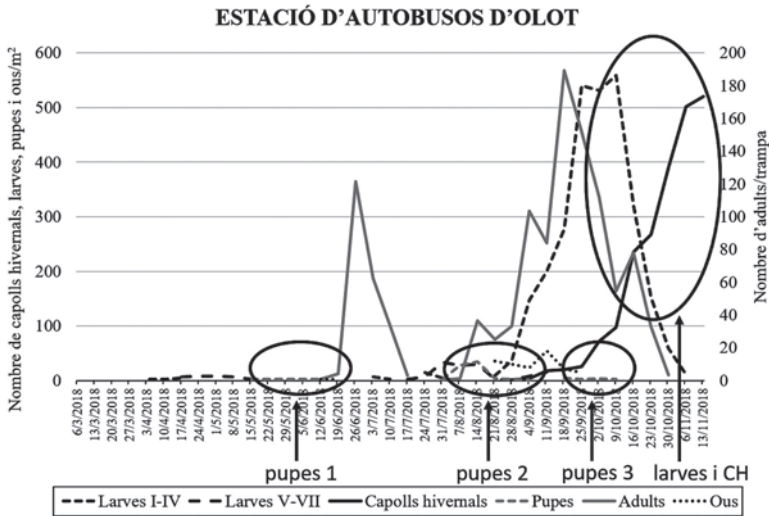


Fig. 9 Seguiment setmanal de les fases de desenvolupament de *Cydalima perspectalis* (ous, larves, pupes i capolls hivernals –eix vertical esquerre–) a la parcel·la de l'estació d'autobusos d'Olot. Com a referència s'afegeix la fenologia mitjana dels adults –eix vertical dret– resultat del seguiment de les diferents parcel·les estudiades.

Per aquesta raó es van poder observar pupes en tres moments de l'any: el primer, a partir de mitjans de maig, que va donar la primera generació d'adults; el segon, a partir del 31.VII.2018, que s'allarga sis setmanes i dona lloc a la segona generació de papallones, i el tercer període de pupes, a partir del 18.IX.2018 i que són les crisàlides de les quals neixen els adults de la tercera generació. Una altra cosa que es veu bé en aquest gràfic és que, de la gran quantitat de larves que van néixer a partir del 21.VIII.2018, unes quantes van créixer, van passar per tots els estadis de desenvolupament, es van transformar en pupes i en van néixer els adults, però la gran majoria, sobretot les que van néixer a partir de finals d'agost, ja no van passar de l'estadi L2 o L3, sinó que van començar a formar els capolls hivernals i a entrar en diàpauza. Per aquesta raó, a mesura que avançaven les setmanes es van anar veient menys larves d'estadis primerencs i més capolls hivernals. El primer capoll hivernal que es va observar en aquesta parcel·la va ser el 28.VIII.2018.

El càlcul dels grau-dia per a cadascuna de les fases de desenvolupament ha donat els resultats de la taula 2. Els graus acumulats per les femelles abans de l'oviposició s'han extret de la bibliografia (Maruyama & Shinkaji 1987) i s'han aproximat amb els dies

Taula 2 Graus-dia acumulats per a cadascuna de les fases de desenvolupament i per al total del cicle de *Cydalima perspectalis*.

| Cicle biològic | 1a generació | 2a generació | 3a generació |
|----------------|--------------|--------------|--------------|
| Preoviposició | 36,3 | 42,2 | 41,1 |
| Ous | 59,5 | 58,6 | 54,2 |
| Larves | 449,0 | 404,7 | 401,3 |
| Pupes | 148,4 | 145,1 | 95,7 |
| Total cicle | 693,2 | 650,6 | 592,3 |

necessaris per arribar al mínim. Els valors de les tres generacions són molt semblants, i la primera és la que necessita acumular més graus-dia per desenvolupar-se, mentre que la tercera és la que en necessita menys.

