

## Comportamiento de nidificación, notas taxonómicas y distribución potencial de *Paratrigona eutaeniata* (Hymenoptera: Apidae, Meliponini)

Nesting behavior, taxonomic notes and potential distribution of *Paratrigona eutaeniata* (Hymenoptera: Apidae, Meliponini)

DIANA CATALINA FERNÁNDEZ<sup>1</sup>, GISELLE ZAMBRANO G.<sup>2</sup> y VICTOR H. GONZALEZ<sup>3</sup>

**Resumen:** Los hábitos de nidificación de las abejas sin aguijón del género *Paratrigona* son diversos y todavía desconocidos para la mayoría de las especies. En este trabajo se presenta información sobre estos aspectos y sobre la taxonomía de *P. eutaeniata* en el suroccidente de los Andes colombianos. Hasta ahora esta especie se creía restringida a los bosques andinos y subandinos de la vertiente occidental de la cordillera Oriental, al norte de Colombia. Se describe e ilustra por primera vez la arquitectura interna del nido, la reina, y variaciones morfológicas de la obrera y el macho. También se usa un modelo de distribución de especies para predecir la distribución potencial de *P. eutaeniata* en el noroccidente de Sur América.

**Palabras clave:** Andes. Abejas sin aguijón. Colombia. Distribución potencial. Modelos de distribución de especies.

**Abstract:** The nesting habits of stingless bees in the genus *Paratrigona* are diverse and still unknown for most of the species. Herein we present information on these aspects and on the taxonomy of *P. eutaeniata* in the southwestern Andes of Colombia. To date, this species has been considered restricted to the Andean and sub-Andean forests of the western slopes of the Cordillera Oriental, in northern Colombia. We describe and illustrate for the first time the internal nest architecture, the queen, and morphological variations of the worker and the male. We also used a species distribution model to predict the potential distribution of *P. eutaeniata* in northwestern South America.

