

DISTRIBUCIÓN CONOCIDA Y POTENCIAL DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *EURYSTERNUS* DALMAN, 1824 (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) DE COLOMBIA

Edgar Camero Rubio¹ & Jorge Miguel Lobo²

¹ Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. P.O. Box: A.A. 14490 Bogotá, Colombia
– eecameror@unal.edu.co

² Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales. c/ José Gutierrez Abascal 2,
28006. Madrid. España – mcnj117@mncn.csic.es

Resumen: Se estudia el conjunto de información corológica procedente de cerca de 5000 registros georeferenciados sobre las 17 especies del género *Eurysternus* Dalman, 1824 con presencias constatadas en Colombia. Dicha información proviene de los ejemplares depositados en diversas colecciones públicas y privadas de Colombia, así como de la base de datos del Musée Canadien de la Nature. El conjunto de esta información es utilizada para estimar los principales condicionantes macroclimáticos capaces de explicar la distribución de estas especies, así como para representar su distribución conocida y potencial utilizando un protocolo previamente establecido. Los resultados muestran que la Temperatura Media Anual y la Precipitación Anual son las variables con mayor capacidad para explicar la distribución de estas especies, y que el solapamiento climático general de las condiciones en que habita cada una de ellas permite discriminar regiones climáticas de mayor Riqueza Potencial. La proyección geográfica de estos resultados identifica áreas poco muestreadas en Colombia pero climáticamente favorables en las que habría que realizar futuras prospecciones a fin de mejorar el conocimiento biogeográfico de estas especies.
Palabras clave: Coleoptera, Scarabaeidae, escarabajos coprófagos, *Eurysternus*, distribución potencial, ENFA, Colombia.

Known and potential distribution of the species of the genus *Eurysternus* Dalman, 1824 (Coleoptera: Scarabaeidae) in Colombia

Abstract: Chorological information obtained from about 5000 georeferenced records of 17 species of the genus *Eurysternus* Dalman, 1824 from Colombia was studied. This information comes from the specimens in various public and private collections in Colombia, as well as the database of the Musée Canadien de la Nature. All of this information is used to estimate the main determining macroclimatic factors that explain the distribution of these species as well as to represent known and potential distribution using an established protocol. The results show that the Average Annual Temperature and Annual Rainfall are the main variables which explain the distribution of these species and the overlap of the general climate conditions where the species live discriminates some climatic regions with Potential Species Richness. The geographic projection of these results identifies some areas in Colombia which have been insufficiently sampled but present favorable conditions, areas where future work should be carried out to improve our biogeographic knowledge of these species.

Key words: Coleoptera, Scarabaeidae, dung beetles, *Eurysternus*, potential distribution, ENFA, Colombia.

Introducción

La elaboración de catálogos y atlas de distribución constituye uno de los objetivos básicos de las investigaciones taxonómicas (Gillespie *et al.*, 2008). En el caso de los escarabajos coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae) existe información geográfica, ecológica y filogenética general sobre los diferentes clados de esta diversificada familia (Halffter & Matthews, 1966; Hanski & Cambefort, 1991; Davis *et al.*, 2002; Scholtz *et al.*, 2009); sin embargo, son muchas las carencias y los sesgos todavía existentes en la información disponible sobre la identidad y distribución de un gran número de especies. Este es el caso de *Eurysternus*, el único género de la tribu Eurysternini, el cual es un grupo de escarabajos coprófagos de hábitos eminentemente paracópridos (entierran el excremento en galerías ubicadas bajo el mismo, tanto para su alimentación como para la construcción de sus nidos), que también puede mostrar hábitos endocópridos facultativamente. Presentes en todo el Neotrópico, desde el norte de México hasta el noreste de Argentina (Cambefort, 1991; Gill, 1991; Génier, 2009), esta tribu es una de las tres de Scarabaeidae endémicas del Nuevo mundo, junto con Eucraniini y Phanaeini.

Entre las diversas técnicas disponibles para generar los denominados Modelos de Distribución de Especies (Franklin, 2009), se ha utilizado en este trabajo un procedimiento desti-

nado a obtener representaciones geográficas sobre el conjunto de localidades con condiciones climáticas similares a las existentes en los lugares de presencia conocida (Distribución Potencial; Jiménez-Valverde *et al.*, 2008, Lobo *et al.*, 2010). La pretensión última de esta cartografía, consiste en proporcionar información útil para el diseño de nuevas colectas que permitan ampliar el rango de distribución conocido de las diferentes especies. De este modo, y teniendo en cuenta la clasificación taxonómica recientemente propuesta por Génier (2009) (Tabla I), hemos recopilado la información corológica disponible para cada una de las 17 especies del género presentes en Colombia (Camero, 2010), describiendo en este trabajo tanto los condicionantes macroclimáticos generales, como la distribución geográfica conocida y potencial de estas especies.

Métodos

Origen de la información biológica

La información corológica utilizada en este estudio procede de una base de datos realizada con MANTIS v. 2.0 (Naskrecki, 2008) que incluye actualmente 21.131 registros de todas las especies de la tribu para la región Neotropical procedentes

Tabla I. Especies del género *Eurysternus* Dalman presentes en Colombia.

Grupo <i>hirtellus</i>
<i>E. squamosus</i> Génier, 2009
<i>E. lanuginosus</i> Génier, 2009
<i>E. atrosericus</i> Génier, 2009
Grupo <i>foedus</i>
<i>E. foedus</i> Guérin-Ménéville 1844
<i>E. streblus</i> Génier, 2009
Grupo <i>inflexus</i>
<i>E. wittmerorum</i> Martínez, 1988
Grupo <i>velutinus</i>
<i>E. hypocrita</i> Balthasar, 1939
<i>E. contractus</i> Génier, 2009
Grupo <i>cayennensis</i>
<i>E. vastiorum</i> Martínez, 1988
<i>E. gilli</i> Génier, 2009
<i>E. cayennensis</i> Laporte, 1843
Grupo <i>caribaeus</i>
<i>E. caribaeus</i> (Herbst, 1789)
<i>E. hamaticollis</i> Balthasar, 1939
Grupo <i>impressicollis</i>
<i>E. impressicollis</i> Castelnau, 1840
<i>E. plebejus</i> Harold, 1880
Grupo <i>magnus</i>
<i>E. mexicanus</i> Harold, 1869
<i>E. marmoreus</i> Castelnau, 1840

de museos, colecciones particulares y referencias bibliográficas. De estos registros, 5.300 pertenecen a 524 localidades colombianas, cuyo 20% procede de la información registrada sobre especímenes catalogados en la base de datos del Musée Canadien de la Nature (CMNC) y cerca del 60%, de los especímenes registrados en las siguientes colecciones colombianas: Colección personal Edgar Camero-R., Bogotá D.C. (CECR), Colección personal Jorge Ari Noriega, Bogotá D.C. (CJAN), Colección personal Luis Carlos Pardo-Locarno, Palmira (CLCPL), Colección personal Alejandro Lopera Toro, Bogotá D.C. (CPALT), Colección personal Betselene Murcia, Florencia (CPBM), Colección personal William Yara, Bogotá D.C. (CPWY), Colección del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva (IAvH) y Colección del Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá D.C. (ICN-MHN). El resto del material procede de referencias bibliográficas, que sólo se han incluido en la base de datos cuando aportaban información sobre especies cuya taxonomía no ha cambiado con la nueva propuesta de Génier (2009). La base de datos completa está libremente accesible en www.biogeografia.org.

