



SHILAP Revista de Lepidopterología

ISSN: 0300-5267

avives@eresmas.net

Sociedad Hispano-Luso-Americana de
Lepidopterología
España

Obregón, R.; Arenas-Castro, S.; Gil-T., F.; Jordano, D.; Fernández-Haeger, J.
Biología, ecología y modelo de distribución de las especies del género *Pseudophilotes*
Beuret, 1958 en Andalucía (Sur de España) (Lepidoptera: Lycaenidae)
SHILAP Revista de Lepidopterología, vol. 42, núm. 168, diciembre, 2014, pp. 501-516
Sociedad Hispano-Luso-Americana de Lepidopterología
Madrid, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45540983001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Biología, ecología y modelo de distribución de las especies del género *Pseudophilotes* Beuret, 1958 en Andalucía (Sur de España) (Lepidoptera: Lycaenidae)

R. Obregón, S. Arenas-Castro, F. Gil-T., D. Jordano & J. Fernández-Haeger

Resumen

En el presente trabajo se aportan nuevos detalles del ciclo biológico de *Pseudophilotes abencerragus* (Pierret, 1837) y *P. panoptes* (Hübner, [1813]) así como nuevos datos sobre su distribución espacial en Andalucía (sur de España). Su distribución más probable en esta área geográfica es analizada usando el Modelo de Distribución de Especies (SDM) con MaxEnt, con el que se obtienen unos valores de AUC de 0.76 y 0.84 respectivamente, que se consideran aceptables. Los valores de sensibilidad confirman la bondad de los modelos. La altitud y pendiente del biotopo, junto a la presencia de las plantas nutricias condicionan fundamentalmente la presencia de estas especies en el sur de España.

PALABRAS CLAVE: Lepidoptera, Lycaenidae, ecología, biología, modelos de distribución, *Pseudophilotes panoptes*, *P. abencerragus*, Andalucía, España.

**Biology, ecology and distribution model of genus
Pseudophilotes Beuret, 1958 in Andalusia (southern Spain)
(Lepidoptera, Lycaenidae)**

Abstract

We provide new data on the life history of *Pseudophilotes abencerragus* (Pierret, 1837) and *P. panoptes* (Hübner, [1813]) and also about their distribution in Andalusia (southern Spain). Their most probable distribution in this geographical area is analyzed using Species Distribution Model (SDM) with MaxEnt software. The distribution models have acceptable accuracy with AUC values of 0.76 and 0.84 respectively. Sensibility values confirm the validity of the models. Among the selected variables the altitude, slope and the presence of host plants determine the presence of the butterfly species in southern Spain.

KEY WORDS: Lepidoptera, Lycaenidae, ecology, biology, distribution model, *Pseudophilotes panoptes*, *P. abencerragus*, Andalusia, Spain.

Introducción

El género *Pseudophilotes* Beuret, 1958 incluye ocho especies distintas, distribuidas por Europa, Asia y norte de África: *P. abencerragus* (Pierret, 1837), *P. panoptes* (Hübner, [1813]), *P. baton* (Bergsträsser, 1779), *P. barbagiae* De Prins & Poorten, 1982, *P. bavius* (Eversmann, 1832), *P. panope* (Eversmann, 1851), *P. sinaicus* Nakamura, 1975 y *P. vicrama* (Moore, 1865). Tan sólo las tres primeras especies aparecen en la Península Ibérica.

Las dos especies estudiadas en este trabajo son las que aparecen en Andalucía (España): *P. panoptes* y *P. abencerragus*. De ellas sólo se encuentran publicados algunos datos genéricos sobre su biología y ecología en obras recopilatorias sobre lepidópteros diurnos (HIGGINS, 1975; MATTONI, 1980; TOLMAN & LEWINGTON, 1997; FERNÁNDEZ-RUBIO, 1991; GÓMEZ-AIZPURÚA, 2005), sin que conozcamos ningún trabajo específico sobre estos dos licénidos.

P. panoptes es endémico de la Península Ibérica (España y Portugal), mientras que *P. abencerragus* se distribuye por la mitad sur peninsular y una estrecha franja costera del norte del continente africano (Marruecos, Túnez y Argelia) (MATTONI, 1980; TOLMAN & LEWINGTON, 1997). Son especies univoltinas con un corto periodo de vuelo. Ambas especies aparecen frecuentemente en Andalucía formando colonias aisladas y generalmente de pequeño tamaño poblacional, por lo que son especialmente sensibles a las alteraciones antrópicas del hábitat. La persistencia de las poblaciones de las especies de *Pseudophilotes* dependen estrechamente de un intenso manejo ganadero o cinegético del suelo (MATTONI, 1980). Por ejemplo *P. baton*, otra de las especies europeas del género, no presente en Andalucía, requiere hábitats manejados sin matorral de gran porte ni arbolado y con afloramientos rocosos (KONVICKA *et al.*, 2008; VÄISÄNEN *et al.*, 1994). Esto ocurre, en mayor o menor medida, con el resto de especies del género, como las especies estudiadas, cuyas plantas nutricias se localizan en zonas de matorral bajo intensamente pastoreadas. Posiblemente su restringida distribución actual sea consecuencia del manejo antrópico de bosques y pastizales durante los últimos siglos. La distribución restringida y fragmentada de sus plantas nutricias, unida a su escasa capacidad de dispersión, dificulta la localización y colonización de nuevos fragmentos. Esta distribución fragmentada en pequeñas colonias dificulta su localización y cartografía, por lo que es interesante en estos casos recurrir a modelos de distribución para aproximarnos a su distribución potencial, así como para proponer eventuales medidas para su conservación.

En la actualidad, la distribución real y precisa de la mayoría de especies de seres vivos sigue siendo una incógnita. Los mapas de distribución de muchas especies de mariposas se basan principalmente en datos publicados complementados con datos de ejemplares de museos y colecciones, reflejando, en gran medida, las áreas de distribución de sus investigadores (MARGALEF, 1974) o las áreas tradicionalmente más prospectadas por los entomólogos (TEMPLADO, 1983). En la última década es cuando comienza a recopilarse toda la información disponible, tanto bibliográfica como de colecciones públicas y privadas, para la elaboración de atlas de mariposas, aproximándonos en gran medida a la distribución real de nuestra fauna de lepidópteros. GARCÍA-BARROS *et al.* (2004), publican un atlas con los mapas de distribución actualizados y basados en una extensa revisión de datos de ejemplares conservados en museos y colecciones, así como de datos recopilados de trabajos científicos. Este atlas es, sin duda, el primer trabajo de recopilación integral de la fauna de mariposas ibéricas y baleáricas utilizando cuadrículas UTM. Sin embargo, debido a la desigual prospección de distintas regiones de la península y a que los autores no pudieron acceder a todas las colecciones existentes en el país, este atlas no refleja bien la realidad para algunas especies en Andalucía. En cualquier caso, este trabajo constituye la base fundamental a partir de la cual se pueden realizar sucesivas actualizaciones que tengan en cuenta los trabajos científicos publicados con posterioridad a la aparición del atlas.

La distribución real de una especie, en sentido estricto, es consecuencia del ambiente físico o biótico, (clima, altitud, litología) y las interacciones de esa especie con el medio y con otras especies (herbivoría, depredación, parasitismo, mutualismo, etc.) (LOMOLINO *et al.*, 2006). Por ello, la metodología para analizar la distribución geográfica de las especies está cambiando, reivindicándose un gran interés en conocer, la distribución de las especies de un territorio concreto a una escala lo más detallada posible, lo que requeriría de mucho tiempo y esfuerzo de muestreo.

