



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Diversidad de avispas parasitoides del género *Notiospathius*
(Braconidae:Doryctinae) en el noroeste de Venezuela**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A:

LÓPEZ ESTRADA ESTEFANY KAREN



**DIRECTOR DE TESIS:
DR. ALEJANDRO ZALDÍVAR RIVERÓN**

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE CIENCIAS
Secretaría General
División de Estudios Profesionales

Votos Aprobatorios

DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
Director General
Dirección General de Administración Escolar
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

Diversidad de avispas parasitoides del género Notiospathius (Braconidae:Doryctinae) en el noroeste de Venezuela.

realizado por **López Estrada Estefany Karen** con número de cuenta **3-0533039-6** quien ha decidido titularse mediante la opción de **tesis** en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario Dr. José Martín García Varela

Propietario M. en C. Moisés Armando Luis Martínez

Propietario Tutor Dr. Alejandro Zaldívar Riverón

Suplente Dr. Carlos Pedraza Lara

Suplente M. en C. María Cristina Mayorga Martínez

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU "

Ciudad Universitaria, D. F., a 05 de noviembre de 2012
EL JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

MAG/mdm

<p>1. Datos de la alumna López Estrada Estefany Karen 56 22 91 58 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Biología 305330396</p>
<p>2. Datos del Tutor Dr. Alejandro Zaldívar Riverón</p>
<p>3. Datos del sinodal 1 Dr. José Martín García Varela</p>
<p>4. Datos del sinodal 2 M. en C. Moises Armando Luis Martínez</p>
<p>5. Datos del sinodal 3 Dr. Carlos Pedraza Lara</p>
<p>6. Datos del sinodal 4 M. en C. María Cristina Mayorga Martínez</p>
<p>7. Datos del trabajo escrito Diversidad de avispas parasitoides del género <i>Notiospathius</i> (Braconidae: Doryctinae) en el noroeste de Venezuela. 58p. 2013</p>

Agradecimientos

Toda mi gratitud al Dr. Alejandro Zaldívar Riverón, director de ésta tesis, que apoyo y cuidó el desarrollo de este trabajo.

A los miembros de mi jurado: Dr. José Martín Varela, M. en C. Moises Armando Luis Martínez, Dr. Carlos Pedraza Lara y M. en C. María Cristina Mayorga Martínez por dedicarle sus críticas y sugerencias las cuales ayudaron a mejorar este trabajo.

A Biol. Susana Guzmán Gómez por su valiosa ayuda en la obtención del material fotográfico.

Este trabajo se lo dedico a:

Mi madre Margarita Estrada López por su inalcanzable lucha por hacer de mi una profesista y una mejor persona... lo logramos!

A mi padre Leonardo Dante López Nava quien me ha dado todo el cariño, la atención y apoyo que siempre he necesitado, gracias papá.

A mis hermosas hermanas Edna Gabriela López Estrada y Karla Lisset López Estrada porque no hay lugar mas reconfortante en el mundo que los brazos de una hermana, gracias por siempre siempre siempre estar ahí.

A toda mi familia, mis abuelos Rosa y Benito mis tíos y tías, mis primos.

A mis amigos de toda la vida: Enrique, Gaby, Daniel, Perla... Sin duda nadie para pasar los buenos y malos momentos de la vida como ustedes, nunca me han dejado sola.

Índice

Resumen.....	11
1. introducción.....	12
El orden hymenoptera.....	14
Braconidae.....	15
El género <i>Notiospathius</i>	16
Taxonomía Inegradora.....	17
Conceptos de Especie y su delimitación.....	18
2. Objetivos.....	21
3. Métodos.....	21
Ejemplares examinados.....	21
Delimitación de especies basadas en el código de barras.....	22
Caracteres morfológicos.....	24
4. Resultados.....	27
Descripciones.....	29
<i>Notiospathius araguae</i> sp. López Estrada & Zaldívar-Riverón 2012...29	
<i>Notiospathius bolivari</i> López Estrada & Zaldívar-Riverón 2012.....32	
<i>Notiospathius curvilineatus</i> López Estrada & Zaldívar-Riverón 2012..34	
<i>Notiospathius dantei</i> López Estrada & Zaldívar-Riverón 2012.....37	
<i>Notiospathius estradae</i> López Estrada & Zaldívar-Riverón 2012.....40	
<i>Notiospathius larensis</i> López Estrada & Zaldívar-Riverón 2012.....43	

<i>Notiospathius venezuelae</i> López Estrada & Zaldívar-Riverón 2012...	45
5. Discusión.....	48
6. Conclusiones.....	50
7. Referencias.....	52

Indice de Tablas y Figuras

Figura 1. Representación de la diversidad estimada de algunos grupos de animales según su tamaño.	13
Figura 2. Fotografía del hábito de un ejemplar del género <i>Notiospathius</i> ...	17
Figura 3. Mapa de localidades de colecta.	22
Figura 4. Nomenclatura de los caracteres morfológicos comúnmente utilizados en descripciones del género <i>Notiospathius</i>	25
Figura 5. Nomenclatura utilizada para los patrones de esculturación de Doryctinae. Asinose=acinoso, areolate=areolado, coriaceous=coriáceo, carinate=cairnado, costate=acistillado, porcate=porcado, striate=esrtiado, rugose=rugoso.	26
Figura 6. <i>Notiospathius araguae</i> sp. n. Hembra. Holotipo: A hábito, vista lateral B cabeza, vista dorsal C mesosoma, vista lateral D mesosoma vista dorsal E primer y segundo tergo metasomal, vista dorsal.....	30
Figura 7. <i>Notiospathius bolivari</i> sp. n. Hembra. Holotipo: A hábito vista lateral B ala anterior C mesosoma, vista lateral D mesosoma, vista dorsal E metasoma vista dorsal.....	32
Figura 8. <i>Notiospathius curvilineatus</i> sp. n. Hembra. Paratipo: A hábito vista dorsal B mesosoma, vista dorsal C mesosoma vista lateral D metasoma, vista dorsal.....	35
Figura 9. <i>Notiospathius dantei</i> sp. n. Hembra. Holotipo: A hábito, vista lateral B metasoma, vista dorsolateral C mesosoma, vista lateral D cabeza, vista dorsal.....	38
Figura 10. <i>Notiospathius estradae</i> sp. n. Hembra. Holotipo: A hábito. vista lateral B mesosoma, vista dorsal C mesosoma, vista lateral D metasoma vista dorsal.....	41

Figura 11. *Notiospathius larensis* sp. n. Hembra. Holotipo: A hábito vista lateral B mesosoma, vista lateral C mesosoma, vista dorsal D metasoma, vista dorsal.43

Figura 12. *Notiospathius venezuelae* sp. n. Hembra. Holotipo: A hábito, vista lateral B cabeza, vista dorsal C primer y segundo tergo metasomal, vista dorsal D mesosoma, vista dorsal E mesosoma vista lateral.....46

Tabla 1. Conceptos alternativos de especie y las propiedades que los distinguen (De Queiroz 1998)19

Tabla 2. Caracteres de morfología externa examinados para los ejemplares del género *Notiospathius* de la región noroeste de Venezuela.....24-25

Tabla 3. Lista de especies delimitadas en éste estudio, los estados en Venezuela donde fueron colectados, número de especímenes que representan cada especie y números de acceso al GenBank.....27-29

Los resultados este trabajo de tesis se han publicado en la revista *Journal of Hymenoptera Research*. La autora de la presente tesis declara haber realizado y escrito el estudio en su totalidad. MA Smith permitió la obtención de secuencias de ADN en el Instituto de Biodiversidad de Ontario de la Universidad de Guelph, Canadá. FS Ceccarelli permitió el uso de parte de sus secuencias generadas en un trabajo anteriormente publicado. AZR es director de la presente tesis y revisó el documento final en inglés y en español. Los restantes coautores del estudio participaron con la donación de parte del material entomológico examinado y revisaron el manuscrito final en inglés.

Referencia

López-Estrada EK, GR Briceño, MA Smith, JF Nunes, AM Penteado-Dias, FS Ceccarelli, H Clebsch, A Zaldívar-Riverón. 2012. Seven new species of *Notiospathius* (Hymenoptera, Braconidae, Doryctinae) from Northwest Venezuela. *Journal of Hymenoptera Research* 29: 37–62

Este artículo puede descargarse gratuitamente en formato PDF a través de la siguiente liga en internet:

<http://www.pensoft.net/journals/jhr/article/3555/seven-new-species-of-notiospathius-hymenoptera-braconidae-doryctinae-from-northwest-venezuela>

Resumen

Notiospathius es un género de avispas parasitoides de la subfamilia Doryctinae erigido por Matthews y Marsh en 1973. Su distribución abarca desde el centro de México en el norte, pasando

por Centromérica y las Indias Occidentales, hasta el norte de Argentina en el sur. En la región Neotropical *Notiospathius* representa uno de los géneros de braconidos más diversos. No obstante, sólo 34 especies han sido descritas hasta la fecha. En particular, en Venezuela no han sido descritas ni registradas especies de este género. El presente trabajo pretende identificar a las especies del género *Notiospathius* presentes en la región noroeste de Venezuela, así como describir algunas de ellas con base en un conocimiento taxonómico integral, es decir, empleando información tanto morfológica como molecular. Para ello se identificó de manera preliminar el número de especies de *Notiospathius* en la región de estudio examinando el fragmento genético correspondiente al código de barras de la vida (658 pares de bases del gen mitocondrial citocromo oxidasa subunidad I) de 441 ejemplares asignados al género de estudio y otros géneros cercanamente relacionados provenientes de Venezuela y otros países neotropicales. Las secuencias examinadas se analizaron con el método de coalescencia “General Mixed Yules Coalescent” (GMYC). Posteriormente, se caracterizaron morfológicamente a las especies discriminadas con la información molecular, y se describieron aquellas especies nuevas para la ciencia de las que se contara con material suficiente (por lo menos una hembra en buen estado de conservación). El método GMYC para delimitar especies discriminó un total de 29 especies para el noroeste de Venezuela, de las cuales 21 pertenecen a *Notiospathius*. Once de estas especies no pudieron ser morfológicamente diagnosticadas y probablemente representen especies crípticas, mientras que en otras tres solo se contó con machos o hembras en mal estado de preservación. Las siguientes siete especies de *Notiospathius* se recuperaron de acuerdo a la información morfológica y molecular, y representan especies nuevas para la ciencia, por lo que son descritas: *N. araguae* López-Estrada & Zaldívar-Riverón, *N. bolivari* López-Estrada & Zaldívar-Riverón, *N. curvilineatus* López-Estrada & Zaldívar-Riverón, *N. dantei* López-Estrada & Zaldívar-Riverón, *N. estradae* López-Estrada & Zaldívar-Riverón, *N. iarensis* López-Estrada & Zaldívar-Riverón, *N. venezuelae* López-Estrada & Zaldívar-Riverón. Con éste trabajo suman ya 43 especies descritas para el género *Notiospathius*.

Introducción

La biodiversidad es la variación de base hereditaria en todos los niveles de organización, desde los genes en una población local o especie, en las especies que componen una comunidad local, y

finalmente en las comunidades que componen la parte viviente de los múltiples ecosistemas del mundo (Wilson 1992). El estudio de la biodiversidad abarca un rango tan grande que Halffter y Ezcurra (1992) proponen tres contextos para su fácil estudio: a) biogeográfico, que principalmente mide la heterogeneidad biogeográfica en una zona o región dada, b) ecológico: que cuantifica a las especies en una zona y el recambio entre varias zonas, y c) genético: que estima la variabilidad genética dentro de una población y la aparición de nuevos alelos que serán sometidos a fuerzas evolutivas.

La biodiversidad es nuestro principal recurso natural, de ella depende toda la vida sobre la Tierra. Es bien sabido que las especies son las unidades fundamentales del estudio biológico (e.g., Mayr 1982; Ereshefsky 1992; Claridge et al. 1997), y como consecuencia de ésta afirmación es elemental reconocer y describir la diversidad biológica. La importancia de conocer la biodiversidad tiene diferentes sentidos dependiendo del ámbito, para los científicos el descubrimiento de nuevas especies siempre aporta claves para descifrar el proceso evolutivo por que cada especie tiene una historia evolutiva particular que aporta pistas, y para la humanidad aporta recursos reales o potenciales. La descripción de nuevas especies además de acercarnos a tratar de conocer todos los tipos de vida sobre el planeta, nos crea muchas preguntas que son caminos hacia diferentes campos de estudio. La posibilidad de conocer la totalidad de la riqueza biológica es muy poco probable, la desaparición de un alto porcentaje de la biodiversidad se ha visto acelerado por diversas causas principalmente antropogénicas, las tasas de extinción han aumentado considerablemente por lo que muchas especies están desapareciendo antes de ser descritas por la ciencia, este hecho es irreversible, por lo que se a la misma tasa que se pierden especies se pierde mucho conocimiento.

Wilson (1992) propuso un esquema que representa la diversidad estimada para algunos de los grupos más conocidos. Este esquema básicamente representa la diversidad del grupo de acuerdo al tamaño del organismo, y se puede apreciar que los insectos representan por mucho el grupo más diverso (Figura 1). Los debates sobre el número de especies de insectos que habitan en el planeta continúan.

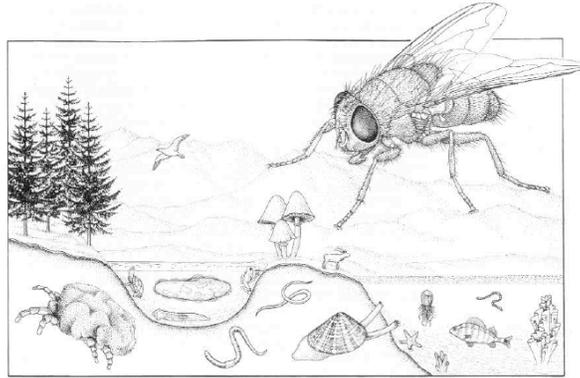


Figura 1. Representación de la diversidad estimada de los grupos principales de organismos en el planeta según su riqueza.

El número estimado de especies de insectos varía de los dos hasta los 50 millones (Erwin 1983,1988). A pesar de estas estimaciones, a la fecha tan solo se han descrito entre 1.4 y 1.8 millones de especies (Stork 1988, 1993, May 1990, Hammond 1992) agrupadas en 29 órdenes (Grimaldi y Engel 2005, Arillo y Engel 2006). Cuatro de estos ordenes, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera, reúnen el 81% de las especies descritas hasta la actualidad. El estudio de los insectos resulta muy importante, ya que juegan un papel destacado en roles ecológicos, como por ejemplo, siendo polinizadores de plantas, dispersores de semillas, o sirviendo de alimento a muchos otros organismos (Majer 1987).

Una de las principales características de los insectos que les ha otorgado ventajas evolutivas es el poseer exoesqueleto; esto es, una capa dura de quitina que cubre a los órganos internos, y que provee al organismo soporte físico y protección contra sus depredadores (Gullan 2010). En la epicutícula poseen “ceras” que evitan la pérdida de agua (Gullan 2010). Por otro lado, la especialización y la variabilidad de formas de locomoción son el resultado de la articulación de los apéndices que sufrieron en general los artrópodos. Sumando la articulación y el exoesqueleto, los insectos están divididos en segmentos para que de esta forma se puedan mover con mayor facilidad. El tamaño reducido de sus formas ha propiciado que la dispersión se lleve a cabo no sólo por la capacidad propia de desplazarse, si no también utilizando a otros organismos de mayor tamaño y vagilidad que se desplazan por grandes magnitudes de distancia. En cuanto llegan a un ambiente nuevo, los insectos no sólo son capaces de colonizarlo, si no que sufren procesos de radiación dando como resultado la alta diversidad de organismos (Daly et al.1978).

Los insectos ha invadido todos los ambientes conocidos, terrestres, aéreos, y un caso particular que de desarrolla en el ambiente marino; se pueden encontrar interactuando biológicamente de manera parásita, comensal, parasitoide, mutualista, entre muchas otras (Brusca y Brusca, 2003; Gullan 2010). Estas interacciones biológicas pueden incluso traer beneficios económicos para el ser humano, un ejemplo claro son las avispas parasitoides que controlan las plagas en cultivos y controlan también las poblaciones de sus hospederos (Hanson 1993). Las interacciones biológicas también pueden dar como resultado eventos de coevolución, como es el caso de la relación entre *Ficus* y sus avispas polinizadoras. Esta relación ha sido ampliamente estudiada y el resultado de esta interacción ha sido el de un mutualismo obligado (Kjellberg 1989).