Todas las localidades con un mínimo de precisión fueron georeferenciadas utilizando los gaceteros libremente disponibles en GeoNet Names (ver <http://www.geonames.org/>) y, en ocasiones, acudiendo a Google Earth. Debido a que la información de las localidades de presencia para los especímenes registrados procede de distintas fuentes y, en la mayoría de las ocasiones, fue tomada sin la ayuda de sistemas de posicionamiento global, se adoptó por precaución, una resolución relativamente gruesa (celdas de 0,08°, aproximadamente 85km²). De este modo, tanto la información climática utilizada como la biológica, se adecuaron a esta resolución, lo que supuso considerar un área de 1.152.166 km² y 13.491 píxeles para Colombia que oscilan entre los -80° y -66° de longitud y los -5° y 13° de latitud.

Distribución conocida y potencial

Junto con los clásicos mapas de distribución que muestran las ubicación de las celdas de 0,08° con presencias conocidas para cada una de las especies, se proporciona en este trabajo cartografía que trata de representar la distribución potencial de las especies. La distribución potencial sería una representación geográfica tendiente a simbolizar el conjunto de localidades con condiciones climáticas similares a las existentes en aquellas en las que se tiene presencia de la especie (ver Jiménez-Valverde *et al.*, 2008, Lobo *et al.*, 2010 y referencias allí citadas). En insectos, es frecuente poseer información parcial sobre la presencia de las especies, así como desconocer si la especie está realmente ausente en aquellas localidades en las que no ha sido colectada, ello impide discriminar las “verdaderas ausencias” de las localidades con un insuficiente esfuerzo de colecta; además, los datos de presencia que se poseen han sido obtenidos, generalmente, a lo largo de un amplio intervalo temporal que, en ocasiones, abarca varias décadas.

Estos dos inconvenientes, impiden que las condiciones ambientales actuales del conjunto de localidades en las que una especie está presente, puedan ser utilizadas con fiabilidad para elaborar un modelo predictivo que determine su presencia o abundancia e impiden utilizar con fiabilidad, las diferentes aplicaciones que generalmente se emplean en los denominados “species distribution models”, “niche models” o “habitat suitability models” (Franklin, 2009) los cuales generalmente, son usados para modelizar la distribución realizada (no la potencial) de las especies y requieren “verdaderas ausencias” (Jiménez-Valverde *et al.*, 2008, Lobo *et al.*, 2010), y los datos que poseemos sobre la distribución de las especies están lejos de poder ser considerados en el producto de un diseño de muestreo estandarizado, destinado a proporcionar un conjunto significativo de datos de presencia y ausencia capaces de representar el espectro de condiciones ambientales existentes en un territorio (Hortal *et al.*, 2008 y Cayuela *et al.*, 2009).

De este modo, como los únicos datos fiables que poseemos son las citas en un espacio y tiempo determinados, se utilizó la información climática promedio de las celdas de 0,08° en las que cada una de las especies está presente para estimar la ubicación de aquellas regiones con condiciones climáticas similares. Asumiendo que las condiciones de las localidades de presencia constituyen una muestra representativa de las que son adecuadas para la especie, se realizó una imagen cartográfica preliminar sobre el conjunto de lugares en los que podría habitar cada una de las especies en ausencia de limitantes de dispersión u otros factores capaces de restringir el rango potencial de distribución. Otros lugares con diferentes condiciones ambientales podrían ser también favorables, pero no haber sido muestreados, ser inaccesibles para las especies, estar en proceso de ser colonizados por ellas, carecer de las especies acompañantes, carecer de interacciones bióticas adecuadas o haberse extinguido la especie en ellos. El procedimiento seguido consiste en tres pasos secuenciales: i) elegir una serie de variables climáticas relevantes para explicar la presencia de cada especie, ii) estimar el rango de variación de cada una de estas variables en las localidades con presencia conocida, y iii) representar geográficamente el espacio n-dimensional definido por la intersección de las variables climáticas seleccionadas. El resultado es un mapa binario (presencia-ausencia) que denominamos Distribución Potencial, útil para detectar nuevas poblaciones y zonas de invasión (Aragón *et al.*, 2010) e incluso para estudiar los

Tabla II. Valores máximos y mínimos de la altitud y de las cinco principales variables con mayor capacidad para explicar las presencias observadas (ver análisis ENFA en métodos) de cada una de las especies de *Eurysternus* presentes en Colombia. *Marg* es la marginalidad o distancia entre el óptimo detectado para la especie y las condiciones climáticas promedio del territorio. *Espec* es la especialización o la razón entre la variabilidad climática en el área de estudio con la existente en los puntos de presencia de la especie seleccionada. Se incluyen también el número de registros existentes en la base de datos para cada especie, así como las localidades de presencia conocidas (P_{OBS}) y el número de celdas con una resolución de 0,08° que abarca cada distribución potencial (P_{POT})