Discussió

Tal com s'ha vist als gràfics dels resultats, durant l'any 2018, a la Garrotxa, *C. perspectalis* va completar tres generacions d'adults. Els primers adults, corresponents a la primera generació, van néixer a principis de juny, una emergència que concorda amb les dades d'altres països on la papallona també presenta tres generacions, com poden ser Itàlia o el Japó (Santi *et al.* 2015; Maruyama & Shinkaji 1987). Però en aquestes mateixes dates també inicien el primer període de vol als llocs on només completen dues generacions; és el cas de Corea, Suïssa o Alemanya (Park 2008; Nacambo *et al.* 2014; Göttig & Herz 2017). Només en llocs on presenten quatre o cinc generacions tenen una primera generació més primerenca, que pot començar a principis de maig a la Xina (Wang 2008) o els primers dies d'abril a Galícia (Pérez-Otero *et al.* 2018). Aquest primer pic d'activitat, que en el nostre cas va tenir el seu màxim el 26.VI.2018, és molt elevat en dues de les parcel·les (Massegur i coll de Bas), que és on la disponibilitat d'aliment era òptima i, per tant, molts dels adults que emergien eren atrets per les feromones de les trampes. En les altres parcel·les, les que havien patit una defoliació severa el 2017, les erugues que sortien de la diapausa hivernal només disposaven de l'aliment que els proporcionaven els pocs rebrots que els boixos havien estat capaços de produir.

La gran quantitat d'adults que van emergir es va traduir en moltes postes i una generació d'erugues quantitativament molt elevada. Amb més o menys intensitat, aquest fet, que es va donar en totes les parcel·les, va fer que les poblacions d'erugues es col·lapsessin per manca d'aliment. Del contingent d'erugues, una part van morir, altres van intentar desplaçar-se mitjançant fils de seda per trobar més recursos alimentaris i una altra part va aconseguir completar el cicle. Gairebé totes les larves que van poder crisalidar ho van fer fora dels boixos, que no tenien fulles, i les erugues sempre busquen les fulles per construir un capoll protector. Es van poder observar pupes en fulles d'aurons (*Acer campestre*), robinies (*Robinia pseudoacacia*), aranyoners (*Prunus spinosa*) i evònims

(*Euonymus europaeus*). Tot i que se'n van buscar, no es van detectar crisàlides arran de terra.

A totes les zones estudiades, la segona generació va començar a principis d'agost. És un pic petit que correspon als pocs exemplars nascuts al mateix lloc i que van poder completar el seu cicle biològic després de la defoliació. Aquest pic de vol només es va mantenir constant durant unes quantes setmanes a Coll de Bas, ja que era la zona més boscosa de l'estudi i la massa de boixos estudiada estava connectada amb altres boscos amb molta presència de boix al sotabosc. Encara que la defoliació va ser severa a tota la parcel·la, en haver-hi molta més quantitat de boix als voltants de la parcel·la, es van continuar capturant adults.

El gran pic d'activitat d'aquesta segona generació es va produir entre finals d'agost i principis d'octubre. La major part de les captures eren de papallones provinents d'altres zones de la comarca que, en dispersar-se per trobar aliment, arribaven a les zones d'estudi i queien a les trampes de feromones. La capacitat de vol dels adults de *C. perspectalis* és elevada i poden cobrir grans distàncies i estendre's ràpidament en pocs anys (Leuthardt *et al.* 2010). La gran quantitat de boixos que hi ha a tota la zona del massís del Puigsacalm i zones pròximes, que encara no havien estat defoliades, van permetre que les papallones completessin el cicle biològic amb èxit i es dispersessin amb facilitat i en quantitat per tota la Vall d'en Bas. Així, el pic d'activitat observat a la parcel·la de Masegur va ser causat per aquestes papallones en dispersió provinents de masses de boix que no havien quedat defoliades durant la primera generació del 2018. Per altra banda, la papallona del boix, igual que molts altres insectes, se sent fortament atreta per les fonts de llum (Nacambo *et al.* 2014; Göttig & Herz 2017) i durant els anys 2017 i 2018 es van observar grans quantitats d'adults volant a l'entorn de fanals de pobles i ciutats i acostant-se a qualsevol punt de llum, fins i tot entrant de manera nombrosa en molts habitatges. Aquest fototropisme positiu explicaria les importants captures d'adults a les parcel·les properes a la ciutat d'Olot, que en un primer moment es veurien atrets per la llum i llavors seguirien els rastres olorosos de les feromones. Aquest fet es va produir especialment a la parcel·la de la pista d'atletisme. En els seus grans i potents focus s'hi agrupaven núvols de papallones durant les nits del mes de setembre (dies més curts).

A la major part dels territoris estudiats, la segona generació és més abundant que la primera (Santi *et al.* 2015; Göttig & Herz 2017). A la Garrotxa, agafant la mitjana de les cinc parcel·les mostrejades, també es va donar aquest fet. Però si ens fixem en la parcel·la de Coll de Bas, veiem que és al revés, ja que la població es va col·lapsar i les erugues que havien de donar la segona generació de papallones no es van poder desenvolupar. Aquest fet hauria passat igualment a les altres zones estudiades i a tota l'àrea fortament afectada, però la dispersió i l'atracció lumínica van fer que els valors obtinguts per als adults fossin semblants als d'una zona on la quantitat d'aliment no hagués estat un factor limitant.