El término simbiosis fue utilizado por primera vez por De Bary (1879) para señalar la coexistencia de dos organismos diferentes en una unidad morfológica con ventajas mutuas y significativas. La simbiosis contempla tres tipos de asociaciones: a) el comensalismo, en donde uno de los organismos se beneficia, y el otro no se beneficia pero tampoco se ve afectado, b) el mutualismo en donde ambos organismos se ven beneficiados y puede llegar al extremo de que si se separan ambos organismos mueran, y por último c) el parasitismo en donde uno se ve beneficiado mientras que el otro está siendo afectado, por la presencia del parásito. Además, existe la variante del parasitoidismo, en donde el parásito es el causante directo de la muerte del organismo en donde está viviendo. Definimos parasitoide como un organismo cuyo desarrollo se lleva a cabo en el interior de otro organismo (endoparasitoides), o sobre el otro organismo (ectoparasitoides). El parasitoide extrae nutrimentos de su "hospedero" y la muerte del hospedero es causada directamente por la presencia del parasitoide (Eggleton y Belshaw 1993). Los himenópteros parasitoides tienen un rango más restringido de hospederos que el orden de los dípteros, y se cree que su estado ancestral es la fitofagia (Eggleton y Belshaw 1993). Se desconoce cómo el parasitoidismo tuvo como ancestro a la fitofagia, aunque se sospecha que el inquilinismo fue un estadio intermedio. La gran mayoría de los himenópteros parasitoides atacan estados tempranos del desarrollo, incluyendo los huevos, y sólo especies de dos familias, Braconidae y Pteromalidae, atacan adultos (Daly, 1978). Todos los parasitoides se encuentran dentro de la clase Insecta, y alrededor del 75% de los parasitoides conocidos pertenecen al orden Hymenoptera.

El orden Hymenoptera

El orden Hymenoptera incluye a varios de los insectos más populares y carismáticos, entre ellos las hormigas, abejas, y avispas. El número de especies que incluye este orden es desconocido a la fecha, ya que aunque actualmente rebasa las 120,000 especies descritas, se calcula que esta cifra

representa al menos una tercera parte del número total de especies existentes. Este orden se compone de 14 superfamilias y 68 familias (Quicke et al. 2003).

Las hembras de los himenópteros parasitoides poseen un ovipositor, el cual está ausente en parasitoides pertenecientes a los órden Diptera y Coleoptera. Esta estructura marca una ventaja importante y ha permitido asegurar el éxito en la historia evolutiva del grupo. Los parasitoides pueden causar un gran impacto en la población de las especies que usan como hospederos, esto se sabe porque han sido utilizados constantemente como controladores de plagas en cultivos agrícolas (Laing y Hamai 1976). Los parasitoides se pueden desarrollar tanto interna como externamente en un hospedero que casi siempre es escogido por la hembra (Daly 2003). El hospedero es normalmente más grande en longitud que el parasitoide, lo cual permite asegurar la sobrevivencia de por lo menos un parasitoide (Visser 1994). El parasitoidismo se presenta en casi la mitad de las familias de los hymenópteros. Ejemplos de familias con especies parasitoides que han tenido gran éxito evolutivo son Ichneumonidae y Braconidae.

Braconidae

La familia Braconidae se caracteriza por ser una de las más diversas dentro de Hymenoptera, con más de 19,000 especies descritas en todo el mundo (Yu et al. 2005). Su diversidad es particularmente alta en regiones tropicales y subtropicales del viejo mundo (Belshaw y Quicke 1997). Se destacan de estas regiones también a los bracónidos más grandes y coloridos, aunque la generalidad es que los bracónidos abarcan un rango de tallas que van de 1 a 30 mm sin incluir el ovipositor (Wharton 1998).

La mayoría de los bracónidos son parasitoides, aunque se ha descubierto recientemente que algunas especies son fitófagas. Sus hospederos más comunes son las larvas de Lepidoptera, Coleoptera y Díptera, atacando y emergiendo en el estado larval de los insectos holometábolos. La especificidad del hospedero varía, aunque la mayoría de las especies tienen rangos de hospederos limitados, ya sea por su capacidad de desarrollo o por el microhábitat en el cual las hembras buscan hospederos (Wharton 1998). La mayoría de las especies de bracónidos son solitarias, pero algunas pueden ser gregarias (Shaw y Huddleston 1991). Tradicionalmente se ha dividido a los bracónidos en dos grupos informales: ciclostomos y no ciclostomos, esto con respecto a si el labrum y el clipeo están indentados para formar una apertura oral llamada condición “ciclostoma” (Wharton 1998).

El género *Notiospathius*

Doryctinae es una subfamilia ubicada en Braconidae, se caracteriza por ser un grupo grande y morfológicamente heterogéneo, y después de Microgastrinae probablemente es la subfamilia de Braconidae más diversa. Actualmente se han descrito más de 1,300 especies de dorictinos en aproximadamente 200 géneros (Jones et al. 2009; Yu et al. 2005). La distribución de las avispas dorictinas es principalmente tropical y subtropical, y son especialmente diversas en los trópicos del continente americano (Marsh 1997, 2002; Belokobylskij 2001). Desgraciadamente, la diversidad de Doryctinae contrasta con el escaso conocimiento de sus relaciones filogenéticas y la biología de la mayoría de sus especies (Zaldívar-Riverón et al. 2008). Los diferentes miembros de la subfamilia Doryctinae presenta una gran variedad de historias de vida, y tal vez es por eso que presentan una alta heterogeneidad morfológica (Zaldívar y De Jesús-Bonilla 2010).

Notiospathius es un género perteneciente a la subfamilia Doryctinae originalmente descrito por Matthews y Marsh (1973) para incluir en él a algunas especies neotropicales anteriormente asignadas al género *Spathius* Nees. La distribución geográfica de las especies actualmente reconocidas para este género abarca desde el centro de México en el norte hasta el norte de Argentina en el sur, así como las indias occidentales (Marsh 2002; Ceccarelli et al. 2012), y su biología es completamente desconocida. En la región Neotropical *Notiospathius* quizás representa el género dorictino más diverso solamente detrás de *Heterospilus* Haliday, cuya distribución es cosmopolita (Ceccarelli et al. 2012). No obstante esto, tan solo 34 especies de *Notiospathius* han sido descritas a la fecha (Zaldívar-Riverón y De Jesús-Bonilla 2010, De Jesús-Bonilla et al. 2011). Las especies de *Notiospathius* se caracterizan por tener el primer tergo metasomal considerablemente alargado y tubular (Figura 2); sin embargo, este carácter también se encuentra presente tanto en las especies de otros géneros que son filogenéticamente cercanos a *Notiospathius*, tales como *Tarasco* Marsh y *Masonius* Marsh, como en especies de otros género filogenéticamente alejados, como por ejemplo *Spathius* (Zaldívar- Riverón et al. 2007, 2008). Recientemente, De Jesús-Bonilla et al. (2011) propusieron al género *Hansonorum* como un sinónimo de *Notiospathius*, ya que la única diferencia entre las especies de estos dos géneros era la presencia de un tubérculo basal en la coxa posterior. Esto fue confirmado por estudios moleculares, en los que se demostró que este tubérculo se ha presentado y perdido en varios linajes tanto dentro de *Notiospathius* como en otros taxones de Doryctinae (Zaldívar-Riverón et al. 2007, 2008; Ceccarelli et al. 2012).

A la fecha, solo tres trabajos recientes han incluido descripciones de especies de *Notiospathius sensu stricto*: el estudio en donde se describió el género (Matthews y Marsh 1973), un trabajo sobre los dorictinos de Costa Rica (Marsh 2002), y un estudio reciente en el que se describieron cinco especies de Brasil (De Jesús-Bonilla 2011). En particular, para Venezuela no ha sido registrada ninguna especie descrita de *Notiospathius*, esto a pesar de que este género

aparentemente se encuentra bien representado en este país (Zaldívar-Riverón, comentario personal). Es por ello que el presente trabajo pretende identificar a las especies de *Notiospathius* presentes en la región noroeste de Venezuela, así como describir algunas de ellas con base en un conocimiento taxonómico integrador (*sensu* Padial y De la Riva 2010; Padial et al.2010), empleando para esto información tanto morfológica como molecular.



Figura 2. Fotografía del hábito de un ejemplar del género *Notiospathius*.

Taxonomía integradora

La taxonomía es la disciplina biológica que identifica, describe, clasifica y nombra a las especies y taxones supraespecíficos. A pesar de que los métodos taxonómicos tradicionales siguen siendo necesarios, la taxonomía necesita ser multidisciplinaria e integrar nuevos enfoques para la delimitación de especies (Padial y De la Riva 2010). En nuestros días, la taxonomía se enfrenta a las nuevas teorías, métodos y datos de otras disciplinas que estudian el origen, los límites y la evolución de las especies. Actualmente, los taxónomos describen y nombran miles de especies al año. Sólo en Metazoa, aproximadamente 15.000-20.000 especies son descritas anualmente, y este número aumenta no sólo en los animales si no en otros grupos que eran muy pocos conocidos, esto debido a nuevas tecnologías que la taxonomía ha incorporado a su estudio, tales como el acceso virtual a las colecciones en museos, la digitalización de las descripciones originales, las bases de datos con los nombres de las especies descritas, así como el uso de herramientas moleculares. Un número considerable de taxónomos han adoptado el término de “taxonomía integradora” para enmarcar el uso de las diferentes líneas de evidencia para descubrir y delimitar especies, lo cual les otorga ventaja tanto en la congruencia de datos como en la identificación de

nuevos caracteres aumentando, así la probabilidad de descubrir nuevas especies (Padial et al. 2010).

El código de Barras es una herramienta que facilita el avance de diversos estudios, entre ellos un conocimiento más rápido del número de especies pertenecientes a grupos magadiversos, así como la resolución de problemas taxonómicos que no pueden ser resueltos por caracteres de otro tipo (Hebert et al. 2004; Smith et al. 2005, 2006; Barber y Boyce 2006). El código de barras emplea una secuencia corta de un gen estándar: 648 pb del citocromo C oxidasa I, generalmente conocido como COI (Hebert et al. 2003). Existen casos de organismos que no difieren en morfología ni en ecología, pero difieren en la información que contiene su material genético. Los datos que se van generando son almacenados en una base de datos en línea (sistema BOLD; [www. Boldsystems.org](http://www.Boldsystems.org)), y éste es uno de los objetivos principales (Hebert et al. 2003; Savolainen et al. 2005). Esta base de datos está ligada a las imágenes de los organismos secuenciados, los cuales se encuentran depositados en colecciones científicas para su revisión morfológica.

El proyecto del código de barras de la vida (CBOL por sus siglas en inglés) comenzó en Mayo de 2004, y hoy en día más de 120 organizaciones de 45 países están incluidas en él. El objetivo principal es construir el código de barras de gran parte de la vida eucarionte en un plazo de 20 años (Marshall 2005). El orden Lepidoptera es el grupo modelo utilizado para los estudios de código de barras. Esto es así porque para los taxónomos de aquellos grupos que tienen una morfología que es en su mayoría convergente se les dificulta seleccionar caracteres diagnósticos. Con lepidópteros se ha logrado demostrar el potencial y las aplicaciones prácticas del código de barras, ya que sin importar los diferentes estadios (larva, pupa, adulto, etc.) o sí se presenta dimorfismo sexual podemos saber que es una sola especie debido a la semejanza de su información en el código de barras, a pesar de los factores antes mencionados (Janzen et al. 2005).

Conceptos de especie y su delimitación

De acuerdo con algunos autores, el concepto de especie no es sólo uno de los conceptos centrales de la biología, sino que es uno de los problemas más viejos y difíciles de la disciplina (Dobzhansky 1976). El problema es que los biólogos ha sido incapaces de alcanzar un acuerdo general acerca de la naturaleza de las especies y por lo tanto de la definición de especie. Esta falta de acuerdo acerca del concepto se conoce como “el problema de las especies”. (Mayr 1957; Dobzhansky 1976). Existen diferentes conceptos de especie, cada uno basado en propiedades que son de interés según la disciplina de estudio, algunos ejemplos se muestran en la Tabla 1.

<i>Concepto de Especie (Nombre Tradicional)</i>	<i>Propiedades (Criterios)</i>	<i>Partidarios y defensores de las definiciones explícitas</i>
Biológico	Entrecruzamiento (reproducción natural resultando descendencia fértil y viable)	Wright (1940); Mayr (1942); Dobzhansky (1950)
Aislamiento	Aislamiento reproductivo intrínseco (ausencia de entrecruzamiento entre organismos heteroespecíficos basados en propiedades intrínsecas, en contraposición a barreras extrínseca (geográficas)	Mayr (1942) Dobzhansky (1970)
Reconocimiento	Se comparte reconocimiento específico de apareamiento o sistemas de fertilización (mecanismos bajo los cuales organismos conoespecíficos, o sus gametas se reconocen una a otra para el apareamiento y fertilización)	Paterson (1885); Masters et al. (1987); Lambert and Spencer (1995)
Ecológico	Mismo nicho o zona adaptativa (todos los componentes del medio con los cuales organismos conoespecíficos interactúan)	Van Valen (1976); Andersson (1990)
Evolutivo	Un único papel evolutivo, tendencias y destino histórico	Simpson (1951); Wiley (1978); Mayden (1997)
Filogenético	Agregaciones pequeñas de poblaciones o linajes diagnosticados por una única combinación de estados de carácter que reflejan una relación ancestro-descendiente	Hennig (1966) Nixon y Wheler 1990)

Tabla 1. Conceptos de especie y las propiedades que los distinguen (De Queiroz 1998)

Por un lado, el concepto de especie se refiere a la definición de la categoría de especies (conceptualización de especie), mientras que su delimitación se refiere a los métodos utilizados para inferir su identificación y el número de especies existente en un grupo determinado (De Queiroz 2007). El uso de herramientas moleculares ha facilitado la delimitación de especies; sin embargo, algunos métodos propuestos, como el empleo de divergencias genéticas, resultan ser ambiguos.

Uno de los métodos más empleados en los últimos años para delimitar especies basándose en datos moleculares es mediante la búsqueda de monofilias recíprocas a partir de análisis filogenéticos (De Queiroz 2007). No obstante, en varios casos los árboles de genes no suelen reflejar la historia evolutiva de las especies. Debido a ello es que recientemente se han propuesto varios métodos de coalescencia para delimitar especies con secuencias de ADN. El objetivo central de los métodos de identificación de especies basados en coalescencia es identificar linajes que evolucionan de forma independiente, cada uno representando una especie.

Los métodos de Coalescencia usados en la delimitación de especies pueden detectar linajes que son evolutivamente diferentes en tiempos cortos, ya que es un proceso estocástico que describe la forma en que los eventos genéticos poblacionales determinan la genealogía de los genes muestreados, y se basa en la hipótesis de que todos los individuos de una población natural coalescen en un ancestro en común (Fujita et al. 2012). Estos métodos por lo tanto no necesitan encontrar monofilia recíproca en todos los loci muestreados, ya que se infiere la probable existencia de separación incompleta de linajes en algunos de ellos.

El modelo de coalescencia “General mixed Yules coalescent” (GMYC) propuesto por Pons et al., (2006) emplea un árbol filogenético ultramétrico en que los patrones de las ramas dentro de grupos de secuencias reflejan procesos de coalescencia neutral dentro de especies (Kingman, 1982), mientras que dichos patrones entre grupos de secuencias reflejan eventos de especiación (Yule, 1924). En otras palabras, el modelo GMYC estima los límites entre especies a partir de secuencias de ADN identificando en un árbol filogenético los patrones de las ramas como una transición entre fenómenos de coalescencia y de especiación en linajes que han evolucionado independientemente, buscando los mayores valores de verosimilitud en cada transición. Su uso en taxonomía no obstante requiere pruebas de congruencia con otros loci genéticos, así como el reconocimiento tradicional de especies.

En el presente estudio se identificaron especies del género *Notiospathius* de la región noroeste de Venezuela basándose para ello en la congruencia encontrada entre evidencia de morfología externa y los resultados obtenidos con el método de coalescencia GMYC para secuencias de ADN de un fragmento del gen mitocondrial Citocromo Oxidasa I. Este fragmento es el locus estandarizado del código de barras de la vida utilizado en Metazoa. El concepto de especie considerado para el presente trabajo es el concepto evolutivo, el cual define a una especie como un linaje que tiene una trayectoria evolutiva independiente a otros linajes (Wiley 1978). Esta trayectoria evolutiva independiente fue investigada con base en el método de coalescencia para las secuencias de ADN, y posteriormente confirmada con la información morfológica.

OBJETIVOS

GENERAL

- Conocer la diversidad de especies del género *Notiospathius* (Hymenoptera: Braconidae) en el noroeste de Venezuela empleando para ello un enfoque de taxonomía integradora.

PARTICULARES

- Identificar el número de especies de *Notiospathius* en la región de estudio empleando secuencias de ADN del fragmento del código de barras (COI) y un método de coalescencia.
- Confirmar y caracterizar morfológicamente a las especies discriminadas con la información molecular.
- Describir las especies nuevas para la ciencia.

MÉTODOS

Ejemplares examinados.