	Altitud		Temperatura media anual		Temperatura promedio diaria		Precipitación Anual		Temperatura Máxima Mes más Cálido		Estacionalidad Temperaturas		<i>Marg</i>	<i>Espec</i>	Registros	P_{OBS}	P_{POT}
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max					
<i>E. squamosus</i>	100	1300	21,1	27,0	8,8	10,6	2713	4007	26,7	34,1	206	986	1,936	8,549	72	26	4898
<i>E. lanuginosus</i>	280	700	18,3	26,5	9,4	14,1	1736	4437	24,4	32,2	213	1606	0,577	5,517	5	2	3271
<i>E. atrosericus</i>	270	270	20,8	27,9	8,3	12,9	1085	3114	29,4	35,8	286	1135	2,173	38,758	4	1	7849
<i>E. cayennensis</i>	80	1000	11,5	27,9	7,7	12,8	1143	4291	17,7	35,6	119	1202	2,712	34,866	1633	58	10205
<i>E. gilli</i>	100	200	24,0	26,9	8,9	13,5	1367	3306	30,3	33,0	286	1353	2,051	8,8E+07	300	4	3679
<i>E. vastiorum</i>	200	1000	21,4	27,2	7,7	13,8	1337	4291	28,1	33,5	240	2097	0,775	10,072	14	2	6475
<i>E. wittmerorum</i>	100	1100	20,4	27,9	8,8	14,6	1629	3814	26,7	35,6	213	2097	1,531	5,289	97	20	9064
<i>E. foedus</i>	35	2000	8,7	27,9	5,6	15,0	355	8214	14,4	35,7	170	2202	1,053	3,671	294	63	12394
<i>E. streblus</i>	50	1800	13,4	26,6	7,8	11,2	756	8214	18,6	33,3	166	784	0,737	11,217	76	23	7242
<i>E. hypocrita</i>	80	1050	16,0	27,9	7,7	14,8	879	4452	24,2	35,7	240	2197	0,677	5,989	454	47	11453
<i>E. contractus</i>	200	2150	10,1	25,9	9,0	11,4	1054	4461	15,6	32,4	206	638	0,908	11,288	43	16	4773
<i>E. caribaeus</i>	50	2200	8,1	28,3	6,9	15,0	355	6057	12,9	36,0	165	4056	1,842	7,082	958	94	13119
<i>E. hamaticollis</i>	100	1050	17,1	27,9	8,2	13,0	1240	3838	23,5	35,7	298	2197	1,868	7,415	149	28	10239
<i>E. impressicollis</i>	25	1300	20,4	28,4	8,4	11,4	656	2606	26,1	35,5	364	756	0,709	4,846	60	17	1098
<i>E. plebejus</i>	10	1500	11,8	27,9	5,6	15,4	482	7533	18,8	35,6	211	2610	1,036	4,33	145	34	12131
<i>E. mamoreus</i>	1000	2700	4,7	25,5	8,2	16,0	792	6482	9,2	33,0	180	2197	0,373	2,544	195	44	3997
<i>E. mexicanus</i>	5	2750	10,0	28,0	7,0	14,8	687	4981	15,7	35,8	231	3923	1,333	4,557	295	45	11935

posibles condicionantes del rango de distribución actual de las especies (Varela *et al.*, 2010). Debido al amplio rango temporal de los datos de presencia que impide utilizar variables que describan el hábitat o los usos actuales del suelo, sólo se utilizaron las 19 variables bioclimáticas libremente disponibles en Worldclim (www.worldclim.org), las cuales se han generado a partir de mapas interpolados de las temperaturas y precipitaciones medias mensuales durante el periodo 1950-2000 (Hijmans *et al.*, 2005). Ya que el número e identidad de las variables utilizadas influyen enormemente el resultado de estos ejercicios (Beaumont *et al.*, 2009), se seleccionaron las variables más relevantes mediante el Ecological Niche Factor Analysis (ENFA) (Hirzel *et al.*, 2002) el cual compara los datos climáticos en las localidades de presencia con las condiciones existentes en el área de estudio, estimando de este modo, una serie de factores no correlacionados entre sí que explican tanto la Marginalidad (la distancia entre el óptimo detectado para la especie y las condiciones climáticas promedio del territorio) como la Especialización (la razón entre la variabilidad climática en el área de estudio con la existente en los puntos de presencia de la especie seleccionada). El número de factores se selecciona comparando sus valores propios (*eigenvalues*) con los proporcionados por una distribución de bastón-roto ("broken-stick") (Hirzel *et al.*, 2002). Finalmente, las variables climáticas seleccionadas son aquellas que muestran correlaciones mayores (*factor scores* >0,30) con los valores de los factores seleccionados mediante ENFA; este método de selección de las variables con mayores posibilidades de explicar la presencia de un organismo posee una sólida base conceptual (Calenge & Basille, 2008) y ha sido utilizado recientemente con éxito en otras ocasiones (Lobo *et al.*, 2010; Aragón *et al.*, 2010).

Una vez elegidas las variables relevantes para cada especie, se estimaron los valores máximos y mínimos de cada una de ellas en los puntos de presencia conocidos, seleccio-

nando como favorables todas aquellas celdas con valores climáticos ubicadas dentro del rango estimado (máximo-mínimo). Así, usamos los valores climáticos extremos para generar una representación geográfica binaria (área favorable *versus* área desfavorable) en la que, *a priori*, existirían condiciones climáticas favorables para la especie (Distribución Potencial). Todas las distribuciones potenciales se elaboraron utilizando el conjunto completo de la información climática y biológica del continente americano, recortando posteriormente la cartografía al territorio de Colombia.

Resultados y discusión

Características climáticas relevantes

Los análisis ENFA para las especies de *Eurysternus* presentes en Colombia indican que los diferentes factores seleccionados son capaces de explicar una gran proporción del total de la variabilidad en los datos (media \pm desviación estándar, $98,8 \pm 1,2$ %). La Marginalidad de las especies oscila entre 0,58 y 2,71 ($1,31 \pm 0,68$). Como los valores de Marginalidad oscilan en el 95% de los casos entre 0 y 1 si la distribución es normal (Hirzel *et al.*, 2002), puede decirse que, aproximadamente, un tercio de las especies posee un "óptimo" climático similar al promedio de las condiciones climáticas del continente (Marginalidad < 0,9), otro tercio vive bajo condiciones relativamente alejadas de las condiciones medias del continente (Marginalidades entre 0,9 y 1,5) y un tercio final bajo condiciones muy particulares (Marginalidad > 1,5) (Tabla II). En el caso de la Especialización, los altísimos valores de *E. gilli* muestran que esta especie es muy restrictiva en el rango de condiciones climáticas en las que aparece. Del resto de las especies, siete poseen valores de Especialización similares o inferiores a 5, de modo que estas especies habitan bajo un intervalo de condiciones climáticas alrededor de cinco veces menor que el existente en todo el continente. Otras siete