Actualmente, el desarrollo de modelos para predecir la distribución de muchas especies es una herramienta muy válida para el estudio de la distribución de las mismas y para establecer planes de conservación (FRANKLIN, 1995; SPELLERBERG & SAWYER, 1999; GUIBAN & ZIMMERMANN, 2000; AUSTIN, 2002; LESHMANN & OVERTON, 2002; WALDHARDT *et al.*, 2004). En este sentido, los modelos de distribución de especies (SDM) son una magnífica herramienta

ecológica para conocer aquellos enclaves potencialmente susceptibles de albergar una especie concreta (DRAKE & BOSSENBROEK, 2009) o incluso para predecir a tiempo cuál será su distribución futura como consecuencia de los efectos del cambio climático (THUILLER, 2003; PARMESAN, 2006; ROMO *et al.*, 2013). El uso de modelos permite conocer una aproximación a la distribución geográfica potencial actual de una especie en condiciones conocidas, así como predecir su distribución más probable ante distintos escenarios de cambio global (ROMO *et al.*, 2013). Estos modelos son especialmente útiles en el caso de especies cuya distribución actual es poco conocida o bien es un mero reflejo de las áreas más intensamente muestreadas por los investigadores. Los modelos de distribución cuantifican la probabilidad de ocurrencia de una especie a partir de las localidades en que se conoce que dicha especie está presente y en función de un conjunto de variables ambientales (ESTRADA, 2008). La fiabilidad y el valor predictivo del modelo dependen en gran medida de la selección acertada de aquellas variables que deben ser las más determinantes para explicar la variabilidad ambiental del área donde aparece la especie que pretendemos estudiar (LOISELLE *et al.*, 2008; SORIA-AUZA *et al.*, 2010). No obstante, los modelos de distribución no son más que el paso inicial en el estudio ecológico de una especie. Nos muestran una aproximación de aquellas localidades con mayor probabilidad de ocurrencia de unas condiciones óptimas para cada especie estudiada y son, por tanto, una herramienta muy útil para actuaciones de conservación.

Muchos de los métodos de modelado de distribución actual funcionan muy bien con tamaños de muestra pequeños (WISZ *et al.*, 2008) y son, por tanto, válidos para predecir con exactitud la distribución de hábitats adecuados para especies amenazadas o en peligro de extinción de las que se dispone de un limitado número de datos de presencia. Por otro lado, estos modelos son sensibles a la variabilidad de los predictores ambientales del área de estudio y al grado de especialización de la especie en el uso del hábitat (RODDA *et al.*, 2011). Uno de los modelos de especies basados en datos de presencia más consistentes es MaxEnt (PHILLIPS *et al.*, 2006; PHILLIPS & DUDIK, 2008). Entre otros programas que modelan la distribución de especies (SDM), MaxEnt permite predecir aquellos hábitats más propicios para una especie en la actualidad y en el futuro, aunque el número de muestras sea muy bajo. Por ello, en este trabajo se ha escogido el método de máxima entropía (MaxEnt) para los modelos de nicho ecológico. Con este método se puede obtener unos resultados estadísticos sólidos así como una muy buena aproximación al modelo de distribución potencial (KUMAR & STOHLGREN, 2009), aplicable a las especies estudiadas del género *Pseudophilotes* existentes en Andalucía.

Metodología

ÁREA DE ESTUDIO

El territorio de la comunidad autónoma andaluza presenta una superficie superior a 87.000 km². En él existen básicamente dos formaciones montañosas: Sierra Morena, al Norte y el Sistema Bético (Subbético y Penibético) al Sur, separados ambos por el extenso valle fluvial, del río Guadalquivir. Estas cadenas montañosas presentan enclaves con microclimas y otras condiciones propicios para albergar un buen número de especies de distribución restringida en la Península Ibérica.

BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LAS ESPECIES

Durante los años 2004 a 2012 se han realizado numerosas prospecciones por diversos enclaves de Andalucía, centradas básicamente en las Sierras Béticas desde Sierra de Grazalema (Cádiz) hasta Sierra de Segura (Jaén), así como en el sector central de Sierra Morena. En estas prospecciones se han localizado mediante GPS todas las colonias aparecidas de estos licénidos y se han realizado observaciones tanto de los imagos como de las fases preimaginales. Además, se han identificado las plantas nutricias y criado en cautividad sus larvas, anotando cualquier dato que pudiera resultar interesante. Además, durante los días 29 y 30 del mes de mayo de 2012 se capturaron en varias localidades de Sierra Morena un total de 28 orugas de *P. abencerragus* en su última fase de desarrollo.

En esta última fase son más sencillas de capturar, puesto que las orugas neonatas de la primera y segunda fases (L2) son de tamaño reducido y difíciles de localizar, pues permanecen dentro de las flores de la planta nutricia *Cleonia lusitanica*. Estas fueron criadas en cautividad en dos lotes en recipientes de plástico de dimensiones 20 x 10 x 4 cm (largo x ancho x alto) aportando alimento “ad libitum” fresco a diario, sobre todo con especial énfasis en que las inflorescencias contengan un buen número de flores en buen estado. Con estas orugas y las crisálidas resultantes se pudo estimar la tasa de parasitismo que aparecía en esa localidad. Los parasitoides fueron conservados en tubos de 5 ml en alcohol, diluido al 70%, y enviados al Dr. M.R. Shaw, del National Museum of Scotland, en Edimburgo (Escocia, Gran Bretaña) para su identificación.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ACTUAL

Para la realización de los mapas de distribución se han utilizado los datos bibliográficos recopilados en el “Atlas de las Mariposas Diurnas de la Península Ibérica” (GARCÍA-BARROS *et al.*, 2004), más los procedentes de las colecciones de los autores y de nuestras prospecciones citadas más arriba realizadas entre 2004 y 2012.

Los mapas de distribución fueron generados con el programa ArcGis 10.0 (ESRI, Redlands, CA.) con una resolución de 10 x 10 km (cuadrículas UTM). Los mapas elaborados se basan, por tanto, en la compilación de información ya publicada por otros autores (GARCÍA-BARROS *et al.*, 2004) actualizada con los nuevos datos de nuestro trabajo.

MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Para la elaboración de los modelos de distribución espacial de estas dos especies de *Pseudophilotes* en Andalucía hemos utilizado el método de Máxima Entropía, mediante el programa de libre acceso MaxEnt versión 3.3.3 (disponible en <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/MaxEnt/>). Este programa calcula la distribución más probable para una especie seleccionada (PHILLIPS *et al.*, 2006), donde la presencia de la especie es la variable dependiente y como predictores o variables independientes se utilizaron los datos Bioclimáticos, Altitud, Pendiente, Orientación, Litología y Presencia de planta nutricia en cada una de las cuadrículas analizadas. Este modelo se basa en el principio de máxima entropía, que indica que la mejor predicción disponible de la distribución es aquella que maximiza la entropía de la información de entrada y la salida es el nicho que la especie ocupa (PHILLIPS *et al.*, 2006). Por lo general, la variable de entrada es, en realidad, una serie de variables ambientales y la variable de salida o nicho se define en términos de estas variables ambientales. El potencial de distribución de la especie analizada se define en función de estas variables ambientales, que se corresponden con los datos de ocurrencia de las especies estudiadas (ANDERSON *et al.*, 2003).

Para la evaluación de la capacidad de predicción del modelo hemos utilizado el valor del AUC (área bajo la curva) que nos indica la capacidad discriminatoria del modelo (PEARCE & FERRIER, 2000; ROMO *et al.*, 2013). Un valor superior a 0.7 se ajusta a un modelo con suficiente precisión (NEWBOLD *et al.*, 2009).

Las variables ambientales utilizadas para este trabajo, fueron obtenidas a partir de WorldClim con una resolución de 5 arc-min (aprox. 10 km.). La combinación de la temperatura y la precipitación, permite obtener variables biológicamente más significativas, que son las denominadas “variables bioclimáticas”. Con las 19 variables bioclimáticas disponibles en WorldClim, realizamos un test de correlación de Spearman para descartar aquellas variables que estuvieran fuertemente correlacionadas, $r = 0.8$ (ELITH *et al.*, 2002). Entre las variables que mostraron una correlación inferior ($r < 0.8$), se eligieron aquellas que se considera que pueden afectar en mayor medida a la distribución de nuestras especies, según los conocimientos previos sobre sus requerimientos ecológicos y ambientales en el territorio andaluz (véase Tabla I). No se han considerado, por tanto, el resto de variables que se encontraban altamente correlacionadas.