Un total de 243 especímenes originalmente asignados a los géneros *Notiospathius*, *Masonius* y *Tarasco* procedentes de diferentes localidades de los estados Aragua, Lara, Yaracuy, Falcon y Carabobo, en el noroeste de Venezuela (figura 3), fueron obtenidos tanto de salidas al campo como de donaciones realizadas por algunos colegas investigadores. Todos los ejemplares fueron preservados en alcohol absoluto y a -20°C hasta su secuenciación, y fueron subsecuentemente montados y etiquetados para su examinación morfológica. Los ejemplares se depositaron en las siguientes colecciones: Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAMCNINI), Museo Entomológico “José M. Osorio”, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, Cabudare, Lara, Venezuela (UCOB) y Departamento de Ecología e Biología Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brazil (DCBU).

Los términos de la venación del ala y esculpación empleados se basaron en la clave de Marsh (2002). Las fotografías digitales SEM fueron tomadas con FEI Quanta™ 250 SEM en un modo de bajo vacío. Las fotografías digitales a color fueron tomadas con un microscopio estereoscópico Leica® Z16 APO-A y una cámara Leica® DFC295/DFC290 HD y editadas con el programa Leica application Suite.



Figura 3. Mapa de localidades de colecta

Delimitación de especies basadas en el código de barras

Inicialmente se realizó una delimitación de especies de los especímenes de *Notiospathius* procedentes de Venezuela a partir de secuencias de DNA del locus estándar para el código de barras en animales [citocromo *c* oxidasa I, gen de DNA mitocondrial (COI); Hebert et al. 2003]. La extracción del DNA, amplificación y secuenciación de la mayoría de los especímenes se realizó en la Universidad de Guelph, Ontario, Canadá. El total de extractos de ADN genómico se preparó a partir de trozos pequeños de tejido, específicamente una extremidad posterior del organismo, usando un protocolo estándar (Ivanova et al. 2006). Los extractos fueron resuspendidos en 20-30 μ L de agua destilada. La región amplificada consistió de 658 pares de bases (pb) cerca de la región terminal del gen COI1 dirección 5' utilizando los oligos LepF1/LepRI. En el caso de que el producto de 658 pb no fuera exitosamente generado se emplearon los pares de oligos internos (LepF1-C_ANTMR1), (MLepF1/LepRI) y (RonMWaspDeg_t1/LepRI) para generar secuencias más cortas.

La reacción en cadena de la polimerasa se llevó a cabo en placas de 96 pozos con un volumen de ración de 12.5 μ L que contenía: 2.5 mM de MgCl₂, 1.25 pM de cada primer, 50 μ M de dNTPs, 10 mM de Tris HCl (pH 8.3), 50 mM KCl, 10–20 ng (1–2 μ L) de DNA genómico, y 0.3 U de *Taq* DNA polimerasa (Platinum *Taq* DNA Polymerase; Invitrogen®). El programa para todas las amplificaciones tuvo un ciclo inicial de 2 minutos a 94 °C, seguido por cinco ciclos de 40 segundos a 94 °C, 40 segundos a 45 °C, y un minuto a 72° C, después por 36 ciclos de 40 segundos a 94°C, 40 segundos a 51° C y un minuto a 72 °C, y con una etapa final de 5 minutos a 72° C. El producto fue visualizado en un gel de agarosa al 2%.

Las secuencias de los 243 especímenes arriba mencionados fueron depositadas en GenBank (ver números de acceso en la Tabla 3) y también están disponibles en el archivo de proyecto “Doryctinae of the world (DORYC project) del “Barcode of Life Data Systems” (BOLD; www.barcodinglife.org). Los datos de recolecta de cada uno de los especímenes examinados (número de voucher, fecha y sitio de colecta, colectores) se encuentra en la página web antes mencionada. Catorce secuencias adicionales de especímenes procedentes de México asignados a *Notiospathius* y *Masonius* y obtenidas del proyecto BOLD “Parasitoid Wasp (Braconidae:Doryctinae) of Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve” (proyecto ASDOR; números de acceso a GenBank HM4343312, 324,544, 1013-15, 1292, 1293, HQ548183, HQ926041, JF912317-20) también se incluyeron en el estudio, así como 12 secuencias de ejemplares de otros países Neotropicales (números de acceso GenBank JX870412-23). Estas últimas secuencias se generaron en el Instituto de Biología de la UNAM siguiendo el protocolo de laboratorio descrito en Ceccarelli et al. (2012). Todas las secuencias arriba mencionadas (269 secuencias) se concatenaron con una matriz de secuencias de COI ya publicada (Ceccarelli et al. 2012) que incluye 171 secuencias de especímenes asignados a los géneros *Notiospathius*, *Masonius* y *Tarasco*, los cuales se colectaron en diferentes regiones a lo largo del Neotrópico, así como una secuencia de una especie del género *Spathius* que fue usada en este estudio para enraizar el árbol filogenético.

La delimitación de especies en las 441 secuencias de COI reunidas fue evaluada usando el modelo “general mixed Yule-coalescent” (GMYC) (Pons et al. 2006; Fontaneto et al. 2007). El árbol filogenético requerido para la ejecución de este método fue reconstruido con el método Bayesiano utilizando para ello el programa BEAST versión 1.5.3 (Drummond y Rambaut 2007). Para este método se usó un “reloj relajado”, un supuesto (“prior”) de coalescencia para estimar la longitud de las ramas y el modelo de evolución GTR + I + Γ (Lanave et al., 1984; Yang, 1994). El análisis se corrió por 20 millones de generaciones, muestreando árboles cada mil generaciones y descartando los primeros 10,000 árboles muestreados para asegurarse de que los árboles restantes fueron muestreados después de haberse alcanzado una asíntota en su valor de verosimilitud (-ln). Con estos últimos árboles se reconstruyó un árbol de credibilidad máxima de clados (“maximum clade credibility tree”) usando el programa TreeAnnotator versión 1.5.3 (Rambaut y Drummond 2008). El árbol ultramétrico generado se empleó para delimitar especies usando el paquete SPLITS en el entorno estadístico R (<http://r-forge.r-project.org/projects/splits>) usando la optimización de un límite (“single threshold approach”; Pons et al. 2006; Monaghan et al. 2009).

Caracteres morfológicos

Una vez delimitadas las especies con el uso del método de coalescencia se revisó exhaustivamente la morfología externa de los ejemplares procedentes de la región de estudio para corroborar su congruencia con la evidencia obtenida de la secuencias de ADN. Los caracteres examinados se basaron principalmente en las descripciones realizadas por Marsh (2002) (Tabla 2).

<i>cabeza</i>	<i>mesosoma y patas</i>	<i>metasoma</i>	<i>alas</i>	morfometría
Escultura de la frente Escultura de la cara Escultura de la gena Escultura del temple Número de flagelómeros Color de la frente Color de la cara Color de la gena Color del temple Color del escapo Color del pedicelo Color de los flagelómeros Color de los palpos Lago de la cabeza (vista dorsal) Ancho de la cabeza (vista dorsal) Ancho del ojo Largo del ojo Longitud del espacio malar Distancia ojo-ocelo Diámetro del ocelo lateral Largo del escapo Ancho del escapo	Escultura del lóbulo mesoscutal medio Escultura de los lóbulos mesoscutales laterales Escultura del pronoto Escultura de la propleura Escultura del mesopleuro Escultura del vientre del mesosoma Escultura del propodeo Escultura de la coxa posterior Ausencia o presencia de tubérculo basal en la coxa posterior Escultura del fémur Color del mesosoma Color del fémur Color de la tibia Color de los tarsómeros Color de la coxa posterior Largo del mesosoma Ancho del mesosoma Altura del mesosoma Largo del mesoscuto Ancho del mesoscuto Longitud del surco precoxal Escultura del surco precoxal Escultura del surco subalar Escultura del surco mesopleural Longitud del	Largo del primer tergo Ancho del primer tergo Escultura del primer tergo Escultura del segundo tergo Escultura del tercer tergo Escultura del resto de los tergos Color del primer tergo Color del segundo tergo Color del tercer tergo Color del resto de los tergo longitud de la placa esterno basal (acrosteronita) Longitud del ovopositor Color del ovipositor Color de las vainas	Color de las alas Color de la venación Color de la tégula Color del estigma Ancho del ala Largo del ala Ancho del estigma Largo del estigma Longitud de la vena r Longitud de la vena 3RSa Longitud de la vena M+CU Longitud de la vena 1M	Longitud del cuerpo longitud del ovipositor

Tabla 2. Caracteres de morfología externa examinados del género *Notiospathius*.

La nomenclatura empleada para los caracteres del cuerpo y alas (Figura 4), así como la nomenclatura de esculturación de la cabeza, mesosoma y metasoma (Figura 5) son las propuestas por Sharkey y Wharton (1998) y Marsh (2002). Esta nomenclatura se ha usado comúnmente en otras descripciones del género para referirse a los caracteres morfológicos

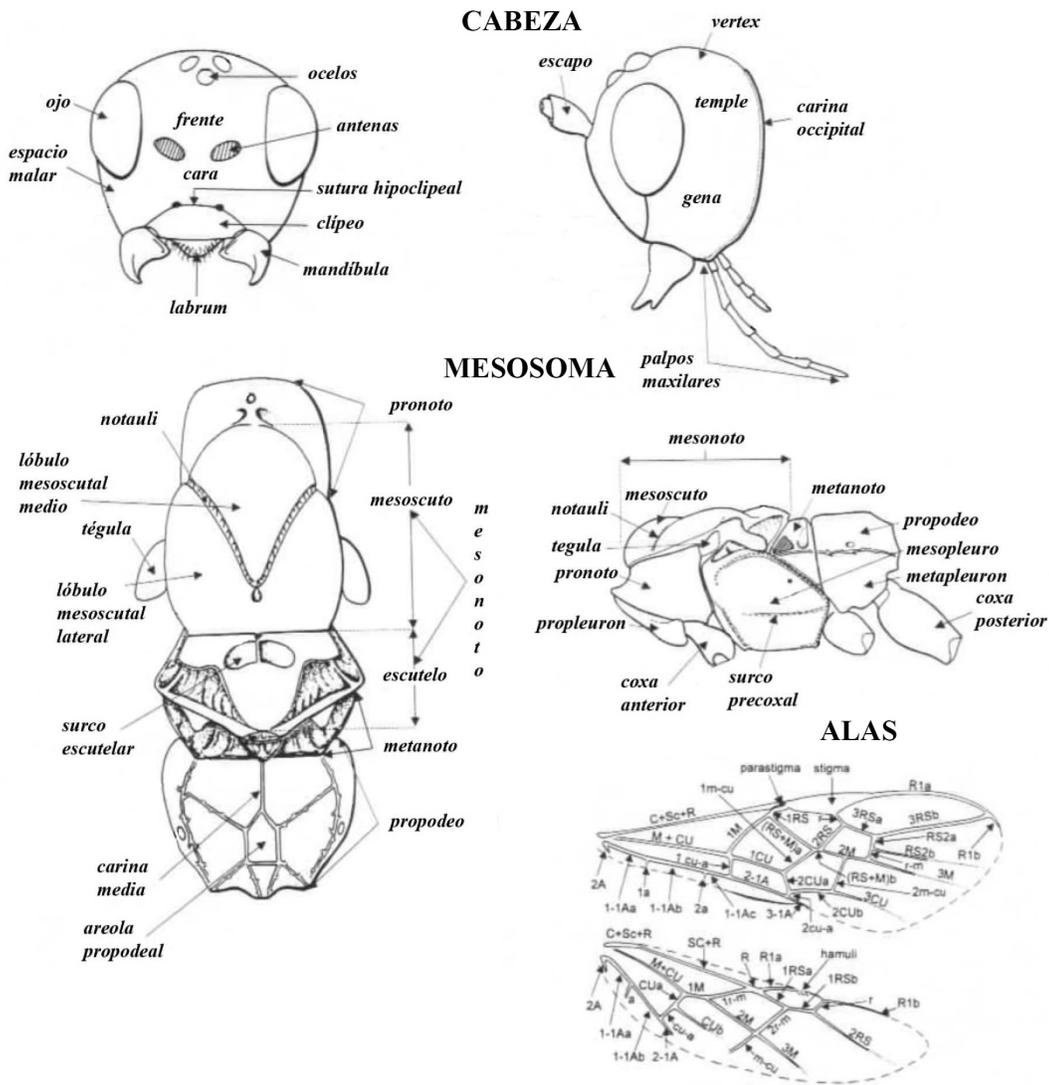


Figura 4. Nomenclatura de los caracteres morfológicos comúnmente utilizados en descripciones del género *Notiospathius* y género afines.

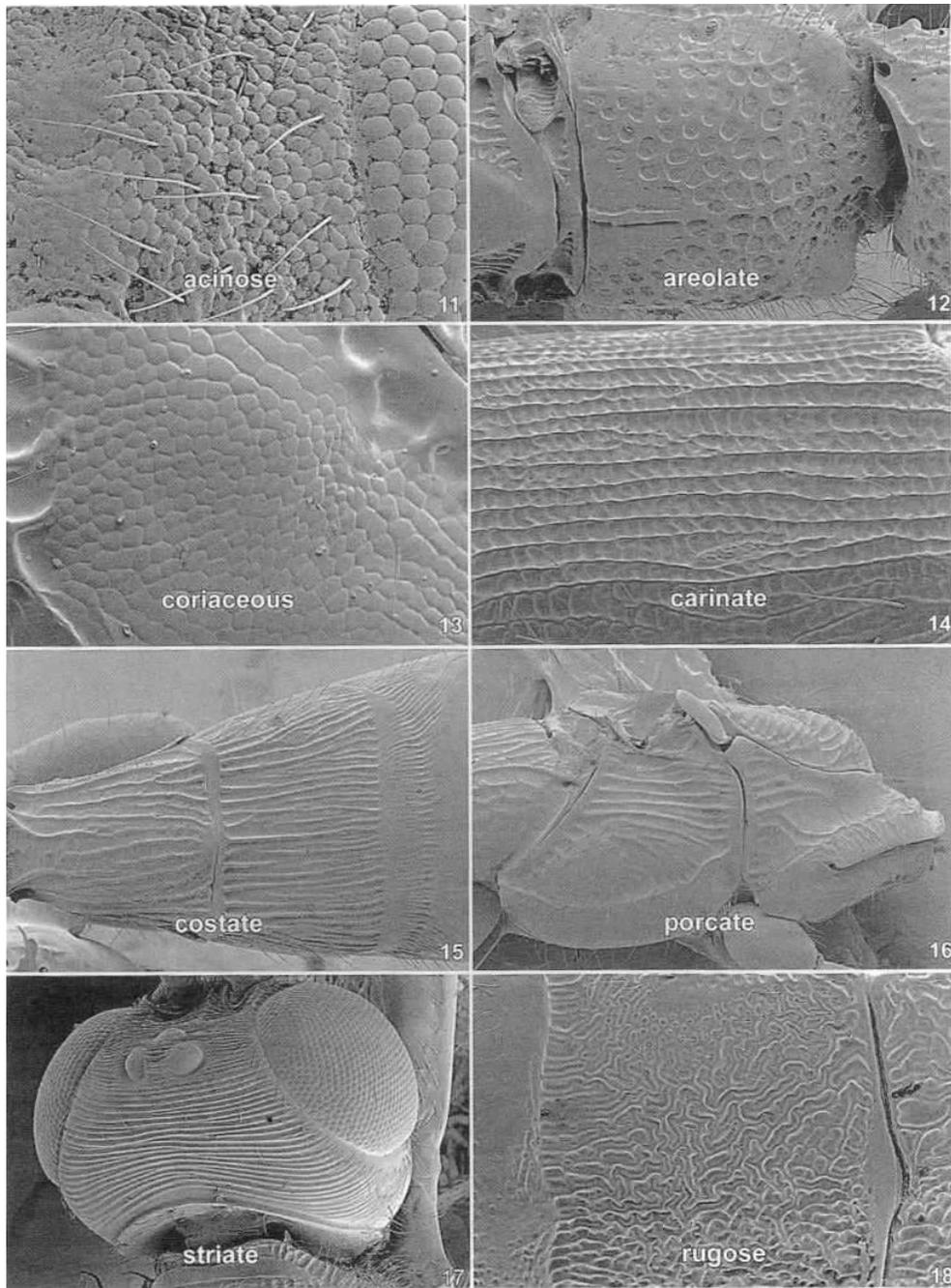


Figura 5. Nomenclatura utilizada para los patrones de esculpación de Doryctinae. Asinose=acinoso, areolate=areolado, coriaceous=coriáceo, carinate=cairnado, costate=acistillado, porcate=porcado, striate=esrtiado, rugose=rugoso.

