

CARACTERIZACIÓN GENÉTICA Y ECOLÓGICA DE LAS ESPECIES AMENAZADAS *ACROSTIRA BELLAMYI* (ORTHOPTERA) Y *RHOPALOMESITES EUPHORBIAE* (COLEOPTERA), INSECTOS HUÉSPED POTENCIALES DE LAS PLANTAS AMENAZADAS *EUPHORBIA MELLIFERA* Y *EUPHORBIA LAMBII* DEL PARQUE NACIONAL DE GARAJONAY

DAVID HERNÁNDEZ-TEIXIDOR¹, HERIBERTO LÓPEZ^{2,3}, CARLOS JUAN⁴
Y PEDRO OROMÍ⁵

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio bajo distintos aspectos de los insectos amenazados *Acrostira bellamyi* (Orth.: Pamphagidae) y *Rhopalomesites euphorbiae* (Col.: Curculionidae) y sus relaciones tróficas con dos plantas amenazadas: el endemismo macaronésico *Euphorbia mellifera* y el endemismo de La Gomera *E. lambii*.

Se obtuvieron ejemplares de *Rh. euphorbiae* visitando todas las poblaciones conocidas de *E. mellifera* de La Gomera, Tenerife y la mayoría de las existentes en La Palma, y en Madeira se colectaron tanto en *E. mellifera* como en *E. piscatoria*. La revisión de todas las poblaciones de *E. lambii* en La Gomera proporcionaron escasos ejemplares de *Rh. euphorbiae* además de algunos de *A. bellamyi*. La mayor parte de material de estudio de este último insecto se obtuvo en seis localidades de monteverde del P.N. Garajonay, y en ocho localidades de esta isla con matorral de *Euphorbia* en los límites o fuera del Parque.

Se llevó a cabo un análisis filogenético del género *Rhopalomesites* mediante secuenciación de ADNmt (COI y Citocromo B) y de ADN nuclear (ITS 2 y 28S). La reconstrucción filogenética (MP y ML) indica la existencia de un clado de huéspedes de *Euphorbia* que incluye a las dos especies hermanas *Rh. proximus* y *Rh. euphorbiae*, y otro clado con el resto de especies, que viven de madera de lauráceas y otros árboles. Los resultados de este estudio genético y los de una revisión morfológica de todas las especies de *Rhopalomesites*, indican que *Rh. euphorbiae* es exclusivo de Madeira, y las pretendidas poblaciones de esta especie en Canarias pertenecen al endemismo *Rh. proximus*. Debería registrarse este cambio en los catálogos de especies amenazadas, dado que *euphorbiae* es abundante en Madeira, pero *proximus* es caso en Canarias.

¹ Departamento de Biología Animal, Universidad de La Laguna, 38206 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias. davilopez@ull.es

² Departamento de Biología Animal, Universidad de La Laguna, 38206 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias.

³ Grupo de Ecología y Evolución en Islas (IPNA-CSIC), GEEL, 38206 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias. herilopez@ipna.csic.es

⁴ Departamento de Biología, Universitat de les Illes Balears, Mallorca. cjuan@uib.es

⁵ Departamento de Biología Animal, Universidad de La Laguna, 38206 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias. poromi@ull.es

El material de *Acrostira bellamyi* se clasificó en tres ámbitos de procedencia (tabaibales de *Euphorbia lamarckii/berthelotii*, tabaibales de *E. lambii*, y monteverde) para los estudios de alimentación y de selección trófica. El primero se realizó mediante análisis microhistológico de los excrementos para identificar las especies de plantas ingeridas, encontrándose que se alimentan de hasta ocho plantas en tabaibales y de 10 en monteverde. La diversidad de dieta, amplitud de nicho y solapamiento de nicho trófico estimados indican que no es una especie monófaga como la mayoría de sus especies congénicas. Los experimentos de selección trófica en laboratorio implicaban a) el sometimiento de individuos a elección entre dos plantas de su entorno en distintas proporciones, y b) repetición de las experiencias añadiendo una tercera planta del ámbito ajeno. Se determinó cuál de las dos plantas más abundantes de su entorno prefieren en cautividad (*Myrica faya* las de monteverde y *Euphorbia lamarckii* las de tabaibal), y se constató que las de monteverde prefieren *Euphorbia* a pesar de no encontrarse en su medio natural. La reconstrucción filogenética realizada mediante ML de fragmentos de ADNmt (COI) y de ADN nuclear (ITS2) mostró poca estructuración poblacional, no apareciendo diferencias estrictas entre las poblaciones de monteverde y las de matorral no forestal; sin embargo, se observa una tendencia a que los haplotipos más ancestrales predominen en las áreas abiertas, mientras que los más derivados tienden a ocupar el monteverde. Este dato junto con la preferencia general por consumir *Euphorbia* parece indicar que la invasión del monteverde por *A. bellamyi* es reciente, además de ser única entre las especies de Pamphagidae de Canarias.

El estudio «in situ» de estos insectos muestra que aunque *Acrostira bellamyi* puede consumir *E. lambii* y *Rhopalomesites* lo hace normalmente con *E. mellifera*, ello no supone ninguna amenaza para estas dos plantas tan escasas.

Palabras clave: Especies amenazadas, Orthoptera, Coleoptera, Euphorbiaceae, Interacción animal-planta, Genética de poblaciones, Selección de hábitat, Fitofagia.

SUMMARY

A multiproposal study on the threatened insects *Acrostira bellamyi* (Orth.: Pamphagidae) and *Rhopalomesites euphorbiae* (Col.: Curculionidae) is carried on, including their trophic relationships with two endangered plant species: the Macaronesian endemism *Euphorbia mellifera*, and *E. lambii* endemic to La Gomera.

Individuals of *Rh. euphorbiae* were obtained visiting all the scarce *E. mellifera* populations known from La Gomera, Tenerife and most from La Palma, and in Madeira they were collected both in the more common *E. mellifera* and *E. piscatoria*. The prospection of all known populations of *E. lambii* on La Gomera provided very few specimens of *Rh. euphorbiae* but some more of *A. bellamyi*. Most of the studied individuals of the latter were obtained in six laurel forest locations of Garajonay National Park, and eight locations on the island either outside or in the peripheral areas of this Park.

A phylogenetic analysis of the genus *Rhopalomesites* was performed by sequencing mtDNA (COI and Cytochrome B) and nuclear ADN (ITS2 and 28S) genes. The phylogenetic reconstruction (using MP and ML) shows the existence of a clade with the *Euphorbia*-hosts, sister species *Rh. proximus* and *Rh. euphorbiae*, and a second one including the rest of species which live in dead logs of Lauraceae and other trees. The phylogenetic results together with those of a morphological revision of all *Rhopalomesites* species reveal that *Rh. euphorbiae* is exclusive to Madeira, and that all populations occurring on the Canaries belong to the local endemism *Rh. proximus*. This change should be registered in the catalogues of threatened species, since *Rh. euphorbiae* is abundant in Madeira but *proximus* scarce on the Canaries.

The abundant material of *Acrostira bellamyi* was classified according to three habitats (scrubs of *Euphorbia lamarckii/berthelotii*, scrubs of *E. lambii*, and laurel forest) for the diet and food selection studies. The diet was studied by means of microhistological analysis of the faeces in order to identify the plant ingested, which were as much as eight different species in the *Euphorbia* scrub and ten in the laurel forest. The results of diet diversity, niche amplitude and trophic niche overlapping indicate that *A. bellamyi* is not a monophagous species like most of its congeneric species. The experiments of trophic selection in the lab involved a) the subjection of individuals to choose between two plants of their environment at different proportions, and b) repeating the experiences adding a third plant from the other habitat. It was identified which of the two more abundant plants of their diet in nature was preferred in the lab (*Myrica faya* for those from laurel forest and *Euphorbia lamarckii* for those from *Euphorbia* scrub), and it was stated that laurel forest individuals much prefer *Euphorbia* in spite of being absent in their natural habitat. The phylogenetic reconstruction (ML) performed with sequences of mtDNA (COI) and nuclear DNA (ITS2) showed a very low population structure, without strict differences between those from the laurel forest and the *Euphorbia*-scrub; however, it is easily observed that more ancestral haplotypes are predominant in the open areas, while the most derived tend to occupy the laurel forest. This feature together with the general preference to feed on *Euphorbia* in the lab suggest that the invasion of laurel forest by *A. bellamyi* (unique among all Canary species of Pamphagidae) is a recent event which has occurred only on La Gomera.

Our study of these two insects in the field indicates that even though *Acrostira bellamyi* can feed on *E. lambii* and *Rhopalomesites euphorbiae* normally does on *E. mellifera*, they do not constitute any threat for these two scarce, endangered plants.

Key words: Threatened species, Orthoptera, Coleoptera, Euphorbiaceae, Plant-animal interaction, Population genetics, Habitat selection, Phytophagia.

INTRODUCCIÓN

Uno de los ecosistemas más representativos y característicos de la Macaronesia es la laurisilva («monteverde» en su acepción más amplia), bosque de nieblas relíctico que en el Terciario se extendía por gran parte de la región circunmediterránea (FERNÁNDEZ & PÉREZ DE PAZ 2009). En épocas recientes ocupaba la mayoría de islas de Azores, Madeira y Canarias, pero actualmente su área está muy reducida debido a la presión antrópica a la que se ha visto sometida en cada una de las islas. Se trata de un bosque perenne húmedo que alberga las comunidades más complejas y ricas de estos archipiélagos, con profusión de endemismos tanto compartidos como de carácter monoinisular. En Canarias sólo está presente en las islas centrales y occidentales, con una distribución esencialmente montana (600 a 1000 m s.n.m.) y a barlovento de los alisios que le aportan humedad. Sin embargo, la explotación secular del bosque y la

roturación de los espacios menos pendientes para uso agrícola y ganadero, han fragmentado y reducido enormemente su distribución original. El Parque Nacional de Garajonay, en la isla de La Gomera, es la mejor representación de este bosque con condiciones próximas al estado primigenio, ya que en Canarias es en La Gomera donde se mantienen sus mayores existencias volumétricas (m³/Ha) (FERNÁNDEZ & PÉREZ DE PAZ 2009). La alta concentración de endemismos presentes en la laurisilva, unida a la reducción y alteración del hábitat han provocado la rareza de especies tanto vegetales como animales, de forma que muchas de ellas se encuentran en situaciones ciertamente de peligro. En los últimos años se está poniendo énfasis en la elaboración de catálogos de especies amenazadas con vistas a su protección (B.O.C. 2010; B.O.E. 2011), pero apenas se han estudiado las interrelaciones planta-animal entre dichas especies protegidas, y nada en lo que respecta a animales invertebrados.