Las variables topográficas como elevación, pendiente y orientación de las laderas han sido

obtenidas del modelo digital de elevaciones (M. D. E.). Su resolución espacial es de 30 m. La pendiente, en grados, fue calculada usando el “Spatial Analyst Tool in ArcGis 9.3”. La variable litológica ha sido obtenida a partir del Mapa Litológico de Andalucía (MLA), editado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en 2005. La resolución del mapa es de 1:400.000. La pendiente y la orientación se obtuvieron de los valores medios de todos los puntos con datos de presencia de las especies incluidos en cada cuadrícula de 10 x 10 km.

Además, debido a la estrecha relación existente entre estos licénidos y las plantas nutricias de las que dependen sus larvas, se han elaborado unos mapas de presencia de estas especies de plantas, a partir de la base de datos del Global Biodiversity Information (GBIF, 2010).

Del conjunto de variables predictoras disponibles para la elaboración del modelo se han seleccionado aquellas que, a nuestro juicio, tienen un mayor poder predictivo en función de los requerimientos ambientales y el ciclo biológico de las especies consideradas (Tabla I).

Tabla I.– Variables analizadas.

Variable analizada	Abreviación	Referencia	Unidades
Temperatura media anual	BIO1	Worldclim	°C
Media de temperatura del trimestre más cálido	BIO10	Worldclim	°C
Media de temperatura del trimestre más frío	BIO11	Worldclim	°C
Precipitación anual	BIO12	Worldclim	mm.
Precipitación del trimestre más frío	BIO19	Worldclim	mm.
Altitud	ALT	Modelo Digital de Elevaciones (MDE)	m.
Pendiente	PEN	Modelo Digital de Elevaciones (MDE)	°
Orientación	ORI	Modelo Digital de Elevaciones (MDE)	°
Litología	%Bas, %Aci, %Neu	Mapa Litológico de Andalucía (MLA)	Categorizado 0, 1 y 2
Presencia-ausencia de planta nutricia	<i>Thymus spp.</i> <i>Cleonia lusitanica</i>	Global Biodiversity Information Facility (GNIF)	Presencia (1) Ausencia (0)

Para relacionar las especies de licénidos con las plantas nutricias de sus larvas hemos realizado un mapa de potencialidad a partir del mapa de litologías de Andalucía. Mediante tres valores (0, 1 y 2) se ha categorizado la potencialidad de los hábitats en relación a la acidez de los suelos.

Valor 0: aquellos hábitats no susceptibles de albergar a las especies o las plantas nutricias con las que se asocian por ser suelos de naturaleza ácida.

Valor 1: aquellos hábitats susceptibles de albergar a las especies o las plantas nutricias con las que se asocian. Corresponden con suelos más básicos desarrollados sobre materiales margosos y arcillosos del valle del Guadalquivir.

Valor 2: aquellos hábitats muy susceptibles de albergar a las especies o las plantas nutricias con las que se asocian por ser de naturaleza francamente básica.

Para el manejo de los datos, se ha obtenido el porcentaje del suelo que corresponde con un valor 0, 1 ó 2 en cada cuadrícula de 10 x 10 km.

La relación de herbivoría entre la mariposa y la planta es una interacción obligada, en la que el insecto fitófago es el consumidor primario de este recurso (JANZ *et al.*, 2001). Los *Pseudophilotes* presentan un alto grado de especificidad con su planta nutricia, sobre todo en *P. abencerragus*. En cambio, *P. panoptes* puede utilizar varias especies del género *Thymus*, aunque localmente presente una alta especificidad por una única especie.

Las especies de plantas utilizadas como variables categóricas (presencia-ausencia) fueron:

- *Cleonia lusitanica*

- *Thymus spp.* (incluido: *T. zygis*, *T. baeticus*, *T. granatensis*, *T. orospedanus* y *T. mastichina*).

Las cuadrículas de presencia de estas plantas nutricias corresponden con datos aportados por los autores y datos de herbarios y trabajos publicados obtenidos del proyecto Anthos (Fundación Biodiversidad - Real Jardín Botánico, CSIC) y del "Global Biodiversity Information Facility" (GBIF).

Resultados

BIOLOGÍA, ECOLOGÍA DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Las especies de *Pseudophilotes* estudiadas, presentan cierta complicación en su identificación, siendo, en muchos casos, necesaria la captura y observación directa del ejemplar por un experto. Existen algunas diferencias fácilmente detectables para poder discriminar entre las dos especies. En aquellos ejemplares que están en buen estado, pueden diferenciarse por la disposición del ajedrezado negro de las fimbrias, en las que las manchas son completas en el caso de *P. panoptes* o incompletas en forma de "T" en *P. abencerragus*. Además las lúnulas de *P. panoptes* presentan poca difusión del color naranja comparado con las de *P. abencerragus*, en la que son más patentes. Respecto al anverso, el color azul de los machos es visiblemente diferente, siendo más brillante en *P. panoptes* y de un color más azul ultramar en *P. abencerragus*. Además, en el anverso alar, el punto discal de *P. abencerragus* esta bordeado de unas escamas azul brillante, que lo diferencia del resto del azul alar, mientras que este borde está ausente en *P. panoptes*.

El solapamiento de la distribución de ambas especies en Andalucía es alto, por lo que ocasionalmente no es fácil diferenciar sus poblaciones. En este trabajo se han descartado todos aquellos avistamientos donde no se ha podido confirmar con certeza la identificación. Respecto a las citas bibliográficas, no podemos asegurar la fiabilidad de todas ellas, asumiendo que pudiera haber algunos errores de identificación. No obstante, algunas de las cuadrículas que aparecen en la bibliografía también fueron visitadas y la presencia de las especies confirmada.

Pseudophilotes abencerragus (Pierret, 1837)

Se trata de una especie univoltina con un período de vuelo muy corto que va desde abril a mayo, con un pico de abundancia en la primera semana de mayo. Los huevos, de color azul celeste, son depositados individualmente en el envés de las hojas de su planta nutricia, *C. lusitanica*. En los primeros días las larvas, consumen parte de la cutícula de la hoja, pasando rápidamente a alimentarse de las flores, permaneciendo durante el resto de la fase larvaria en el interior de las mismas. Su cría en cautividad "ex ovo" resulta complicada, pues las orugas neonatas necesitan consumir flores siempre frescas y un ambiente muy soleado en sus primeras fases. A partir del segundo estadio, pueden criarse en cautividad con cierta facilidad. Las larvas son policromáticas, que van desde el verde al rosado con una gran diversidad de combinaciones. Estiva e hiberna en fase de crisálida.

En la Península Ibérica es monófaga sobre la lamiácea *C. lusitanica* (MUNGUIRA *et al.*, 1997, OBREGÓN & GIL-T., 2011). Esta planta anual crece en pastizales xerófilos, sobre suelos básicos y está distribuida por gran parte del territorio peninsular. Esta labiada presenta aceites esenciales que le confieren cierta viscosidad, disminuyendo la palatabilidad para el ganado, lo que le da cierta ventaja competitiva sobre otras especies de plantas. Esto facilita su establecimiento y persistencia en zonas áridas y sometidas a una presión ganadera elevada, desapareciendo cuando cesa esta perturbación. En el norte de África, se han citado como plantas nutricias de *P. abencerragus* especies de los géneros *Thymus* y *Salvia* (TOLMAN & LEWINGTON, 1997).

Es relativamente frecuente en las Sierras Béticas, donde habita en pastizales soleados con matorral

disperso y casi siempre con afloramientos rocosos de naturaleza caliza y sujetos a una carga ganadera moderada o incluso alta, en contraposición a lo que comentan OLIVARES *et al.* (2011).

En Sierra Morena, esta especie es muy escasa y aparece en contadas localidades. En esta cadena montañosa, el hábitat característico parece estar influenciado fundamentalmente por la presencia de la planta nutricia. Las colonias conocidas en esta Sierra, dentro del término municipal de Córdoba, se encuentran asentadas en taludes de caminos, desprovistos totalmente de vegetación arbustiva y arbórea y siempre sobre la orla de calizas del Mioceno del borde sur de esta Sierra.