RESULTADOS

El árbol ultramétrico indicando las especies delimitadas a partir del análisis GMYC usando el supuesto de coalescencia lognormal no se incorporó en el presente trabajo debido a su considerable longitud, pero puede consultarse en el trabajo ya publicado (López-Estrada et al. 2012; descargarse directamente en: <http://www.pensoft.net/journals/jhr/article/3555/supp/8584>). El análisis de las secuencias de COI resultó en un total de 112 “especies GMYC” (intervalo de confianza = 100–112; -lnL del modelo nulo = 3392.3; -lnL del modelo de GMYC = 3415.7), 52 de los cuales fueron recuperadas en grupos de secuencias y 60 por una sola secuencia (“singletons”). Los 267 especímenes de Venezuela examinados se segregaron en 29 especies GMYC, de las cuales sólo una incluyó a un espécimen de otro país (Costa Rica; *N. Venezuelae* López-Estrada & Zaldívar-Riverón, ver en descripción de la especie). Dos de estas especies GMYC actualmente pertenecen a un género no descrito que es morfológicamente similar, pero que está lejanamente relacionado con *Notiospathius* según un estudio filogenético reciente con varios marcadores genéticos (Ceccarelli y Zaldívar-Riverón, en preparación). Por otra parte, dos clados diferentes contienen la mayoría de los especímenes examinados de Venezuela (232 secuencias), uno que comprende nueve (spp. 2-10 En el árbol ultramétrico) y el otro dos (spp. 11 y 12) especies GMYC, respectivamente. Las especies GMYC que se encuentran dentro de cada uno de estos dos clados son morfológicamente indistinguibles de acuerdo a nuestras características examinadas y por lo tanto no pueden ser descritas aún hasta tener diferentes tipos de evidencia que corroboren los límites entre especies obtenidos con las secuencias del COI. Otras tres especies GMYC de Venezuela asignadas al género *Notiospathius* tienen sólo ejemplares machos o tan sólo una hembra en mal estado de preservación, mientras que cinco pertenecen al género *Tarasco* y una a *Masonius*. Abajo se describen las siete especies GMYC restantes representadas por especímenes de Venezuela que también se pudieron delimitar morfológicamente, esto es, que presentaron diferencias morfológicas entre ellas.

Una lista de las especies delimitadas en éste estudio, los estados de Venezuela en donde se colectaron sus ejemplares, el número de especímenes representantes para cada especie, así como sus números de acceso de GenBank se muestran en la Tabla 3.

Especies	Estado de Venezuela	No. De especímenes	Números de acceso al GenBank
<i>N. araguae</i>	Aragua	2	JN266962,65
<i>N. bolivari</i>	Aragua	1	JN266967
<i>N. curvilineatus</i>	Lara	2	JN266984-85
<i>N. dantei</i>	Yaracuy	1	JN267024
<i>N. estradae</i>	Lara	4	JN267030-32, JN870425
<i>N. larensis</i>	Lara	3	JN266987,91 ,JN870424

<i>N. venezuelae</i>	Carabobo, Yaracuy, Heredia*	5	JN266961,63,68,JN87030,400
<i>N. sp. 1</i>	Yaracuy	1	JN267027
<i>N. sp. 2</i>	Aragua, Lara	4	JN266832,864,869,983
<i>N. sp. 3</i>	Lara	2	JN266971, 82
<i>N. sp. 4</i>	Falcón	99	JN266796, 6798, 6799, 6801, 6802, 6879, 6881-6887, 6892- 6901, 6904- 6907, 6910, 6913- 6922, 6924-6930, 6932, 6933, 6935-6938, 6940-6950, 6953- 6957, 6992-6998, 7000, 7001, 7003-7016, 7018, JX571911, 12, 14, 18
<i>N. sp. 5</i>	Falcón	3	JN266952, 90, JN870414
<i>N. sp. 6</i>	Falcón	15	JN266888-6890, 6891, 6902, 6903, 6908, 6909, 6912, 6931, 6934, 6951, 6999, 7019, JN870416
<i>N. sp. 7</i>	Falcón	7	JN266911, 6923, 6939, 7002, 7017, JN870287, 418
<i>N. sp. 8</i>	Aragua	5	JN266815, 18, 23, 58, 63
<i>N. sp. 9</i>	Aragua, Lara	48	JN266791, 6794, 6806, 6808, 6810- 6813, 6816, 6817, 6819- 2821, 6826- 6830, 6833, 6835, 6841-6844, 6847,6848, 6850, 6852, 6854, 6861, 6865, 6870- 6873, 6972, 6976, 7035-7041, JX571917
<i>N. sp. 10</i>	Aragua	34	JN266790, 6792, 6793,6795, 6809, 6814, 6824, 6825, 6834, 6836, 6840, 6845, 6846, 6849, 6851, 6853, 6855-6860, 6862, 6866, 6867, 6874, 6875, 6877, 6878, 6890, 7033, 7034, JN870289, 97
<i>N. sp. 11</i>	Aragua	8	JN266805, 838, 969, 970, 978, JN870284, 299, 419
<i>N. sp. 12</i>	Aragua, Falcón	5	JN266822, 39, 80, JN870293, 417

<i>N. sp. 13</i>	Aragua	1	JN266966
<i>N. sp. 14</i>	Yaracuy	3	JN267025, 26, 29
<i>Masonius sp.</i>	Lara	1	JN266975
<i>Tarasco sp. 1</i>	Lara	1	JN266975
<i>Tarasco sp. 2</i>	Yaracuy, Carabobo, Lara	4	JN266789, 7022, 7028, JN870426
<i>Tarasco sp. 3</i>	Aragua	1	JN870423
<i>Tarasco sp. 4</i>	Lara	1	JX571925
<i>Tarasco sp. 5</i>	Aragua	2	JN266807,76
New genus sp. 1	Aragua	3	JN266958, 59, 64
<i>New genus sp. 2</i>	Yaracuy	1	JX870417

*=Costa Rica

Tabla 3. Lista de especies delimitadas en este estudio, los estados en Venezuela donde fueron colectados, número de especímenes que representan cada especie y números de acceso al GenBank.

Descripciones

A continuación se presentan las descripciones de aquellas especies de las que se obtuvo por lo menos una hembra y de las cuales se encontraron caracteres morfológicos diagnósticos. Las descripciones formales de estas especies se encuentran publicadas en la revista *Journal of Hymenoptera research*

(http://www.pensoft.net/journal_home_page.php?search=Estefany%20Karen%20López-Estrada&author=&title=&full_text=&supplementary=&OT_DAY=Day&OT_MONTH=&OT_GOD=&TO_DAY=&TO_MONTH=&TO_YEAR=&keywords=&journal_id=10&page=j_search&type=show_result&SEID=&stranica=1&sort=TITLE&sort_asc=ASC&method=&coverage=).

***Notiospathius araguae* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012.**

(figuras 6A-E)

Diagnosis. Esta especie es morfológicamente similar a *N. platycorsus* Marsh siguiendo la clave para especies de Costa Rica (Marsh 2002) y su extensión por propuesta por Zaldívar-Riverón y De Jesús-Bonilla's (2010, 2011); sin embargo, se diferencia por poseer el propodeo, metapleuro y el primer tergo metasomal negro (mesosoma café oscuro, metasoma amarillo miel o café claro en *N. platycorsus*); y la frente estriada (rugosa a rugosa-acostillada en *N. platycorsus*).

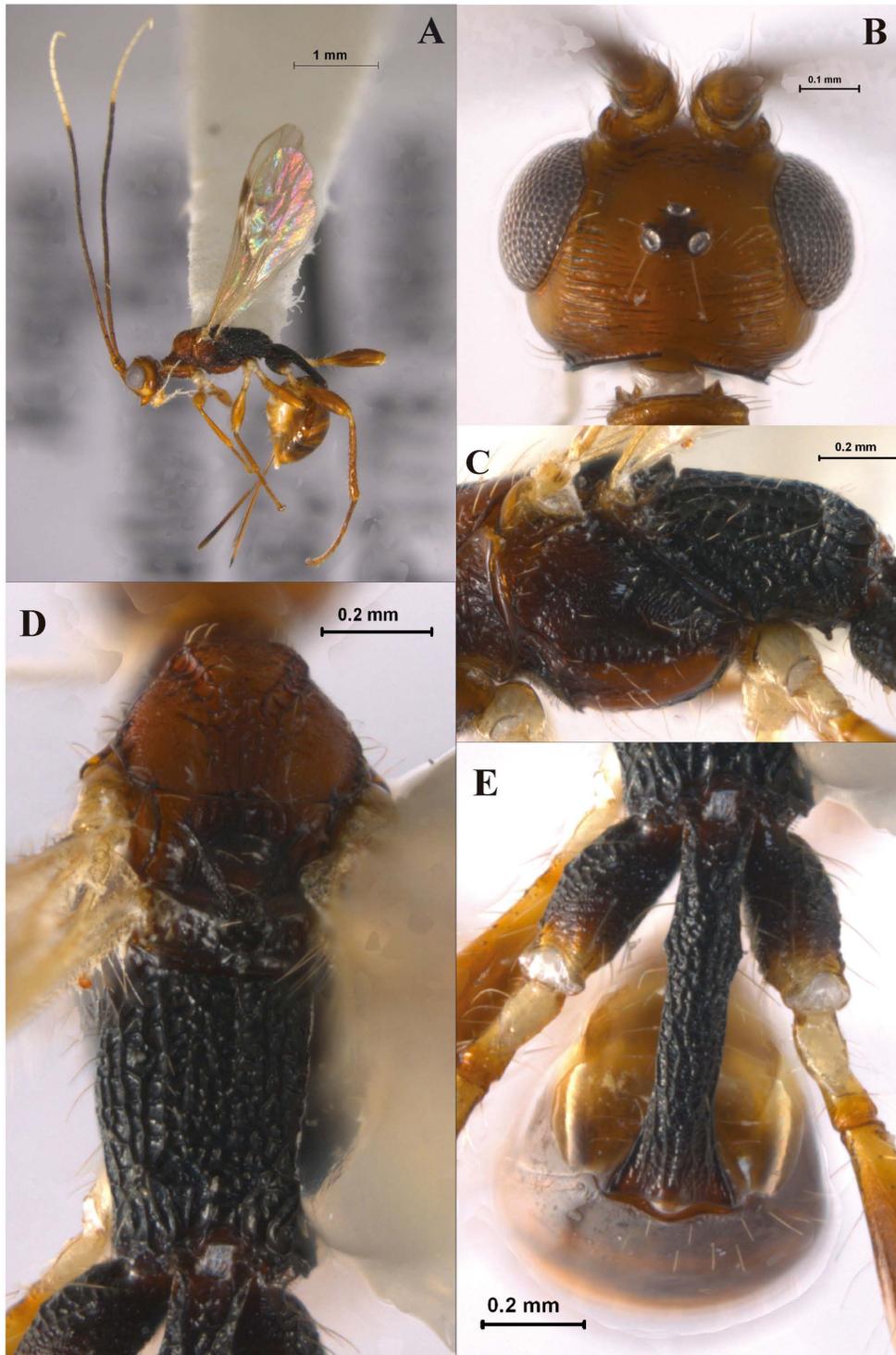


Figura 6. *Notiospathius araguae* sp. n. Hembra. Holotipo: **A** hábito, vista lateral **B** cabeza, vista dorsal **C** mesosoma, vista lateral **D** mesosoma vista dorsal **E** primer y segundo tergo metasomal, vista dorsal

Descripción. Hembra. *Color.* Cabeza café claro; escapo de amarillo miel a café claro; flagelomeros cafés tornándose café oscuro, últimos diez blancos; palpos de amarillo pálido a

blanco. Mesonoto café; propodeo, metapleuron y primer tergo metasomal negros; segundo y tercer tergo metasomal cafés; el resto de los tergos metasomales café obscuro excepto los últimos dos los cuales son amarillo miel; ovipositor y vainas cafés. Coxa anterior y media, trocánter y trocántero amarillo pálido; fémures y tibia café claro; tarsos café obscuro; coxa posterior negra, trocánter y trocántero amarillo pálido; fémur, tibia y tarsos de café claro a café. Alas oscuras; venas y estigma café, tégula amarillo pálido. *Longitud de cuerpo*: 3.2 mm (vista lateral); ovipositor 1.5 mm. *Cabeza*: Clípeo rugoso, cara, frente y vertex estriado; temple y gena lisa; ojo cerca de 1.6 veces más alto que ancho (vista lateral) espacio malar 0.1 veces el alto del ojo (vista lateral); temple 0.4 veces el ancho del ojo (vista dorsal); depresión hipoclipeal elíptica; distancia ojo-ocelo cuatro veces el diámetro del ocelo lateral; largo del escapo dos veces su máximo ancho (vista frontal); antena con 26 flagelómeros. *Mesosoma*: largo del mesosoma dos veces su máximo alto; pronoto rugoso, área lateral del pronoto coriácea; surco del pronoto ancho y escrobiculado; propleuron ligeramente estriado; lóbulos mesoscutales coriáceos; notauli ancho y escrobiculado encontrándose en el escutelo en un área acostillada; disco escutelar coriáceo; surcos mesopleural y subalar continuos, ambos anchos, profundos y escrobiculados; mesopleuron dorsalmente porcado, coriáceo medial y ventralmente; surco precoxal ancho, profundo y escrobiculado, tan largo como el mesopleuron; vientre del mesosoma ligeramente coriáceo; metapleuron y propodeo fuertemente rugoso; esquinas apicales laterales sin tuberculos que se distinguen; espinas sobre la coxa indistinguibles. *Alas*: Largo del ala anterior 4.4 veces su máximo ancho; largo del pterostigma 3.3 veces su máximo ancho; vena r 0.4 veces el largo de la vena 3RSa; vena m-cu anterfurcal respecto a la vena 2RS; vena 1cu-a intersticial respecto a la vena 1M; ala posterior vena M+CU cerca de 0.3 veces el largo de la vena 1M. *Patatas*: coxa posterior rugosa, sin tuberculo basoventral; fémures medio y posterior lisos. *Metasoma*: Primer tergo metasomal rugoso, largo cinco veces su ancho apical (vista dorsal); placa esterno-basal (acrosternita) cerca de 0.7 veces el largo del tergo; segundo tergo metasomal en su mayoría liso, acostillada sólo el area cercana a la sutura basal; sutura entre el segundo y tercer tergo metasomal indistinta; tercer tergo metasomal y el resto de los tergos metasomales lisos y brillantes; ovipositor cerca de 0.9 veces el largo del metasoma.

Macho. Mas pequeño que la hembra, longitud del cuerpo 3 mm; cabeza café, órbita alrededor de los ojos amarilla; antena con 23 flagelómeros; segundo y tercer tergo metasomal café claro.

Holotipo. Hembra (IB-UNAM CNIN). Venezuela, Aragua, Henri Pittier National Park, 10.37428 N-67.59279 W, 1070m, montane cloud forest/riparian, H. Clebsch Batatal n. 4, 7-11.x.08. DNA voucher no. (BOLD system) DORYC207-11, no. de GenBank JN266962.

Paratipos. Un espécimen, macho(DCBU). Mismos datos que el holotipo no. de voucher de DNA (BOLD system) DORYC210-11; No. de GenBank JN266965.

Etimología. El nombre de ésta especie hace referencia al estado de Venezuela en donde ambos especímenes fueron colectados.

***Notiospathius bolivari* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012.**

(figuras 7A-E).