**Key words:** Andes. Stingless bees. Colombia. Potential distribution. Species distribution models.

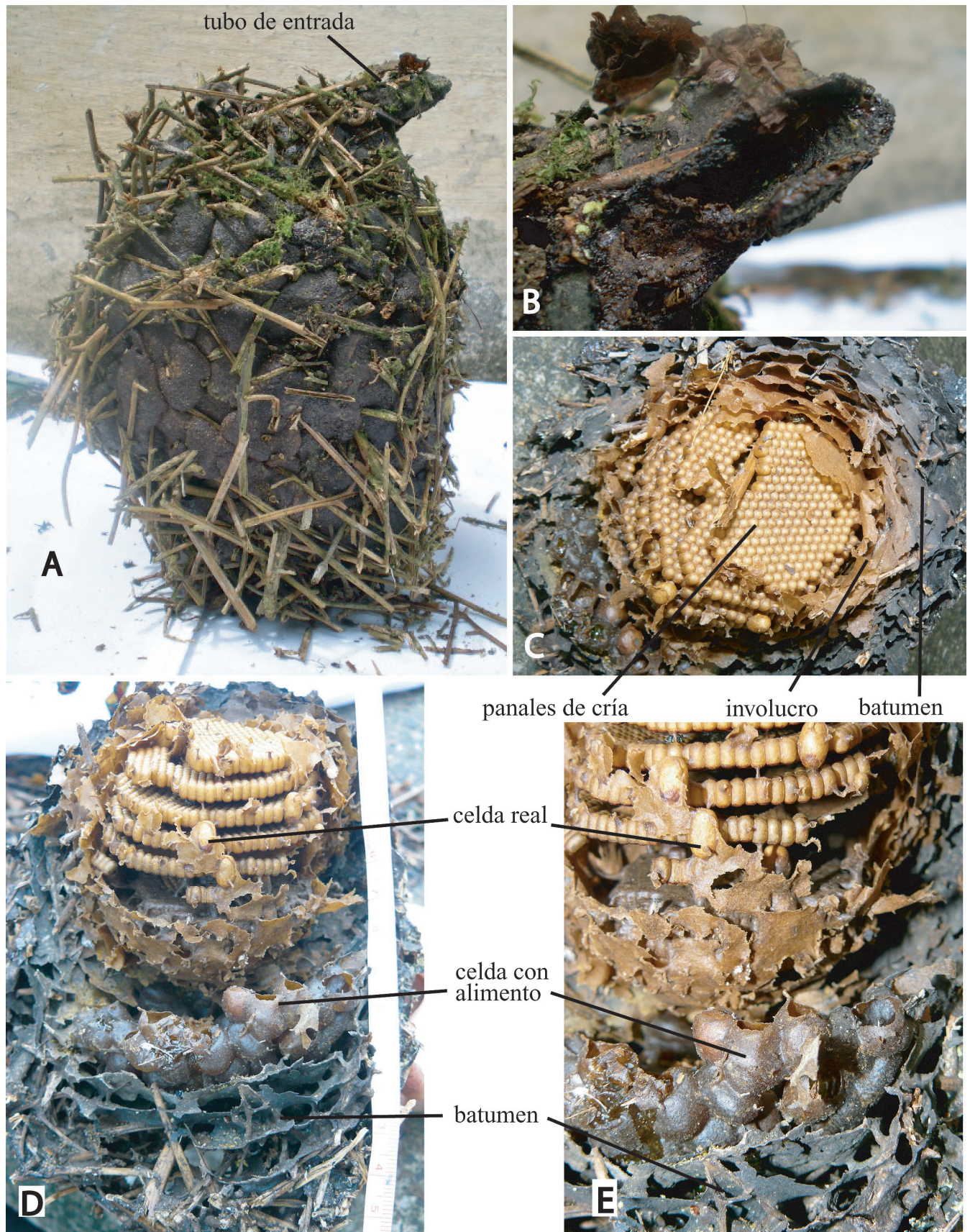
### Introducción

La tribu Meliponini agrupa especies de abejas sociales sin aguijón que producen miel y habitan en las zonas tropicales y subtropicales de África, Asia, Australia y América (Schwarz 1948; Michener 2007). Aunque varias especies han sido criadas de forma artesanal por indígenas y campesinos por mucho tiempo, sólo recientemente se ha prestado atención a su papel como polinizadores de plantas cultivadas y se han diseñado colmenas que facilitan el manejo y extracción de cera, miel y polen (e.g., Nates-Parra 2006; Michener 2007). Se conocen alrededor de 400 especies en América, aunque su número real puede alcanzar las 800 (Rasmussen y Cameron 2007; Rasmussen y Gonzalez 2009). A pesar de que existen algunas listas de las más de 100 especies de meliponinos registradas para Colombia (e.g., Smith-Pardo 2003; Nates-Parra 2006), todavía se conoce muy poco sobre la verdadera diversidad de estas abejas en el país. Por ejemplo, excluyendo el género monotípico *Paratrigonoides* Camargo y Roubik, en Colombia solamente se han revisado taxonómicamente cuatro de los 20 géneros que están registrados (Gonzalez y Nates-Parra 1999; Gonzalez 2007; Gonzalez y Sepúlveda 2007; Gonzalez y Vélez 2007; Gonzalez y Roubik 2008). Además, al igual que ocurre en otros grupos de insectos, muy poco material de Colombia es accesible a los especialistas en el exterior que hacen las revisiones a nivel neotropical. Este desconocimiento taxonómico de los meliponinos colombianos no sólo impide la identificación y aprovechamiento de las especies a nivel local, sino también, el entendimiento de los límites

entre las especies, patrones de distribución y especiación de estas abejas en todo el neotrópico.

*Paratrigona* Schwarz es uno de los cuatro géneros de meliponinos cuyas especies han sido estudiadas taxonómicamente en Colombia y del cual se tiene información detallada sobre su distribución en el país. Estas pequeñas abejas (4.0–6.0 mm), predominantemente negras, con abundantes diseños amarillos en el cuerpo, se conocen en Colombia con varios nombres comunes, tales como currunchos, ruminas, minui, angelitas o mierdeperro (Nates-Parra *et al.* 1999; Nates-Parra 2006). Hasta ahora, 10 de las 32 especies conocidas de *Paratrigona* (Camargo y Pedro 2007) se han encontrado en Colombia, la mayoría de ellas en la región Andina. Tal distribución puede ser un efecto de muestreo, pues esta región es una de las áreas más colectadas del país (Gonzalez y Vélez 2007). Al igual que en otros géneros de meliponinos, todavía se conoce muy poco sobre los aspectos básicos de la biología para la mayoría de las especies de *Paratrigona*. Por ejemplo, los hábitos de nidificación han sido descritos solamente para 12 especies; asimismo, el macho se ha descrito para un tercio de las especies mientras que la reina solamente para una especie (Camargo y Moure 1994; Nates-Parra *et al.* 1999). El estudio de los nidos, así como de las reinas y machos, es importante porque proporciona caracteres adicionales que ayudan al reconocimiento de especies crípticas y reconstrucción de hipótesis filogenéticas. Adicionalmente, algunas especies son conocidas de unos pocos ejemplares de una misma localidad o de un mismo nido, limitando nuestro entendimiento de las variaciones morfológicas dentro y entre las especies.

<sup>1</sup> Est. Biología. Grupo de Estudios en Geología, Ecología y Conservación GECCO, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. [dcfernandez@unicauca.edu.co](mailto:dcfernandez@unicauca.edu.co) <sup>2</sup> M. Sc. Departamento de Biología, Grupo de Estudios en Geología, Ecología y Conservación GECCO, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Educación, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. [gzambranog@unicauca.edu.co](mailto:gzambranog@unicauca.edu.co) <sup>3</sup> Ph. D. Grupo de Investigación en Fauna Silvestre, Museo de Historia Natural, Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá. Dirección actual: USDA-ARS. Bee Biology & Systematics Laboratory, Utah State University, Logan, Utah 84322-5310, USA. [victorgonzalez@gmail.com](mailto:victorgonzalez@gmail.com) Autor para correspondencia.



**Figura 1.** Nido de *Paratrigona eutaeniata*. **A** nido completamente expuesto; la base del nido es donde sale el tubo de entrada; **B** detalle del tubo de entrada; **C-E** arquitectura interna del nido en vista superior y lateral (dimensiones indicadas en el texto).

En este trabajo se presenta información sobre los hábitos de nidificación de *P. eutaeniata* Camargo y Moure, 1994 en el suroccidente de los Andes colombianos. Hasta el momento, esta especie se creía restringida a los bosques subandinos y andinos de la vertiente occidental de la cordillera Oriental, al norte de Colombia (Camargo y Moure 1994; Nates-Parra *et al.* 1999; Camargo y Pedro 2007). También se describe por primera vez la reina y las variaciones morfológicas de la obrera y el macho. Además se discute la distribución potencial de *P. eutaeniata* en el noroccidente de Sur América a partir de un modelo de distribución de especies.