Recientemente se ha descrito por primera vez su asociación facultativa con hormigas de la especie *Camponotus foreli* (OBREGÓN & GIL-T., 2011). Posteriormente, ÁLVAREZ *et al.* (2012) citan su relación mutualista con *Plagiolepis pygmaea* y *Crematogaster auberti*. Durante los muestreos realizados en mayo de 2012, se han localizado en Sierra Morena varias orugas atendidas por *Plagiolepis schmitzii*.

Un porcentaje importante (53,6%) de las orugas de los últimos estadios capturadas en el campo estaban parasitadas por *Cotesia astrarches* (Braconidae). Las muestras de los parasitoides se encuentran depositadas en el National Museum of Scotland, en Edimburgo (Escocia, Gran Bretaña).

Pseudophilotes panoptes (Hübner, [1813])

Es una especie de distribución exclusivamente ibérica. En Andalucía es especialmente frecuente en las Sierras béticas, aunque existen importantes colonias en la orla granítico-pizarrosa de Sierra Morena, tanto en Córdoba, como en Sevilla. Aparece en colonias aisladas sobre suelos arenosos, tanto del interior como costeros.

Es una especie univoltina que vuela entre los meses de abril y mayo, pudiéndose extender hasta junio en aquellas localidades por encima de los 1.500 m. Habita laderas soleadas, con matorral bajo de tomillos y lavándulas y con afloramientos rocosos. En muchas ocasiones estos enclaves están sometidos a una intensa presión ganadera, desarrollándose preferentemente sobre suelos calizos, donde se localizan la mayoría de sus plantas nutricias (preferentemente basófilas).

Sus plantas nutricias pertenecen al género *Thymus*. Ha sido citada sobre *Thymus mastichina* y *T. zygis* (MUNGUIRA *et al.*, 1997). En las sierras de Cazorla y Segura se han localizado hembras ovopositando sobre *T. orospedanus* y en la Subbética cordobesa y Sierra de Alfacar sobre *T. granatensis*. En Sierra Morena y Sierra Madrona las colonias se asientan en zonas de matorral con *T. mastichina*. En otras sierras del sistema bético, consumen las flores y hojas de *T. zygis* ssp. *gracilis*. No se descarta que pueda consumir otras especies de tomillo como *T. baeticus*, incluso especies de otros géneros, como es el caso de *Thymbra capitata* por su proximidad taxonómica y presencia en algunos enclaves donde la especie se localiza.

Las orugas presentan una asociación mirmecófila facultativa laxa con hormigas de las especies *Camponotus cruentatus* (MUÑOZ-SARIOT, 1995), *C. piceus*, *Crematogaster auberti* y *Lasius grandis* (OBREGÓN & GIL-T., 2011). Hasta el momento no se ha descrito ningún parasitoide asociado a las fases preimaginales.

Mapa de distribución actual

Una revisión exhaustiva de datos publicados en trabajos científicos sobre la distribución de las dos especies de mariposas en Andalucía ha reportado datos de presencia en un total de 75 cuadrículas UTM de 10 x 10 km. En este trabajo se han recopilado 114 localidades, lo que supone de 83 nuevas cuadrículas donde están presentes las especies estudiadas (71 para *P. panoptes* y 12 para *P. abencerragus*) (Figs. 1 y 2).

Modelo de distribución potencial

A partir del análisis de máxima entropía realizado con MaxEnt, se han obtenido los mapas de

distribución potencial (Fig. 3 y 4), así como los resultados estadísticos de las variables, para las dos especies estudiadas (Tabla II).

Tabla II.– Valores de AUC y parámetros binomiales obtenidos para los modelos de MaxEnt en las dos especies.

Especie	AUC	Umbral	Sensibilidad
<i>P. abencerragus</i>	0,76	0,385	0,69565217
<i>P. panoptes</i>	0,84	0,400	0,79464286

Los valores de AUC obtenidos son de 0,76 y 0,84 respectivamente lo que supone una precisión aceptable para estos modelos, ya que superan el valor 0,7 estipulado para esta precisión (PEARCE & FERRIER, 2000; NEWBOLD *et al.* 2009).

Adicionalmente se ha realizado el cálculo de la “Sensibilidad” para ver la eficacia del modelo según FIELDING & BELL (1997), fijando como umbral el valor del ETSS (Equal training sensitivity and specificity) obtenida con MaxEnt.

Tabla III.– Contribuciones relativas (%) de las variables predictoras para los modelos de distribución generados con MaxEnt. **Alt:** Altitud, **Ori:** Orientación, **Pen:** Pendiente, **Bio1:** Temperatura media anual, **Bio10:** Temperatura media del trimestre más cálido, **Bio11:** Temperatura media del trimestre más frío, **Bio12:** Precipitación anual, **Bio19:** Precipitación del trimestre más frío, **%Bas (2):** Porcentaje de suelo de litología básica, categorización 2; **%Aci (0):** Porcentaje de suelo de litología ácida, categorización 0; **%Neu (1):** Porcentaje de suelo de litología neutra, categorización 1; **C.lus:** Presencia de *Cleonia lusitanica*, **Thym:** Presencia del género *Thymus*.

			<i>P. abencerragus</i>	<i>P. panoptes</i>
	VARIABLES			
Porcentaje de contribución al modelo	Orográficas	Alt	35,63	48,01
		Ori	0,29	0,56
		Pen	9,52	10,85
	Planta nutricia	C.lus	23,97	-
		Thym	-	27,04
	Litológicas	%Bas (2)	17,48	0,53
		%Neu (1)	4,07	0,51
		%Aci (0)	0,81	1,17
	Climáticas	Bio1	0,25	0,86
		Bio10	0,65	0,45
		Bio11	0,43	6,96
		Bio12	3,30	1,67
		Bio19	3,54	1,33

Discusión

La distribución conocida de una especie es, en la mayoría de los casos, incompleta en comparación con la distribución real de la misma. El elevado coste y esfuerzo para muestrear mariposas a una escala espacial fina, hace que cada vez sea de mayor utilidad la aplicación de modelos para determinar los posibles enclaves donde la especie objeto de estudio pudiera estar presente (HEIKKINEN *et al.*, 2007; GUTIÉRREZ-ILLÁN *et al.*, 2010). Estas áreas “potenciales” son muy útiles para el desarrollo de políticas de conservación, para la protección de las especies o de los hábitats a los que se asocian.

Entre los nuevos datos aportados en este trabajo cabe destacar los relacionados con la relación mirmecófila facultativa de *P. abencerragus* con el formícido *P. schmitzii*. El parasitoide identificado, *Cotesia astrarches*, es citado por primera vez para este hospedador. Según SHAW *et al.* (2009) esta especie parasita además a los licénidos: *Cupido minimus*, *Aricia agestis*, *A. artaxerxes* y *Polyommatus thersites*. En este caso, es el primer registro de parasitismo de este bracónido a una

especie de otra subtribu diferente a la Polyommata y Cupidina. También se citan por primera vez como plantas nutricias de *P. panoptes* en Andalucía: *Thymus orospedanus* y *T. granatensis*.

Con este trabajo se ha puesto de manifiesto un gran número de localidades nuevas para las especies estudiadas, que suponen una importante adición para mejorar sustancialmente los mapas de distribución conocida de dichas especies. El elevado número de horas invertidas de campo y el aporte de valiosos datos no publicados, ha aumentado considerablemente el conocimiento de la superficie ocupada por estas especies, mejorando a su vez el valor de los modelos de distribución potencial elaborados en este trabajo. Si analizamos los nuevos datos de localidades ocupadas (cuadrículas UTM de 10 x 10 km), observamos cómo con este trabajo se amplían en 12 las cuadrículas de *P. abencerragus* (34% más) y 71 para *P. panoptes* (177% más).