En Garajonay hay dos especies de insectos que se encuentran recogidas en listados de especies amenazadas: el coleóptero *Rhopalomesites euphorbiae* (F. Curculionidae), incluido en los catálogos nacional y regional de especies amenazadas en la categoría de «en peligro de extinción» (B.O.C. 2010; B.O.E. 2011), y el ortóptero *Acrostira bellamyi* (F. Pamphagidae), incluido en el anterior listado regional (B.O.C. 2001) con la misma categoría de protección hasta que en el catálogo de 2010 fue excluido. Ambas especies tienen una mayor o menor dependencia trófica de plantas del género *Euphorbia*, representada en el Parque por cuatro especies dendroides (localmente denominadas «tabaibas»): *E. lamarckii* Sweet, *E. mellifera* Ait., *E. berthelotii* Bolle y *E. lambii* Svent. Las dos últimas son endémicas de La Gomera, aunque recientemente se ha cuestionado la independencia de *E. lambii* respecto a *E. bourgeauana* Gay ex. Boiss de Tenerife (MOLERO & ROVIRA 2005). Otras especies del género presentes en la isla son *E. canariensis* L., *E. bravoana* Svent., *E. balsamifera* Ait. y *E. aphylla* Brouss. ex Willd., pero quedan fuera del ámbito del Parque y de la distribución de los mencionados insectos por encontrarse en altitudes menores. Dos de las tabaibas presentes en el Parque están incluidas en los listados nacional y regional de especies amenazadas (B.O.C. 2010; B.O.E. 2011): el endemismo macaronésico *E. mellifera*, que se encuentra en laderas de bosque cerrado directamente batidas por las brumas y es extremadamente raro, y el endemismo gomero *Euphorbia lambii*, propio de andenes abiertos de la periferia del Parque, que en caso de ser sinónimo de *E. bourgeauana* seguiría estando protegida por considerarse ésta especie EPE (B.O.C. 2010).

La familia Pamphagidae (Orthoptera) está representada en Canarias por dos géneros exclusivos que incluyen cinco endemismos locales: *Purpuraria ernae* Enderlein de Fuerteventura y Lanzarote, *Acrostira tamarani* Báez de Gran Canaria, *A. tenerifae* Pérez & López de Tenerife, *A. euphorbiae* García y Oromí de La Palma y *A. bellamyi* (Uvarov) de La Gomera (LÓPEZ *et al.* 2004, 2007a). Todas estas especies son habitantes de zonas abiertas con vegetación arbustiva xerófila, y parecen depender sobre todo de plantas del género *Euphorbia*, de cuyas hojas y brotes tiernos se alimentan (LÓPEZ *et al.* 2005, 2007b). Son especies ápteras,

con hembras de gran tamaño y machos mucho menores, que viven prácticamente todo el tiempo sobre la vegetación de la que se alimentan y usan para ocultarse, y rara vez bajan al suelo, salvo para cambiar de arbusto o cuando las hembras descienden para enterrar las puestas. En La Gomera se había confirmado repetidamente la presencia de *Acrostira bellamyi* en áreas arbustivas de altitud media ajenas al Parque (BÁEZ 1984; OROMÍ *et al.* 2001), donde se alimenta de *Euphorbia lamarckii*. Sin embargo, y a diferencia de otras especies canarias, este panfágido tiene poblaciones estables en el monte verde dentro de Garajonay, donde se encuentran las poblaciones gomeras de *E. mellifera* y la mayor parte de las de *E. lambii*, especies escasas con una distribución diseminada, puntual y a menudo no coincidente con la de *A. bellamyi*. Se ignoraba si estas plantas sustentan a la población de dicho saltamontes en el Parque, aunque hay constancia de su presencia sobre *E. lambii* (F. ACOSTA com. pers.). Dentro del Parque la casi totalidad de capturas o avistamientos de este saltamontes era de hembras que habían descendido de la vegetación para realizar las puestas (abril-junio). Parecen tener preferencia por enterrar las puestas en senderos y en bordes de carretera donde se acumula el sedimento, y donde éstas pueden recibir más insolación. En monte verde las observaciones de ejemplares sobre la vegetación habían sido muy escasas, y se desconocía sobre qué árboles o arbustos vive *A. bellamyi* y cuáles son sus exigencias tróficas dentro del Parque. No se sabe si se alimentan de las dos especies forestales de *Euphorbia* amenazadas, dato importante teniendo en cuenta el gran tamaño de las hembras (hasta 9 cm), y su consiguiente efecto sobre estas plantas tan escasas.

Para averiguar de forma indirecta pero segura cuál es la dieta de *A. bellamyi* en zonas forestales del Parque, se ha llevado a cabo un estudio microhistológico de sus excrementos. Esta metodología ya ha sido aplicada con éxito en otros ortópteros (ISELY & ALEXANDER 1949; GANGWERE 1962, 1967, 1969; GANGWERE & MORALES 1973; GANGWERE & RONDEROS 1975; GANGWERE *et al.* 1989, 1998). Últimamente ha sido aplicada con éxito en el estudio de la dieta de las palomas de laurisilva de la Macaronesia (OLIVEIRA *et al.* 2002; MARRERO *et al.* 2003), y

hay claves histológicas para la identificación de las especies vegetales presentes en la laurisilva (MARRERO & NOGALES 2005).

Tampoco hay información sobre el posible intercambio de individuos entre las poblaciones no forestales de *A. bellamyi* y las forestales, que podría dar luz sobre la estabilidad de estas últimas o su posible dependencia de migraciones desde la extraperiferia del Parque. Sí se conoce la capacidad de movimiento y la dinámica de poblaciones de *Acrostira euphorbiae* (LÓPEZ *et al.* 2007b), pero en un hábitat muy alejado y absolutamente distinto al monteverde. Los análisis filogeográficos mediante marcadores moleculares son una herramienta efectiva para indicar las diferencias haplotípicas y el grado de flujo génico existente entre diferentes poblaciones. LÓPEZ *et al.* (2007a) llevaron a cabo un estudio filogenético sobre los panfágidos canarios utilizando el gen mitocondrial Citocromo Oxidasa I y el nuclear ITS2, que no resultaron muy definitivos para segregar bien las especies de Tenerife y La Gomera.

El coleóptero curculiónido *Rhopalomesites euphorbiae* y su planta hospedadora *Euphorbia mellifera* se conocen de Madeira –de donde fueron ambas descritas (AITON 1789; WOLLASTON 1854)–, y en Canarias de Tenerife, La Palma y La Gomera (MARTÍN & MESA 2005; OROMÍ *et al.* 2010a). En Madeira *Rh. euphorbiae* no es raro y sus larvas xilófagas atacan tanto a *E. mellifera* en laurisilva como a *E. piscatoria* Ait. en zonas bajas no forestales. Sin embargo, en Canarias las *Euphorbia* de zonas xerófilas tienen ya sus propias especies de *Mesites* (FOLWACZNY 1984) y nunca albergan *Rhopalomesites*. La existencia de *Rh. euphorbiae* en Canarias fue descubierta tan sólo hace unos decenios (ISRAELSON *et al.* 1982), y parecía haberse encontrado exclusivamente en *E. mellifera*. Dado que en Canarias *E. mellifera* tiene unas poblaciones muy reducidas y en peligro de extinción, la pervivencia de este pequeño curculiónido amenazado está supeditada a la conservación de las poblaciones de dicha *Euphorbia*, siempre y cuando no se demuestre que pueda infestar otras especies de tabaibas. De las cuatro poblaciones insulares conocidas de *Rh. euphorbiae* en Madeira, La Palma, Tenerife y La Gomera, las dos últimas parecen ser la más escasas y fragmentadas, como

ocurre también con su planta hospedadora. El género *Rhopalomesites* incluye además de *Rh. euphorbiae* otras seis especies (FOLWACZNY 1973): *Rh. tardyi* Curtis de la franja atlántica europea con presencia también en Azores (OROMÍ *et al.* 2010b), y cinco especies de distribución macaronésica. En Porto Santo se encuentra *Rh. palmi* Folwaczny donde convive con *Rh. euphorbiae* en matorral xerófilo de *Euphorbia piscatoria*, y las restantes son propias de la laurisilva: *Rh. maderensis* (Wollaston) de Madeira, *Rh. persimilis* (Wollaston) de Tenerife y La Gomera y *Rh. complanatus* (Wollaston) de La Palma viviendo en madera de lauráceas, y *Rh. proximus* (Wollaston) de Tenerife con planta hospedadora incierta según WOLLASTON (1861) y de lauráceas según LINDBERG (1958).

Casi toda la distribución de *Euphorbia mellifera* en La Gomera queda restringida al interior del P. N. de Garajonay, donde su población estimada es de unos 70 ejemplares (MARTÍN & MESA 2005). Las localidades censadas con *E. mellifera* son Topo del Negrillo, Degollada de Archejo-Enchereda, Los Noruegos y Piedra del Gallo. Hasta el momento sólo se han localizado poblaciones de *Rh. euphorbiae* en la Cabecera del Bco. del Cedro (Los Noruegos), Degollada de Archejo y en el Topo del Negrillo, siempre sobre plantas de *E. mellifera* (ARECHA VALETA *et al.* 2003; MARTÍN 2005), mientras que en los aledaños de Topo del Negrillo, Los Noruegos y Piedra de Gallo está confirmada la presencia de *Acrostira bellamyi* (datos propios), pero nunca se ha observado sobre *E. mellifera*.

Por otro lado, *Euphorbia lambii* tiene una distribución más amplia y con mayor número de efectivos en La Gomera (\pm 2000 exx.), de ahí que estuviera considerada como «vulnerable» en el listado regional de especies amenazadas de 2001 (eliminada posteriormente como tal en B.O.C. 2010), mientras que *E. mellifera* figura como «En Peligro de Extinción» en los listados nacional y regional. En el P.N. de Garajonay están presentes cinco poblaciones de *E. lambii*, pero sólo dos de ellas se encuentran íntegramente dentro del Parque (CARQUÉ & MARRERO 2003). En las áreas donde se distribuyen siete de las doce poblaciones conocidas de esta tabaiba hay constancia de la existencia de *A. be-*

llamyi, estando tres de ellas parcialmente incluidas en el parque (datos propios). Nunca se ha comprobado si *E. lambii* es aprovechada por alguna especie de *Rhopalomesites*, y en su caso si la infestación afecta solamente a ramas ya muertas, o si las larvas de estos curculiónidos pueden provocar algún daño a tejidos vivos. Un análisis de ramas muertas en las poblaciones de esta planta permitiría comprobar si alguna de las especies se aprovecha de *E. lambii*, y si *Rhopalomesites euphorbiae* es efectivamente monófaga o no.