### Materiales y Métodos

Los dos nidos de *P. eutaeniata* se encontraron en agosto del 2008 en la finca Valparaíso, Vereda El Rosal, corregimiento La Gallera, al occidente del municipio de El Tambo, en el departamento del Cauca (2°46'59,4"N, 76°55'03,6"W; 1660 m). Esta región incluye la parte alta y media del río San Joaquín, en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Munchique; además, es el área limítrofe entre la región centro-oriental y la región pacífica. Los nidos se colectaron al atardecer, cuando aparentemente todas las abejas ya habían regresado de forrajear. Luego, para estudiar su estructura interna y examinar su contenido, los nidos se transportaron en un recipiente plástico al Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, en Popayán (MHNUC). Las abejas se sacrificaron con vapores de acetato de etilo. Las medidas de la estructura interna se tomaron con un calibrador. Los términos usados en la descripción de la arquitectura del nido son los descritos por Michener (2007).

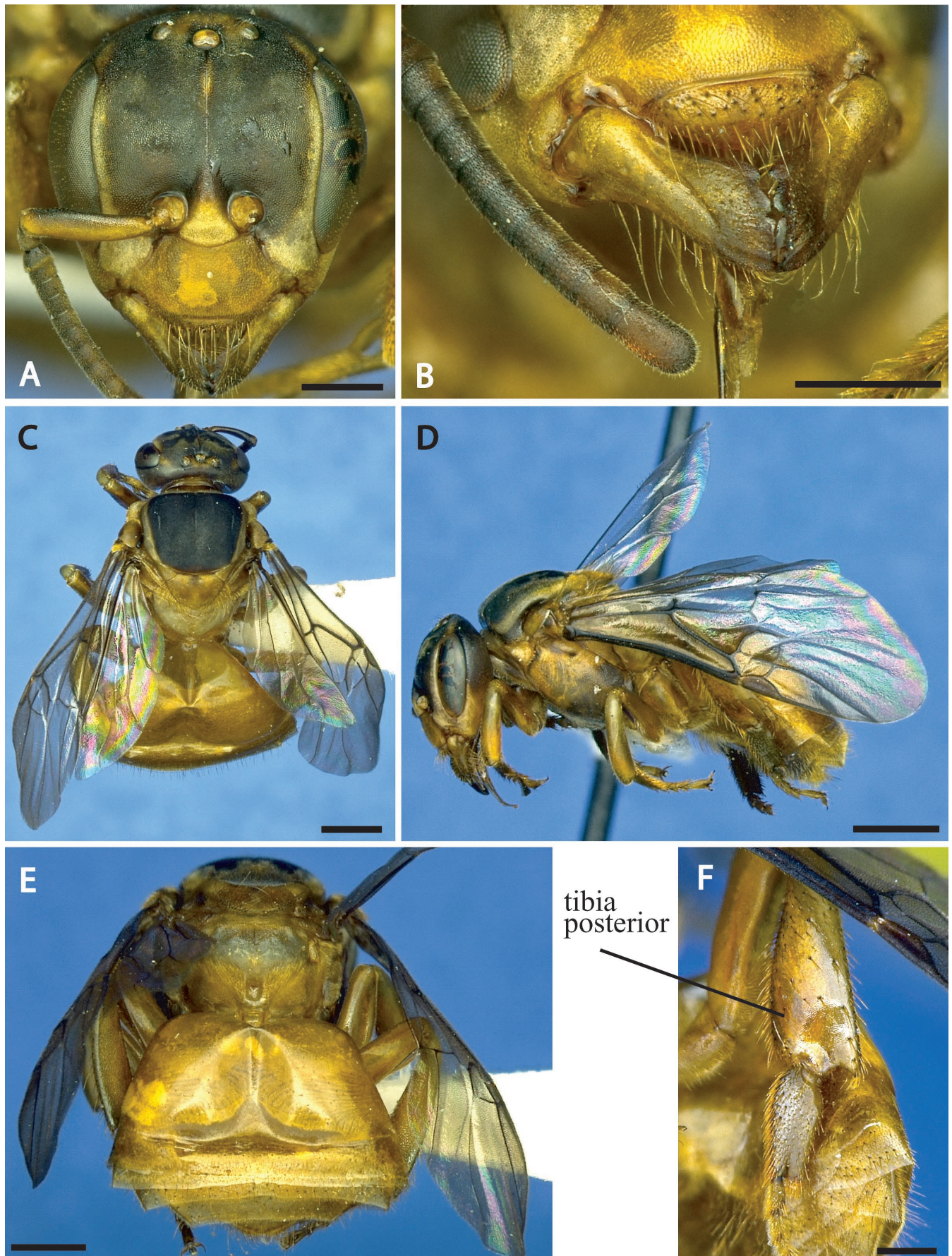
En la descripción taxonómica de la reina se usaron los términos y medidas morfológicas indicadas por Michener (2007). Las abreviaciones usadas en la descripción son: F, T y DO para flagelómero antenal, tergo metasomal y diámetro del ocelo medio, respectivamente. Los nidos, la reina y la mayoría de machos y obreras colectados se encuentran en el MHNUC. Otros especímenes están depositados en las siguientes colecciones: Colección personal de Claus Rasmussen (Dinamarca), Instituto de Ciencias Naturales (Bogotá, Colombia), Bee Biology and Systematics Laboratory, Utah State University, Logan, UT (USA) y Natural History Museum, University of Kansas, Lawrence, KS (USA). Las microfotografías fueron tomadas con un microscopio digital VHX-500F, Keyence®.