L'inici de la tercera generació cal situar-lo a finals de setembre, quan van començar a néixer els adults. És un pic que s'observa clarament a totes les parcel·les, amb un mà-

xim el 16.X.2018, si bé a la pista d'atletisme està una mica desplaçat. Tot i això, l'últim dia que s'observen adults és el 30.X.2018. Aquesta data coincideix amb una baixada dràstica de les temperatures durant l'última setmana, de 6 °C de mitjana en les mínimes, i amb les primeres glaçades de la tardor. Aquesta tercera generació queda una mica emmascarada per la gran i àmplia segona generació, però queda confirmada del tot si ens fixem en l'evolució dels estadis preimaginals i en la quantitat de calor acumulada per cadascuna de les generacions (graus-dia).

En la figura 9, corresponent a l'estació d'autobusos d'Olot, s'observa clarament una tercera generació de pupes que s'inicia a mitjans de setembre i dona lloc als adults que emergeixen a finals d'aquest mes. Només les larves nascudes del primer pic d'activitat de la segona generació van ser capaces de completar el cicle, ja que, segons Maruyama & Shinkaji (1993), només les larves joves són susceptibles a la inducció de la diapausa quan les hores de llum diària baixen per sota d'un determinat valor, que pot variar en funció de la temperatura i de la situació geogràfica. Nacambo *et al.* (2014) situen aquesta temperatura en 13,5 hores de llum, que en el cas de la Garrotxa coincideix amb els últims dies d'agost. Per tant, totes les larves que a finals d'agost havien superat l'estadi crític per entrar en diapausa van ser capaces de completar el cicle i donar la tercera generació d'adults. En canvi, la gran majoria que tot just en aquells dies naixien o eren molt petites van començar a entrar en diapausa. De fet, els primers capolls hivernals es van observar el 28.VIII.2018 i el gran contingent de larves petites que anaven emergint dels ous van seguir el mateix camí. Les darreres larves d'estadis L1, L2 o L3 que es van observar a finals d'octubre i principis de novembre correspondrien a les nascudes de la tercera generació d'adults. Tot i això, és difícil saber quina quantitat de descendents d'aquesta darrera generació són capaços de sobreviure (Nacambo *et al.* 2014). En qual-sevol cas, de les larves que surtin de la diapausa hivernal l'any 2019, la gran majoria correspondran a la segona generació d'adults del 2018, però n'hi haurà unes quantes que seran d'aquesta tercera generació.

Les dades referents als graus-dia (GD) acumulats per a cada fase de desenvolupament i les globals establertes per a cada generació mostren clarament que a la zona de la Garrotxa és del tot factible que al llarg de l'any hi hagi tres generacions. Els valors obtinguts han estat calculats observant els cicles biològics al camp i recollint mostres setmanalment, a diferència d'altres llocs on també s'han calculat aquests graus-dia necessaris, cosa que s'ha fet al laboratori en condicions controlades (Maruyama & Shinkaji 1987; Nacambo *et al.* 2014). En condicions naturals, per a la generació hivernal de larves, és complicat observar i decidir exactament quan surten de la diapausa i com els afecten els canvis sobtats de temperatures de l'inici de la primavera, cosa que pot fer subestimar o sobrevalorar els graus-dia necessaris per completar el cicle larvari d'aquesta generació hivernal. Tenint en compte això, els graus-dia necessaris per completar el cicle en la generació hivernal a la Garrotxa són més elevats que els detectats al Japó, on també completa tres generacions (Maruyama & Shinkaji 1987) (693 GD vs. 445 GD). En canvi, per a la segona i la tercera generacions, els valors són molt iguals (entre 590 GD i 650 GD). Si ho comparem amb el que s'ha observat a Suïssa (Nacambo

et al. 2014), veiem que els valors per a les dues generacions són molt més elevats a la Garrotxa (693 GD vs. 518 GD per a la primera generació i 650 GD vs. 430 GD per a la segona generació). En general, les diferències latitudinals i de clima de les tres regions comentades podrien explicar, en part, les diferències de graus-dia acumulats per les últimes generacions de cada lloc, a causa de la variació de la temperatura llindar de desenvolupament que necessiten les papallones en diferents latituds (Honěk 1996). Per altra banda, les variacions dels graus-dia de les primeres generacions estarien relacionades amb les diferències d'estadis larvaris amb què hiberna aquesta espècie en les diverses regions (Nacambo *et al.* 2014).