OBJETIVOS

1. Conocimiento de la distribución de los dos insectos y de su coincidencia, respecto a las poblaciones de las dos tabaibas.
2. Comprobar si *Euphorbia mellifera* y *E. lambii* forman parte de la dieta de *Acrostira bellamyi* y de *Rhopalomesites euphorbiae*, mediante dos aproximaciones:
 - Observación directa de presencia de ejemplares de ambos insectos en estas plantas, o alimentándose de ellas.
 - Análisis microhistológico de los excrementos (sólo en *A. bellamyi*).
3. Indagar de forma indirecta de qué otras plantas se alimenta *A. bellamyi*, mediante el análisis del contenido vegetal de sus excretas.

4. Averiguar las preferencias tróficas de ambas especies mediante experimentos de laboratorio.
5. Estudiar las posibles diferencias genéticas entre las distintas poblaciones de *Rh. euphorbiae*, con vistas a la gestión de su conservación.
6. Comprobar si las poblaciones de *A. bellamyi* presentes en monteverde están aisladas genéticamente de las de los tabaibales.
7. Desvelar los factores de amenaza y presiones a las que están sometidas las dos tabaibas y los dos insectos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Toma de muestras

Para el estudio de *Rhopalomesites euphorbiae* se visitaron todas las poblaciones conocidas de *Euphorbia mellifera* en La Gomera y Tenerife, la mayoría de las existentes en La Palma y algunas de Madeira; todas las de *E. lambii* en La Gomera y algunas de *E. piscatoria* en Madeira, Porto Santo y Deserta Grande (Tablas 1 y 2). Además, se capturaron ejemplares de *Rh. persimilis* en La Gomera y Tenerife, de *Rh. complanatus* en La Palma, de *Rh. maderensis* en Madeira, y de *Rh. tardyi* se recibió material de Azores e Inglaterra; también se colectaron ejemplares de varias especies del género *Mesites* (próximo a *Rhopalomesites*) en La

Isla	Localidad	Coordenadas U.T.M.	Planta hospedadora
GO	Andenes de Alojera	28R 273939/3117335	<i>E. lambii</i>
GO	Epina Alta	28R 274108/3117397	<i>E. lambii</i>
GO	Degollada de Archejo	28R 285840/3114683	<i>E. mellifera</i>
GO	Topo del Negrillo	28R 284312/3113456	<i>E. mellifera</i>
TF	Cabezo del Tejo	28R 385333/3159810	<i>E. mellifera</i>
TF	La Ensellada	28R 384590/3159310	<i>E. mellifera</i>
LP	Lomo Espiñel	28R 224429/3171637	<i>E. mellifera</i>
LP	Lomo Espiñel 2	28R 224421/3172071	<i>E. mellifera</i>
LP	Los Tiles. Pie Espigón atravesado	28R 225496/3187000	<i>E. mellifera</i>
LP	Los Tiles. Espigón atravesado	28R 225056/3187090	<i>E. mellifera</i>
LP	Los Tiles. Caseta de la galería	28R 225971/3187259	<i>E. mellifera</i>

Tabla 1. Localidades con presencia de *Rhopalomesites proximus*. PL: La Palma. GO: La Gomera. TF: Tenerife.

Table 1. Locations with presence of *Rhopalomesites proximus*. PL: La Palma. GO: La Gomera. TF: Tenerife.

Isla	Localidad	Coordenadas U.T.M.	Planta hospedadora
MA	Chão da Ribeira	28S 301880/3631369	<i>E. mellifera</i>
MA	Encumeada	28S 310993/3625649	<i>E. mellifera</i>
MA	Folhadal	28S 309507/3625818	<i>E. mellifera</i>
MA	Serra das Canhas	28S 300540/3623521	<i>E. mellifera</i>
MA	Ribeiro Frio	28S 323207/3623470	<i>E. mellifera</i>
MA	Queimadas-Caldeirão Verde	28S 320443/3628605	<i>E. mellifera</i>
MA	Porto Novo	28S 329626/3615153	<i>E. piscatoria</i>
MA	Ribeira Brava	28S 3616524/306528	<i>E. piscatoria</i>
MA	Moledos	28S 299354/3620815	<i>E. piscatoria</i>
MA	Paul do Mar	28S 290599/3627599	<i>E. piscatoria</i>
MA	Ribeira da Janela	28S 298449/3637172	<i>E. piscatoria</i>
MA	Fajã da Ovelha	28S 290754/3628447	<i>E. piscatoria</i>
PS	Pico Ana Ferreira	28S 372346/ 3656222	<i>E. piscatoria</i>

Tabla 2. Localidades con presencia de *Rhopalomesites euphorbiae*. MA: Madeira. PS: Porto Santo.

Table 2. Locations with presence of *Rhopalomesites euphorbiae*. MA: Madeira. PS: Porto Santo.

Gomera, La Palma, Tenerife, El Hierro y Gran Canaria, para usarlos como grupo externo en los análisis filogenéticos. La captura de ejemplares de *Rhopalomesites* y *Mesites* se realizó directamente en la planta hospedadora, o se obtuvieron en el laboratorio tras su eclosión de ramas infestadas recogidas en el monte.

Para el estudio de *Acrostira bellamyi* se visitaron todas las localidades con poblaciones conocidas de *Euphorbia mellifera* y *E. lambii*, y además otras propiamente forestales con monte verde y otras con tabaibales de *E. lamarkii* y de *E. berthelotii*, varias de ellas ajenas al Parque (véase la Tabla 3).

Isla	Localidad	Coordenadas U.T.M.	Habitat
GO	Carretera Dorsal	28R 278883/3115414	Monteverde
GO	Jardín de las Creces	28R 275316/ 3114671	Monteverde
GO	Laguna Grande	28R 278074/3113333	Monteverde
GO	Carretera Laguna Grande - Las Hayas	28R 277087/3113536	Monteverde
GO	Laguna Grande - Las Tajoras	28R 278043/3112473	Monteverde
GO	Camino Noruegos	28R 2805707/3111092	Monteverde
GO	Degollada Blanca	28R 278064/3111170	Tabaibal de <i>E. lambii</i> y <i>E. berthelotii</i>
GO	Lajugal	28R 279778/3110084	Tabaibal de <i>E. lambii</i>
GO	Ojila	28R 283388/3111514	Tabaibal de <i>E. lambii</i>
GO	Casa Forestal Las Tajoras	28R 277512/3111638	Tabaibal de <i>E. berthelotii</i>
GO	Bco. Benchijigua	28R 282943/3108455	Tabaibal de <i>E. berthelotii</i>
GO	Vegaipala	28R 283788/3109851	Tabaibal de <i>E. berthelotii</i>
GO	Taguluche	28R 273018/3116628	Tabaibal de <i>E. berthelotii</i>
GO	Cerca Degollada de Peraza	28R 284511/3110179	Tabaibal de <i>E. berthelotii</i>

Tabla 3. Localidades con presencia de *Acrostira bellamyi*. GO: La Gomera.

Table 3. Locations with presence of *Acrostira bellamyi*. GO: La Gomera.



Figura 1. Los ejemplares de *A. bellamyi* tras alimentarse en el medio natural (A) eliminan los excrementos en féculas (B). El llamativo dimorfismo sexual de esta especie también queda patente en las féculas, mucho mayores en hembras que en machos (C). Fotos: D. Hernández (A) y H. López (B y C).

Figure 1. After feeding in their natural environment (A) the *A. bellamyi* individuals eliminate their excrements in feculae (B). The striking sexual dimorphism in this species is also apparent in the female's feculae, much bigger than those from males (C). Photos: D. Hernández (A) and H. López (B and C).

Estudio de la dieta de *Acrostira bellamyi*

Tras su captura, los ejemplares de *A. bellamyi* se mantuvieron en recipientes de forma individualizada durante 24 horas para recoger las féculas (excrementos) procedentes de su última ingesta

en el medio natural (Fig. 1). De cada ejemplar se diluyó un excremento en agua y se analizaron al microscopio óptico tres portas con esta disolución en busca de restos de epidermis de flores, frutos y hojas. En cada porta se observaron 10 campos ópticos con un objetivo 10x (Fig. 2) para

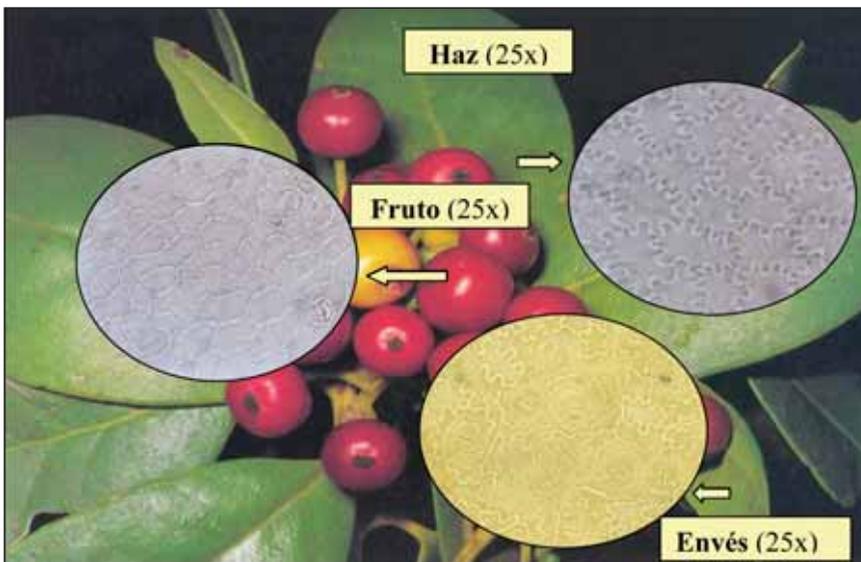


Figura 2. Epidermis del haz y del envés de la hoja y del fruto de *Ilex canariensis* (25x). Foto: P. Marrero.

Figure 2. Upper leaf, lower leaf and fruit epidermis of *Ilex canariensis* (25x). Photo: P. Marrero.

estudiar tanto la presencia de las distintas plantas en la ingesta como su abundancia relativa. Para el reconocimiento de las plantas se utilizaron claves de identificación ya publicadas (MARRERO & NOGALES 2005) y una colección histológica de referencia elaborada por el Grupo de Ecología y Evolución en Islas del IPNA-CSIC (La Laguna, Tenerife). Además, en las localidades con presencia de *A. bellamyi* se colectaron las especies vegetales que no estaban presentes en la colección de referencia y se hicieron preparaciones microhistológicas a partir de ellas.