Figura 7. *Notiospathius bolivari* sp. n. Hembra. Holotipo: **A** hábito vista lateral **B** ala anterior **C** mesosoma, vista lateral **D** mesosoma, vista dorsal **E** metasoma vista dorsal

Diagnosis. Esta nueva especie es morfológicamente similar a *N. Janzeni* Marsh, pero difiere de ésta última por poseer tubérculo basoventral en la coxa posterior (ausente en *N. janzeni*) y el mesopleuron porcado-coriáceo dorsalmente, coriáceo ventralmente (porcado-rugoso dorsalmente, débilmente soriáceo a liso ventralmente en *N. janzeni*). *Notiospathius bolivari* es genéticamente similar a las dos especies descritas abajo *N. larensis* López-Estrada y Zaldívar-Riverón 2012 y *N. dantei* López-Estrada y Zaldívar-Riverón 2012, aunque difiere de éstas por tener el tercer tergo metasomal finamente estriado y el cuarto y quinto tergo metasomales finamente granulados (tercer, cuarto y resto de los tergos metasomales lisos y brillantes en *N. dantei* y *N. larensis*)

Descripción. Hembra. *Color:* Cabeza café, órbita alrededor de los ojos amarilla, pedicelo y escapo amarillo miel; flagelómeros café últimos nueve apicales blancos (una antena rota); palpos blancos. Mesonoto café, vientre del mesopleuron y propodeo negro; primer tergo negro tornándose café apicalmente; segundo tergo metasomal café oscuro con dos bandas sublaterales café claro; tercer tergo metasomal café oscuro; cuarto y quinto tergo metasomal café oscuro con un área basal semicircular café claro; el resto de los tergos metasomales café oscuro; ovipositor café, ápice fuertemente esclerotizado; vainas café tornándose café oscuro hacia el ápice. Coxas anterior y media, trocánter y trocántelo blancos, fémures café en la esquina basal, el resto del área blanca con una banda longitudinal café oscuro; tibias café oscuro dorsalmente, blanco ventralmente; tarsos café claro; coxa posterior café dorsalmente, café oscuro a negro ventralmente, extremo apical blanco; trocánter y trocántelo blancos; fémur tercio basal blanco, esquina basal café, tercios apicales café oscuro con un área irregular blanca medialmente; tibia café oscuro dorsalmente, blanco ventralmente; tarsos café oscuro. Alas oscuras, venas café oscuro; estigma café oscuro a negro, blanco lateralmente; tégula amarillo miel. *Longitud del cuerpo:* 4.2 mm (vista lateral); ovipositor 3 mm. *Cabeza:* Clípeo rugoso; cara, frente y vértex estriado-rugoso; temple ligeramente estriado; gena lisa; ojo 0.8 veces más alto que ancho (vista lateral); espacio malar 0.5 veces el largo del ojo (vista lateral); temple 0.25 veces el ancho del ojo (vista dorsal); distancia ojo-ocelo 4 veces el diámetro del ocelo lateral; largo del escapo dos veces su ancho (vista frontal); antena con 29 flagelómeros (una antena rota). *Mesosoma:* Largo del mesosoma 1.8 veces su máximo ancho; pronoto ligeramente estriado-rugoso; surco del pronoto ancho y escrobiculado; propleuron ligeramente estriado; lóbulo mesoscutal medio estriado-rugoso; lóbulos mesoscutales laterales estriados-rugosos, coriáceos medialmente; notauli ancho, profundo y escrobiculado, no se encuentra y se desvanece a mitad del mesoscuto en un área longitudinalmente estriada-rugosa; disco escutelar coriáceo, surco subalar y mesopleural continuos, encontrándose a mitad del mesopleuron; el primero ancho, profundo y escrobiculado, el segundo angosto, profundo y escrobiculado, abarca 0.85 del largo del mesopleuron; vientre del mesosoma coriáceo; metapleuron rugoso-areolado, ligeramente coriáceo anteriormente; propodeo rugoso-areolado; esquinas apicales laterales sin tuberculos, espinas sobre la coxa ausente. *Alas:* Longitud del ala anterior 3.3 veces su máximo ancho; largo del estigma 3.2 veces su máximo alto;

vena r 0.3 veces el largo de la vena 3RSa; vena m-cu antefurcal respecto a la vena 2RS; vena 1cu-a postfurcal respecto a la vena 1M; vena M+CU del ala posterior 7 veces el largo de la vena 1M. *Patas*: coxa posterior estriada dorsalmente, coriácea ventralmente, con tubérculo basoventral; fémures medio y posterior coriáceos. *Metasoma*: primer tergo metasomal acostillado con microescultura carinada, con proyecciones-espinas laterales en el tercio basal del tergo; largo 1.6 veces su ancho apical (vista dorsal); placa esterno-basal (acrosternita) cerca de 0.6 veces el largo del tergo; segundo tergo metasomal, estriado con microescultura carinada; sutura entre el segundo y tercer tergo metasomal distinguible y sinuada, tercer tergo metasomal finamente estriado, cuarto y quinto tergo metasomal finamente granuloso; el resto de los tergos metasomales lisos y brillantes; ovipositor cerca de 1.3 veces el largo del metasoma.

Macho. Desconocido.

Distribución. Noroeste de Venezuela, estado de Aragua.

Holotipo. Hembra (IB-UNAM CNIN). Venezuela, Aragua, Henri Pittier National Park, 10.37428-67.59279, 11-12.ix.07 YPT/78 plates, 1070m Montane cloud forest/riparian, H. Clebsch, DNA voucher no. (BOLD system) DORYC212-11, no. de GenBank JN266967.

Etimología. Esta especie es nombrada en honor a Simón Bolívar, líder político y militar que llevó a Venezuela, Colombia, Panamá, Perú y Bolivia a la independencia

***Notiospathius curvilineatus* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012.**

(figuras 8A-D).

Diagnosis. *Notiospathius curvilineatus* se distingue del resto de las especies descritas del género por tener el mesopleuron diagonalmente acostillado de la región postero-medial a la región medio-ventral y ventralmente y los primeros tres tergos metasomales esculpidos. Siguiendo la clave de Marsh (2002) y su extensión por Zaldívar-Riverón y De Jesús-Bonilla's (2010, 2011) es morfológicamente parecida a *N. janzeni*; sin embargo, se diferencia de esta última especie por tener el mesosoma y el primer tergo metasomal de café rojizo a café (mesosoma y primer tergo metasomal de café obscuro a negro en *N. janzeni*); coxa posterior amarillo pálido, café apicalmente (coxa posterior café obscuro o negro en *N. janzeni*); y frente estriada (frente rugosa en *N. janzeni*).

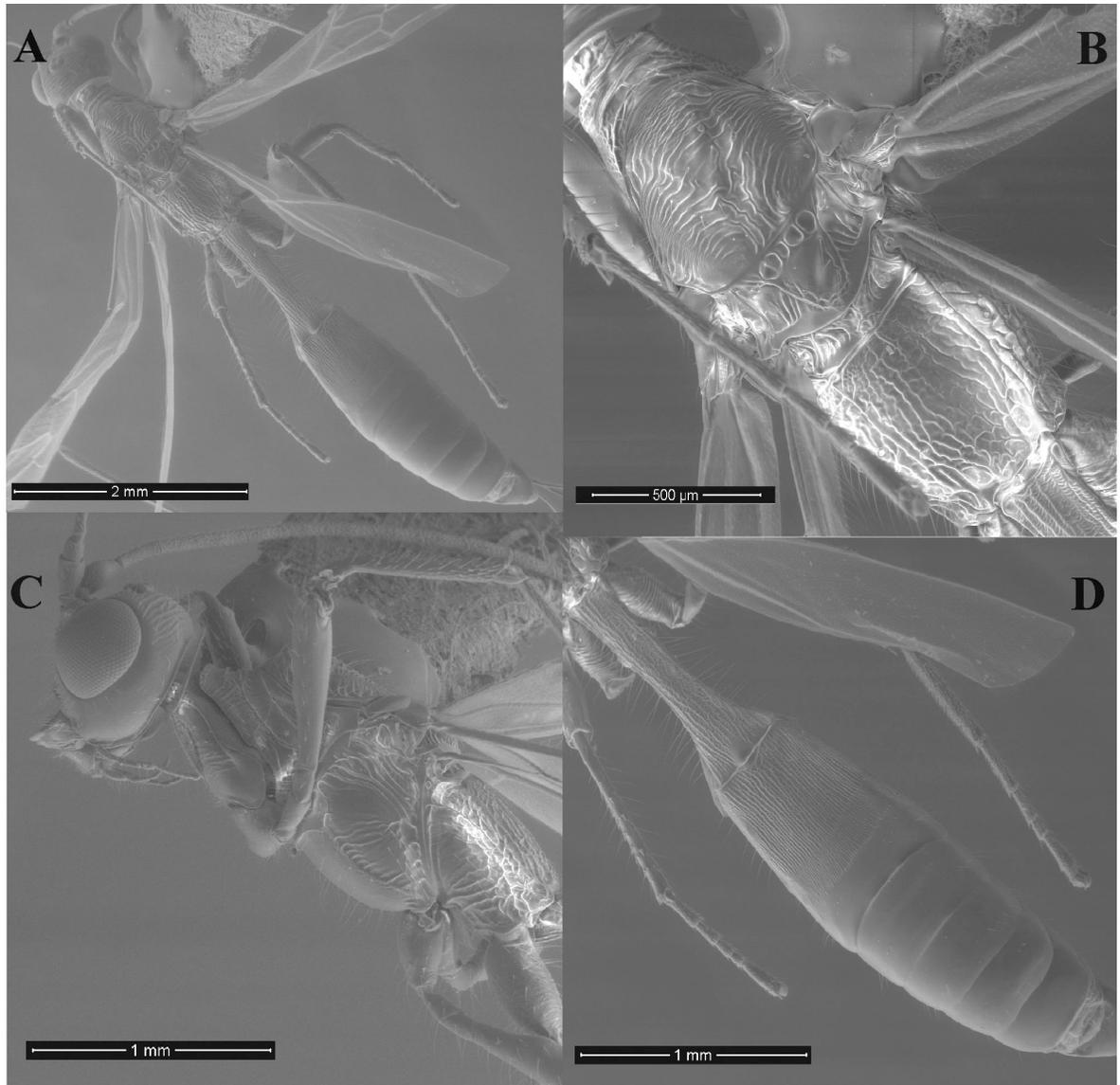


Figura 8. *Notiospathius curvilineatus* sp. n. Hembra. Paratipo: **A** hábito vista dorsal **B** mesosoma, vista dorsal **C** mesosoma vista lateral **D** metasoma, vista dorsal

Descripción. Hembra. *Color.* Cabeza café a café rojizo; escapo amarillo pálido con una banda longitudinal café; flagelómeros café oscuro tornándose negros hacia el ápice; últimos 9 apicales blancos; palpos blancos. Mesosoma y primer tergo metasomal café rojizo a café; segundo tergo metasomal café oscuro, amarillo basolateralmente; tercer tergo metasomal amarillo, café oscuro apicalmente; el resto de los tergos metasomales cafés excepto el último el cual es amarillo; ovipositor y vainas café a café rojizo. Coxas anterior y media, trocánter y trocántelo amarillo pálido; fémures amarillo pálido con una banda transversal, una media y una apical dorsalmente; tibias amarillo pálido basalmente, café claro medial y apicalmente, con una banda transversal café oscuro dorso-basalmente; tarsos café claro a café; coxa posterior amarillo pálido,

café apicalmente; trocánter y trocántelo amarillo miel; fémur amarillo pálido en el primer tercio basal, siguientes dos tercios café oscuro; tibia amarillo pálido basalmente, café claro medial y apicalmente, con una banda transversal dorso-basalmente café oscuro; tarsos café. Alas oscuras; venas y estigma café oscuro, tégula amarilla. *Longitud del cuerpo*: 5.8 mm (vista lateral); ovipositor 6.8 mm. *Cabeza*: Clípeo rugoso, cara estriada; frente estriada; vértex estriado; temple y gena lisos; ojo 1.5 veces más alto que ancho (vista lateral); espacio malar 0.4 veces el alto del ojo (vista lateral); temple 0.2 veces el ancho del ojo (vista dorsal); depresión hipoclipeal elíptica; distancia ojo-ocelo 2.6 veces el diámetro del ocelo lateral; largo del escapo 1.4 veces su ancho (vista frontal); antena con 35 flagelómeros. *Mesosoma*: Largo del mesosoma 1.9 veces su máximo ancho; pronoto longitudinalmente acostillado-coriáceo; surco del pronoto ancho y ligeramente escrobiculado; propleuron ligeramente estriado; lóbulos mesoscutales laterales coriáceos medialmente, acostillados transversalmente a lo largo del notauli y sus extremos; lóbulo mesoscutal medio transversalmente acostillado-rugoso; natauli ancho, profundo y escrobiculado, encontrándose justo antes del escutelo en una región longitudinalmente acostilla rugosa; disco escutelar liso; surco mesopleural y subalar discontinuos, el primero profundo y escrobiculado, y el segundo ancho, profundo y se incluye en la escultura estriada del mesopleuron; mesopleuron porcado-ligeramente coriáceo dorsalmente ligeramente curvado, diagonalmente acostillado de la región posterior-medial a la región medio-ventral medial y ventralmente; surco precoxal ancho, profundo y se incluye en la escultura estriada del mesopleuron; a lo largo de todo el mesopleuron; vientre el mesosoma liso y brillante; metapleuron acostillado ventralmente, rugoso-areolado dorsalmente, ligeramente coriáceo en el primer tercio anterior; propodeo rugoso; esquinas apicales laterales sin tuberculos distinguibles; espinas sobre la coxa posterior indistintas. *Alas*: largo del ala anterior 4.3 veces su máximo ancho; largo del pterostigma 2.8 veces su máximo ancho; largo de la vena r 0.2 veces respecto a la vena 3RSa; vena m-cu antefurcal respecto a la vena 2RS; vena 1cu-a postfurcal respecto a la vena 1M; ala posterior vena M+CU cerca de 0.4 veces el largo de la vena 1M. *Patas*: coxa posterior estriada, sin tubérculo en la base; fémures medio y posterior ligeramente coriáceos. *Metasoma*: Primer tergo metasomal fuertemente acostillado con microescultura rugosa, largo 3.1 veces su máximo ancho (vista dorsal); placa esterno-basal (acrosternita) cerca 0.6 veces el largo del tergo; segundo tergo metasomal acostillado con microescultura rugosa; sutura entre el segundo y tercer tergo metasomal distinguible y sinuada; tercer tergo metasomal coriáceo en la mitad basal, liso en la mitad apical; el resto de los tergos metasomales lisos y brillantes; ovipositor cerca de 1.8 veces el largo del metasoma.

Macho. Desconocido.

Variación. Hembras: *Longitud del cuerpo*: cerca de 5.8 mm; ovipositor entre 5.8–6.8. *Cabeza*: Ojo 1.4–1.5 veces mas largo que ancho (vista lateral); disco escutelar ligeramente coriáceo a liso. *Alas*: Largo del ala anterior 4.1–4.3 veces su máximo ancho; medias del

pteroestigma 2.8–3.7 veces su máximo ancho. Metasoma: largo del primer tergo metasomal entre 3.1–3.7 veces su ancho apical (vista dorsal); ovipositor cerca de 1.6–1.8 veces el largo del metasoma.

Holotipo. Hembra (IB-UNAM CNIN). Venezuela, Lara, Parque Nacional Cerro Saroche, sector Cañaote #3, 10° 11.83' N-69° 26.13'W, 929 m, 15-19.vii.08, DNA voucher no. (BOLD system) DORYC235-11, no. de GenBank JN266985.

Paratipos. Una hembra (DCBU). Venezuela, Lara, Parque Nacional Cerro Saroche, La Cimara # 3, 7-10.x.2008, 10° 12.656' N-69° 25.339' W, YPT, R. Briceño col., DNA voucher no. (BOLD system) DORYC234-11, no. de GenBank JN266984 .

Etimología. El nombre de esta especie hace referencia a la escultura acostillada curvada diagonalmente en el área media y ventral del mesopleuron.

***Notiospathius dantei* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012.**

(figuras 9A-D).

Diagnosis. Esta nueva especie es morfológica y genéticamente similar a *N. laensis* López-Estrada y Zaldívar-Riverón 2012, pero difiere de esta última por tener el mesonoto café rojizo (café a café oscuro en *N. laensis*), el primer tergo metasomal café rojizo en el extremo basal, negro medialmente tornándose café rojizo hacia el ápice (completamente negro en *N. laensis*), y el surco mesopleural y subalar continuo, encontrándose a mitad del mesopleuron (surcos mesopleural y subalar sin encontrarse en *N. laensis*). *Notiospathius dantei* difiere de las demás especies descritas del género por la presencia de un tubérculo basoventral en la coxa posterior y por poseer la siguiente combinación de caracteres: los dos primeros tergos metasomales esculpidos, el resto lisos; últimos diez flagelómeros más claros que el resto; mesopleuron porcado –ligeramente coriáceo dorsal y medialmente, coriáceo ventralmente; lóbulos mesoscutales laterales coriáceos medialmente, estriado-rugoso lateralmente; lóbulo mesoscutal medio coriáceo anteromedial.



Figura 9. *Notiospathius dantei* sp. n. Hembra. Holotipo: **A** hábito, vista lateral **B** metasoma, vista dorsolateral **C** mesosoma, vista lateral **D** cabeza, vista dorsal.