Para predecir la distribución potencial de *P. eutaeniata* se usó un modelo de distribución de especies (MDS). Estos MDS combinan variables ambientales con la distribución conocida de una especie para generar un modelo que identifica las áreas potencialmente adecuadas de distribución. En total se usaron 15 registros de localidades para *P. eutaeniata*, todos, excepto por el registro del Cauca, fueron tomados de Nates-Parra *et al.* (1999). No se sabe si estas localidades son de abejas provenientes de nidos naturales o de colmenas transportadas por meliponicultores, pues el trabajo de Nates-Parra *et al.* (1999) se basó en el estudio de colecciones entomológicas. Las coordenadas geográficas de cada localidad se consultaron usando Google Earth ([www.earth.google.com](http://www.earth.google.com)). El modelo fue generado con el programa MaxEnt (versión 3.06), el cual requiere únicamente de datos de presencia (Phillips *et al.* 2006). En total se usaron las siguientes 19 variables bioclimáticas a una resolución de 1 km<sup>2</sup> (Hijmans *et al.* 2005): 1) Temperatura media anual, 2) Rango diurno medio,

3) Isotermalidad, 4) Temperatura estacional, 5) Máxima temperatura del mes más cálido, 6) Máxima temperatura del mes más frío, 7) Rango anual de temperatura, 8) Temperatura media del cuarto del año más húmedo, 9) Temperatura media del cuarto del año más seco, 10) Temperatura media del cuarto del año más cálido, 11) Temperatura media del cuarto del año más frío, 12) Precipitación anual, 13) Precipitación del mes más húmedo, 14) Precipitación del mes más seco, 15) Precipitación estacional, 16) Precipitación del cuarto del año más húmedo, 17) Precipitación del cuarto del año más seco, 18) Precipitación del cuarto del año más cálido, y 19) Precipitación del cuarto del año más frío. Los parámetros usados en el modelo fueron los asignados automáticamente por el programa, excepto por 30% de prueba aleatoria, 10 réplicas y submuestras. Los resultados se procesaron y visualizaron usando ArcGIS 9.2 (ESRI 2006).

### Resultados

**Hábitos de nidificación.** Ambos nidos de *P. eutaeniata* se encontraron colgando de ramas de árboles y arbustos. El primer nido estaba en un arbusto de café (Rubiaceae: *Coffea arabica* Linnaeus, 1753), aproximadamente a 2 m de altura; el segundo en una rama de un árbol de siete cueros (Melastomataceae: *Tibouchina* sp.) a 2.2 m de altura. Los nidos eran ovoides (16–20,5 cm de longitud y 13–16,5 cm de diámetro en la parte más ancha) y completamente expuestos. El batumen era duro, quebradizo, marrón oscuro a negro y aproximadamente de 2,5–4,0 cm de grosor; internamente habían residuos de polen esparcidos entre las depresiones de las capas, externamente estaba cubierto con pedazos de ramas, hojas secas, musgos y algunas semillas (Fig. 1A). La entrada al nido, ubicada en la base, era un tubo de cera aplastado, marrón oscuro, de aproximadamente 3 cm de largo; el orificio de entrada era subrectangular, aproximadamente de 1,1–3,0 cm de ancho y 0,5–0,8 cm de alto (Fig. 1B). Uno de los nidos (#2) tenía una entrada adicional en la parte superior. El área de cría, en el centro del nido, era de aproximadamente 12–15 cm de longitud y 8–11 cm de diámetro, y estaba cubierta por varias capas de involucro de color marrón claro (Fig. 1C). Las celdas de cría estaban organizadas en paneles horizontales; el primer nido tenía nueve paneles, el segundo tenía siete. Cada celda era elíptica en sección longitudinal y circular en sección transversal, aproximadamente 5 mm en longitud y 3 mm en diámetro. El primer nido tenía 2546 celdas, la mayoría de ellas (~80%) con larvas postdefecantes y pupas. Los paneles más nuevos estaban en la base del área de cría. En total había ocho celdas reales en el primer nido, mucho más grandes que las celdas de cría (~9 mm en longitud y 6 mm en diámetro), ubicadas en el margen externo de cada panel (Figs. 1D y E). Cada panel tenía una celda real, excepto por el cuarto y séptimo con dos celdas cada uno; el primero o más basal, tercero y último panel no tenían celdas reales. En la base del nido, cerca al tubo de entrada, se encuentra el área de almacenamiento de alimento con celdas mucho más grandes que las celdas de cría (8 mm de longitud y 15 mm de diámetro). El primer nido tenía 44 celdas con miel, tres con polen y siete vacías; en total, la colonia estaba compuesta por una reina fisiogástrica, 1632 obreras y 102 machos adultos. El segundo nido tenía 10 celdas con miel, cinco con polen y dos vacías; no se contó el número de celdas ni de adultos de esta colonia.



**Figura 2.** Reina de *Paratrígona eutaeniata*. A cabeza; B detalle de la mandíbula; C, D vista dorsal y lateral; E detalle del metasoma; F detalle de la tibia y basitarso posterior. Escala: 0.5 mm = A, B y F; 1.0 mm = C, D y E.

### Organismos asociados

Entre las capas de batumen se encontró la pupa de un lepidóptero que no emergió y no pudo ser identificado. Asimismo, entre las capas del involucro, muy cerca al área de cría, se hallaron cuatro individuos adultos de moscas de la familia Phoridae. Es probable que se trate de parásitos del nido como se ha registrado en otros nidos de meliponinos (e.g., Nates-Parra 2006).