El patrón de distribución de las dos especies en la geografía andaluza sugiere una tendencia a la agregación, tal como se puede observar en los mapas de distribución conocida, con preferencias por zonas montañosas de las cordilleras Béticas (Sistemas Subbéticos y Penibéticos). La dominancia de los suelos calizos en estas sierras aumenta la probabilidad de presencia de las plantas nutricias, de las que dependen. Además, las notables diferencias en el régimen de pluviometría, en contraposición con las zonas costeras, valles o campiñas, la reducción de la insolación y temperaturas altas extremas en los meses de mayor vulnerabilidad, hacen a estas localidades más favorables para la presencia de estos licénidos. Con estas premisas y conocimientos previos de los requerimientos ecológicos de estas mariposas hemos procedido a realizar los modelos predictivos de distribución, así como un análisis de las contribuciones de cada una de las variables utilizadas como predictores.

Los modelos de distribución de las especies estudiadas pueden considerarse que presentan una buena precisión basándonos en los valores de AUC obtenidos (0,76 para *P. abencerragus* y 0,84 para *P. panoptes*), que superan el valor de 0,7 estipulado para una discriminación aceptable (PEARCE & FERRIER, 2000). Adicionalmente los valores de sensibilidad obtenidos (0,69 y 0,79 respectivamente) confirman, igualmente, la bondad del modelo.

Los modelos predictivos para especies que son típicas de hábitats montañosos, están basados generalmente en factores topográficos (FISCHER, 1990; GUIBAN *et al.*, 1999; GUTIÉRREZ-ILLÁN *et al.*, 2010). Además se ven afectados por factores climáticos como la precipitación y la temperatura (MARTÍN & GURREA, 1990) y humanos (STEFANESCU *et al.*, 2004). En nuestros modelos puede confirmarse este hecho, con aportaciones al modelo entre un 35-48%. Para un escenario actual, las variables topográficas (altitud, pendiente y orientación) son las variables con mayor peso en el modelo. Combinadas, la altitud y pendiente pueden llegar a contribuir entre un 45 y un 60% al modelo (ver Tabla II). Dentro de las tres variables topográficas antes citadas, la orientación tiene muy poco peso en la construcción del modelo, no superando en ninguno de los casos el 0,6% de contribución.

Si analizamos los resultados de contribución de las variables climáticas observamos como presentan un menor peso, que las relacionadas con la orografía: Tanto en *P. abencerragus* como en *P. panoptes*, no superan el 10% de aportación al modelo. Esto es algo lógico si observamos la amplitud climatológica territorial donde pueden aparecer estas especies, que como se ha indicado aparecen desde el nivel del mar hasta los 1.700 m.s.n.m.

Las razones por las que se han escogido las 5 variables bioclimáticas: Bio1, Bio10, Bio11, Bio12 y Bio19 (ver Tabla I) de las 19 disponibles en Worldclim radican en la biología de las especies estudiadas. La hibernación o diapausa invernal es el momento de mayor vulnerabilidad frente a la deshidratación, congelación, ataque por parasitoides, depredadores o enfermedades. Ambas especies son univoltinas, por lo que tienen que pasar un elevado número de días (300 días aproximadamente) resguardadas, produciéndose la estivación y posterior hibernación en fase de crisálida. La fase adulta es realmente corta y se produce por un periodo de 3-4 semanas durante los meses de abril y mayo (incluso inicios de junio), en los que en nuestra región las condiciones de temperatura y precipitación no son extremas. Como consecuencia, durante los meses más cálidos, una serie continuada de días con temperaturas altas extremas pueden producir la deshidratación y muerte de las crisálidas. Por otra parte, en el trimestre más frío, un prolongado periodo de días con temperaturas bajas extremas

podría producir la congelación de las crisálidas. Son estas dos situaciones climáticas las que pueden disminuir los efectivos de la siguiente generación. Las crisálidas de estas especies necesitan acumular una serie de horas de frío para que se estimule la emergencia del imago, como ha sido demostrado en estudios realizados con piéridos como *Euchloe crameri* (TEMPLADO, 1981; RETAMOSA *et al.*, 1993) o *Cupido lorquini*, (GIL-T., 2002). Si los inviernos son suaves es posible que permanezcan un año más en diapausa para emerger al segundo año, lo que aumenta los riesgos de perecer en este periodo no reproductivo. Este hecho ha sido constatado por los autores con las especies *Tomares ballus* y *Zegris eupheme*. Por tanto, parece razonable elegir las variables de temperatura mencionadas como determinantes del éxito y la abundancia de estas especies en las distintas cuadrículas.

La precipitación anual (Bio 12) es una variable que esperaríamos fuera de gran importancia para modelar la distribución de estas especies, ya que mantiene la humedad necesaria para el desarrollo de las orugas y la conservación de las fases preimaginales durante la diapausa. Además, se sabe que la pluviometría es un condicionante que afecta de forma directa a la calidad y desarrollo de las plantas nutricias. Así, un año extremadamente seco hace que el crecimiento de las plantas sea reducido o que florezcan con antelación y durante un período más corto, (RODRÍGUEZ *et al.*, 1994) condicionando el tamaño y la supervivencia de las orugas. Igual resultado esperaríamos para las precipitaciones en el trimestre más frío (Bio19), que suelen coincidir en gran parte de Andalucía con las más intensas y pueden condicionar de forma importante tanto la supervivencia de las crisálidas invernantes como la calidad de las plantas nutricias de las orugas en la siguiente primavera. Sin embargo la aportación de estas variables al modelo son inferiores al 4%, muy inferior al obtenido en otros modelos para mariposas ibéricas, en los que las variables pluviométricas contribuían entre el 21 y el 83% al modelo (ROMO *et al.*, 2013). Estas diferencias tienen que ver sin duda con que en nuestro modelo se utilizan otras variables (presencia de plantas nutricias, litología, etc.) además de las climáticas, por lo que estas últimas contribuyen en una menor proporción a la explicación del modelo.

Respecto a la litología, las especies estudiadas se distribuyen en Andalucía, principalmente, en las Sierras Béticas (Subbéticas y Penibéticas), en hábitats donde se localizan las plantas nutricias de las que dependen. *C. lusitanica* es una lamiácea preferentemente basófila y, al igual que, la mayoría de las especies de *Thymus* (tomillos) andaluces, se distribuyen también por las sierras Béticas, sobre suelos de carácter básico. Excepcionalmente encontramos a *T. mastichina*, que podría considerarse una especie indiferente edáfica, con gran representación en las zonas costeras arenosas del litoral occidental, Sierra Morena y suelos ácidos del territorio, similar a la subespecie *sylvestris* de *T. zygis*, mientras que la ssp. *gracilis* es estrictamente caliza (BLANCA *et al.*, 2011). Aun así, en la orla de litología ácida de Andalucía, son extremadamente escasas las colonias conocidas de ambas especies de *Pseudophilotes*. En el modelo se observa cómo el porcentaje de suelo básico tiene un importante peso, superior a un 10%, en el caso de que las orugas se alimenten de plantas predominantemente basófilas como *C. lusitanica*. En cambio para *P. panoptes* la variable litología no afecta sensiblemente a la distribución predicha por el modelo, probablemente porque sus plantas nutricias son relativamente indiferentes a la litología, por lo que, tanto la mariposa como su planta nutricia, se pueden localizar sobre suelos ácidos, tanto graníticos como pizarrosos en Sierra Morena y su entorno, o incluso en suelos arenosos en zonas próximas a la costa.

La localización de estos licénidos en sus hábitats implica necesariamente la presencia de sus plantas nutricias, debido a su estrecha dependencia de ellas. El alto grado de especificidad de las orugas de estas especies de mariposas en el uso de plantas nutricias conlleva una especialización en la selección de hábitats muy concretos. Como podemos observar en los resultados, las variables de presencia de las plantas nutricias tienen una fuerte contribución a los modelos (23 a 27%). Cabe destacar el 27% de contribución de la presencia del género *Thymus* en el modelo de *P. panoptes*, o el 24% de contribución de la presencia de *C. lusitanica* en el modelo de *P. abencerragus*.