Se examinaron féculas sólo del periodo estival, cuando es más factible colectar *A. bellamyi* en todas sus localidades y comparar posibles diferencias alimenticias según el hábitat. Las dos variables analizadas en los excrementos fueron 1) la frecuencia de aparición (%) de los distintos componentes vegetales (FA) presentes al menos en un campo óptico, y 2) el porcentaje de campos ópticos en los que aparece cada componente vegetal (CO). La idoneidad de estas variables para expresar la dieta se evaluó mediante una correlación de Spearman (rs). El test de razón de verosimilitud (G) se aplicó para comparar: a) el número de especies vegetales presentes en cada fécula (i.e. diversidad de la dieta en los distintos hábitats); b) el consumo de los componentes más importantes de la dieta en cada hábitat; y c) la dieta según el sexo (selección trófica por sexos). Para el análisis de amplitud de nicho (Bi) se aplicó el índice de Levin, que indica si el insecto es especialista o generalista en su alimentación. Para el análisis del solapamiento de nicho trófico se aplicó el índice de Morisita (I_d), que muestra la similitud de la dieta en los distintos hábitats.

Preferencias tróficas de *Acrostira bellamyi*

Una vez conocidas las especies vegetales presentes en la dieta de *A. bellamyi* según el hábitat, se realizó un experimento de preferencia trófica para comprobar 1) qué plantas eran seleccionadas en cada hábitat, 2) si esta selección dependía de la abundancia de las plantas suministradas, y 3) si los resultados obtenidos en cautividad se correspondían con los obtenidos del estudio de la dieta silvestre.

Este experimento se realizó según MITCHELL (1975), sometiendo a diferentes tratamientos un conjunto de hembras de *A. bellamyi* colectadas en monteverde, y otro con hembras provenientes de tabaibales. Todos los individuos fueron mantenidos individualizados en terrarios con las mismas condiciones de temperatura, luz y humedad. Durante el experimento fueron alimentados con las dos plantas principales de la dieta según su hábitat. Las plantas fueron colocadas de forma equidistante durante la noche (12 horas), con su tallo principal inserto en un vial de plástico con agua para evitar su deshidratación.

Cada conjunto de hembras fue sometido a cinco tratamientos, en los que se combinaban diferentes proporciones y cantidades de plantas con el fin de testar sus preferencias tróficas: 1) se suministraban 5 gr de cada planta (a y b), cantidad suficiente para satisfacer los requerimientos alimenticios máximos de un ejemplar (cantidad previamente estimada); 2 y 3) una de las plantas estaba en una proporción 3 a 1 respecto a la otra (15 gr frente 5 gr); 4) las dos plantas estaban disponibles en baja cantidades (0,5 g); y 5) se proporcionaba sólo 0,1 gr de cada planta para ver cómo era la selección trófica en estado de hambre.

Los dos experimentos completos (uno con ejemplares de monteverde y otro con los de tabaibal) fueron repetidos incluyendo en cada uno de ellos la planta más abundante de la dieta en el otro hábitat, con el fin de comprobar las preferencias en esta nueva situación. Las preferencias fueron interpretadas en términos del índice $P_i = R_i/W_i$ proporcionado por UECKERT & HANSEN (1971), donde R_i es el peso seco relativo de la planta i en la comida consumida, y W_i representa el peso seco relativo de la misma planta en el conjunto de plantas suministradas para consumir.

Estudio de la dieta y de la preferencia trófica de *Rhopalomesites euphorbiae*

La metodología usada para determinar la dieta de *Acrostira* no fue empleada en *Rh. euphorbiae* porque estos coleópteros siempre se colectan dentro de su planta nutricia, y porque resultaría muchísimo más difícil la identificación microhis-

tológica de los componentes de la dieta por estudio de la madera digerida. Aún así, se inició una experiencia de tolerancia trófica de *Rh. euphorbiae* usando tres especies de tabaibas (*E. lamarckii*, *E. balsamifera* y *E. atropurpurea*) además de *E. mellifera*. También se emplearon ejemplares de *Mesites fusiformis*, especie que se desarrolla en tabaibas amargas (*E. lamarckii* y *E. obtusifolia*), con el fin de testar si una especie que normalmente infesta estas plantas era capaz de hacerlo en cautividad con ramas recién cortadas. Para la experiencia se utilizaron recipientes herméticos con ramas de una de las especies de tabaiba en el interior y se añadían 10 ejemplares (cinco de cada sexo) de *Rh. euphorbiae*.

Análisis genéticos

Los análisis genéticos se realizaron con ejemplares tanto de *A. bellamyi* como de *Rh. euphorbiae*, empleando en cada uno de los casos modificaciones en los protocolos estándar. En *Rhopalomesites* se emplearon los ejemplares completos para la extracción de ADN dado su pequeño tamaño, mientras que en *Acrostira* se usó una de las patas intermedias de cada individuo. Se amplificaron diversos fragmentos de ADN mitocondrial y nuclear empleando diferentes parejas de *primers*. Del ADN mitocondrial, en ambos insectos se amplificó un fragmento de 825 pares de bases (pb) del gen Citocromo C oxidasa 1 (COI) usando los *primers* Jerry y Pat (SIMON et al. 1994). Además, en el caso de *Rhopalomesites* se obtuvo un fragmento de 357 pb de Citocromo B (Cytb) con los *primers* CB3 y CB4 (BARRACLOUGH et al. 1999). Del ADN nuclear, en ambos insectos se amplificó un fragmento de 613 pb del gen ribosomal ITS2 (internal transcribed spacer 2) con los *primers* ITS3 e ITS4 (WHITE et al. 1990), y en *Rhopalomesites* un fragmento de 1071 pb de la subunidad grande del RNA ribosomal (28S) con los *primers* LSU-D1-2-fw1 y LSU-D1-2-rev1 (SONNENBERG et al. 2007). Las secuencias fueron examinadas usando el programa Bioedit v.7.0.5, editadas con CodonCode Aligner v.3.5, y alineadas con MAFFT v.6.

El conjunto de datos se analizó mediante Máxima Verosimilitud (ML) y Máxima Parsimonia (MP).

En el caso de ML se analizó cada uno de los genes por separado, ADN mitocondrial y nuclear, y luego la concatenación de todas las regiones secuenciadas. Se usó el software jModelTest v.0.1 para decidir qué modelo se ajustaba mejor a nuestros datos, mediante el criterio de información de Akaike (AIC), y una vez elegido se realizó la inferencia con el programa RaxML v.7.2.6. El análisis MP se realizó con el programa PAUP 4.0b8.

RESULTADOS

El análisis morfológico tanto de los ejemplares de *Rhopalomesites* colectados durante el estudio como de ejemplares tipo solicitados a museos, ha permitido descubrir que todos los individuos del género que viven en Canarias en *Euphorbia mellifera* pertenecen a *Rh. proximus*, y no a *Rh. euphorbiae* como se creía. *Rhopalomesites proximus* había sido descrito por WOLLASTON (1861) de Tenerife (*supra* Taganana), y colectada por Lindberg en 1949 en Tenerife. Sin embargo este último lo identificó erróneamente, ya que tras examinar su material hemos constatado que se trata de dos ejemplares de *Rh. persimilis*, especie que vive en troncos muertos de lauráceas; de hecho el propio LINDBERG (1958) ya indicó que sus ejemplares habían sido colectados en troncos muertos de lauráceas. Todas las citas posteriores de *Rh. euphorbiae* de Canarias (ISRAELSON et al. 1982; B.O.E. 1998 y 2011; MACHADO & OROMÍ 2000; B.O.C. 2001 y 2010; ARECHAVALETA & FARIÑA 2002a,b; ARECHAVALETA et al. 2003; MARTÍN 2005; OROMÍ et al. 2010a) están basadas en identificaciones erróneas, y corresponden al endemismo canario *Rh. proximus*, mientras que *Rh. euphorbiae* es exclusivo del archipiélago de Madeira. En lo sucesivo se hará mención a *Rh. euphorbiae* sólo para ejemplares de Madeira, y a *Rh. proximus* para ejemplares de Canarias.

Material obtenido

Rhopalomesites proximus fue colectado en *Euphorbia mellifera* en nueve localidades de La Gomera, Tenerife y La Palma, y en *E. lambii* en La Gomera (Tabla 1), por lo que deja de considerarse una es-

pecie estrictamente monófaga y dependiente de *E. mellifera*, aunque su presencia en *E. lambii* es poco frecuente (dos localidades de las 10 muestreadas con esta tabaiba). *Rhopalomesites euphorbiae* fue colectado en 12 localidades de Madeira, en seis de ellas en *E. mellifera* y en las otras seis en *E. piscatoria*. Además se colectó en *E. piscatoria* en Porto Santo (Tabla 2).

De *Acrostira bellamyi* se capturaron 287 ejemplares tras visitar reiteradamente diversas localidades, hasta obtener el tamaño muestral adecuado para realizar los experimentos propuestos con esta especie. La mayor parte fueron devueltos a su medio natural tras tomarles muestra de excrementos y de ADN, y otros se mantuvieron en cautividad para realizar experimentos de selección trófica. En el monteverde no se capturó ni observó ningún ejemplar sobre *E. mellifera* u otras tabaibas. Este estudio amplía el número de poblaciones conocidas de *A. bellamyi* (Tabla 3), así como el de hábitats que ocupa: cinco poblaciones nuevas en tabaibales de *E. lamarckii* y *E. bertheloti*, tres en tabaibales de *E. lambii* y seis en distintos tipos de monteverde (fayal-brezal, laurisilva y zonas marginales abiertas).

Dieta de *Acrostira bellamyi*

Se examinaron 154 excrementos, 66 de los cuales eran de ejemplares capturados en monteverde, 50 de tabaibal amargo (*E. lamarckii* y/o *E. berthelotii*) y 38 de tabaibal de *E. lambii*. El análisis microhistológico de los excrementos ha resultado ser una herramienta útil para conocer la dieta de *A. bellamyi* en cada uno de sus hábitats (Tabla 1), especialmente en el monteverde donde no se han observado ejemplares sobre la vegetación. Además, las variables FA y CO han mostrado tener una alta concordancia entre ellas ($r_s = 0,93$; $p < 0,001$), por lo que son muy robustas a la hora de definir la dieta de esta especie.