### Taxonomía

**Descripción de la reina** (reina fisiogástrica). Longitud corporal: 6 mm, longitud ala anterior: 5,2 mm. *Estructura*. Cabeza ligeramente (1,1x) más ancha que larga; ojos compuestos casi paralelos (Fig. 2A); área malar 1,5x el diámetro del F3; clipeo 2,1x más ancho que largo, con la sutura epistomal ligeramente cóncava entre los alveolos antenales; mandíbula con cuatro dientes, los dos apicales conectados por una lamina quitinosa, no tan diferenciados como en la obrera (Fig. 2B); distancia interalveolar igual a la distancia alveolorbital, 1,5x

DO; distancia interocelar 2,2x DO, subigual a la distancia ocelorbital; escapo 4,3x más largo que ancho, igual a la distancia alveolocelar; pedicelo ligeramente más largo que F1, flagelómeros más anchos que largos (~1,3x), excepto F10, 1,8x más largo que ancho; gena ligeramente más ancha que el ojo compuesto en perfil. Escuto 1,2x más ancho que largo, ligeramente más estrecho (0,9x) que la cabeza, con margen anterior vertical, curvándose suavemente con la superficie dorsal, como en la obrera; escutelo 1,8x más ancho que largo, no cubriendo parcialmente el propódeo en vista dorsal (Figs. 2C y D); tibia posterior sin área corbicular distinguible como en la obrera, solamente algo deprimida distalmente, con ángulo posterodistal más proyectado; basitarso posterior de lados subparalelos, más ancho cerca a la base (Fig. 2F). Metasoma 1,5x más ancho que largo, cerca de dos veces el ancho del escuto (Fig. 2E). *Tegumento*. En general fino y densamente punteado como en la obrera, excepto por T1 y T2 ligeramente más brillantes y débilmente imbricados, y propódeo basalmente con línea media fina (menor del diámetro de un punto).

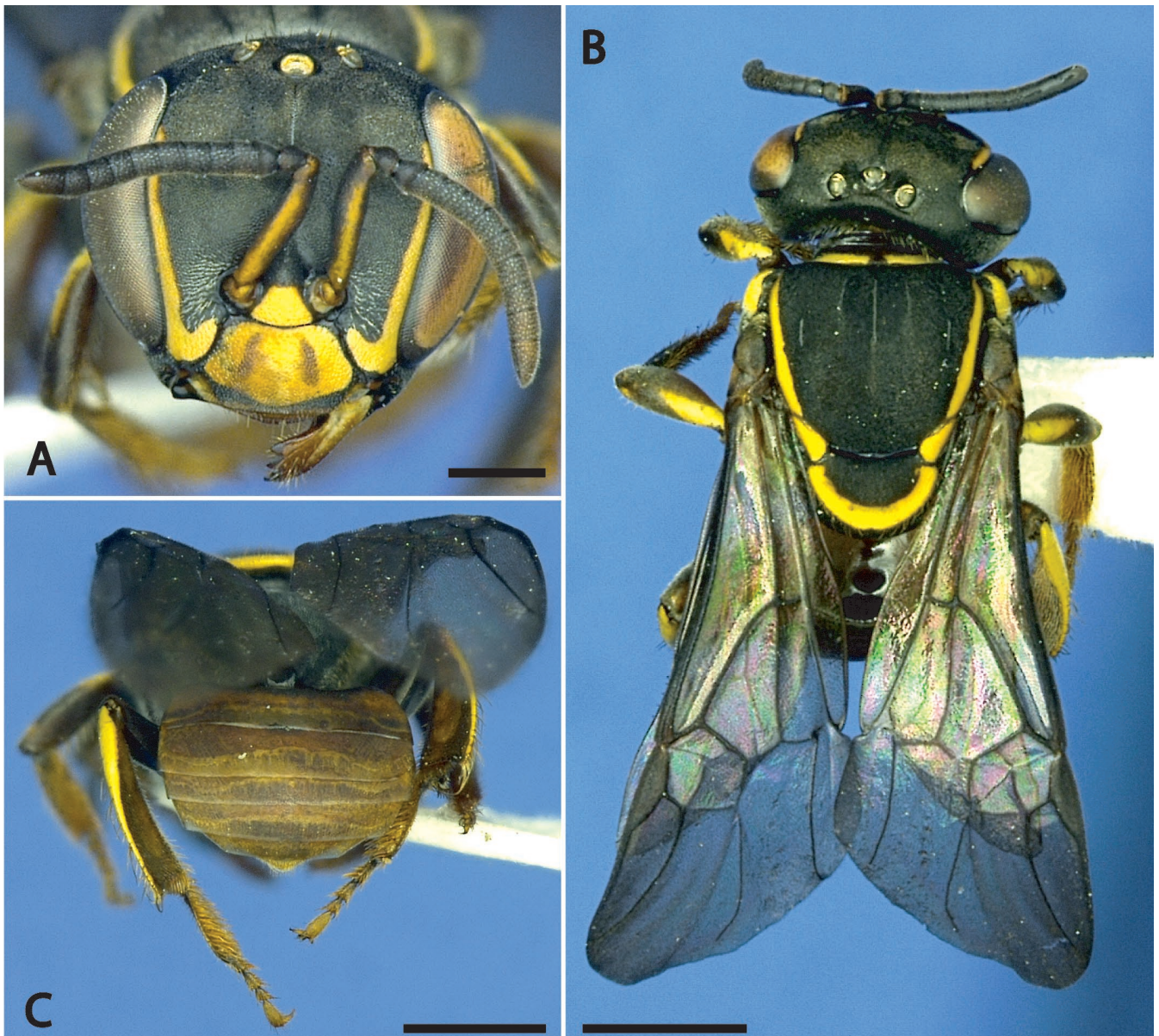


Figura 3. Obrera de *Paratrigona eutaeniata*. A cabeza; B vista dorsal; C detalle del metasoma Escala: 0.5 mm = A; 1.0 mm = B y C.