Descripción. Hembra. *Color:* cabeza café oscuro; área cercana a la mandíbula y órbita alrededor de los ojos amarillo miel; pedicelo amarillo miel, café dorsalmente; flagelómeros café, tornándose café claro hacia el ápice, últimos 10 blancos (una antena rota); palpos blancos. Mesonoto café rojizo a café oscuro; primer tergo metasomal café rojizo en el extremo basal, negro medialmente tornándose café rojizo hacia el ápice; segundo tergo metasomal café oscuro con un área basal semicircular café claro; tercer y cuarto tergo metasomal café claro basal y medialmente, café oscuro apicalmente; el resto de los tergos metasomales café oscuro; ovipositor y vainas café rojizo; ovipositor con el ápice fuertemente esclerotizado, negro. Coxas anterior y media, trocánter y trocántelo blanco, fémures café en la base, en seguida blanco tornándose café a café claro hacia el ápice, tibias y tarsos café claro; coxa posterior café claro a café, trocánter y trocántelo blanco, fémur blanco en el tercio basal, siguientes dos tercios café, tibia y tarsos café. Alas oscuras; venas café oscuro; estigma amarillo pálido en el extremo basal, el área restante café; tegula amarillo miel. *Longitud del cuerpo:* 4.1 mm (vista lateral), ovipositor 3.7 mm. *Cabeza:* Clípeo

estriado-rugoso; cara estriada; frente estriado rugoso; vertex estriado ligeramente rugoso; temple ligeramente estriado; gena lisa; ojo 1.4 veces mas alto que ancho (vista lateral); espacio malar 0.4 veces el alto del ojo (vista lateral); temple 0.5 veces el ancho del ojo (vista dorsal); depresión hipoclipeal elíptica; distancia ojo-ocelo 6 veces el diámetro del ocelo lateral; alto del escapo menor a 1.2 veces su ancho; (vista frontal); antena con 29 flagelómeros (una antena rota). *Mesosoma*: Largo del mesosoma 1.9 veces su máximo ancho; pronoto estriado; surco del pronoto ancho y escrobiculado; propeluron lateralmente estriado, área restante ligeramente coriácea; lóbulos laterales mesoscutales coriáceos medialmente, estriado-rugoso lateralmente; lóbulo mesoscutal medio coriáceo anterimedialmente, área restante transversalmente estriado-rugoso; notaulia ancho, profundo y escrobiculado, no se junta, desvaneciéndose a mitad del mesoscuto en un área longitudinalmente estriada-rugosa; disco escutelar coriáceo; surco mesopleural y subalar continuos, juntándose a mitad del mesopleuron, el primero profundo, angosto y escrobiculado, el segundo ancho, profundo e incluye la escultura porcado del mesopleuron; mesopleuron porcado—ligeramente coriáceo dorsal y medialmente, coriáceo ventralmente; surco precoxal ancho, profundo y escrobiculado, a lo largo de todo el mesopleuron; vientre del mesosoma ligeramente coriáceo ligeramente coriáceo; metapleuron longitudinalmente acostillado con microescultura rugosa; propodeo longitudinalmente acostillado-rugoso; esquinas apicales laterales con tuberculos; espinas sobre la coxa ausentes. *Alas*: Longitud del ala anterior 4.1 veces su máximo ancho; longitud del pterostigma 3.2 veces su máximo ancho, vena r 0.3 veces el largo de la vena 3RSa; vena m-cu antefurcal a la vena 2RS; vena 1cu-a ligeramente postfurcal a la vena 1M; ala posterior vena M+CU 0.6 veces el largo de la vena 1M. *Patas*: coxa posterior, con un tuberculo basoventral casi indistinguible; fémures medio y posterior ligeramente coriáceos. *Metasoma*: Primer tergo metasomal acostillado con microescultura rugosa; largo del tergo 2.3 veces su ancho apical (vista dorsal); placa esterno-basal (acrosternita) cerca de 0.7 veces el largo del tergo; segundo tergo metasomal estriado con microescultura rugosa; sutura entre el segundo y tercer tergo distinguible y ligeramente sinuada; el resto de los tergos metasomales lisos y brillantes; ovipositor cerca de 1.7 veces el largo del metasoma.

Macho. Desconocido.

Distribución. Noroeste de Venezuela, estado de Yaracuy.

Holotipo. Hembra (IB-UNAM CNIN). Venezuela, Yaracuy, Est. Biol. Guáquira, 10° 17.84' N-68° 39.32' W, 107 m, sweep, selva trop., DNA voucher no. (BOLD system) DORYC278-11, no. de GenBank JN267024.

Etimología. Esta especie fue nombrada en honor al padre de la primera autora.

***Notiospathius estradae* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012.**

(figuras 10A-D).

Diagnosis. Esta especie es similar a *N. shawi* Marsh, pero se puede diferenciar de ésta por tener el mesopleuro coriáceo-ligeramente rugoso dorsalmente, coriáceo medial y ventralmente (acostillado dorsalmente y coriáceo ventralmente en *N. shawi*), y el notauli comienza a desvanecerse antes del escutelo en una gran área porcado-rugosa (el notauli se junta antes del escutelo en un área angosta en *N. shawi*). *Notiospathius estradae* se diferencia de las otras especies descritas en el género por tener la siguiente combinación de caracteres: mesosoma y primer tergo metasomal en su mayoría negro; propleuron ligeramente estriado; mesoscuto y mesopleuron en su mayoría coriáceos; no se junta el notauli, se desvanece en una gran área porcado-rugosa; primeros tres tergos metasomales esculpados; el resto de los tergos metasomales lisos.



Figura 10. *Notiospathius estradae* sp. n. Hembra. Holotipo: **A** hábito, vista lateral **B** mesosoma, vista dorsal **C** mesosoma, vista lateral **D** metasoma vista dorsal

Descripción. Hembra. *Color.* Cabeza café claro a amarillo miel; escapo amarillo miel; flagelómeros amarillo miel tornándose café oscuro hacia el ápice; palpos amarillo pálido. Mesosoma y primer tergo metasomal blanco, pronoto café claro en la mitad basal, negro en la mitad apical; segundo tergo metasomal café oscuro; tercer tergo metasomal y el resto de los tergos metasomales café a café oscuro; el último amarillo pálido; ovipositor café; vainas amarillo miel. Coxas anterior y media café claro a amarillo miel; trocánter y trocántelo amarillo pálido; fémures café; tibias amarillo pálido basalmente, amarillo miel medial y apicalmente; tarsos amarillo

miel; coxa posterior negra; trocánter y trocántelo amarillo pálido; fémur café oscuro; tibia amarillo pálido basalmente tornándose café claro hacia el ápice; tarsos café claro. Alas oscuras, venas y estigma café oscuro, tegula café oscuro a negra. *Longitud del cuerpo*: 4.4 mm (vista lateral); ovipositor 3.8 mm. *Cabeza*: Clípeo rugoso; cara frente y vertex estriado; temple y gena lisos; longitud del ojo cerca de 0.9 veces su ancho (vista lateral); espacio malar 0.6 veces el alto del ojo (vista lateral); temple 0.2 veces el ancho el ojo (vista dorsal); depresión hipoclipeal elíptica; distancia ojo-ocelo 1.5 veces el diámetro; del ocelo lateral; largo del escapo dos veces su ancho (vista frontal); antena con 29 flagelómeros. *Mesosoma*: Largo del mesosoma 1.9 veces su máximo ancho; pronoto coriáceo; surco del pronoto angosto y ligeramente escrobiculado; propleuron ligeramente estriado; lóbulos mesoscutales laterales coriáceos; notauli ancho y escrobiculado; no se junta, se desvanece en una gran área porcado-rugosa; surco escutelar coriáceo; surco mesopleural y subalar continuos, ambos profundos y escrobiculados; mesopleuron coriáceo medial y ventralmente; surco precoxal ancho, profundo y escrobiculado, a lo largo de todo el mesopleuron; vientre del mesosoma coriáceo; metapleuron y propodeo fuertemente rugoso con microescultura coriácea; esquinas laterales apicales sin tuberculos, espinas sobre la coxa indistintas. *Alas*: Longitud del ala anterior 4.3 veces su máximo ancho, largo del pteroestigma 3.6 veces su máximo ancho; vena r 0.3 el largo de la vena 3RSa; vena m-cu intersticial respecto a la vena 2RS; vena 1cu-a postfurcal a la vena 1M; ala posterior vena M+CU cerca de 0.5 veces el largo de la vena 1M. *Patas*: coxa posterior coriácea, con un tubérculo basoventral; fémures medio y posterior lisos. *Metasoma*: Primer tergo metasomal fuertemente acostillado con microescultura rugosa, largo del tergo dos veces su ancho apical (vista dorsal); placa esterno-basal (acrosternita) cerca de 0.5 veces el largo del tergo; segundo tergo metasomal acostillado con microescultura rugosa; sutura entre el segundo y tercer tergo metasomal distinguible y sinuada; tercer tergo metasomal acostillado en la mitad basal, liso en la mitad apical; el resto de los tergos metasomales lisos y brillantes; ovipositor cerca de 1.8 veces el largo del metasoma.

Macho.Desconocido.

Variación. Hembras: *Color*: cabeza café oscuro; órbita alrededor de los ojos amarilla. Longitud del cuerpo: 4.4-5.4 mm (vista lateral). Alas: longitud del ala anterior 4.2 a 4.6 veces su máximo ancho; largo del pteroestigma 2.8-3.6 veces su máximo ancho. Metasoma: Largo del primer tergo metasomal 1.3-2.0 veces su ancho apical (vista dorsal); ovipositor 1.5-1.8 veces el largo del metasoma.

Holotipo. Hembra (IB-UNAM CNIN). Venezuela, Lara, Parque Nacional Cerro Saroche, sector Batatal # 4, 10° 09.15' N-69° 30.205' W, 809 m, 7-11.x.08, DNA voucher no. (BOLD system) DORYC286-11; no. de GenBank JN267031.

Paratipos. Tres hembras (IB-UNAM CNIN, UCOB). Mismos datos que el holotipo, DNA voucher nos (BOLD system) DORYC285-11, DORYC 287-11, IB-CNIN569, nos. de GenBank JN267030, JN267032, JN870425.

Etimología. Nombramos ésta especie en hono a la madre de la primera autora, Margarita Estrada

***Notiospathius larensis* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012.**

(figuras 11A-D).

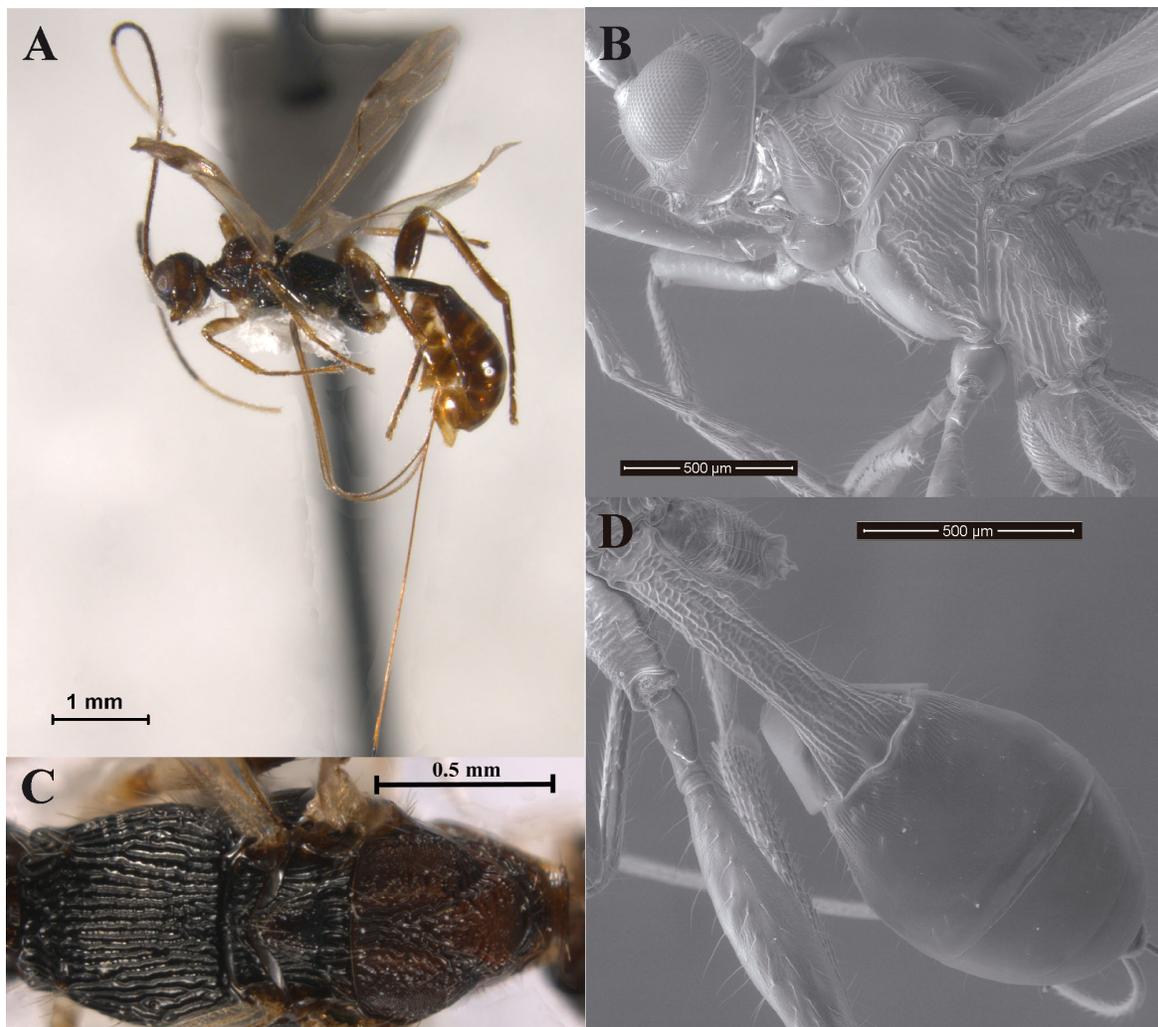


Figura 11. *Notiospathius larensis* sp. n. Hembra. Holotipo: **A** hábito vista lateral **B** mesosoma, vista lateral **C** mesosoma, vista dorsal **D** metasoma, vista dorsal.

Diagnosis. Esta especie es morfológicamente similar a *N. dantei* (ver descripción de *N. dantei*). *Notiospathius larensis* difiere del resto de las especies descritas del género por la presencia de un tuberculo basoventral en la coxa posterior y por tener la siguiente combinación de caracteres: vertex rugoso-estriado; lóbulos mesoscutales coriáceos medialmente, estriado rugoso lateralmente o anteromedialmente; mesopleuron porcado dorsalmente, rugoso-coriáceo a coriáceo medial y ventralmente; primeros dos tergos metasomales esculpidos, el resto lisos.

Descripción. Hembra. *Color:* cabeza café; obita alrededor de los ojos amarilla; escapo y pedicelo café claro; flagelómeros café; últimos 10 apicales blancos (antena rota); palpos blancos. Mesonoto café a café oscuro; propodeo, metapleuron y primer tergo metasomal negro, café apicalmente; segundo tergo metasomal café oscuro con una área basal semicircular café claro; tercer y cuarto tergo metasomal café; el resto de los tergos metasomales café a café claro; ovipositor y vainas café a amarillo miel; ovipositor fuertemente esclerotizado apicalmente. Coxas anterior y media blanca; trocánter y trocántelo amarillo pálido; fémur anterior café claro; fémur medio café; tibias anterior y media y tarsos café claro; coxa posterior café oscuro; trocánter y trocántelo amarillo miel; fémur amarillo miel en el primer tercio basal, siguientes dos tercios apicales café oscuro; tibia café; tarsos café oscuro. Alas oscuras, venas y tegula amarillo miel; estigma amarillo en el primer tercio basal, café oscuro apicalmente. *Longitud del cuerpo:* 4.2 mm (vista lateral); ovipositor 3.3 mm. *Cabeza:* clipeo estriado-rugoso; cara estriada; vertex rugoso-estriado; temple débilmente estriado dorsalmente; gena lisa; longitud del ojo 1.1 veces su ancho (vista lateral); espacio malar casi 0.4 veces el largo del ojo (vista lateral); temple 0.2 veces el ancho del ojo (vista dorsal); depresión hipoclipeal elíptica; distancia ojo-ocelo tres veces el diámetro del ocelo lateral; longitud del escapomenor a 1.5 veces su ancho (vista frontal); antena con 30 flagelómeros (rotas). *Mesosoma:* longitud del mesosoma 1.9 veces su máximo ancho; pronoto estriado dorsalmente, ligeramente rugoso ventralmente; surco del pronoto, ancho y escrobiculado; propleuron estriado; lóbulos mesoscutales laterales coriáceos medialmente, estriado-rugoso lateralmente; lóbulo mesoscutal medio coriáceo anteromedialmente; el área restante estriada-rugosa; disco escutelar coriáceo; surco mesopleural y subalar discontinuos, ambos profundos y angostos; mesopleuron porcado dorsalmente, incluyendo el área subalar, rugosa-coriácea antero-ventralmente; surco precoxal ancho, profundo y escrobiculado, a lo largo de todo el mesopleuron; vientre del mesosoma ligeramente coriáceo; metapleuron estriado; propodeo longitudinalmente estriado; esquinas laterales apicales sin tuberculos; espinas sobre la coxa indistintas. *Alas:* longitud del ala anterior 5.1 veces su máximo ancho; longitud del pterostigma tres veces su máximo ancho; vena r 0.5 veces el largo de la vena 3RSa; vena m-cu antefurcal respecto a la vena 2RS; vena 1cu-a postfurcal a la vena 1M; ala posterior, vena M+CU 0.6 veces el largo de la vena 1M. *Patatas:* tibia anterior un una hilera de siete espinas; coxa posterior estriada, con un tuberculo basoventral; fémures medio y posterior ligeramente estriado. *Metasoma:* Primer tergo metasomal fuertemente rugoso anteriormente, acistillado con microescultura rugosa medial y posteriormente,

longitud del tergo tres veces su ancho apical (vista dorsal); placa esterno-basal (acrosternita) cerca de 0.7 veces el largo del tergo; segundo tergo metasomal estriado; sutura entre el segundo y tercer tergo metasomal distinguible y sinuada; resto de los tergos metasomales lisos y brillantes; ovipositor cercar de 1.6 veces el largo del metasoma.