Acrostira bellamyi se alimenta de al menos 13 plantas distintas, existiendo ciertas diferencias según el hábitat en que se encuentra (Tabla 4). En el monteverde se alimenta de hasta 10 especies vegetales, siendo las más consumidas *Erica arborea* (FA: 78,79%) y *Myrica faya* (FA: 27,27%), y en

menor proporción *Laurus azorica*, *Ilex canariensis*, *Rubus ulmifolius* y *Cistus monspeliensis*, entre otras. En el tabaibal amargo el componente principal de la dieta son las euforbias (FA: 80%), aunque también aparecen otras cuatro especies, entre las que destacan *C. monspeliensis* y *Chamaecytisus proliferus*. En el tabaibal de *Euphorbia lambii* se alimenta de al menos seis plantas, principalmente de *Ch. proliferus* y euforbias (FA: 47,37% en ambos casos), y en menor proporción de *C. monspeliensis* y *Pinus canariensis*. En el conjunto global, los componentes de la dieta más importantes son *Euphorbia* spp., *Erica arborea*, *Chamaecytisus proliferus*, *Myrica faya* y *Cistus monspeliensis*.

De las dos tabaibas que se incluyen en este estudio, se ha encontrado que *E. lambii* es importante en la dieta de poblaciones de *A. bellamyi* localizadas en tabaibales donde está presente esta planta, mientras que *E. mellifera* nunca fue detectada en los excrementos de *A. bellamyi*.

La diversidad de la dieta en los distintos hábitats, analizada como el número de especies vegetales presentes en cada fécula, fue mayor en el monteverde ($G_4 = 23,698$; $p = 0,000$).

En el total de la dieta, el consumo de *E. arborea* fue significativamente diferente en los diferentes hábitats ($G_2 = 121,604$; $p = 0,000$), consumiéndose en mayor porcentaje en el monteverde. La comparación entre hábitats sobre el consumo de *M. faya* no se realizó ya que ésta sólo se encontró en la dieta de los ejemplares que viven en el monteverde. *Cistus monspeliensis* se consumió por igual en todos los hábitats ($G_2 = 0,675$; $p = 0,714$). *Euphorbia* spp. mostró diferencias significativas ($G_2 = 101,401$; $p = 0,000$), consumiéndose más en el tabaibal de *E. lambii* y en el de *E. berthelotii/lamarckii*. Por último, *Ch. proliferus* también mostró diferencias significativas ($G_2 = 39,032$; $p = 0,000$), consumiéndose en mayor cantidad en el tabaibal de *E. lambii*.

El análisis de la selección trófica según el sexo sólo se realizó con los datos de los tabaibales, ya que en el monteverde el tamaño muestral de machos/hembras no fue adecuado. No se detectaron diferencias significativas entre los sexos al seleccionar las dos plantas principales de la dieta

Componentes de la dieta	Monteverde (MV)		Tabaibal amargo (TA)		Tabaibal de <i>E. lambii</i> (TL)		Total	
	FA	CO	FA	CO	FA	CO	FA	CO
<i>Erica arborea</i>	78,79	71,41	0,00	0,00	2,63	0,88	34,42	30,82
<i>Myrica faya</i>	27,27	21,26	0,00	0,00	0,00	0,00	11,69	9,11
<i>Laurus azorica</i>	6,06	3,18	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	1,36
<i>Ilex canariensis</i>	1,52	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,24
<i>Rubus ulmifolius</i>	1,52	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,65
<i>Cistus monspeliensis</i>	9,09	7,12	6,00	6,00	5,26	2,98	7,14	5,74
<i>Euphorbia</i> spp.	0,00	0,00	80,00	81,60	47,37	47,28	37,66	38,16
<i>Chamaecytisus proliferus</i>	1,52	0,51	8,00	8,00	47,37	44,30	14,94	13,74
<i>Pinus canariensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,63	2,63	0,65	0,65
<i>Bituminaria bituminosa</i>	0,00	0,00	4,00	4,00	0,00	0,00	1,30	1,30
<i>Didymodon</i> cf. <i>vinealis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,63	2,63	0,65	0,65
<i>Retama monosperma</i>	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,65	0,65
Pteridophyta indet.	1,52	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,22
Gen. sp. indet. 1	1,52	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,58
Gen. sp. indet. 2	1,52	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,02

Tabla 4. Frecuencia (FA) y abundancia (CO) de aparición de los componentes de la dieta en los distintos hábitats. FA: frecuencia (%) de aparición de los distintos componentes vegetales en los excrementos, al menos presentes en un campo óptico. CO: porcentaje de campos ópticos en los que ha aparecido cada componente vegetal.

Table 4. Frequency (FA) and abundance (CO) of the components of the diet in the faeces from different habitats. FA: frequency (%) of appearance of the plant species present at least in one optical field. CO: Percentage of optical fields in which appeared each plant species.

(*Euphorbia* spp. y *Ch. proliferus*), ni en el tabaibal de *E. lambii* ($G_1=1,008$; $p=0,315$; $n=19♀♀$, $17♂♂$) ni en el de *E. berthelotii/lamarckii* ($G_1=0,120$; $p=0,729$; $n=29♀♀$, $14♂♂$).

Las poblaciones de *A. bellamyi* en el monteverde son bastante especialistas ($Bi=0,09$), ya que a pesar de alimentarse de hasta 10 especies vegetales, su dieta está constituida básicamente por *E. arborea*. En cambio en el tabaibal amargo ($Bi=0,48$) y en el tabaibal de *E. lambii* ($Bi=0,34$) la amplitud de nicho trófico es mayor, aunque con valores bajos. El análisis de solapamiento de nicho trófico indica que la dieta de *A. bellamyi* en el monteverde es absolutamente distinta a la del tabaibal amargo ($Iδ=0,01$) y a la del tabaibal de *E. lambii* ($Iδ=0,02$). Por el contrario, la dieta entre los dos tipos de tabaibales es coincidente en más de un 70% ($Iδ=0,78$).

Selección trófica en *Acrostira bellamyi*

Los resultados que se muestran en este apartado son preliminares, a falta de aumentar el tamaño muestral en cada uno de los tratamientos, por lo que pueden variar ligeramente en su versión definitiva. En el monteverde las preferencias de selección entre *Erica arborea* y *Myrica faya* en general no son significativas (Tabla 5A), al contrario de lo hallado en los análisis de los excrementos, donde el consumo de *E. arborea* fue mucho más importante. En los ejemplares de tabaibal no se encontraron diferencias de selección entre las dos plantas principales de la dieta.

Cuando a los ejemplares de monteverde se les suministró *Euphorbia*, prefirieron consumirla antes que *Erica arborea* y *Myrica faya* (Tabla 5B). Por otra parte, cuando se añadió *E. arborea* a los ejemplar-

A		Monteverde			Tabaibal		
Tratamiento	Cantidades	Índice de preferencia	Test estadístico	Cantidades	Índice de preferencia	Test estadístico	
1	ER (5 g)	1,064	z= -0,767 p= 0,443	EU (5 g)	0,639	z= -0,652 p= 0,515	
	MY (5 g)	1,021		CH (5 g)	1,193		
2	ER (5 g)	1,691	z= -0,677 p= 0,498	EU (5 g)	1,048	z= -0,459 p= 0,646	
	MY (15 g)	0,774		CH (15 g)	1,157		
3	ER (15 g)	0,366	z= -2,246 p= 0,025	EU (15 g)	1,477	z= -1,255 p= 0,209	
	MY (5 g)	2,811		CH (5 g)	0,825		
4	ER (0,5 g)	0,277	z= -1,400 p= 0,161	EU (0,5 g)	0,000	z= -1,342 p= 0,180	
	MY (0,5 g)	1,680		CH (0,5 g)	1,560		
5	ER (0,1 g)	0,922	z= -0,847 p= 0,397	EU (0,1 g)	0,910	z= -1,000 p= 0,317	
	MY (0,1 g)	1,098		CH (0,1 g)	1,066		
B		Monteverde			Tabaibal		
Tratamiento	Cantidades	Índice de preferencia	Test estadístico	Cantidades	Índice de preferencia	Test estadístico	
1	ER (5 g)	0,000	z= -1,915 p= 0,056	EU (5 g)	0,596	z= -1,362 p= 0,173	
	MY (5 g)	1,072		CH (5 g)	1,937		
	EU (5 g)	2,779		ER (5 g)	0,000		
2	ER (5 g)	0,000	z= -2,934 p= 0,003	EU (5 g)	2,203	-	
	MY (5 g)	0,090		CH (5 g)	1,788		
	EU (15 g)	2,119		ER (15 g)	0,412		
3	ER (5 g)	0,000	z= -2,760 p= 0,006	EU (5 g)	0,093	z= -2,845 p= 0,004	
	MY (15 g)	0,347		CH (15 g)	1,379		
	EU (5 g)	6,717		ER (5 g)	0,000		
4	ER (15 g)	0,000	-	EU (15 g)	0,589	z= -2,589 p= 0,010	
	MY (5 g)	1,473		CH (5 g)	2,310		
	EU (5 g)	5,481		ER (5 g)	0,000		
5	ER (0,5 g)	0,000	z= -1,820 p= 0,069	EU (0,5 g)	1,970	z= -0,169 p= 0,866	
	MY (0,5 g)	1,071		CH (0,5 g)	1,354		
	EU (0,5 g)	1,506		ER (0,5 g)	0,000		
6	ER (0,1 g)	0,000	z= -0,356 p= 0,722	EU (0,1 g)	0,000		
	MY (0,1 g)	1,676		CH (0,1 g)	3,187		
	EU (0,1 g)	1,506		ER (0,1 g)	0,000		

Tabla 5. Preferencias tróficas de los individuos de *Acrostira bellamyi* de los dos hábitats estudiados. A: al suministrar los dos componentes principales de la dieta previamente hallados en excrementos del propio hábitat. B: añadiendo a dichas plantas el componente principal del otro hábitat. Comparación estadística según el test de Wilcoxon. Plantas: *Erica arborea* (ER), *Myrica faya* (MY), *Euphorbia* spp. (EU) y *Chamaecytisus proliferus* (CH).

Table 5. Trophic preferences of *Acrostira bellamyi* individuals from the two studied habitats. A: when providing the two main components of the diet previously found in faeces from the same habitat. B: adding to these plants the main component of the other habitat faeces. Statistic comparison according to Wilcoxon test. Plants: *Erica arborea* (ER), *Myrica faya* (MY), *Euphorbia* spp. (EU) y *Chamaecytisus proliferus* (CH).

res de tabaibal, se observó una clara selección negativa hacia esa planta. Las tabaibas parecen ser el alimento preferido de *A. bellamyi*, incluso para los ejemplares que viven en el monteverde, hábitat donde estas plantas casi no existen (solamente las rarísimas *E. mellifera*).