**Coloración.** Cabeza predominantemente café oscura a negra, excepto por las siguientes áreas ferrugíneas: mandíbula (excluyendo ápice), labro, clípeo y superficie anterior del escapo; las siguientes áreas pálidas: área supraclipeal, área paraoocular, área malar y tercio inferior de la gena; las siguientes áreas con manchas amarillentas difusas: línea frontal, debajo del ocelo medio, área paraoocular superior y vértice, entre los ocelos laterales. Mesosoma y metasoma ferrugíneos, excepto por mesepisterno con superficie ventral ennegrecida y escuto marrón oscuro a negro con banda lateral amplia (igual o ligeramente más ancha que DO); superficie exterior de las tibias y basitarsos, especialmente medio y posterior, algo verdosos. **Pubescencia.** Ferrugínea clara, con microvellosidad decumbente en la cabeza y mesosoma como en la obrera, notoria en los lados del propódeo; pelos simples y largos en la mandíbula (~2,0 DO), labro (1,5–2,0 DO), superficie ventral del mesepisterno (~2,0 DO) y escutelo (2,0–2,5 DO). T1 y casi todo el T2 glabro; T3–T6 con dos tipos de pelos: pelos cortos (0,2x DO), semierectos y pelos largos, erectos, más densos y largos (2,0x DO) sobre los tergos apicales. Esternos con pelos erectos, más largos sobre el primer esterno (2,0x DO).

**Variaciones.** Las siguientes variaciones se observaron en especímenes adultos de obreras colectadas en flores o dentro de los nidos examinados: clípeo algunas veces completamente amarillo, excepto por el margen apical negro y una mancha marrón a cada lado de la línea media (Fig. 3A); bandas del escuto y escutelo algunas veces reducidas, casi del mismo ancho del F3 (Fig. 3B); metasoma ferrugíneo, algunas veces con los tergos basales oscurecidos (Fig. 3C). El macho también tiene el metasoma ferrugíneo y las bandas del escuto reducidas (< diámetro del F3). Además, en algunos especímenes, el escutelo es ligeramente más alargado (~1,5x más ancho que largo) que el macho descrito por Nates *et al.* (1999) de Cundinamarca (2,0x más ancho que largo).

### Distribución potencial

De acuerdo con el MDS, el hábitat adecuado para *P. eutaeniata* se encuentra principalmente en los Andes, desde Venezuela hasta el norte del Perú. Sin embargo, las áreas con mayor probabilidad de ocupación se encuentran en los Andes de Colombia y Ecuador, y en las serranías de Abibe y Darién, en los límites con Panamá (Fig. 4).

### Discusión

Los hábitos de nidificación de *Paratrigona* son diversos, aunque todavía se desconocen para la mayoría de las especies. Algunas especies nidifican en el suelo, otras en nidos de hormigas o termitas, asociados a construcciones humanas o de manera expuesta, como el caso de *P. eutaeniata* (Camargo y Moure 1994; Nates-Parra *et al.* 1999; Nates-Parra 2006; Michener 2007). Los hábitos de nidificación y estructura del nido de *P. eutaeniata* descritos en este trabajo concuerdan con las preferencias de nidificación observadas en otras especies del género y los comentarios hechos por Nates-Parra *et al.* (1999) sobre la estructura externa de los nidos de *P. eutaeniata* en Cundinamarca. La única diferencia es la presencia de dos entradas en uno de los nidos examinados.

Hasta el momento, la única reina descrita de *Paratrigona* era la de *P. pacifica* (Schwarz, 1943) (Schwarz 1948). Aunque la descripción de Schwarz (1948) no permite establecer si existen diferencias entre esta reina y la de *P. eutaeniata*, es