Macho. Desconocido.

Variación. Hembras: *Cabeza:* escapo y pedicelo con una banda café lateralmente. *Longitud del cuerpo:* cerca a 4.0-4.2 mm; ovipositor cerca de 3.3-3.8 mm. *Cabeza:* ojo 1.1-1.4 veces mas alto que ancho (vista lateral). *Alas:* longitud del ala anterior 3.8-4.1 veces su máximo ancho. *Metasoma:* largo del primer tergo metasomal 2.6-3.0 veces su ancho apical (vista dorsal)

Holotipo. Hembra (IB-UNAM CNIN). Venezuela, Lara, Parque Nacional Cerro Saroche, sector Batatal, 10° 09.15' N-69° 30.205' W, 809 m, 15-19.vii.2008, YTP, R. Briceño col., DNA voucher no. IB-CNIN-567; no. de GenBank JN870424.

Paratipos. Dos hembras (IB-UNAM CNIN, DCBU). Una hembra, Venezuela, Lara, Parque Nacional Cerro Saroche, La Cimara #5, 10° 12.656' N-69° 25.339' W, 7-10.x.2009, R. Briceño col., DNA voucher no. (BOLD systems) DORYC241-11; no. de GenBank JN266991; una hembra, Venezuela, Lara, Parque Nacional Cerro Saroche, Cañaote #3, 10° 11.83' N-69° 26.13'W, 929 m, 15-19.vii.08, col. R. Briceño, DNA voucher no. (BOLD systems) DORYC237-11; no. de GenBank JN266987.

Etimología. El nombre de ésta especie hace referencia al estado de Venezuela en donde fueron colectado los especímenes

***Notiospathius venezuelae* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012.**

(figuras 12A-E).

Diagnosis. Esta especie según la clave de Marsh (2002) y su extensión (Zaldívar-Riverón and De Jesús-Bonilla, 2010, 2011) para especies de Costa Rica es parecida a *N. leucacrocera* (Enderlein) Sin embargo se diferencia de ésta por tener el mesosoma y el primer tergo metasomal en su mayoría negro (mesosoma y primer tergo metasomal café obscuro en *N. leucacrocera*); coxas anterior y media blancas, fémures amarillo pálido en el primer tercio basal, siguientes dos tercios apicales café (patas anterior y media completamente amarillas en *N. leucacrocera*); pronoto y propleuron coriáceo y estriado respectivamente (pronoto y propleuron acostillado en *N. leucacrocera*). *Notiospathius venezuelae* se puede distinguir de las demás especies descritas en el género por tener la siguiente combinación de caracteres: coxa posterior negra, amarillo pálido

apicalmente; pronoto coriáceo; lóbulos mesoscutales coriáceos; el notauli no se junta y se desvanece en un área grande acostillada; mesopleuron porcado-coriáceo dorsalmente, coriáceo medial y ventralmente.

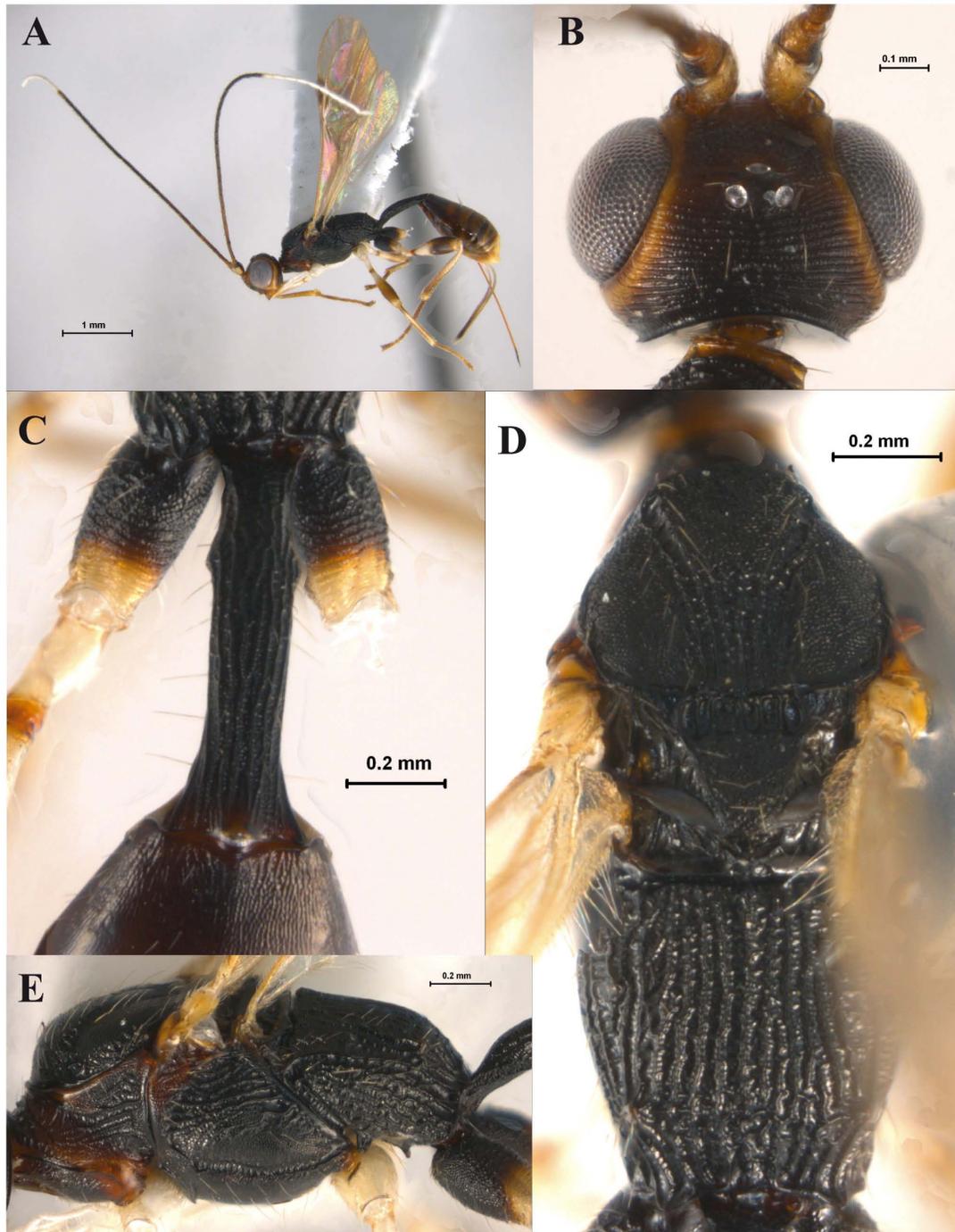


Figura 12. *Notiospathius venezuelae* sp. n. Hembra. Holotipo: **A** hábito, vista lateral **B** cabeza, vista dorsal **C** primer y segundo tergo metasomal, vista dorsal **D** mesosoma, vista dorsal **E** mesosoma vista lateral.

Descripción. Hembra. *Color.* Cabeza café oscuro; órbita alrededor de los ojos amarilla; escapo café claro, con una banda café; flagelómeros café oscuro, últimos 11 blancos; palpos blancos. Mesosoma y primer tergo metasomal negro excepto el pronoto el cual es café; segundo tergo metasomal café oscuro; tercer, cuarto y quinto tergo metasomal café con una banda café claro en a mitad; sexton tergo metasomal café oscuro, amarillo pálido en el ápice; resto de los tergos metasomales amarillo pálido; ovipositor café; vainas amarillo pálido tornándose café oscuro. Coxas anterior y media y trocánter blanco, trocántero café, fémures amarillo pálido en el tercio basal, café en los tercios siguientes, amarillo pálido apicalmente, tibias café claro, tarsos café; coxa posterior negra, amarillo pálido apicalmente, trocánter amarillo pálido; trocántero café; fémur blanco a amarillo pálido en el tercio basal, café en los siguientes tercios, amarillo pálido en el extremo apical; tibia amarillo pálido basalmente, tornándose café claro apicalmente; tarsos café. *Alas:* oscuras; venas y estigma café; tegula café claro. *Longitud del cuerpo:* 4.1 mm (vista lateral), ovipositor 1.6 mm. *Cabeza:* cíleo rugoso; cara, frente y vertex estriado; temple ligeramente estriado; gena lisa; longitud del ojo aproximadamente 1.1 veces más alto que ancho (vista lateral); espacio malar 0.2 veces el alto del ojo (vista lateral); temple 0.2 veces el ancho del ojo (vista dorsal); depresión hipoclepeal elíptica; distancia ojo-ocelo tres veces el diámetro del ocelo lateral, longitud del escapo dos veces su ancho (vista frontal); antena con 28 flagelómeros. *Mesosoma:* longitud del mesosoma 2.1 veces su máximo ancho; pronoto coriáceo; surco del pronoto ancho y coriáceo; propleuron estriado; lóbulos mesoscutales coriáceos; notauli angosto, escrobiculado y con microescultura coriácea, ni se junta, se desvanece en una gran área acostillada; disco escutelar coriáceo; surco mesopleural y subalar, ambos escrobiculados; mesopleuron porcado-coriáceo dorsalmente, coriáceo medial y ventralmente; surco precoxal angosto, profundo y escrobiculado, a lo largo de todo el mesopleuron; vientre del mesosoma coriáceo; metapleuron y propodeo acostillado con microescultura rugosa; esquinas laterales apicales con tuberculos; presencia de espinas sobre la coxa. *Alas:* longitud del ala anterior 5.1 veces su máximo ancho; longitud del pterostigma 3.3 veces su máximo ancho; vena 0.3 veces la longitud de la vena 3RSa; vena m-cu antefurcal a la vena 2RS; vena 1cu-a antefurcal a la vena 1M; ala posterior, vena M+CU 0.5 veces el largo de la vena 1M. *Patas:* coxa posterior rugosa en la base, estriada posteriormente sin tuberculo basoventral; fémures medio y posterior coriáceos. *Metasoma:* primer tergo metasomal fuertemente acostillado con microescultura rugoso, longitud del tergo 3.2 veces su ancho apical (vista dorsal); placa esternp-basal (acrosternita) 0.7 veces la longitud del tergo; segundo tergo metasomal ligeramente acostillado; sutura entre el segundo y tercer tergo metasomal distinguible y sinuada; tercer tergo metasomal liso; el resto de los tergos metasomales lisos y brillantes; ovipositor 0.7 veces el largo del metasoma.

Macho. Esencialmente como la hembra; pronoto café claro; tercer y cuarto tergo metasomal café claro con una banda a la mitad amarillo miel; antena con 24 flagelómeros café oscuro, solo los tres últimos blancos.

Variación. Hembras: *Longitud del cuerpo*: 2.8–4.1 mm (vista lateral), ovipositor 1.0–1.6 mm. *Cabeza*: longitud del ojo 1.1-1.2 veces mas alto que ancho (vista lateral) espacio malar 3.3-4.5 mm. *Alas*: longitud del ala anterior 4.2-5.1 veces su máximo ancho, largo del pterostigma 2.8-3.6 veces su maximo ancho. *Metasoma*: longitud dek primer tergo metasomal 3.2-3.6 veces su ancho apical (vista dorsal)

Holotipo. Hembra (IB-UNAM CNIN). Venezuela, Carabobo, Palmichal, 10.28590 N-68.23993 W, 93m, 30-3.viii.07, YTP/68 plates, shade coffee, orange grove, H. Clebsch, L. García col., DNA voucher no. (BOLD system) DORYC208-11; no. de GenBank JN266963

Paratipos. Cuatro especímenes, tres machos, una hembra (IB-UNAM CNIN, UCOB). Una hembra y dos machos mismos datos que el holotipo, DNA voucher nos (BOLD system) DORYC206-11, 213, nos. de GenBank JN266961, JN266968; una macho, Venezuela Yaracuy Mpio. San Felipe, Est. Biol. 10°17.84 N-68°39.32 W, sweep, 11:00 am, selva tropical, DNA voucher no. IB-CNIN-396, no. de GenBank JN870300; un macho, Costa Rica, Heredia, 11 km ESE La Virgen, 10° 21' N - 84° 03' W, 20-II-2004, INBIO-OET transect, 250-350 m, DNA voucher no. IB-CNIN-537, no. de GenBank JN870400.

Etimología. Se nombrño a ésta especie como en país en donde la mayoría de los especímenes de éste proyecto fueron colectados.

Discusión

Diversidad del género Notiospathius

Las especies del género *Notiospathius* son morfológicamente muy conservadas, razón por la que la delimitación de sus especies es extremadamente complicada. Esto, y la considerable diversidad de este género, hace que su taxonomía resulte particularmente difícil de abordar. No obstante, el presente trabajo ha demostrado que el estudio taxonómico de este grupo de himenópteros así como el de otros taxones de invertebrados altamente diversos y poco estudiados puede verse enormemente favorecido con el empleo de marcadores moleculares, así como por el uso de métodos objetivos rigurosos, como es el caso de los métodos de coalescencia para la delimitación de especies. Además, el empleo del locus del código de barras de la vida demostró que permite distinguir de una manera eficaz y relativamente rápida a las especies que conforman este grupo de braconidos, lo cual pudo confirmarse con la evidencia morfológica. Sin embargo, la descripción de todas las especies del género *Notiospathius* es un trabajo que requerirá de varios años y de la participación de varios taxónomos expertos en el grupo. Este género se distribuye toda la región Neotropical, aunque hasta antes de este trabajo la descripción de sus especies se

había enfocado principalmente a la región de Centroamérica, específicamente en Costa Rica (Marsh 2002). Recientemente se sinonimizó al género *Hansonorum* con el género *Notiospathius* (De Jesús-Bonilla et al 2011) lo cuál aumentó la diversidad conocida de éste género con dos especies adicionales.

Con las especies formalmente descritas en este trabajo (López-Estrada et al., 2012), son ya 41 las especies descritas para el género *Notiospathius*. Si bien los métodos moleculares ayudaron en la rápida discriminación de especies en este género, la subsecuente revisión de la información morfológica permitió la confirmación en la delimitación de especies. Además, las descripciones realizadas en este estudio emplearon varios caracteres no examinados en la previas descripciones de especies de *Notiospathius* (Marsh 2002) incluyendo varios caracteres tanto de esculturación como morfométricos. Por lo tanto, el presente estudio resalta la importancia del estudio de la morfología de los organismos en taxonomía, trabajo sin el cual el descubrimiento y descripción sería incompleto.

Actualmente resulta imposible saber con certeza el número de especies existente dentro del género *Notiospathius*, aunque sin duda representa un taxón altamente diverso. En un estudio realizado por Ceccarelli y colaboradores (2012) se emplearon 233 ejemplares provenientes de 10 países neotropicales para evaluar la diversidad de especies de *Notiospathius*. Para ello, se examinaron secuencias de dos genes mitocondriales (citocromo oxidasa I, citocromo *b*) y uno nuclear (*wingless*), las cuales fueron analizadas utilizando el método de coalescencia GMYC, y las especies delimitadas fueron subsecuentemente comparadas con especies delimitadas usando morfología externa. Los resultados obtenidos en este trabajo permitieron delimitar de manera robusta tanto por información molecular como morfológica un total de 71 especies. Además, los dos genes mitocondriales permitieron encontraron siete especies potencialmente crípticas, ya que estas no pudieron ser distinguidas por la información de morfología externa. Este trabajo, el cual utilizó un muestreo pequeño considerando la amplia distribución geográfica del género, resalta la considerable diversidad de especies dentro de *Notiospathius*, gran parte de la cual aún se encuentra por descubrir y describir. La diversidad de especies de este género conocida a partir del trabajo antes mencionado solo es menor a la encontrada para un género también perteneciente a la subfamilia Doryctinae, el género *Heterospilus*, y es comparable a la de otros géneros de braconidos tales como *Aleiodes*, *Apanteles* y *Bracon*. No obstante, estos últimos géneros tienen una distribución cosmopolita.

Padial et al. (2010) propusieron dos maneras de usar la taxonomía integradora, mediante congruencia de datos e integración por acumulación de datos. En el presente estudio, el método de coalescencia empleando secuencias de ADN marcó un punto de partida para la delimitación de especies, el cual fue subsecuentemente soportado con la evidencia de morfología externa, por lo que se utilizó un criterio de congruencia de datos. A pesar de que el uso de datos moleculares nos

sugieran la existencia de especies diferentes, la morfología puede no coincidir en todos los casos, como sucedió con las especies 11 y 12 mencionadas en los resultados. Una explicación a esta incongruencia puede ser debido a la presencia de especies crípticas, esto es, que son morfológicamente indistinguibles. Puede ser también que estas especies sí sean morfológicamente distinguibles, pero que los caracteres que esta variación interespecífica no hayan sido examinados. Futuros estudios examinando otros marcadores genéticos así como otros sistemas de caracteres morfológicos permitirán delimitar de manera conclusiva el número de especies de *Notiospathius* presentes en la región noroeste de Venezuela.