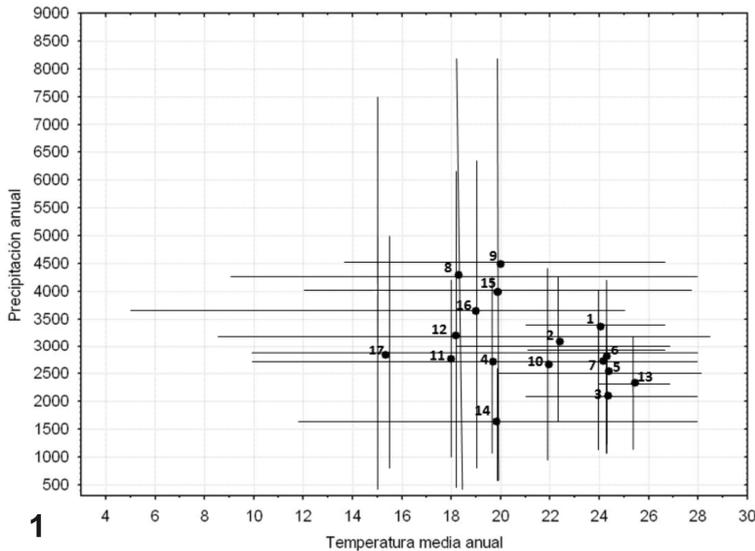


Fig. 1. Espacio ambiental ocupado por las especies de *Eurysternus* presentes en Colombia, teniendo en cuenta los valores de temperatura media anual y precipitación anual de las cuadrículas de 0,08° en las que se ha observado cada una de las especies. 1. *E. squamosus*; 2. *E. lanuginosus*; 3. *E. atrosericus*; 4. *E. cayennensis*; 5. *E. gilli*; 6. *E. vastiorum*; 7. *E. wittmerorum*; 8. *E. foedus*; 9. *E. streblus*; 10. *E. hypocrita*; 11. *E. contractus*; 12. *E. caribaeus*; 13. *E. hamaticollis*; 14. *E. impressicollis*; 15. *E. plebejus*; 16. *E. marmoreus*; 17. *E. mexicanus*

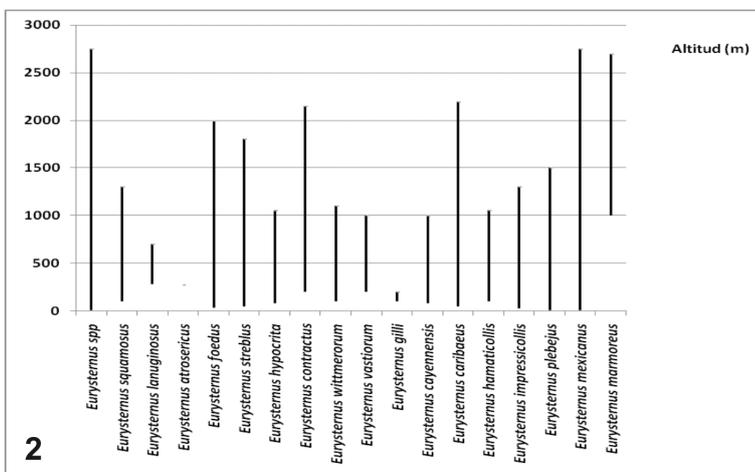


Fig. 2. Rango de altitud ocupado por el género completo y por cada una de las especies de *Eurysternus* presentes en Colombia según los datos observados.

ternus han sido observadas por encima de los 2500 m. Sólo dos especies: *E. mexicanus* y *E. marmoreus*, pueden aparecer a esas altitudes, mientras que la mayoría se han colectado por debajo de los 1500 metros de altitud (10 especies, 59 % del total). En términos generales, puede decirse que la distribución geográfica de muchas de las especies en Colombia se limita a zonas de baja altitud; áreas de la región amazónica, sabanas orientales o regiones bajas de la costa Atlántica.

especies poseen valores de Especialización todavía mayores (entre 6 y 12) y el resto pueden considerarse muy restrictivas respecto al rango de condiciones climáticas en las que habitan (Tabla II).

Las principales variables bioclimáticas seleccionadas por ENFA y, por tanto, con mayor capacidad para explicar la distribución de las especies de *Eurysternus* de Colombia son la Temperatura Media Anual, que es seleccionada en el 94% de las especies, la Precipitación Anual, presente en el 41% de las especies, y la Temperatura Promedio Diaria que aparece igualmente en el 41% de las especies. La Tabla II proporciona los valores extremos de estas variables en las cuadrículas con presencias observadas, así como los valores de las otras dos variables que aparecen en más del 20% de las especies. Cuando se examina la distribución en el espacio ambiental de todas las especies respecto a las dos principales variable climáticas (Fig. 1), puede observarse que el grado de solapamiento general es variable. De los 136 pares de comparaciones posible entre las 17 especies, solo en 23 ocasiones (17%) un par de especies comparten más del 50% del total de espacio climático que representan conjuntamente. El solapamiento promedio entre todos los pares de especies es $22,9 \pm 19,1\%$ (media \pm desviación estándar) de modo que, aunque la mayoría de las especies sean propias de condiciones semitropicales, cada una de ellas habita bajo condiciones climáticas relativamente propias.

La distribución altitudinal de los puntos de presencia (Fig. 2, Tabla II) muestra que, rara vez las especies de *Eurys-*

Distribución Geográfica y Potencial

De acuerdo a Morrone (2001) pueden encontrarse tres Subregiones y nueve Provincias Biogeográficas en Colombia de las propuestas para el conjunto de la región Neotropical. Aunque cuatro especies se encuentran presentes en las tres Subregiones (*E. caribaeus*, *E. foedus*, *E. mexicanus* y *E. plebejus*), doce de las especies colombianas se distribuyen en la Subregión Amazónica (70% del total; ver Fig. 3), la cual incluye las Provincias de Napo, Imeri y Varzea. La vegetación típica de este territorio son las selvas amazónicas, pero también pueden encontrarse otros paisajes como las llanuras orientales y distintos ecosistemas riparios y azonales. Cinco de las 12 especies presentes en la Subregión Amazónica no se han encontrado fuera de ella: *E. gilli*, *E. hamaticollis*, *E. hypocrita*, *E. vastiorum* y *E. wittmerorum* (Fig. 3). En la Subregión Biogeográfica Caribeña pueden encontrarse 8 especies. Dos de ellas, *E. impressicollis* y *E. streblus*, solo aparecen en esta subregión, siendo la primera de ellas endémica de la provincia de Maracaibo. Este territorio abarca la zona nororiental de Colombia que limita con Venezuela, así como el oeste del país, incluyendo una gran variedad de ecosistemas tropicales, desde las zonas desérticas y los bosques secos de la costa norte, hasta las selvas húmedas y los bosques nublados del oeste del país (Cleef & Rangel, 1984; Rangel *et al.*, 1997). Por último, la Provincia Páramo-Puneña posee también ocho especies, dos de ellas no compartidas con el resto de las subregiones (*E. contractus* y *E. lanuginosus*). Este territorio corresponde a la zona montañosa de los Andes e incluye en su