La possibilitat que en una regió determinada el nombre de generacions variï d'un any a l'altre és del tot factible, però condicionada pel règim de temperatures anuals, que és variable, i el fotoperíode, que és constant. A la Garrotxa s'ha vist que les primeres erugues surten de la diapausa hivernal durant la primera quinzena de març i estan del tot actives durant l'abril. En aquests mesos acumulen pocs graus-dia i per aquesta raó és difícil pensar que hi podria haver una generació abans de mitjans de maig. Per altra banda, que es pugui completar amb èxit una tercera generació depèn més de la quantitat d'hores de llum que no pas dels graus-dia acumulats. Per aquestes raons, a la Garrotxa hi podria haver només dues generacions els anys més freds o tres els anys més càlids. En aquest darrer cas, hi podria haver un avançament de la primera generació i la tercera seria més gran i més completa. La durada dels tres cicles biològics que ha completat l'espècie a la Garrotxa durant el 2018 concorda amb les dades obtingudes per Oltean *et al.* (2017) en un assaig de camp fet en una zona al nord-oest de Romania.

Conclusions

Per copsar l'abast real de la invasió de *C. perspectalis* i per a l'hipotètic cas de plantejar alguna mesura de gestió és fonamental disposar de dades pròpies relatives al seu cicle biològic al nostre país. El 2018, a la Garrotxa, *C. perspectalis* va completar tres generacions. La seqüència en el cas dels adults va ser: primera generació, del 5.VI al 31.VII (57 dies); segona generació, del 7.VIII al 13.X (68 dies), i tercera generació, del 28.IX al 30.X (33 dies). Si fem la seqüència global incloent-hi totes les fases de desenvolupament, és a dir, d'ou a adult, tindríem: primera generació, del 3.X.2017 al 5.VI (246 dies); segona generació, del 9.VI al 3.VIII (56 dies), i tercera generació, del 7.VIII al 28.IX (53 dies). S'observa clarament una tercera generació parcial; és a dir, que no tots els ous postos per les femelles de la segona generació completen un nou cicle biològic. Aquesta tercera generació pot quedar dissimulada per la nombrosa segona generació.

La disponibilitat d'aliment és un factor clarament determinant. Quan s'ha esgotat, les erugues de *C. perspectalis* fabriquen fils de seda per desplaçar-se uns quants metres a la recerca de nous boixos. Com a alternativa a la manca de fulles també mengen l'escorça dels branquillons més prims del boix, però també es van observar erugues rossegant l'escorça del mateix tronc i, si ni així és possible mantenir la quantitat d'erugues,

la població es col·lapsa. El comportament invasor d'aquesta espècie, amb l'atac massiu de la planta nutricia i la total defoliació, fa que els patrons fenològics que segueix siguin diferents o puguin variar respecte a espècies autòctones.

L'ús de trames de feromones per establir la relació entre l'aliment disponible i el nombre d'adults capturats es pot veure interferit pels adults atrets d'indrets propers, si és que hi ha focus de llum que els atreuen, com, per exemple, zones urbanes amb molta contaminació lumínica. Aquests exemplars que s'acosten massivament a les fonts de llum són els que després cauen a les trames de feromones. Quan la boixeda és molt contínua i extensa o hi ha grans extensions de boixos a prop de les parcel·les experimentals, també hi haurà abundants captures a les trames de feromones.

Altres factors que intervenen en el nombre de generacions d'adults en un any són les variables climàtiques (sobretot la temperatura) i el fotoperíode. S'han pogut calcular els graus-dia que necessita cadascuna de les generacions per completar el cicle biològic i s'ha establert en 693,2 GD per a la primera, 650,6 GD per a la segona i 592,3 GD per a la tercera. Una primavera suau pot afavorir un inici primerenc de l'activitat larvària i, en conseqüència, un avançament de la primera generació d'adults. No obstant això, tenint en compte les dades climàtiques de la Garrotxa, difícilment l'espècie completarà el cicle abans del mes de maig. Els cicles biològics anuals de l'espècie es veuen molt influïts per la quantitat d'hores de llum diàries i, encara que les temperatures dels mesos de setembre i octubre siguin benignes, les larves que neixin més tard de finals d'agost amb menys de tretze hores de llum ja entren en diapausa i no poden completar una altra generació.