La distribución real conocida de ambas especies muestra un elevado grado de solapamiento en muchas cuadrículas. Este solapamiento espacial no implica que exista una competencia entre ambas especies, puesto que además de la especificidad de plantas nutricias la competencia por ellas está

muy rara vez documentada entre larvas de mariposas. Aparentemente *P. abencerragus* soporta hábitats más perturbados que *P. panoptes*, posiblemente porque su planta nutricia puede desarrollarse en situaciones de mayor presión ganadera y sobre suelos nitrificados. Además la planta nutricia de *P. abencerragus* es un terófito anual, por lo que es más fácil que sus colonias perduren incluso después de los incendios, mientras que las poblaciones de *P. panoptes* establecidas sobre caméfitos del género *Thymus*, pueden tener mayor dificultad de regeneración tras eventuales incendios.

Los modelos de distribución potencial de especies son el paso inicial en el estudio ecológico de una especie. Estos nos aproximan a una visión general de aquellas localidades con mayor probabilidad de ocurrencia de una especie, ya que reúnen una serie de condiciones y recursos adecuados para la presencia de la especie estudiada. No obstante, se podrían considerar otras variables que pueden afectar a la distribución de las especies y entre las más importantes destacan las de carácter antrópico, es decir, la tipología e intensidad de usos del territorio como son la ganadería, la agricultura, el desarrollo urbanístico, los incendios, etc. Estas variables son difíciles de cuantificar, por lo que los modelos generados con las variables aquí consideradas tienen su máximo poder predictivo en aquellos hábitats en los que no existan perturbaciones antrópicas superpuestas y no consideradas aquí. No obstante, la presencia predicha para estas especies no implica su presencia real. La distribución fragmentada que pueden presentar estas especies sugiere que puede existir una dinámica de metapoblaciones, con extinciones y recolonizaciones de fragmentos de hábitats. Esta dinámica puede explicar que en un momento dado enclaves con hábitats favorables estén vacantes.

Aunque ninguna de las dos especies puede considerarse que esté en peligro, su distribución, en muchas ocasiones, aislada y su sensibilidad a la alteración del hábitat puede favorecer su posible desaparición. En este trabajo llama la atención la distribución de las colonias localizadas de *P. abencerragus* en Sierra Morena, donde la especie es realmente escasa y el grado de aislamiento es máximo, siendo complicado el intercambio de efectivos entre distintos fragmentos. Los mapas de distribución generados en este trabajo deberían tenerse en cuenta para futuras actuaciones de manejo y conservación, tanto de las especies como de sus hábitats, ya que, de lo contrario, algunas de ellas podrían ver reducidos sus efectivos e incluso llegar a desaparecer en un período no muy prolongado de tiempo. Este es el caso del endemismo ibero-marroquí *P. abencerragus*, en los que fenómenos estocásticos como incendios o el cambio de usos del suelo en las localidades donde actualmente habita podrían tener consecuencias irreversibles.

Agradecimientos

Los autores quieren mostrar su agradecimiento al Dr. Mark R. Shaw, del National Museum of Scotland, en Edimburgo, Escocia (UK.), por la identificación de los parasitoides; a Pilar Fernández, del Departamento de Ecología de la Universidad de Córdoba (España), por sus acertados comentarios y enorme ayuda prestada en el trabajo; a Javier López, Universidad de Huelva (España), por sus aportaciones botánicas y a los revisores anónimos por sus comentarios y aportaciones que han contribuido a enriquecer este trabajo. Parte de esta investigación ha sido financiada por el proyecto POSTDOK CZU (ESF and MEYS CZ.1.07/2.3.00/30.0040) otorgado al Dr. Arenas-Castro.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, M., MUNGUIRA, M. L. & MARTÍNEZ-IBÁÑEZ, M. D., 2002.— Nuevos datos y recopilación de las relaciones entre Lycaenidae y Formicidae en la Península Ibérica (Lepidoptera: Lycaenidae; Hymenoptera: Formicidae).— *SHILAP Revista de lepidopterología*, **40**(157): 45-59.
- ANDERSON, R. P., LEW, D., & PETERSON, A. T., 2003.— Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models.— *Ecological Modelling*, **162**(3): 211-232.
- AUSTIN, M. P., 2002.— Case studies of the use of environmental gradients in vegetation and fauna modelling: theory and practice in Australia and New Zealand.— *In* J. M. SCOTT, P. J. HEGLUND, M. L. MORRISON,

- J. B. HAUFLE, M. G. RAPHAEL, W. A. WALL, F. B. SAMSOM (Eds.). *Predicting Species Occurrences. Issues of Accuracy and Scale*: 73-82. Island Press, Washington.
- BLANCA G., CABEZUDO B., CUETO, M., SALAZAR, C. & MORALES-TORRES, C., 2011.– *Flora Vascular de Andalucía Oriental*: 1751 pp. Universidades de Almería, Granada, Jaén, Málaga y Granada.
- DRAKE, J. M. & BOSSENBROEK, J. M., 2009.– Profiling ecosystem vulnerability to invasion by zebra mussels with support vector machines.– *Theoretical Ecology*, **2**: 189-198.
- ELITH, J., GRAHAM, H. C., ANDERSON, R. P., DUDÍK, M., FERRIER, S., GUIAN, A., HIJMAN, R. J., HUETTMMANN, F., LEATHWICK, J. R., LEHMANN, A., LI, J., LOHMANN, L. G., LOISELLE, B. A., MANION, G., MORITZ, C., NAKAMURA, M., NAKAZAWA, Y., OVERTON, J. McC., TOWNSEND PETERSON, A., PHILLIPS, S. J., RICHARDSON, K., SCACHETTI-PEREIRA, R., SCHAPIRE, R. E., SOBERÓN, J., WILLIAMS, S., WISZ, M. S. & ZIMMERMANN, N. E., 2006.– Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data.– *Ecography*, **29**(2): 129-151.
- ESTRADA, A., 2008.– Evaluación de las redes de espacios naturales protegidos en Andalucía mediante el uso de modelos espaciales de distribución de vertebrados.– *Ecosistemas*, **17**(3): 149-454.
- ESRI, 2010.– *ArcGis9.3*. Environmental System Research Institute Inc., Redlands, CA.
- FERNÁNDEZ-RUBIO, F., 1991.– *Guía de las Mariposas de la Península Ibérica, Baleares, Canarias, Azores y Madeira*: 406 pp. Ed. Pirámide, Madrid.
- FIELDING, A.H. & BELL, J.F. 1997.– A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models.– *Environmental Conservation*. **24**(1): 38-49.
- FISCHER, H. S., 1990.– Stimulating the distribution of plant communities in an alpine landscape.– *Coenoses*, **5**: 37-43.
- FRANKLIN, J., 1995.– Predictive vegetation mapping: geographic modelling of biospatial patterns in relation to environmental gradients.– *Progress in Physical Geography*, **19**: 474-499.
- GARCÍA-BARROS, E., MUNGUIRA, M. L., MARTÍN-CANO, J., ROMO-BENITO, H., GARCÍA-PEREIRA, P. & MARAVALHAS, E. S., 2004.– Atlas de las mariposas diurnas de la Península Ibérica e Islas Baleares.– *Monografía de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **11**: 228 pp.
- GIL-T., F., 2002.– *Cupido lorquini* (Herrich-Schäffer, 1847): datos inéditos sobre la biología de sus estadios preimaginales (Lepidoptera, Lycaenidae).– *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **31**: 37-42.
- GÓMEZ DE AIZPURÚA, C., 2005.– *Orugas y Mariposas de Europa*, **2**: 145 pp. Organismo autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- GUIAN, A., WEISS, S., & WEISS, A., 1999.– GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution.– *Plant Ecology*, **143**(1): 107-122.
- GUIAN, A. & ZIMMERMANN, N. E., 2000.– Predictive habitat distribution models in ecology.– *Ecological Modelling*, **135**: 147-186.
- GUTIÉRREZ-ILLÁN, J., GUTIÉRREZ, D. & WILSON, R. J., 2010.– Fine-scale determinants of butterfly species richness and composition in a mountain region.– *Journal of Biogeography*, **37**: 1706-1720.
- HEIKKINEN, R. K., LUOTO, M., KUUSAAARI, M. & TOIVONEN, T., 2007.– Modelling the spatial distribution of a threatened butterfly: impacts of scale and statistical technique.– *Landscape and Urban Planning*, **79**: 347-357.
- HIGGINS L.G. & RILEY, N.D., 1975.– *The Classification of European Butterflies*: 320 pp., Collins, London.
- JANZ, N., NYBLOM, K. & NYLIN S., 2001.– Evolutionary dynamics of host-plant specialization: a case study of the tribe Nymphalini.– *Evolution*, **55**(4): 783-796.
- KONVICKA, M., DVORAK, L., HANC, Z., PAVLÍČKO A. & FRIC, Z., 2008.– The Baton blue (*Pseudophilotes baton*) (Lepidoptera: Lycaenidae) in south-western Bohemia: iron curtain, military ranges and endangered butterfly.– *Silva Gabreta*, **14**(3): 187-198.
- KUMAR, S. & STOHLGREN T. J., 2009.– MAXENT modeling for predicting suitable habitat for threatened and endangered tree *Canacomyrica monticola* in New Caledonia.– *Journal of Ecology and Natural Environment*, **1**(4): 94-98.
- MATTONI, R. H. T., 1980.– Preliminary observations on the ecology of *Pseudophilotes abencerragus* (Pier.) and *P. baton* (Berg.) in Spain.– *SHILAP Revista de lepidopterología*, **8**(31): 183-185.
- MARGALEF, R., 1974.– *Ecología*: 951 pp. Omega, Barcelona.
- MARTÍN, J. & GURREA, P., 1990.– The peninsular effect in the Iberian butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea).– *Journal of Biogeography*, **17**: 85-96.
- MUNGUIRA, M. L., GARCÍA-BARROS, E. & MARTÍN, J., 1997.– Plantas nutricias de los licénidos y satirinos