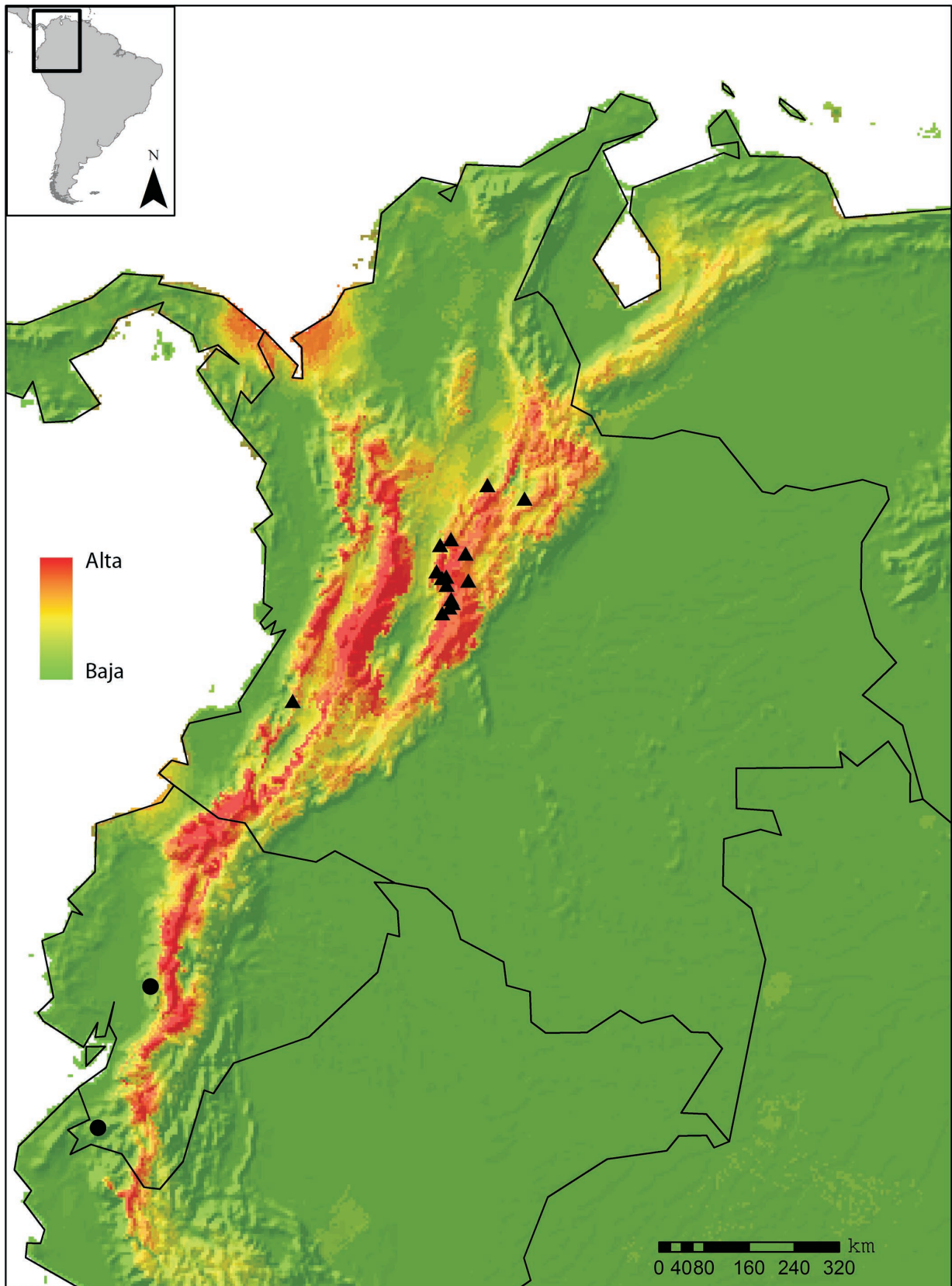
claro que en ambas especies la reina es predominantemente ferrugínea y tiene un propódeo grande. La reina de otras especies necesita ser examinada para confirmar la uniformidad morfológica de esta casta. Las variaciones encontradas en los diseños amarillos y color ferrugíneo del metasoma en la obrera y el macho del Cauca demuestran una mayor variación de la conocida hasta ahora en *P. eutaeniata*. Tales variaciones son importantes desde el punto de vista taxonómico, pues hay una tendencia a distinguir especies con base en patrones de coloración de las obreras en grupos que son morfológicamente homogéneos como *Paratrigona*.

Según el MDS, los Andes de Colombia y Ecuador presentan los hábitats más adecuados para *P. eutaeniata* (Fig. 4). Estos resultados son interesantes por dos razones: primero, sugieren que esta especie podría estar más ampliamente distribuida de lo que pensamos, especialmente en las serranías de Abibe y Darién, en los límites con Panamá. No hay duda que se necesitan muestreos en éstas y otras áreas pronosticadas por el MDS para validar el modelo y determinar la presencia o ausencia de *P. eutaeniata*.

Segundo, los resultados del MDS sugieren que *P. eutaeniata* podría encontrarse en Ecuador como sospecharon Camargo y Moure (1994). Cuando estos autores describieron *P. eutaeniata*, a partir de siete obreras de Mesitas (Cundinamarca), también examinaron cuatro obreras morfológicamente muy parecidas a esta especie pero colectadas en Loja y Balzapamba, al suroccidente de los Andes ecuatorianos. A diferencia de los especímenes de Colombia, los ejemplares ecuatorianos tenían el escapo de la antena más cilíndrico y estrecho que el diámetro del tercer flagelómero antenal y las manchas de la cara y tibias mucho más reducidas. Debido a estas diferencias y sin poder examinar más especímenes de otras localidades, Camargo y Moure (1994) dudaron que se tratara de la misma especie. Aunque el MDS predice la presencia de *P. eutaeniata* en los Andes ecuatorianos, Loja y Balzapamba se encuentran en áreas de baja probabilidad de hábitats adecuados para esta especie, especialmente Loja (ver círculos en Fig. 4). Sin embargo, la presencia de *P. eutaeniata* al suroccidente de los Andes colombianos, así como la variación en el patrón de coloración encontrada, apoyan la idea de que los especímenes de Ecuador examinados por Camargo y Moure (1994) pertenecen a *P. eutaeniata*. Obviamente el estudio del macho, nidos y un mayor número de especímenes colectados en localidades intermedias ayudarán a aclarar este problema. Considerando la importancia de los meliponinos como polinizadores de plantas cultivadas y como productores de cera, miel y polen, los MDS también podrían usarse para predecir las áreas donde ciertas especies de meliponinos pueden ser usadas eficientemente en programas de polinización dirigida o en el establecimiento de meliponarios en varias regiones del país. Indudablemente, para llegar a esto todavía se necesita resolver la taxonomía de los meliponinos colombianos, coleccionar en otras regiones del país diferentes a el centro de los Andes y que los especímenes se depositen en instituciones donde estén física y virtualmente (bases de datos) disponibles al público. Esto último es importante porque permite la corrección de identificaciones o localidades y actualización constante de la información.