La invasió biològica de *C. perspectalis* a la Garrotxa constitueix un preludi del que passarà a la resta de territoris de Catalunya amb presència de boix. El front de la invasió ha travessat la Garrotxa i avança inexorable cap a comarques veïnes. En la lluita per combatre aquesta invasió és molt important diferenciar entre els boixos ornamentals i les boixedes naturals. Mentre que els primers hi ha una certa possibilitat de preservar-los, tot i que amb esforç i perseverança i fent ús dels productes adequats, pel que fa als segons, l'escenari s'albira molt poc favorable. En aquest sentit, seria interessant promoure estudis de recerca per conèixer els canvis ecològics que es produiran en els sistemes forestals per la pèrdua d'una espècie tan comuna i abundant com és el boix. Alhora, després de veure el que ha passat a la Garrotxa amb *C. perspectalis*, seria important que el conjunt de la societat prengués consciència del problema associat a la proliferació d'espècies exòtiques invasores, la segona causa de pèrdua de biodiversitat al món.

Agraïments

Els autors volen agrair als propietaris de les parcel·les d'estudi les facilitats mostrades per dur-lo a terme i a en Mike Lockood la traducció a l'anglès del resum. Aquest seguiment ha estat dissenyat i consensuat per tècnics del Servei de Sanitat Vegetal (DARP), de la Subdirecció General de Boscos (DARP), del Consorci de Medi Ambient

i Salut Pública de la Garrotxa (SIGMA), d'Orius Solucions Entomològiques i del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (DTES), i ha comptat amb el finançament del Pla Anual de Transferència Tecnològica (PATT) de 2018.

Referències bibliogràfiques

- Bakay, L. & Kollár, J. 2018. The spread rate of *Cydalima perspectalis* (Walker 1859) in Slovakia (2013-2015). *Plants in Urban Areas and Landscape*: 51–54.
- Bassols, E. & Oliveras, J. 2014. *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), una nova espècie invasora a Catalunya Lepidoptera: Pyraloidea, Crambidae, Spilomelinae). *Butll. Soc. Cat. Lep.*, 105: 71-78.
- Billen, W. 2007. *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera: Pyralidae) – a new moth in Europe. *Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel*, 57: 135-137.
- Carreras, J., Carrillo, E., Ferré, A., Font, X., Ninot, J. M., Font, J., Gestí, J., Vilar, L., Aymerich, P., Guardiola, M. & Salvat, A. 2016. *Manual dels hàbitats de Catalunya. Volum IV. 3 Vegetació arbustiva i herbàcia (Vegetació arbustiva)*. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Barcelona. 309 pp.
- Folch, R., Franquesa, T. & Camarasa, J. M. 1984. *Història Natural dels Països Catalans. 7. Vegetació*. Enciclopèdia Catalana. Barcelona. 442 pp.
- Göttig, S. & Herz, A. 2017. Observations on the seasonal flight activity of the box tree pyralid *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae) in the Rhine-Main Region of Hessa. *Journal für Kulturpflanzen*, 69(5): 157–165.
- Guzmán, E. 2015. Invasió dels boscos de la Garrotxa per la plaga de *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae). *Butll. Soc. Cat. Lep.*, 106: 123-124.
- Herms, D. A. 2004. Using Degree-Days and Plant Phenology to Predict Pest Activity. IPM of Midwest Landscapes. *MN Agriculture Experiment Station*: 49-59.
- Honěk, A. 1996. Geographical variation in thermal requirements for insect development. *Eur. J. Entomol.*, 93: 303-312.
- Karpun, N. N. & Ignatova, Y. A. 2013. The first report about *Cydalima perspectalis* Walker on the black sea coast of Russia. The State Research Institution All-Russian Scientific and Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Sochi, Russia, www.rusnauka.com/31_NNM_2013/Biologia/7_146134.doc.htm
- Kawazu, K., Honda, H., Nakamura, S. & Adati, T. 2007. Identification of sex pheromone components of the box tree pyralid. *Glyphodes perspectalis*. *Journal of Chemical Ecology*, 33(10), 1978-1985.
- Kim, J. & Park, I-K. 2013. Female sex pheromone components of the box tree pyralid, *Glyphodes perspectalis*, in Korea: Field test and development of film-type lure. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 16: 473-477.
- Las Heras, S., Arimany, M., Artola, J. & Bassols, E. 2019. Desarrollo de métodos para una gestión integrada de la polilla del boj (*Cydalima perspectalis*) (Lepidoptera: Crambidae) en parques, jardines y espacios verdes. *Phytoma*, (en premsa)
- Leuthardt, F. L. G., Billen, W. & Baur, B. 2010. Ausbreitung des Buchsbaumzünslers *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera, Pyralidae) in der Region Basel - eine für die Schweiz neue Schädlingart. *Entomo Helvetica*, 3: 51–57.
- Marco, V. 1991. Modelización de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. Aplicación al Manejo Integrado de Plagas mediante el método de grados-día. *Bol. S.E.A.*, 28: 147-150.
- Maruyama, T. & Shinkaji, N. 1987. Studies on the life cycle of the box-tree pyralid, *Glyphodes perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). I. Seasonal adult emergence and developmental velocity. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 31(3):226-232.