- españoles (Lepidoptera: Lycaenidae y Nymphalidae).– *Boletín Asociación Española de Entomología*, **21**(1-2): 29-53.
- MUÑOZ-SARIOT, M. G., 1995.– *Mariposas diurnas de la provincia de Granada. Rhopalocera*: 165 pp. Alsur S. L., Armilla.
- NEWBOLD, T., GILBERT, F., ZALAT, S., EL-GABBAS, A. & READER, T., 2009.– Climate-based models of spatial patterns of richness in Egypt's butterfly and mammal fauna.– *Journal of Biogeography*, **36**: 2085-2095.
- LESHMANN, A. & OVERTON, J. M., 2002.– Regression models for spatial prediction: their role for diversity and conservation.– *Biodiversity and Conservation*, **11**: 2085-2092.
- LOISELLE, B. A., JØRGENSEN, P. M., CONSIGLIO, T., JIMÉNEZ, I., BLAKE, J. G., LOHMANN, L. G. & MONTIEL, O. M., 2008.– Predicting species distributions from herbarium collections: does climate bias in collection sampling influence model outcomes?.– *Journal of Biogeography*, **35**: 105-116.
- LOMOLINO, M. V., RIDDLE, B. R. & BROWN, J. H., 2006.– *Biogeography*: 752 pp. Sinauer Associates, Inc., Sunderland.
- OLIVARES, J., BAREA-AZCÓN, J. M., PÉREZ-LÓPEZ, F. J., TINAUT, A. y HENARES, I., 2011.– *Las mariposas diurnas de Sierra Nevada*: 512 pp. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- OBREGÓN, R. & GIL-T., F., 2011.– Twenty-seven new records of associated ants with thirteen myrmecophilous lycaenid butterflies from Spain.– *Atalanta*, **42**(1/4): 139-143.
- PARMESAN, C., 2006.– Ecological and evolutionary responses to recent climate change.– *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, **37**: 637-669.
- PEARCE, J. & FERRIER, S., 2000.– Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression.– *Ecological Modelling*, **190**: 231-259.
- PHILLIPS, S. J., ANDERSON, R.P. & SCHAPIRED, R. E., 2006.– Maximum entropy modeling of species geographic distributions.– *Ecological Modelling*, **190**: 231-259.
- PHILLIPS, S. J. & DUDIK, M., 2008.– Modeling of species distributions with MAXENT: new extensions and a comprehensive evaluation.– *Ecography*, **31**: 161-175.
- RETAMOSA, E. C., CABALLERO, V. E. & FERNÁNDEZ-HAEGER, J., 1993.– Crecimiento e inducción de la diapausa en *Euchloe ausonia* (Hübner, 1804) (Lepidoptera, Pieridae) en el sur de España.– *SHILAP Revista de lepidopterología*, **21**(82):93-102.
- RODDA, G. H., JARNEVICH, C. S., REED, R. N., 2011.– Challenges in identifying sites climatically matched to the native ranges of animal invaders.– *PLoS ONE*, **6**(2): e14670
- RODRÍGUEZ, J., JORDANO, D. & FERNÁNDEZ-HAEGER, J., 1994.– Spatial heterogeneity in a butterfly-host plant interaction.– *Journal of Animal Ecology*, **63**: 31-38.
- ROMO, H., SANABRIA, P. & GARCÍA-BARROS, E., 2013.– Predicción de los impactos de cambio climático en la distribución sobre las especies de Lepidoptera. El caso del género *Boloria* Moore, 1900 en la Península Ibérica (Lepidoptera: Nymphalidae).– *SHILAP Revista de lepidopterología*, **41**(162): 267-286.
- SHAW, M. R., STEFANESCU, C. & VAN-NOUHUYS, S., 2009.– Parasitoids of European Butterflies.– In J. SETTELE, T. G. SHREEVE, M. KONVICKA & H. VAN DYCK (Eds.). *Ecology of Butterflies of Europe*: 130-156. Cambridge University Press, Cambridge.
- SORIA-AUZA, R. W., KESSLER, M., BACH, K., BARAJAS-BARBOSA, P. M., LEHNERT, M., HERZOG, S. K. & BÖHNER, J., 2010.– Impact of the quality of climate models for modeling species occurrences in countries with poor climatic documentation: a case study from Bolivia.– *Ecological Modelling*, **221**: 1221-1229.
- SPELLERBERG, I. F. & SAWYER, J. W. D., 1999.– *An introduction to applied biogeography*: 243 pp. Cambridge University Press. United Kingdom.
- STEFANESCU, C., HERRANDO, S. & PARAMO, F., 2004.– Butterfly species richness in the north-west Mediterranean Basin: the role of natural and human-induced factors.– *Journal of Biogeography*, **31**(6): 905-915.
- TEMPLADO, J., 1983.– El paisaje vegetal y la distribución de los Lepidópteros Ibéricos (Lepidoptera).– *Boletín Asociación Española de Entomología*, **6**: 337-341.
- THUILLER, W., 2003.– Biomod-optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change.– *Global Change Biology*, **9**: 1353-1362.
- TOLMAN, T. & LEWINGTON, R., 1997.– *Butterflies of Britain & Europe*: 320 pp. Harper Collins, London.
- VÄISÄNEN, R., KUUSAAARI, M., NIEMINEN, M. & SOMERMA, P., 1994.– Biology and conservation of *Pseudophilotes baton* in Finland (Lepidoptera, Lycaenidae).– *Annales Zoologici Fennici*, **31**: 145-156.

- WALDHARDT, R., SIMMERING, D. & OTTE, A., 2004.— Estimation and prediction of plant species richness in a mosaic landscape.— *Landscape Ecology*, **19**: 211-226.
- WISZ, M. S., HIJMAN R.J., LI, J., PETERSON, A. T., GRAHAM, C. H., GUIBAN, A., NCEAS: Predicting Species Distributions Working Group, 2008.— Effects of sample size on the performance of species distribution models.— *Diversity and Distributions*, **14**: 763-773.