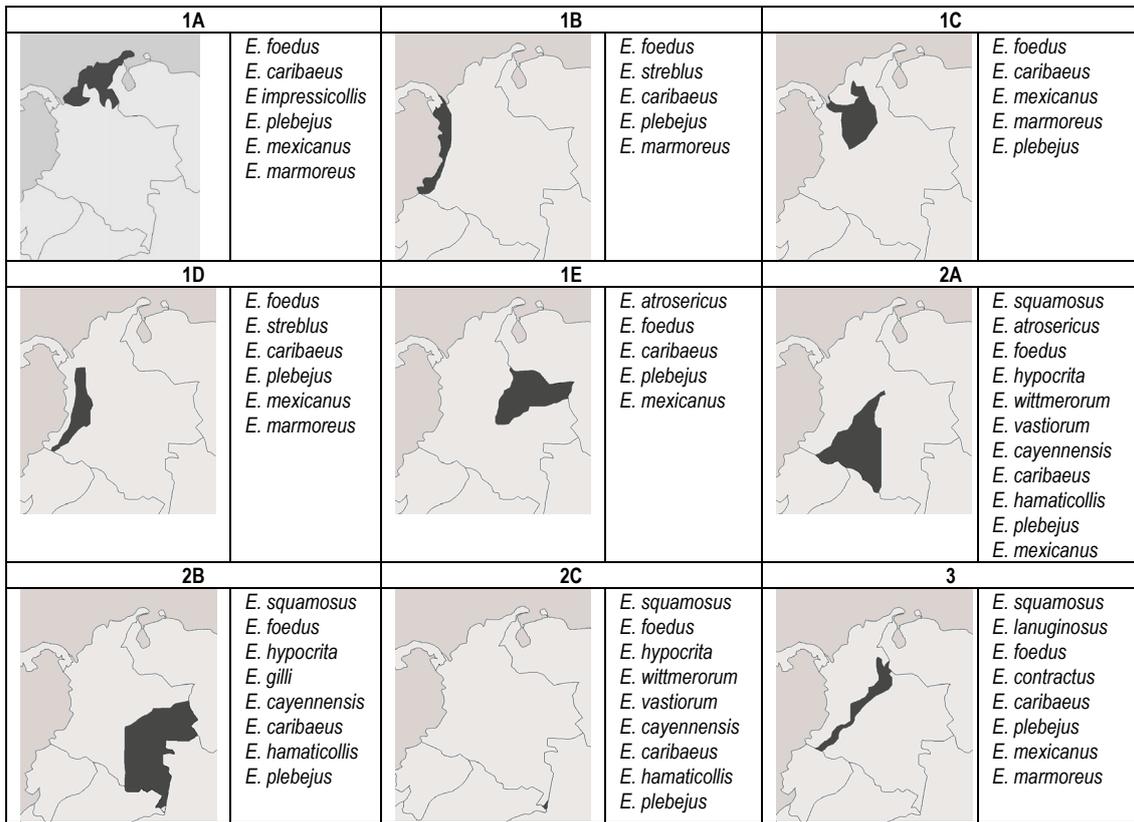


Fig. 3. Distribución de las especies del género *Eurysternus* en las diferentes Provincias Biogeográficas de Colombia según Morrone (2001). **1.** Subregión Caribeña: **A.** Provincia de Maracaibo; **B.** Provincia del Chocó; **C.** Provincia del Magdalena; **D.** Provincia del Cauca; **E.** Provincia de los Llanos. **2.** Subregión Amazónica: **A.** Provincia Napo; **B.** Provincia Imerí; **C.** Provincia Varzea. **3.** Subregión Páramo Puneña, Provincia del Páramo Norandino.

vegetación todos los ecosistemas boscosos, altoandinos, paramunos y diversos tipos de asociaciones florísticas, pajonales y pastizales que se encuentran en un amplio rango altitudinal (Fig. 3).

De acuerdo a las distribuciones potenciales obtenidas, el género *Eurysternus* posee zonas climáticamente favorables en casi todo el territorio de Colombia (Fig. 4a), exceptuando una pequeña zona al noroeste de la cordillera oriental y al este del Departamento de la Guajira, y la gran mayoría de las especies muestran una distribución potencial asociada a zonas bajas por debajo de los 1000 m (Fig. 4, 5 y 6). Cuatro de las 17 especies del género: *E. foedus* (Fig. 4b), *E. caribaeus* (Fig. 6a), *E. plebejus* (Fig. 6d) y *E. mexicanus* (Fig. 6e) poseen distribuciones potenciales por casi todo el territorio del país, mientras otras especies solo parecen poseer condiciones climáticas adecuadas en la región amazónica (caso de *E. squamosus* y *E. gilli*), las zonas bajas de la costa atlántica (*E. impressicollis*), o la región andina, las Serranías del Perijá y La Macarena y a varios sectores de la Sierra Nevada de Santa Marta (casos de *E. contractus* y *E. marmoreus*).

En realidad las distribuciones potenciales obtenidas sugieren que la mayoría de las especies de *Eurysternus* poseerían amplios territorios climáticamente favorables; el número de celdas de estas distribuciones potenciales respecto al número de localidades con presencias conocidas puede ser unas 60 veces superior (caso de *E. impressicollis*) o casi 8.000 veces más elevado (caso de *E. atrosericus*). Tal y como ocurre en otros grupos de insectos y en países con una prolongada tradición taxonómica y una menor diversidad entomológica (Rocchini *et al.*, 2009), es muy probable que los registros de

Eurysternus conocidos posean evidentes sesgos ambientales y espaciales, de modo que la distribución “real” de estas especies sea mucho más amplia que la conocida. Las zonas potenciales aquí representadas deben considerarse territorios de interés a la hora de encontrar nuevas citas (Williams *et al.*, 2009) e incluso nuevas especies (Hopkins, 2007; Raxworthy *et al.*, 2003), pero debe siempre tenerse en cuenta que pueden existir limitantes de dispersión y otros factores capaces de restringir las localidades *a priori* climáticamente favorables. El solapamiento de todos los mapas de distribución potencial obtenidos junto a la distribución de los registros existentes (Fig. 7), ofrece una imagen útil para diseñar nuevas campañas de colecta; las altas elevaciones montañosas, el bajo Magdalena, gran parte de la Península de la Guajira y el extremo oriental de las llanuras del Vichada son zonas con una baja riqueza potencial de especies, mientras que serían áreas ricas la región Amazónica, especialmente el piedemonte Caquetense y la Sierra de La Macarena, parte del Macizo Colombiano, los valles interandinos, los piedemontes del Chocó, de Antioquia y de las Llanuras orientales, y la inmediaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta. Las zonas con mayor Riqueza Potencial de especies en las cuales se carece de registros, serían a nuestro juicio, las más idóneas para efectuar colectas futuras, ya que albergarían las mejores condiciones climáticas para la presencia de un gran número de especies y, a la vez, han sido poco prospectadas. En el caso de los *Eurysternus* de Colombia, proponemos que deberían realizarse muestreos en los piedemontes orientales de los Andes y del sur del país, así como en las vecindades del Golfo de Urabá y el Magdalena Medio.