Dieta de *Rhopalomesites euphorbiae*

El experimento sobre las preferencias tróficas de *Rh. euphorbiae* se detuvo al comprobar que los ejemplares morían sin aparentemente alimentarse o reproducirse. Aún así, mantuvimos las ramas en los recipientes para comprobar si alguna se encontraba infestada, hecho que no se confirmó. Los resultados incompletos obtenidos en este experimento probablemente se debieron a una selección negativa de las especies de *Euphorbia* suministradas, y a la gran dificultad de proporcionar a los coleópteros ramas en un estado de putrefacción adecuado.

Análisis genético

Rhopalomesites

Se amplificaron fragmentos de ADN mitocondrial y nuclear en 71 ejemplares de *Rh. proximus* y en 82 de *Rh. euphorbiae*, y en los outgroups *Rh. persimilis* de La Gomera (25 exx.) y Tenerife (41 exx.), *Rh. complanatus* de La Palma (10 exx.), y en tres ejemplares correspondientes a tres especies del género *Mesites*. Para completar la filogenia del género *Rhopalomesites* faltaría incluir *Rh. maderensis* de Madeira, *Rh. palmi* de Porto Santo y *Rh. tardyi* de Reino Unido y Azores, especies que no se han podido colectar hasta 2011-2012, y que actualmente se están secuenciando. Por tanto, la filogenia que se presenta es preliminar.

Los análisis de ML y MP muestran una clara separación de cada una de las especies del género *Rhopalomesites* (Fig. 3), y una estructuración en función del tipo de planta hospedadora en que fueron colectados los ejemplares (lauráceas o euforbiáceas). En el clado de los *Rhopalomesites* que habitan euforbiáceas, las poblaciones de *Rh. proximus* de Canarias y *Rh. euphorbiae* de Madeira

están genéticamente bien separadas y sin flujo genético entre ellas, corroborando que ambas son especies independientes pero hermanas.

Rhopalomesites proximus es monofilético y genéticamente presenta estructuración interinsular. Las poblaciones de La Palma y de La Gomera están más relacionadas entre sí que con las de Tenerife. En La Gomera no hay estructuración entre sus poblaciones, ni siquiera entre las que viven en *E. mellifera* y *E. lambii*. En Tenerife tampoco existen diferencias entre sus poblaciones, mientras que en La Palma hay diferencias notables entre las poblaciones del norte y las del centro de la isla.

En Madeira *Rh. euphorbiae* presenta una menor estructuración, aunque se puede observar cierta separación -con valores de *bootstrap* bajos- entre las poblaciones que infestan *E. mellifera* (laurisilva) y las que lo hacen en *E. piscatoria* (costa).

En el clado de las especies que viven en lauráceas, *Rh. complanatus* es monofilética y exclusiva de la isla de La Palma. *Rhopalomesites persimilis* también es monofilética, con una clara separación entre las poblaciones de Tenerife y La Gomera. Además, dentro de cada isla se encontró una gran estructuración poblacional, incluso entre localidades muy próximas entre sí en el caso de Tenerife (Vueltas de Taganana y Pista de las Hiedras).

Acrostira bellamyi

Se amplificaron fragmentos de ADN mitocondrial (COI) y nuclear (ITS2) en 67 ejemplares de este saltamontes. En los análisis genéticos sólo se usó el fragmento de Citocromo Oxidasa I (Fig. 4), ya que ITS2 era idéntico en todos los ejemplares. Como grupo externo se utilizaron secuencias de *A. tamarani*.

La estructuración poblacional en *A. bellamyi* es casi nula, y las diferencias genéticas entre las poblaciones forestales del P.N. de Garajonay y las no forestales ajenas al Parque no son suficientes para considerarlas distintas. A pesar de ello, se observa una tendencia poco soportada por la que los haplotipos más ancestrales predominan en las

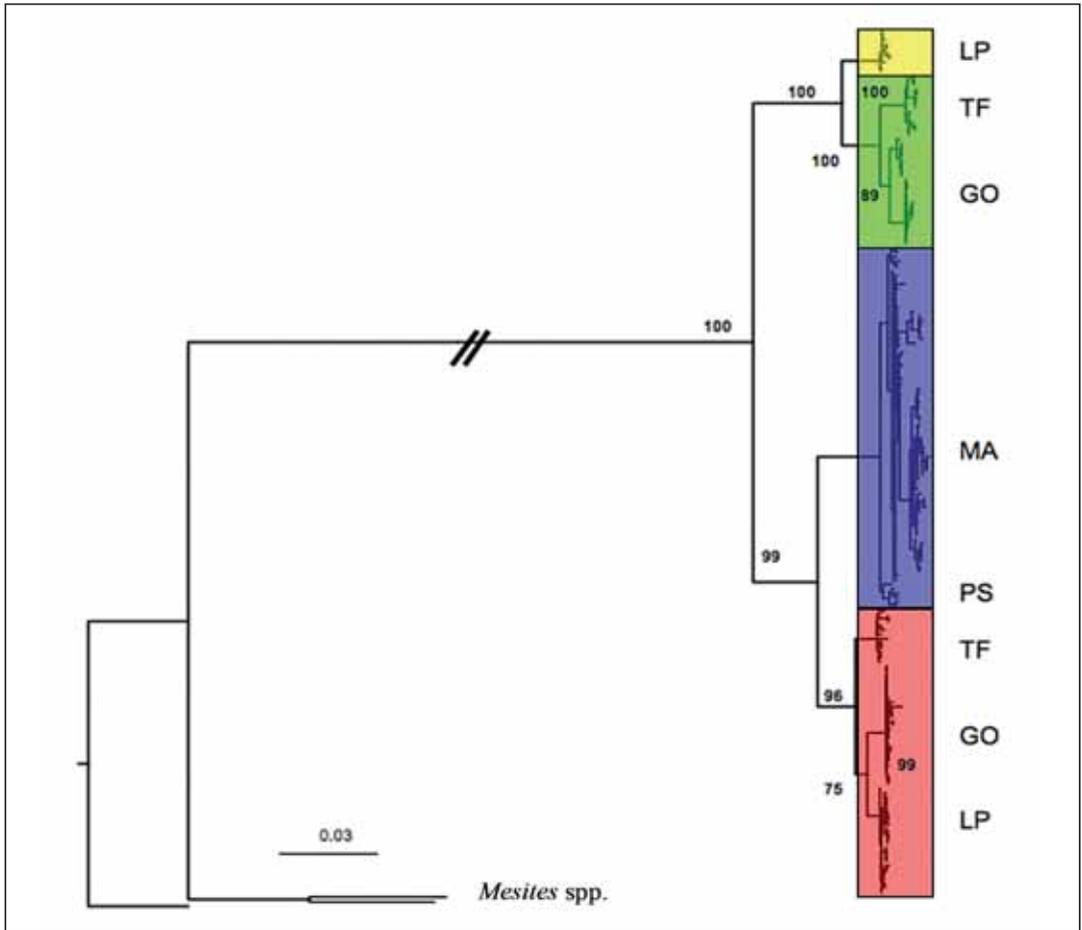


Figura 3. Árbol filogenético del género *Rhopalomesites* obtenido mediante máxima verosimilitud con ADN nuclear y mitocondrial. Los colores de los subclados corresponden a las distintas especies: *Rh. complanatus* (amarillo); *Rh. persimilis* (verde); *Rh. euhorbiae* (azul); *Rh. proximus* (rojo). LP: La Palma; GO: La Gomera; TF: Tenerife; MA: Madeira; PS: Porto Santo.

Figure 3. Maximum likelihood phylogenetic tree of the genus *Rhopalomesites* combining nuclear and mitochondrial DNA. Colours of subclades corresponding to the different species: *Rh. complanatus* (yellow); *Rh. persimilis* (green); *Rh. euhorbiae* (blue); *Rh. proximus* (red). LP: La Palma; GO: La Gomera; TF: Tenerife; MA: Madeira; PS: Porto Santo.

áreas abiertas de matorral, mientras que los más derivados tienden a ocupar el monteverde.

DISCUSIÓN

La presencia de *A. bellamyi* en el monteverde y su dieta siempre han sido un enigma, y la posibilidad de que sus poblaciones se sustentaran sólo de la escasa *E. mellifera* ha sido cuestionada

(GARCÍA & OROMÍ 1992; OROMÍ *et al.* 2001). La falta de avistamientos de *A. bellamyi* sobre *E. mellifera* en estos muestreos y la ausencia de esta planta en su dieta parecen indicar que, efectivamente, este saltamontes no se alimenta de ella habitualmente, por lo que no supone ningún peligro para esta euforbia amenazada. En varias ocasiones se ha observado este saltamontes sobre *E. lambii*, y tenemos constancia de que se alimenta de esta planta. En experiencias prelimina-

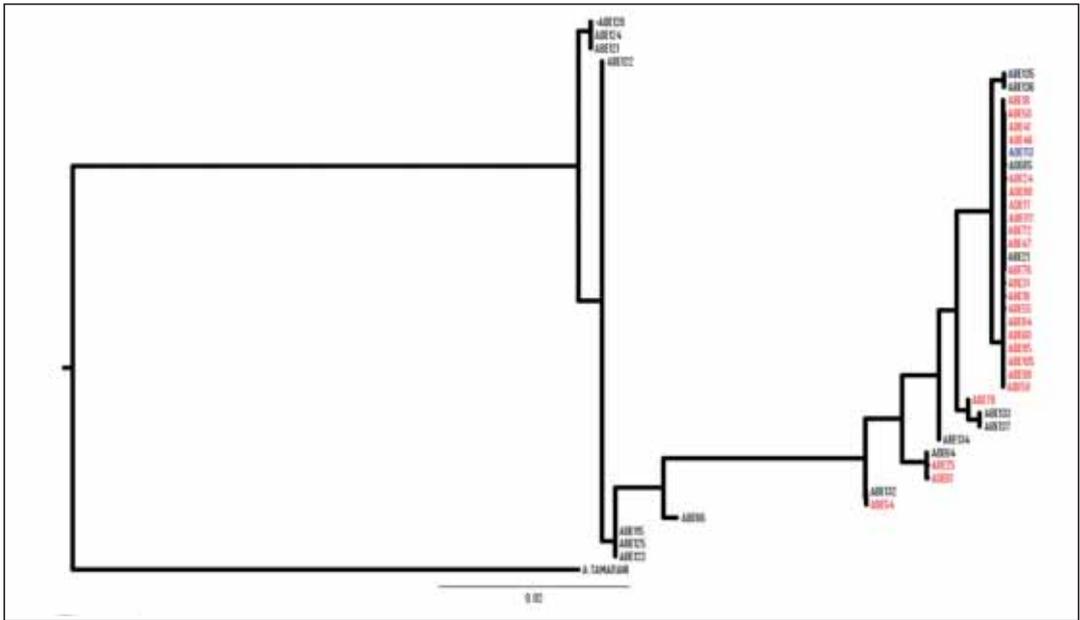


Figura 4. Árbol filogenético de *Acrostira bellamyi* obtenido mediante máxima verosimilitud con ADN mitocondrial. Grupo externo: *Acrostira tamarani*. Haplotipos en negro: ejemplares de tabaibal; en rojo: de monteverde; en azul: de ambos hábitats.