R. O.*, D. J., J. F.—H.
Área Ecología
Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal
Universidad de Córdoba
Campus de Rabanales
E-14071 Córdoba
ESPAÑA / SPAIN
*E-mail: rafaobregonr@gmail.com
E-mail: bvljobad@uco.es
E-mail: bvlfehaj@uco.es

S. A. C.
Faculty of Environmental Sciences
Czech University of Life Sciences
Kam cká, 129
CZ-165 21 Prague 6 (Suchdol)
REPÚBLICA CHECA / CZECH REPUBLIC
E-mail: arenas_castro@fzp.czu.cz

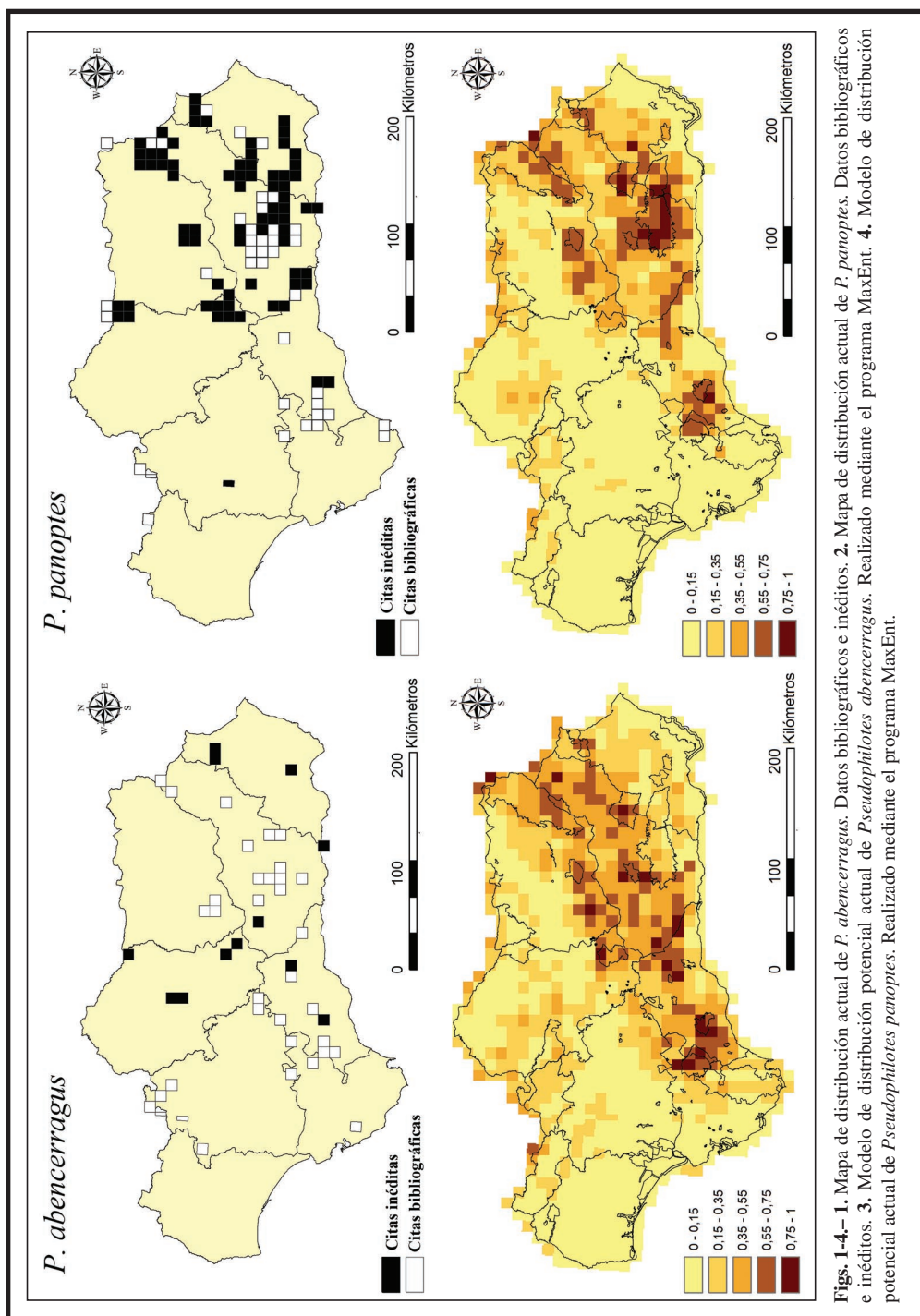
F. G.—T.
Apartado postal, 3042
E-18080 Granada
ESPAÑA / SPAIN
E-mail: felg@arsystel.com

*Autor para correspondencia / *Corresponding author*

(Recibido para publicación / *Received for publication* 29-VII-2013)

(Revisado y aceptado / *Revised and accepted* 4-X-2013)

(Publicado / *Published* 30-XII-2014)



Figs. 1-4. 1. Mapa de distribución actual de *P. abencerragus*. Datos bibliográficos e inéditos. 2. Mapa de distribución actual de *P. panoptes*. Datos bibliográficos e inéditos. 3. Modelo de distribución potencial actual de *Pseudophilotes abencerragus*. Realizado mediante el programa MaxEnt. 4. Modelo de distribución potencial actual de *Pseudophilotes panoptes*. Realizado mediante el programa MaxEnt.

REVISION DE PUBLICACIONES *BOOK REVIEWS*

G. C. Bozando & C. Della Bruna
Guide to the Butterflies of the Palearctic Region. Pieridae II
86 páginas
Formato: 29'5 x 21 cm
Omnes Artes. Milano, 2014
ISBN: 978-88-87989-15-1

Tenemos en nuestras manos un nuevo volumen de esta serie, se trata de la subfamilia Coliadinae Swainson, [1821] 1821-22, con la tribu Coliadini Swainson, [1821] 1821-22, dentro de la familia Pieridae Swainson, [1820] 1820-21, constituyendo la segunda entrega de esta familia.

En esta nueva parte, podemos ver las especies Paleárticas del género *Colias* Fabricius, 1807, abarcando un total de 54 especies, con un gran número de sinonimias y podríamos considerarlo como un suplemento a la monografía que, sobre este género, ha sido publicada por J. Grieshuber, B. Worthy & G. Lamas (2012) "*The Genus Colias Fabricius, 1807*".

Es de destacar la presencia de las especies siberianas como *Colias hyperborea* Grum-Grshimailo, 1900 que es simpátrica con *C. hecla* Lefébvre, 1836, esta última llega a extenderse desde Rusia por Alaska y el noroeste del Canadá o las raras especies del centro de Asia como *C. marcopolo* Grum-Grshimailo, 1888, *C. leechii* Grum-Grshimailo, 1893, etc.

Como ya es habitual en esta obra, después de las consideraciones generales sobre la familia Pieridae, subfamilia Coliadinae, nos dan una relación de todas y cada una de las especies consideradas en el área de estudio.

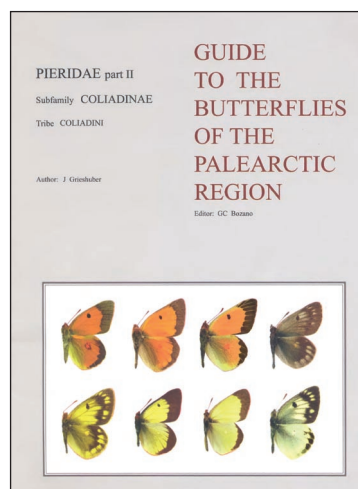
Ya dentro de cada una de las especies, se nos dan datos sistemáticos y sinónimos, los principales caracteres para su diagnosis, la morfología de la genitalia del macho, las principales características que permiten separar las subespecies consideradas como válidas por los autores, así como interesantes notas taxonómicas.

Todas las especies están perfectamente fotografiadas en color, permitiendo identificarlas, así como dibujos con detalles anatómicos de interés, un mapa de distribución de cada una de ellas y una bibliografía específica.

No podemos terminar estas líneas, sin felicitar a los autores por un trabajo bien realizado, así como a la Editorial que como siempre, no ha escatimado medios para mantener el mismo nivel de calidad de los anteriores fascículos, por lo que recomendamos vivamente su adquisición y no pudiendo faltar en cualquier biblioteca que se precie.

El precio de este libro es de 32 euros y los interesados deben dirigirse a:

Omnes Artes
Via Castel Morrone, 19
I-20134 Milano
ITALIA / ITALY
E-mail: giancristofono.bozano@fastwebnet.it



A. Vives Moreno
E-mail: avives@eresmas.net