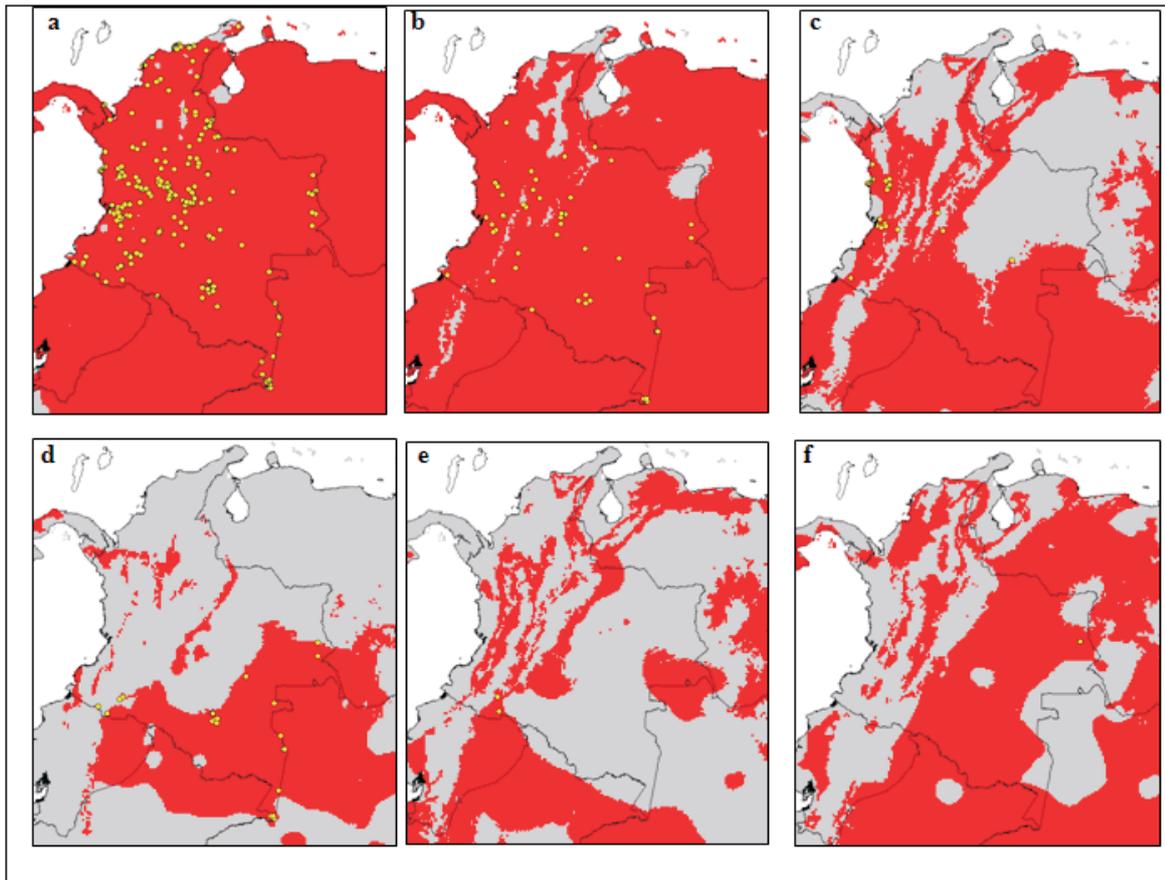


Fig. 4. Distribución potencial (en rojo) del género *Eurysternus* (a) y de las especies de los grupos *foedus* e *hirtellus* en Colombia. **b.** *E. foedus*; **c.** *E. streblus*; **d.** *E. squamosus*; **e.** *E. lanuginosus*; **f.** *E. atrosericus*. Escala 1:400. Los puntos de distribución observada aparecen en amarillo.

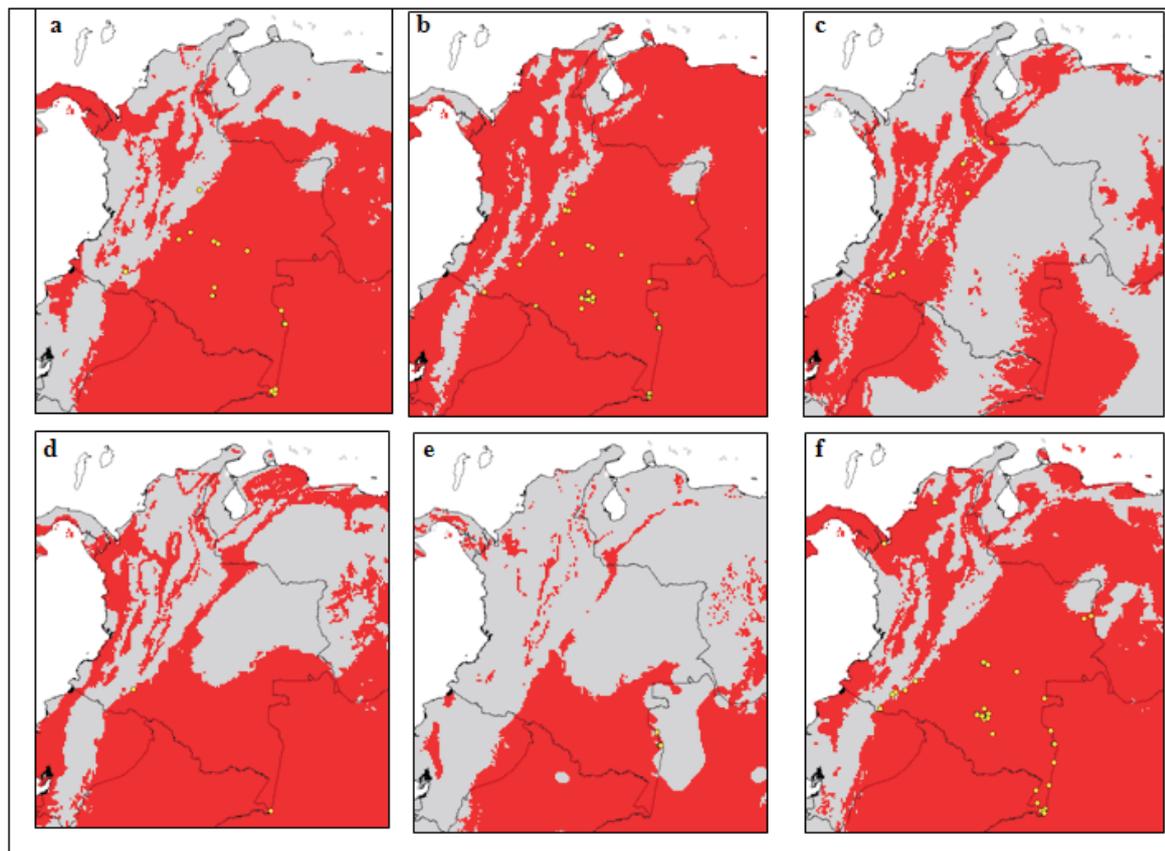


Fig. 5. Distribución potencial (en rojo) de las especies de los grupos *inflexus*, *velutinus* y *cayennensis* en Colombia. **a.** *E. wittmerorum*; **b.** *E. hypocrita*; **c.** *E. contractus*; **d.** *E. vastiorum*; **e.** *E. gilli*; **f.** *E. cayennensis*. Escala 1:400. Los puntos de distribución observada aparecen en amarillo.