Figure 4. Maximum likelihood phylogenetic tree of *Acrostira bellamyi* obtained with mitochondrial DNA. Outgroup: *Acrostira tamarani*. Haplotypes in black: specimens from spurge scrub; in red: from laurel forest; in blue: from both habitats.

res se ha comprobado que *A. bellamyi* en cautividad es capaz de alimentarse de *E. mellifera*, seleccionándola preferentemente ante *E. lambii* cuando ambas plantas son el único alimento disponible en el terrario. La densidad de individuos hallada en rodales de *E. lambii* no es ni mucho menos mayor que la observada en tabaibales de *E. lamarckii/berthelotii*, que en conjunto probablemente sustentan el mayor porcentaje de efectivos de *Acrostira* en la isla. En cualquier caso, se ha observado que los daños que este saltamontes pueda ocasionar por fitofagia en cualquier especie de euforbia son siempre insignificantes, puesto que los panfágidos canarios son relativamente escasos, y nunca tienen explosiones poblacionales como otros ortópteros, no siendo *A. bellamyi* una excepción.

El espectro trófico hallado por análisis de excrementos de *A. bellamyi* ha resultado ser muy amplio frente a la supuesta monofagia u oligofagia

atribuida al resto de panfágidos canarios según observaciones de campo (GARCÍA & OROMÍ 1992; OROMÍ *et al.* 2001; LÓPEZ *et al.* 2004, 2007b; MORALES *et al.* 2010). La selección de las plantas nutricias en los saltamontes está determinada por el hábitat (MULKERN 1967), de modo que la dieta está condicionada generalmente por la mayor o menor variedad de plantas presentes y potencialmente consumibles. El rico espectro trófico de *A. bellamyi* en el monteverde quizás está relacionado con la mayor disponibilidad de especies vegetales aparentemente idóneas como alimento, su mayor biomasa y la casi ausencia de estrés hídrico en éstas a lo largo de todo el año. En cambio, el largo periodo de defoliación y deshidratación de las plantas presentes en los tabaibales xerófilos probablemente esté limitando la selección de *A. bellamyi* a aquellas especies vegetales que persisten con algunas partes comestibles (*Euphorbia* spp., *Chamaecytisus proliferus*, *Cistus monspeliensis*). Algunos sal-

tamontes llegan a alimentarse de plantas que desprecian en otros hábitats, cuando se encuentran en abundancia en lugares donde escasean o no están presentes las plantas de las que se alimentan preferentemente (MULKERN 1967). Éste puede ser el caso de *Erica arborea* y *Myrica faya*, que ante la escasa presencia de tabaiba en la laurisilva son las principales plantas consumidas, quedando relegadas a segundo plano cuando en los experimentos de preferencias tróficas a los saltamontes se les suministró además *Euphorbia* spp. La adaptación al monteverde en La Gomera, insólita en otras islas del archipiélago por especies vicariantes, presupone un mayor espectro de *facto* en *A. bellamyi* que en esas otras especies, lo cual sería interesante comprobar con estudios similares al realizado en Garajonay. El estudio de la dieta de *A. bellamyi* permite, además, conocer mejor el uso que hace del hábitat en los distintos ecosistemas y saber las plantas en las que se ha de buscar esta especie, ya que generalmente estos saltamontes viven sobre las plantas de las que se alimenta (GARCÍA & OROMÍ 1992; LÓPEZ *et al.* 2007b; MORALES *et al.* 2010).

Aunque *A. bellamyi* mostró poca estructuración poblacional, la tendencia a encontrar los haplotipos más ancestrales en áreas abiertas y los haplotipos más derivados en las zonas forestales puede indicar una invasión reciente del monteverde desde los tabaibales. La clara selección trófica por euforbia de los ejemplares del monteverde podría estar corroborando esta hipótesis, ya que a pesar de haberse adaptado al consumo de las plantas propias del nuevo hábitat, aún conservan la preferencia ancestral por el consumo de las euforbias, que en la naturaleza no satisfacen por la casi ausencia de las mismas en su hábitat.

La ampliación del espectro trófico conocido de *Rh. proximus* a *E. lambii* es de gran relevancia para su estatus de conservación, ya que la extrema escasez actual de ejemplares de *E. mellifera*, su principal planta hospedadora, hacía pensar que su supervivencia se encontraba en estado crítico. En cualquier caso *E. lambii* puede ser un recurso de emergencia, aunque no perfecto por cuanto apenas se interna en el monteverde, y muy rara-

mente en los ambientes plenamente forestales húmedos que ocupa *E. mellifera*, que de momento parece albergar poblaciones más abundantes de *Rh. proximus*. En las otras islas este coleóptero no se ha encontrado nunca en otra tabaiba distinta a *E. mellifera*. En Tenerife podría darse el caso puesto que en tres zonas de la isla (Anaga, Güímar y Tenos) está presente *E. bourgeauana* (ACEVEDO *et al.* 2003), vicariante de *E. lambii* o incluso conespecífica con ella según recientes estudios (MOLERO & ROVIRA 2005); sin embargo, es una planta muy escasa y tanto geográfica como ecológicamente alejada de las exiguas poblaciones de *E. mellifera* en Anaga. En La Palma es altamente improbable que ocurra, pues no hay ninguna tabaiba filogenéticamente próxima a *E. lambii* ni a *E. mellifera*. En Madeira sí se observa que *Rh. euphorbiae*, especie hermana de *Rh. proximus* y cuya principal planta hospedadora comparten, se ha adaptado a utilizar otra planta, *E. piscatoria*, lo cual le ha conducido a colonizar un ambiente claramente no forestal y más xerófilo que el ocupado por *E. lambii* y su ocasional huésped *Rh. proximus* en La Gomera.

La filogenia obtenida del género *Rhopalomesites* (Fig. 3) muestra una interesante separación entre dos clados hermanos principales, el de los consumidores de euforbiáceas (*Rh. proximus* y *Rh. euphorbiae*) y el de los adaptados a lauráceas (*Rh. persimilis* y *Rh. complanatus*). Ello conduce a un probable doble evento colonizador entre los dos archipiélagos de Madeira y Canarias. Falta resolver, de momento, si el endemismo de Porto Santo *Rh. palmi* que infesta *E. piscatoria* está íntimamente unido al linaje de consumidores de euforbias, si *Rh. maderensis* hace lo propio con el de consumidores de lauráceas y además si *Rh. tardyi* del continente es más próximo al origen del conjunto de especies del género.

La constatación de que todos los *Rhopalomesites* de euforbias en Canarias pertenecen a *Rh. proximus*, y que *Rh. euphorbiae* no existe en este archipiélago sino que es endémico de Madeira, hace que la actual inclusión de *Rh. euphorbiae* como especie «En Peligro de Extinción» tanto en el Catálogo Nacional como en el Catálogo Canario de especies amenazadas sea inútil, pues no existe en el ámbito canario ni español, y en Madeira es una

especie abundante, así como sus dos plantas hospedadoras. Así pues, urge que en los mencionados catálogos *Rh. euphorbiae* sea sustituida por *Rh. proximus*, única especie del género en Canarias que infesta euforbias, y que además se encuentra realmente en peligro dada la situación de extrema amenaza en Canarias de su principal planta hospedadora, *E. mellifera*.

AGRADECIMIENTOS

A los miembros de grupo de investigación GIET (S. de la Cruz, S. Reboleira, N. Macías, A.J. Pérez) por su colaboración tanto en la toma de muestras en el campo como en el desarrollo de las experiencias de laboratorio. Al director del P.N. de Garajonay D. Ángel B. Fernández por su interés y apoyo en que se realizara este estudio, y a todo el personal del Parque por la información provista y las facilidades prestadas para el desarrollo de las actividades de campo. Al personal del área de investigación del Organismo Autónomo Parques Nacionales por las facilidades administrativas prestadas. El Servicio de Biodiversidad del Gobierno de Canarias, el Cabildo de Tenerife, el Cabildo de La Palma y la Divisão de Conservação da Natureza del Serviço do Parque Natural da Madeira extendieron los permisos de

colecta pertinentes, proporcionaron desplazamiento y alojamiento, y sus agentes brindaron ayuda en la localización de determinadas especies de *Euphorbia*. Al Grupo de Ecología y Evolución en Islas del IPNA-CSIC por facilitarnos la colección microhistológica de referencia y equipo necesario para el estudio de dieta de *Acrostira bellamyi*; especialmente a Manuel Nogales por su implicación en el estudio y asesoramiento en estadística, y a Patricia Marrero por sus indicaciones y colaboración en el uso de técnicas microhistológicas. A Joan Pons por su ayuda en los análisis genéticos de ambas especies de insectos.

David Hernández-Teixidor ha sido beneficiario de una beca del Gobierno de Canarias para la realización de la tesis doctoral cofinanciada en un 85% por el Fondo Social Europeo, y de una beca de Formación de Profesorado Universitario (F.P.U.) del Ministerio de Educación. Este estudio ha sido financiado por el Organismo Autónomo Parques Nacionales como proyecto de investigación (ref. 025/2007) de la convocatoria de ayudas a la investigación en la Red de Parques Nacionales del entonces Ministerio de Medio Ambiente, y parcialmente por el proyecto CGL2009-08256 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, A., RODRÍGUEZ, A., RODRÍGUEZ, B. & HERNÁNDEZ, A. 2003. Chorology of *Euphorbia bourgeauana* Gay ex Boiss. in D.C. in Teno massif (Tenerife, Canary Islands) (Euphorbiaceae). *Vieraea* 31: 45-50.
- AITON, W. 1789. Hortus Kewensis or, a Catalogue of the plants cultivated in the Royal Botanic Garden at Kew. 3 vols. London, 493 pp.
- ARECHAULETA, M., & FARIÑA, B. 2002a. Programa de Seguimiento de Poblaciones de Especies Amenazadas 2002. *Rhopalomesites euphorbiae* – La Palma. Viceconsejería de Medio Ambiente, Gobierno de Canarias. Documento inédito.
- ARECHAULETA, M., & FARIÑA, B. 2002b. Programa de Seguimiento de Poblaciones de Especies Amenazadas 2002. *Rhopalomesites euphorbiae* – Tenerife. Viceconsejería de Medio Ambiente, Gobierno de Canarias. Documento inédito.
- ARECHAULETA, M., DELGADO, J.D. & FARIÑA, B. 2003. Programa de Seguimiento de Poblaciones de Especies Amenazadas 2003. *Rhopalomesites euphorbiae*, La Gomera. Viceconsejería de Medio Ambiente, Gobierno de Canarias. Documento inédito.