- Maruyama T, Shinkaji N, 1993. The life cycle of the boxtree pyralid, *Glyphodes perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). III. Photoperiodic induction of larval diapause. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 37: 45–51.
- Mitchell, R., Chitanava, S., Dbar, R., Kramarets, V., Lehtijärvi, A., Matchutadze, I., Mamadashvili, G., Matsiakh, I., Nacambo, S., Papazova-Anakieva, I., Sathyapala, S., Tuniyev, B., Véték, G., Zukhbaia, M. & Kenis, M. 2018. Identifying the ecological and societal consequences of a decline in *Buxus* forests in Europe and the Caucasus. *Biological Invasions*, 20(12): 3605-3620.
- Nacambo, S., Leuthardt, F. L. G., Wan, H., Li, H., Haye, T., Baur, B., Weiss, R. M. & Kenis, M. 2014. Development characteristics of the box-tree moth *Cydalima perspectalis* and its potential distribution in Europe. *Journal of Applied Entomology*, 138: 14-26.
- Nagy, A., Szarukán, I., Csabai, J., Molnár, A., Molnár, B. P., Kárpáti, Z., Szanyi, S. & Tóth, M. 2017. Distribution of the box tree moth (*Cydalima perspectalis* Walker 1859) in the north-eastern part of the Carpathian Basin with a new Ukrainian record and Hungarian data. *Bulletin OEPP/EPPO*, 47(2): 279-282.
- Oltean, I., Hulusan, I., Hulusan, I., Varga, M., Tötös, S. & Florian, T. 2017. *Cydalima perspectalis* Walker (Lepidoptera, Crambidae) a New Dangerous Pest Report on *Buxus Sempervirens* in Cluj Area. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*, 73(1): 26-36.
- Park, I-K. 2008. Ecological characteristic of *Glyphodes perspectalis*. *Korean Journal of Applied Entomology*, 47: 299-301.
- Pérez-Otero, R., Mansilla, J. P. & Vidal, M. 2014. *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera, Crambidae): una nueva amenaza para *Buxus* spp. en la Península Ibérica. *Archivos Entomológicos*, 10: 225-228.
- Pérez-Otero, R., Rodríguez-Acevedo, A. & Mansilla, J. P. 2018. *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), Bolboreta do buxo. Estación Fitopatolóxica do Areiro. Deputación de Pontevedra. Ficha técnica, 67: 1-4.
- Santi, F., Radeghieri, P., Inga, G. & Maini, S. 2015. Sex pheromone traps for detection of the invasive box tree moth in Italy. *Bulletin of Insectology*, 68(1): 158-160.
- Straten, M. J. van der & Muus, T. S. T. 2010. The box tree pyralid, *Glyphodes perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae), an invasive alien moth ruining box trees. *Proceedings of the Netherlands Entomological Society*, 21: 107-111.
- Wagner, T. L., Olson, R. L. & Willers, J. L. 1991. Modeling arthropod development time. *J. Agric. Entomol.*, 8(4): 251-270.
- Wan, H., Haye, T., Kenis, M., Nacambo, S., Xu, H., Zhang, F. & Li, H. 2014. Biology and natural enemies of *Cydalima perspectalis* in Asia: Is there biological control potential in Europe? *Journal of Applied Entomology*, 138(10):715-722.
- Wang, Y. 2008. The biological character and control of a new pest (*Diaphania perspectalis*) on *Murraya paniculata*. *Journal of Fujian Forestry Science and Technology*, 35(4): 161-164.

Data de recepció: 27 de desembre de 2018

Data d'acceptació: 28 de desembre de 2018