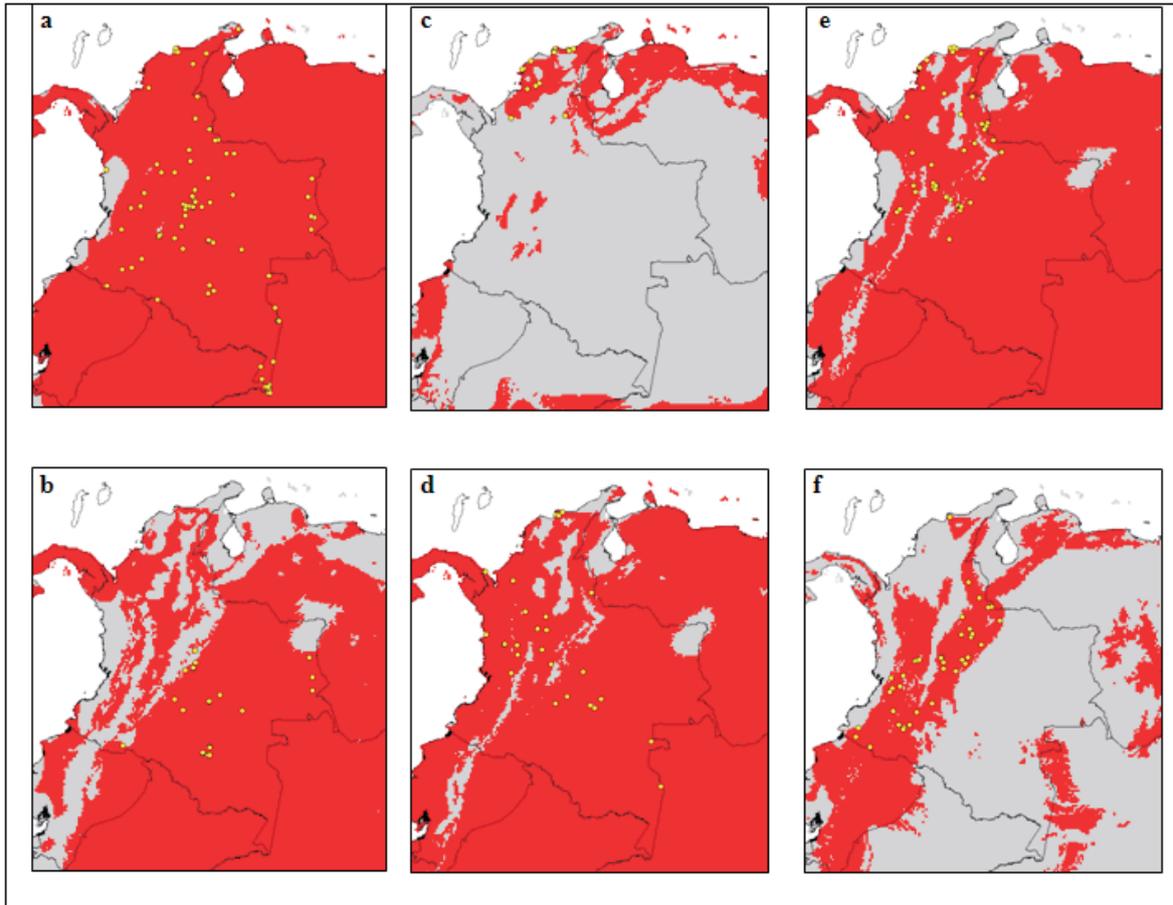


Fig. 6. Distribución potencial (en rojo) de las especies de los grupos caribaeus, impressicollis y magnus en Colombia. **a.** *E. caribaeus*; **b.** *E. hamaticollis*; **c.** *E. impressicollis*; **d.** *E. plebejus*; **e.** *E. mexicanus*; **f.** *E. marmoreus*. Escala 1:400. Los puntos de distribución observada aparecen en amarillo.

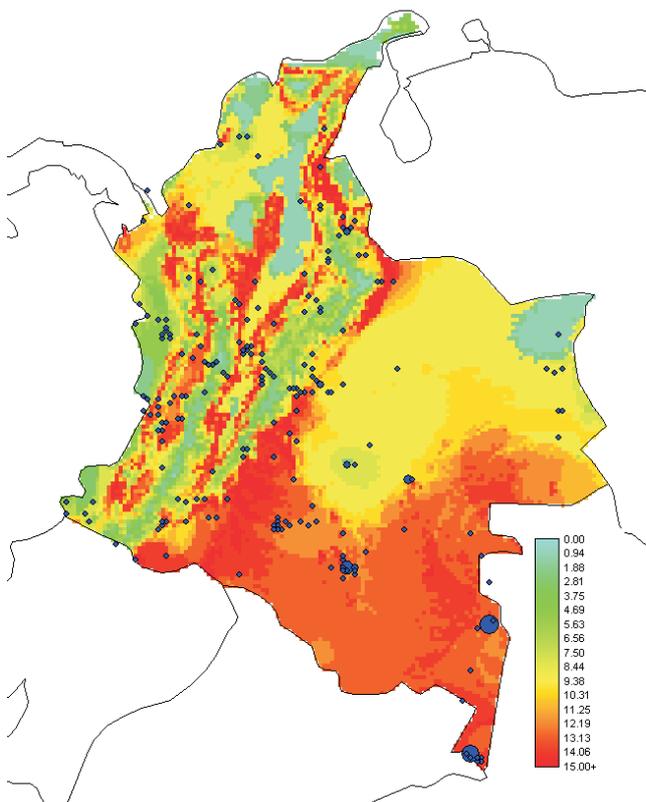


Fig. 7. Riqueza potencial de todas las especies de *Eurysternus* colombianas generada solapando las representaciones de la distribución potencial individuales y ubicación de los registros georeferenciados del género para Colombia (círculos azules). El tamaño de los círculos es proporcional al número de registros.