### Agradecimientos

Paula Sepúlveda, Gina Frausin, Danny Vélez y dos evaluadores anónimos por los comentarios y sugerencias que ayu-



**Figura. 4.** Distribución potencial de *Paratrigona eutaeniata* en el noroccidente de Sur América obtenida a través de un modelo de distribución de especies. Las áreas rojas indican la mayor probabilidad de hábitat adecuado para *P. eutaeniata*. Los triángulos corresponden a las 15 localidades donde se ha colectado *P. eutaeniata* en Colombia; el triángulo más al sur corresponde a la localidad en el Cauca donde se encontraron los nidos. Los círculos representan las localidades de Balzapamba (norte) y Loja (sur) en Ecuador, lugares de colecta de cuatro obreras similares a *P. eutaeniata* examinadas por Camargo y Moure (1994); estas localidades no fueron incluidas en el modelo porque todavía se tiene duda sobre la identidad de estas abejas (ver discusión).

daron a mejorar el manuscrito; Jon Koch por la ayuda con el modelo de distribución de especies y Terry Griswold por permitir el acceso al equipo de fotografía. También agradecemos a la comunidad de la vereda El Rosal, especialmente a la familia Rengifo-Velasco y a la señora Luba Rengifo por la ayuda en la búsqueda de los nidos.

#### Literatura citada

- CAMARGO J. M. F.; MOURE J. S. 1994. Meliponini Neotropicales: Os gêneros *Paratrigona* Schwarz, 1938 e *Aparatrigona* Moure, 1951 (Hymenoptera: Apidae). Arquivos de Zoologia 32:33-109.
- CAMARGO J. M. F.; PEDRO, S. R. M. 2007. Meliponini. p. 272-578. En: Moure, JS; Urban, D; Melo, GAR (eds.). Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region. Curitiba (Paraná), Sociedade Brasileira de Entomologia. 1058 p.
- ESRI. 2006. ArcGIS 9.2. ESRI, Redlands, California.
- GONZALEZ V. H. 2007. Distribución geográfica de las abejas del fuego en Colombia (Hymenoptera, Apidae, Meliponini, *Oxytrigona*). Revista Colombiana de Entomología 33(2): 188-189.
- GONZALEZ V. H.; NATES-PARRA G. 1999. Sinopsis de *Parapartamona* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini), un género estrictamente andino. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23 (Suplemento especial): 171-179.
- GONZALEZ V. H.; SEPÚLVEDA P. 2007. Una especie nueva de *Geotrigona* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini), con comentarios del género en Colombia. Acta Biológica Colombiana 12S: 107-112.
- GONZALEZ V. H.; VÉLEZ D. 2007. Una especie nueva de *Paratrigona* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini), con una sinopsis del género en Colombia. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 8(2): 9-13.
- GONZALEZ V. H.; ROUBIK D. W. 2008. Especies nuevas y filogenia de las abejas de fuego, *Oxytrigona* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Acta Zoológica Mexicana 24(1): 43-71.
- HIJMANS R. J.; CAMERON S. E.; PARRA J. L.; JONES P. G.; JARVIS A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 25: 1965-1978.
- MICHENER C. D. 2007. The Bees of the World. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 2nd Edition.
- NATES-PARRA G. 2006. Abejas Corbiculadas de Colombia: Hymenoptera: Apidae. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Bogotá D. C. 156 p.
- NATES-PARRA G.; GONZALEZ V. H.; OSPINA-TORRES R. 1999. Descripción de los machos y anotaciones sobre la biología de *Paratrigona anduzei* y *P. eutaeniata* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) en Colombia. Caldasia 21(2): 174-183.
- PHILLIPS S. J.; ANDERSON R. P.; SCHAPIRE R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distribution. Ecological Modelling 190: 231-259.
- RASMUSSEN C.; CAMERON S. A. 2007. A molecular phylogeny of the Old World stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) and the non-monophyly of the large genus *Trigona*. Systematic Entomology 32: 26-39.
- RASMUSSEN C.; GONZALEZ V. H. 2009. Abejas sin aguijón del Cerro Escalera, San Martín, Perú (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Sistemas Agroecológicos y Modelos Biomatemáticos 2(2): 26-32.
- SCHWARZ H. F. 1948. Stingless bees (Meliponidae) of the western hemisphere. *Lestrimelitta* and the following subgenera of *Trigona*: *Trigona*, *Paratrigona*, *Schwarziana*, *Parapartamona*, *Cephalotrigona*, *Oxytrigona*, *Scaura*, and *Mourella*. Bulletin of the American Museum of Natural History 90: 1-546.
- SMITH-PARDO A.H. 2003. A preliminary account of the bees of Colombia (Hymenoptera: Apoidea): Present knowledge and future directions. Journal of the Kansas Entomological Society 76(2): 335-341.

Recibido: 30-mar-2010 • Aceptado: 30-oct-2010