- BÁEZ, M. 1984. Los Panfágidos de las Islas Canarias, con la descripción de una nueva especie: *Acrostira tamarani* n. sp. (Orthop., Pamphagidae). En: Tomo Homenaje al Dr. Antonio González, pp: 37-45. Secretariado de Publicaciones. Universidad de La Laguna.
- BARRACLOUGH, T.G., HOGAN, J.E. & VOGLER, A.P. 1999. Testing whether ecological factors promote cladogenesis in a group of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae). Proceedings of the Royal Society B 266: 1061-1067.
- B.O.C. 2001. Catálogo regional de Especies Amenazadas. Boletín Oficial de Canarias 97: 11106-11111.
- B.O.C. 2010. Catálogo Canario de Especies Protegidas. Boletín Oficial de Canarias 112: 15200-15225.
- B.O.E. 1998. Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. Boletín Oficial del Estado 172: 24300-24301.
- B.O.E. 2011. Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. Boletín Oficial del Estado 46: 20912-20951.
- CARQUÉ, E. & MARRERO GÓMEZ, M.V. 2003. Documento de diagnóstico de la situación de las especies de la flora vascular «sensibles a la alteración de su hábitat» y «vulnerables» del Parque Nacional de Garajonay. Documento sin publicar, 148 pp.
- FERNÁNDEZ, A.B. & PÉREZ DE PAZ, P.L. 2009. Una visión panorámica del monteverde canario. Pp. 143-159. En: A.B. Fernández (Ed.) Parque Nacional de Garajonay, patrimonio mundial. O.A.P.N. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid. 707 pp.
- FOLWACZNY, B. 1973. Bestimmungstabelle der Paläarktischen Cossoninae. Entomol. Blätter 69 (2): 65-180.
- FOLWACZNY, B. 1984. *Mesites ater* H. Lindb. und *M. hozmani* Spec. (Coleoptera, Curculionidae). 17. Beitrag zur kenntnis der paläarktischen Cossoninen. Vieraea 13(1983)(1-2): 241-247.
- GANGWERE, S.K. & MORALES AGACINO, E. 1973. Food selection and feeding behavior in iberian orthopteroidea (1). Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (Serie Protección Vegetal) 3: 251-343.
- GANGWERE, S.K. & RONDEROS, R.A. 1975. A synopsis of food selection in Argentine Acridoidea. Acrida 4: 173-194.
- GANGWERE, S.K. 1962. A study of the feculae of Orthoptera, their specificity and the role which the insects mouthparts, alimentary canal, and food-habits play in their formation. Eos 38: 247-266.
- GANGWERE, S.K. 1967. The feeding behaviour of *Atlanticus testaceus* (Orthoptera: Tettigoniidae). Annals of the Entomological Society of America 60 (1): 74-81.
- GANGWERE, S.K. 1969. A combined short-cut technique to the study of food selection in Orthopteroidea. Turtox News 47: 121-125.
- GANGWERE, S.K., MACKINNEY, J.C., ERNEMANN, M.A. & BLAND, R.G. 1998. Food selection and feeding behaviour in selected Acridoidea (Insecta: Orthoptera) of the Canary Islands, Spain. Journal of Orthoptera Research 7: 1-21.
- GANGWERE, S.K., MURALIRANGAN, M.C. & MURALIRANGAN, M. 1989. Food selection and feeding in Acridoids: a review. Contributions of the American Entomological Institute 25 (5): 1-56.
- GARCÍA, R. & OROMÍ, P. 1992. *Acrostira euphorbiae* sp. n. de Pamphagidae (Orthoptera) de La Palma (Islas Canarias). Eos 68: 99-109.
- ISELY, F.B. & ALEXANDER, G. 1949. Analisis of insect food habits by crop examination. Science 109: 115-116.
- ISRAELSON, G., MACHADO, A., OROMÍ, P. & PALM, T. 1982. Novedades para la fauna coleopterológica de las Islas Canarias. Vieraea 11(1-2): 109-134.
- LINDBERG, H. 1958. Coleoptera Insularum Canariensium I. Aglycyderidae und Curculionidae. Commentationes Biologicae 17 (1): 1-97.
- LÓPEZ, H., CONTRERAS-DÍAZ, H., MORALES, E., BÁEZ, M. & OROMÍ, P. 2004. Distribución de *Acrostira euphorbiae* (Orthoptera, Pamphagidae) en La Palma (Islas Canarias). Revista de la Academia Canaria de las Ciencias 15: 43-51.

- LÓPEZ, H., CONTRERAS-DÍAZ, H.G., OROMÍ, P. & JUAN, C. 2007a. Delimiting species boundaries for endangered Canary Island grasshoppers base on DNA sequence data. *Conservation Genetics* 8: 587-598.
- LÓPEZ, H., NOGALES, M., MORALES, E. & OROMÍ, P. 2007b. Habitat use and phenology of a large insular endemic grasshopper *Acrostira euphorbiae* (Orthoptera: Pamphagidae). *Bulletin of Entomological Research* 97: 117-127.
- LÓPEZ, H., PÉREZ, A.J., OROMÍ, P., ACEVEDO, A.J., RODRÍGUEZ, B. & HERNÁNDEZ, A. 2005. Un nuevo Pamphagidae de Tenerife (Orthoptera, Caelifera). *Vieraea* 33: 419-434.
- MACHADO, A. & OROMÍ, P. 2000. *Elenco de los Coleópteros de las Islas Canarias* Instituto de Estudios Canarios, La Laguna, 306 pp.
- MARRERO, P. & NOGALES, M. 2005. A microhistological survey on the trees of a relict subtropical laurel forest from the Macaronesian Islands as a base for assessing vertebrate plant diet. *Botanical Journal of the Linnean Society* 148: 409-426.
- MARRERO, P., OLIVEIRA, P. & NOGALES, M. 2003. Studying the diet of an insular herbivorous endemic pigeon by microhistological methods: implications on conservations. *Ecologia Mediterranea* 29: 108-112.
- MARTÍN GONZÁLEZ, E. 2005. Seguimiento de poblaciones de especies amenazadas. *Rhopalomesites euphorbiae*. Viceconsejería de Medio Ambiente, Gobierno de Canarias. Documento inédito. 31 pp.
- MARTÍN, K. & MESA-COELLO, R. 2005. Seguimiento de Poblaciones de Especies Amenazadas (2005). *Euphorbia mellifera* Aiton. Viceconsejería de Medio Ambiente, Gobierno de Canarias. Documento inédito.
- MITCHELL, J. E. 1975. Variation in food preferences of three grasshopper species (Acridida: Orthoptera) as a function of food availability. *American Midland Naturalist* 94 (2): 267-283.
- MOLERO, J. & ROVIRA, A. 2005. Typification of some Macaronesian and Mediterranean dendroid spurses. *Taxon* 54: 472-474.
- MORALES, E., LÓPEZ, H. & OROMI, P. 2010. Distribución y amenazas de *Acrostira euphorbiae* (Pamphagidae, Orthoptera). *Revista de la Academia Canaria de las Ciencias* 21 (3-4): 119-131.
- MULKERN, G.B. 1967. Food Selection by Grasshoppers. *Annual Review of Entomology* 12: 59-78.
- OLIVEIRA, P., MARRERO, P. & NOGALES, M. 2002. Diet of the endemic Madeira laurel pigeon and fruit resource availability: a study using microhistological analyses. *The Condor* 104: 811-822.
- OROMÍ, P., DE LA CRUZ, S. & BÁEZ, M. 2010a. Psocoptera, Mallophaga, Anoplura, Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Strepsiptera, Siphonaptera. En: Arechavaleta, Rodríguez, Zurita & García (Coords.) *Lista de especies silvestres de Canarias; hongos, plantas y animales terrestres*. Gobierno de Canarias, 577 pp.
- OROMÍ, P., LÓPEZ, H. & MORALES, E. 2003 *Biología de la reproducción y ecología del saltamontes áptero Acrostira euphorbiae en la isla de La Palma*. Cabildo de La Palma (sin publicar). 57 pp.
- OROMÍ, P., MARTÍN, S. & GALINDO, A. 2001. Nuevos datos sobre la familia Pamphagidae en Canarias (Orthoptera, Caelifera). *Vieraea* 29: 89-95.
- OROMÍ, P., SERRANO, A.R.M. & BORGES, P.A.V. 2010b. Coleoptera. En Borges, Costa, Cunha, Gabriel, Gonçalves, Martins, Melo, Parente, Raposeiro, Ridrigues, Santos, Silva, Vieira & Vieira (Eds.) *A list of the terrestrial and marine biota from the Azores*, pp. 222-232. Principia, Cascais, 432 pp.
- SIMON, C., FRATI, F., BECKENBACH, A.T., CRESPI, B., LIU, H. & FLOOK, P. 1994. Evolution, weighting, and phylogenetic utility of mitochondrial gene sequences and a compilation of conserved polymerase chain reaction primers. *Annals of the Entomological Society of America* 87: 651-701.
- SONNENBERG, R., NOLTE, A.W. & TAUTZ, D. 2007. An evaluation of LSU rDNA D1-D2 sequences for their use in species identification. *Frontiers in Zoology*. 4: 6.
- UECKERT, D.N. & HANSEN, R.M. 1971. Dietary overlap of grasshoppers on sandhill rangeland in northeastern Colorado. *Oecologia* 8: 276-295.

- WHITE, T.J., BRUNS, T., LEE, S. & TAYLOR, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. En: PCR Protocols: a guide to methods and applications. (Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ & White TJ, eds). Academic Press, New York, USA: 315-322.
- WOLLASTON, T. 1854. *Insecta Maderensia*: being an account of the insects of the islands of the Madeiran group. Taylor & Francis, London, 43 + 634 pp.
- WOLLASTON, T. 1861. On the Atlantic Cossonides. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*. 5(9): 362-407.