Las especies parasitoides tienen efectos profundos en la dinámica poblacional de sus hospederos, por lo que conocer su diversidad también nos puede ayudar a la conocer la diversidad de sus hospederos. El parasitoidismo puede también actuar como una fuerza evolutiva, promoviendo adaptaciones en sus hospederos. A la fecha, se conoce muy poco de la relación entre los dorictinos y sus hospederos. Con respecto a las especies del género *Notiospathius*, se desconoce por completo a qué especies de hospederos atacan, aunque se presume que parasitan a larvas de coleópteros barrenadores de madera al igual que la mayor parte de las especies de dorictinos cuya biología es conocida (Belokobylskij 1992). Investigar la biología de las especies de este grupo representa sin duda un campo de estudio muy importante, ya que desde hace más de 60 años varias especies de himenópteros parasitoides son comúnmente utilizados en control de plagas de otros insectos. Un ejemplo de esto es el empleo exitoso de una especie de dorictino perteneciente al género *Heterospillus*, *H. Prosopidis*, cuyos hospederos son escarabajos de la familia Bruchidae, entre ellos *Callosobruchus maculatus* y *C. Chinensis*, los cuales son plagas que afectan cultivos de algodón en el continente americano (Quicke et al. 1997).

CONCLUSIONES

- Se examinó un total de 267 especímenes originalmente asignados a los géneros *Notiospathius*, *Masonius* y *Tarasco* provenientes de la región noroeste de Venezuela (243 obtenidos en el presente estudio y 24 de otros trabajos), específicamente de los estados de Aragua, Lara, Yaracuy, Falcón y Carabobo.
- La información molecular examinada (441 secuencias del fragmento del código de barras de la vida de ejemplares de los géneros mencionados arriba provenientes de Venezuela así como de otros países neotropicales) discriminó un total de 29 especies para la región noroeste de Venezuela, de las cuales 21 pertenecen al género *Notiospathius*.
- De las 21 especies de *Notiospathius* discriminadas molecularmente, 11 de ellas no pudieron ser identificadas con los caracteres morfológicos examinados y probablemente pudieran

representar especies crípticas. Además, de tres especies más solo se contó con machos o hembras en mal estado de preservación.

- Se describieron las siguientes siete especies de *Notiospathius* para la región noroeste de Venezuela con base en congruencia de su información morfológica y molecular:
 - 1) *Notiospathius araguae* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012, proveniente del estado de Aragua.
 - 2) *Notiospathius bolivari* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012, proveniente del estado de Aragua.
 - 3) *Notiospathius curvilineatus* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012, proveniente del estado de Lara.
 - 4) *Notiospathius dantei* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012, proveniente del estado de Yaracuy.
 - 5) *Notiospathius estradae* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012, proveniente del estado de Lara.
 - 6) *Notiospathius larensis* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012, proveniente del estado de Lara.
 - 7) *Notiospathius venezuelae* López-Estrada & Zaldívar-Riverón 2012, con ejemplares provenientes de los estados de Carabobo, Yaracuy en Venezuela, y de Costa Rica.
- En total, con las especies descritas en el presente trabajo suman a la fecha 41 especies descritas para el género *Notiospathius*.

REFERENCIAS

- Andersson L. 1990. The driving force: Species concepts and ecology. *Taxon* 39:375–382.
- Arillo A, Engel MS. 2006. Rock crawlers in Baltic amber (Notoptera: Mantophasmatodea). *American Museum Novitates*. American Museum Novitates Number 3539:1-10.
- Barber P y Boyce SL. 2006. Estimating diversity of Indo-Pacific coral reef stomatopods through DNA barcoding of stomatopod larvae. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 273: 2053-2061.
- Belokobylskij SA. 1992. On the classification and phylogeny of the Braconid wasps subfamilies Doryctinae and Exothecinae (Hymenoptera, Braconidae). Part I. On the classification, 1. *Entomologicheskoe Obozrenie* 71: 900–928.
- Belokobylskij SA. 2001. New species of the genera *Rhaconotus* Ruthe, *Ipodoryctes* Granger and *Arhaconotus* Blkb. From the Oriental region (Hymenoptera: Braconidae: Doryctinae). *Zoosystematica Rossica* 10: 101–162.
- Belshaw R y Quicke DLJ. 1997. A molecular phylogeny of Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 5: 423–428.
- Brusca RC, Brusca GJ. 2003. *Invertebrates*. Segunda Edición. Sinauer Associates.
- Ceccarelli FS, Sharkey MJ, Zaldívar-Riverón A. 2012. Species identification in the taxonomically neglected, highly diverse, neotropical parasitoid wasp genus *Notiospathius* (Braconidae: Doryctinae) based on an integrative molecular and morphological approach. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 62:485-495.
- Claridge MF, Dawah HA, Wilson MR. 1997. *Species: The Units of Biodiversity*. Chapman and Hall, London, England, UK.
- Daly HV, y Magnacca KN. 2003. *Insects of Hawaii: Hawaiian Hylaeus (Nesoprosopis) Bees (Hymenoptera: Apoidea)*. University of Hawaii Press, Honolulu.
- Daly VH, Doyen JT, Erlich PR. 1978. *Introduction to Insect Biology and Diversity*. McGraw Hill.
- De Bary A. 1879. De la symbiose. *Revue Internationale des Sciences*. 3: 301-309.
- De Jesús-Bonilla VS, Nunes JF, Penteadó-Dias AM, Csořsz S, Zaldívar-Riverón A. 2011. A new synonym of the Neotropical parasitoid wasp genus *Notiospathius* (Braconidae, Doryctinae), with redescription of two species and description of five new species from Brazil. *ZooKeys* 122: 71–90. doi: 10.3897/zookeys.122.1243

- De Queiroz K. 2007. Species concepts and delimitation. *Systematic Biologists* 56: 879-876
- De Queiroz, K. 1998. The general lineage concept of species, species criteria, and the process of speciation: A conceptual unification and terminological recommendations. En: Howard DJ y Berlocher SH. *Endless Forms. Species and Speciation*. Oxford University Press, Oxford, England, UK.
- Dobzhansky T. 1950. Mendelian populations and their evolution. *American Naturalist* 84:401–418.
- Dobzhansky T. 1976. Organismic and molecular aspects of species formation. En Ayala FJ. *Molecular Evolution*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Dobzhansky, T. 1970. *Genetics of the Evolutionary Process*. Columbia University Press, New York, USA.
- Drummond AJ y Rambaut A. 2007. BEAST: Bayesian evolutionary analysis by sampling trees. *BMC Evolutionary Biology* 7.
- Eggleton P y Belshaw R. 1993. Comparisons of dipteran, hymenopteran and coleopteran parasitoids: provisional phylogenetic explanations. *Biological Journal of the Linnean Society*. 48: 213–226.
- Ereshefsky M. 1992. *The Units of Evolution. Essays on the Nature of Species*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Erwin TR. 1983. Tropical forest canopies, the last biotic frontier. *Bulletin of the Entomological Society of America* 29:14–19.
- Erwin TR. 1988. The tropical forest canopy: the heart of biotic diversity. En: Wilson EO, Peter FM. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, DC.
- Fontaneto D, Herniou EA, Boschetti C, Caprioli M, Melone G, Ricci C, Barraclough TG. 2007. Independently evolving species in asexual bdelloid rotifers. *PLoS Biology* 5: 914–921.
- Fujita MK, Leachè AD, Burbrink FT, McGuire JA, Moritz C. 2012. Coalescent-based species delimitation in an integrative taxonomy. *Trends in Ecology and Evolution*. 27(9).
- Grimaldi D y Engel MS. 2005. *Evolution of the insects*. Cambridge University Press. USA
- Gullan PJ y Cranston PS. 2010. *The insects. An outline of entomology*. Wiley-Blackwell Malden. USA.

Halffter G y Ezcurra E. 1992. ¿Qué es Biodiversidad?. En: La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Halffter G. Instituto de Ecología. Veracruz, México.

Hammond P. 1992. Species inventory. En: Groombridge B. Global Biodiversity. Status of the Earth's Living Resources. A Report Compiled by the World Conservation Monitoring Centre. London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras: Chapman and Hall, London.

Hanson P y Hilje L. 1993. Control Biológico de Insectos. Turrialba (CR). CATIE-MIP.

Hebert PDN, Penton EH, Burns JM, Janzen DH, Hallwachs W. 2004. Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astrartes fulgerator*. PNAS 111:14812-14817

Hebert PDN, Ratnasingham S, de Waard JR. 2003. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. Proceedings of the Royal Society B 270: S96–S99.

Hennig W. 1966. Phylogenetic systematics. University of Illinois Press, Urbana.

Ivanova NV, DeWaard JR, Hebert PDN. 2006. An inexpensive, automation-friendly protocol for recovering high-quality DNA. Molecular Ecology Notes, 6: 998–1002.

Janzen DH, Hajibabaei M, Burns JM, Hallwachs W, Remigio E, y Hebert PDN. 2005. Wedding biodiversity inventory of a large and complex Lepidoptera fauna with DNA barcoding. Philosophical Transactions of the Royal Society. B. Biological Sciences 360: 1835–1845.

Jones OR, Purvis A, Baumgart E, Quicke DLJ. 2009. Using taxonomic revision data to estimate the geographic and taxonomic distribution of undescribed species richness in the Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonidae). Insects Conservation and Diversity. 2: 204-212

Kingman JFC. 1982. On the genealogy of large populations. Journal of Applied Probability 19: 27–43.

Kjellberg F, Bronstein J, PH Gouyon, C.Gliddon, Michaloud G.1989. The ecological consequences of flowering asynchrony in monocious; Ecology 71: 2145-2156.

Laing JE y Hamai J. 1976. Biological control of insect pest and weeds by imported parasites, predatos and pathogens. En: Huffaker, CB y PS Messenger. Theory and practice of biological control. Academic Press, London.

Lambert DM y Spencer HG. 1995. Speciation and the recognition concept: Theory and application. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

- Lanave C, Preparata G, Saccone C, Serio G. 1984. A new method for calculating evolutionary substitution rates. *Journal of Molecular Evolution* 20: 86–93.
- Majer J. 1987. Tabanids - Tabanidae. En: *Fauna Hungariae. Akadémiai Kiadó*, Budapest, 14: 1–57.
- Marsh PM. 2002. The Doryctinae of Costa Rica (excluding the genus *Heterospilus*). *Memoirs of the American Entomological Institute* 70: 1–319.
- Marsh PM. 1997. Doryctinae. En: Wharton RA, Marsh PM, Sharkey MJ. *Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera)*. Washington: International Society of Hymenopterists.
- Marshall E. 2005. Taxonomy. Will DNA bar codes breathe life into classification? *Science*, 307, 1037.
- Masters JC, Rayner RJ, McKay IJ, Potts AD, Nails D, Ferguson JW, Weissenbacher BK, Allsopp M, Anderson ML. 1987. The concept of species: Recognition versus isolation. South Africa. *Journal Science*. 83:534–537
- Matthews RW y Marsh PM. 1973. *Nothiospathius*, a new tropical genus (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of the Washington Academy of Sciences*. 63:73-75.
- May RM. 1990. How many species?. *Philosophical Transactions of the Royal Society. B. Biological Sciences* 330: 293–304.
- Mayden RL. 1997. A hierarchy of species concepts: The denouement in the saga of the species problem. En: Claridge MF, Dawah HA, y Wilson MR. *Species: The units of biodiversity.. Chapman and Hall, London*.
- Mayr E. 1942. *Systematics and the Origin of Species*. Columbia University Press, New York, USA.
- Mayr E. 1957. *The Species Problem*. American Association for the Advancement of Science. Washington, DC, USA.
- Mayr E. 1982. *The Growth of Biological Thought. Diversity, Evolution, and Inheritance*. Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, USA.
- Monaghan TM, Wild R, Elliot M, Fujisawa T, Balke M, Inwaerd DJG, Less DC, Ranaivosolo R, Eggleton P, Barraclough TG, Vogler AP. 2009. Accelerated Species Inventory on Madagascar Using Coalescent-Based Models of Species Delineation. *Systematic Biology*. 58(3): 298-311.

Nixon KC, y Wheeler QD. 1990. An amplification of the phylogenetic species concept. *Cladistics* 6:211–223.

Padial J. M. y De la Riva I. 2010. A response to recent proposals for integrative taxonomy. *Biological Journal of the Linnean Society*. 101, 747-756.

Padial J. M, Aurélien M, De la Riva I, Vences M. 2010. The integrative Future Of Taxonomy. *Zoology*. 7:16.

Paterson HEH. 1985. The recognition concept of species. En: ES Vrba. *Species and Speciation*. Transvaal Museum. Pretoria, South Africa.

Pons J, Barraclough TG, Gomez-Zurita J, Cardoso A, Duran DP, Hazell S, Kamounb S, Sumlin WD, Vogler AP. 2006. Sequenced-based species delimitation for the DNA taxonomy of undescribed insects. *Systematic Biology* 55: 595–609. doi: 10.1080/10635150600852011

Quicke DLJ, Ruta M, Coates MI. 2003. Early tetrapod relationships revisited. *Biological Reviews*. 78: 251-345

Quicke DLJ. 1997. *Parasitic wasps*. Chapman & Hall, UK.

Savolainen V, Cowan RS, Vogler AP, Roderick GK, Lane R. 2005. Towards writing the encyclopedia of life: an introduction to DNA barcoding. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 360, 1805–1811.

Sharkey MJ y Wharton RA. 1998. Morfología y terminología. En: Wharton RA, Marsh PM y Sharkey MJ. 1997. *Manual para los géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del nuevo mundo*. International Society of Hymenoptera Special Publication.

Shaw MR y Huddleston T. 1991. *Classification and Biology Of Braconid Wasp (Hymenoptera: Braconidae)*. Royal Entomology Society Of London. *Handbooks for the Identification of British Insects*, (7): 11. Eds. Dolling W.R. and Askew R. R. London UK.

Simpson GG. 1951. The species concept. *Evolution* 5:285–298.

Smith MA, Fisher BL, Hebert PDN. 2005. DNA barcoding for effective biodiversity assessment of a hyperdiverse arthropod group: the ants of Madagascar. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 360, 1828–1834.

Smith MA, Woodley NE, Janzen DH, Hallwachs W, Hebert PDN. 2006. DNA barcode reveal cryptic host-specificity within the presumed polyphagous members of a genus of parasitoid flies (Diptera: Tachinidae). *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 103, 3657–3662.

Stork NE. 1988. Insect diversity: facts, fiction and speculation. *Biological Journal of the Linnean Society* 35: 321–337.

Stork NE. 1993. How many species are there? *Biodiversity and Conservation*. 2: 215–232.

Van Valen L. 1976. Ecological species, multispecies, and oaks. *Taxon*. 25:233–239.

Visser ME. 1994. The Importance of Being Large: The Relationship Between Size and Fitness in Female of the Parasitoid *Aphaerata minuta* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Animal Ecology*. 63: 963-978.

Wharton RA. 1998. Introducción. En: Manual para los géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del nuevo mundo. Warton RA, Marsh PM, Sharkey MJ. The International Society Of Hymenopterist. Washington DC.

Wiley EO. 1978. The evolutionary species concept reconsidered. *Syst. Zool.* 27:17–26.

Wilson EO. 1992. The diversity of Life. *Biodiversity and Conservation*. 2:327-330

Wright S. 1940. The statistical consequences of Mendelian heredity in relation to speciation. En: Huxley J. *The New Systematics*. Oxford University Press, London, England, UK.

Yang ZH, Goldman N, Friday A. 1994. Comparison of models for nucleotide substitution used in maximum-likelihood phylogenetic estimation. *Molecular Biology and Evolution*. 11:316- 324.

Yu, D. S., van Achterberg, C., and Horstmann, K. (2005). *World Ichneumonoidea 2004. Taxonomy, biology, morphology and distribution*. CD/DVD. Taxapad, Vancouver, Canada. www.taxapad.com.

Yule GU. 1924. A mathematical theory of evolution based on the conclusions of Dr. J. C. Willis, FRS. *Philos. Transactions of the Royal Society of London, Bulletin of Biological Sciences* 213: 21–87.

Zaldivar-Riverón A, Belokobylskij SA, León-Regagnon V, Martínez JJ, Briceño R, Quicke DLJ. 2007. A single origin of gall association in a group of parasitic wasps with disparate morphologies. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44: 981–992.

Zaldivar-Riverón A, Belokobylskij SA, León-Regagnon V, Briceño-G. R, Quicke DLJ. 2008. Molecular phylogeny and historical biogeography of the cosmopolitan parasitic wasp subfamily Doryctinae (Hymenoptera: Braconidae). *Invertebrate Systematics* 22: 345–363.

Zaldivar-Riverón A y De Jesús-Bonilla VS. 2010. Redescription of the species of the Neotropical parasitoid *Notiospathius Mathews et Marsh* (Braconidae: Doryctinae) based on their nineteenth and early twentieth century types. *Zootaxa* 2543:31-42.