Agradecimiento

Los autores agradecen al Departamento de Biología y a la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia al igual que al Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid por hacer posible la realización de este trabajo. Especial agradecimiento a François Génier del Musée Canadien de la Nature, Gatineau - Canadá (CMNC) por permitirnos hacer uso de toda la información referente a los *Eurysternus* Neotropicales y a la bióloga Diana Catalina Ramos por su asistencia en la recolección de información. También agradecemos la colaboración en el préstamo de sus colecciones, al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y a los biólogos Alejandro Lopera Toro, Luis Carlos Pardo Locarno, Jorge Ari Noriega, Betselene Murcia y William Yara.

Bibliografía

- ARAGÓN, P., A. BASELGA & J.M. LOBO 2010. Global estimation of invasion risk zones for the western corn rootworm *Diabrotica virgifera virgifera*: integrating distribution models and physiological thresholds to assess climatic favourability. *J. Appl. Ecol.* (doi: 10.1111/j.1365-2664.2010.01847.x).
- BEAUMONT, L.J., R.V. GALLAGHER, W. THULLER, P.O. DOWNEY, M.R. LEISHMAN & L. HUGHES 2009. Different climatic envelopes among invasive populations may lead to underestimations of current and future biological invasions. *Div. Dist.* **15**: 409-420.
- CALENGE, C., M. BASILLE 2008. A general framework for the statistical exploration of the ecological niche. *Jour. Theor. Biol.*, **252**: 674-85.
- CAMBEFORT, Y. 1991. Biogeography and evolution of dung beetles. In: Hanski, I. & Y. Cambefort (Ed). *Dung Beetles Ecology*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. U.S.A. 481 pp.
- CAMERO-R., E. 2010. Los escarabajos del género *Eurysternus* Dalman, 1824 (Coleoptera: Scarabaeidae) de Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, **46**: 147-179.
- CAYUELA, L., D.J. GOLICHER, A. NEWTON, M. KOLB, F.S. DE ALBURQUERQUE, E.J. ARETS, R.M. ALKEMADE & A.M. PÉREZ 2009. Species distribution modelling in the tropics: Problems, potentialities, and the role of biological data for species conservation. *Trop. Cons. Sci.*, **2**: 319-352.
- CLEEF, A. & O. RANGEL 1984. La vegetación del páramo del noreste de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia), transecto Buriticá-La Cumbre. T. Van der Hammen & P. Ruiz (eds). *Estudios de Ecosistemas Tropicandinos*, **2**: 267-406. Berlin, Alemania.
- DAVIS, A.L., C.H. SCHOLTZ & T.K. PHILIPS 2002. Historical biogeography of Scarabaeinae dung beetles. *Jour. Biogeog.*, **29**: 1217-1256.
- FRANKLIN, J. 2009. *Mapping species distribution: Spatial interference and Prediction*. Cambridge Univ. Press. London, U.K. 320 pp.
- GENIER, F. 2009. *Le genre Eurysternus Dalman, 1824 (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Oniticellini) révision taxonomique et clés de détermination illustrées*. Pensoft ed. Sofia, Bulgaria, 430 pp.
- GILL, B. 1991. Dung beetles in Tropical American Forest. In: Hanski, I. & Y. Cambefort (Ed). *Dung Beetles Ecology*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. U.S.A. 481 pp.
- GILLESPIE, T.W., G.M. FOODY, D. ROCCHINI, A.P. GIORGI & S. SAATCHI 2008. Measuring and modelling biodiversity from space. *Progress in Physical Geography*, **32**: 203-221.
- HANSKI, I. & Y. CAMBEFORT (Eds.) 1991. *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 481 pp.
- HALFFTER, G. & E.G. MATTHEWS 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeinae). *Folia Ent. Mex.*, **12**(14):1-312.
- HIJMANS, R.J., S.E. CAMERON, J.L. PARRA, P.G. JONES & A. JARVIS 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Jour. Clim.*, **25**:1965-1978.
- HIRZEL, A. H., J. HAUSSER, D. CHESSEL, & N. PERRIN 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat suitability maps without absence data? *Ecology*, **83**: 2027-2036.
- HOPKINS, M.J. 2007. Modelling the known and unknown plant biodiversity of the Amazon Basin. *Jour. Biogeog.*, **34**: 1400-1411.
- HORTAL, J., A. JIMÉNEZ-VALVERDE, J.F. GÓMEZ, J.M. LOBO & A. BASELGA 2008. Historical bias in biodiversity inventories affects the observed environmental niche of the species *Oikos*, **117**: 847-858.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A., J.M. LOBO & J. HORTAL 2008. Not as good as they seem: the importance of concepts in species distribution modelling. *Div. Distrib.*, **14**: 885-890.
- LOBO, J.M., A. JIMÉNEZ-VALVERDE & J. HORTAL 2010. The uncertain nature of absences and their importance in species distribution modelling. *Ecography*, **33**: 103-114.
- MORRONE, J.J. 2001. *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. Manuales y Tesis de la Sociedad Entomológica Aragonesa-S.E.A. Vol. 3. Zaragoza, España. 148 p.
- NASKRECKI, P. 2008. *Mantis v. 2.0*. A Manager of Taxonomic Information and Specimens. Disponible en URL: <http://insects.oeb.harvard.edu/mantis>.
- RANGEL, O., P. LOWY, M. AGUILAR & A. GARZÓN 1997. Tipos de vegetación en Colombia. *Colombia diversidad biótica II*. O. Rangel, P. Lowy & M. Aguilar (eds). Ed. Guadalupe. Bogotá, Colombia. 436 pp.
- RAXWORTHY, C.J., E. MARTINEZ-MEYER, N. HORNING, R.A. NUSSBAUM, G.E. SCHNEIDER, M.A. ORTEGA-HUERTA & A. TOWNSEND PETERSON 2003. Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. *Nature*, **426**(18/25): 837-841.
- ROCCHINI, D., J. HORTAL, S. LENGYEL, J.M. LOBO, A. JIMÉNEZ-VALVERDE, C. RICOTTA, G. BACARO & A. CHIARUCCI 2009. Accounting for uncertainty when mapping species distributions: the need for maps of ignorance. *Progress in Physical Geography*. En prensa.
- SCHOLTZ, C., A. DAVIS & U. KRYGER 2009. *Evolutionary biology and conservation of dung beetles*. Pensoft Ed. Sofia, Bulgaria. 567 pp.
- VARELA, S., J.M. LOBO, J. RODRÍGUEZ & P. BATRA 2010. Were the Late Pleistocene climatic changes responsible for the disappearance of the European spotted hyena populations? Hind casting a species geographic distribution across time. *Quaternary Science Reviews* doi:10.1016/j.quascirev.2010.04.017.
- WILLIAMS, J.N., C. SEO, J. THORNE, J.K. NELSON, S. ERWIN, J.M. O'BRIEN & M.W. SCHWARTZ 2009. Using species distribution models to predict new occurrences for rare plants. *Div. Dist.*, **15**: 565-576.