

**CARACTERIZACIÓN DE UNA NUEVA ESPECIE PLAGA DEL  
GÉNERO *Rhynchuchus* (COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE) ENCONTRADA EN  
*Passiflora mollissima* (KUNTH) L. H. BAILEY (CURUBA), MEDIANTE EL  
ANÁLISIS DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS**

**AURA NATALIA JIMÉNEZ MEDRANO - JUAN PABLO TORRES RUBIANO**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
EXTENSIÓN FACATATIVÁ  
FACATATIVÁ  
2018**

**CARACTERIZACIÓN DE UNA NUEVA ESPECIE PLAGA DEL  
GÉNERO *Rhynchuchus* (COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE) ENCONTRADA EN  
*Passiflora mollissima* (KUNTH) L. H. BAILEY (CURUBA) MEDIANTE EL  
ANÁLISIS DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS**

**AURA NATALIA JIMÉNEZ MEDRANO - JUAN PABLO TORRES RUBIANO**

**Trabajo de grado presentado para optar por el  
título de ingenieros agrónomos**

**JENNY LILIANA GARCÍA MORANTES M.SC. ENTOMOLOGÍA  
Directora trabajo de Grado**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
EXTENSIÓN FACATATIVÁ  
FACATATIVÁ  
2018**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

**JENNY LILIANA GARCÍA MORANTES**  
**Directora del proyecto**

---

**ERIC GIOVANNY OSORIO OLEA**  
**Jurado**

---

**LUZ NANCY MATEUS VARGAS**  
**Jurado**

## DEDICATORIA

A mis padres Angélica y Gonzalo por su gran amor, apoyo incondicional y sus enseñanzas acerca de los sueños y la existencia. A mi hermana Irene por su cariño y compañía, pero especialmente por recordarme que todos los días pueden crearse infinidad de fórmulas para vivir.

Natalia

La vida nos da la oportunidad de amar y entender el propósito por el cual estamos aquí. Por ello, dedico este trabajo a Dios, que a diario ilumina mi camino y me guía en el anhelado sueño de ser y no estar. A mi madre, Lucerito, por su amor y cariño, a todos mis hermanos, por cada palabra de aliento, y a Nefertari, por su tiempo venidero.

Juan Pablo

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiéramos expresar nuestros más profundos agradecimientos a la Directora de esta Tesis Jenny Liliana García Morantes, por la confianza depositada en nosotros, su compromiso, seguimiento y estímulo que han permitido la consecución de esta investigación. Así como por poner a nuestra disposición equipos, materiales y los individuos de la nueva plaga encontrada fruto de su trabajo en los años anteriores.

Al cuerpo docente del programa de Ingeniería Agronómica que hizo parte de nuestro proceso formativo, que no solamente buscó formar nuevos profesionales sino también personas con capacidad para trabajar en equipo, con pensamiento crítico, conciencia ambiental y ética profesional; que consigan ser agentes de cambio en el sector agrario del país y del mundo. Especialmente, al Ingeniero Oscar Alberto Pérez Suárez (Q. D. E. P) quien, aunque ya no se encuentre con nosotros, durante el poco tiempo compartido nos brindó sus lecciones, su optimismo y estímulo al iniciar la carrera. Al ingeniero Jorge William Montenegro Otalora por sus enseñanzas, sus consejos, su apoyo, por ofrecernos una visión integral de la Ingeniería Agronómica y por estar siempre atento desde el comienzo a nuestros progresos como estudiantes y como personas. A nuestra apreciada maestra y agróloga María Angela Pinzón Pinto por su compromiso, pero sobre todo por siempre creer en nosotros, por inspirarnos, por enseñarnos a pensar, a valorar nuestros talentos, a autoexigirnos y por inculcarnos el amor a uno de los recursos más preciados en la tierra. Al Ingeniero Eric Giovanni Osorio Olea por impulsarnos a integrar el grupo de investigación gracias al que iniciamos nuestros primeros ensayos en la línea de la entomología. Al Ingeniero Edwin Antonio Gutiérrez Rodríguez quien durante el tiempo que lideró nuestro proceso como

monitores de investigación con su ejemplo sembró en nosotros el interés por el ejercicio de la investigación científica, la importancia de la determinación, la responsabilidad, la dedicación y del perfeccionismo cuando se trata de reconocer nuestras fallas para mejorarlas y así, ser capaces de superar los desafíos que se presenten para poder contribuir realmente al desarrollo del sector agrario del país.

Asimismo, al personal del Laboratorio de Entomología Sandra y Freddy por el préstamo de equipos, materiales, pero sobre todo por su paciencia cuando era hora de finalizar las jornadas de trabajo y por estar dispuestos a ayudar en toda ocasión.

A todas las personas que nos han brindado su amistad sincera, con quienes compartimos momentos estupendos y que han aportado a nuestro crecimiento personal y profesional a lo largo de nuestra vida.

Finalmente, no existen palabras que describan el profundo agradecimiento a nuestras familias por su amor, comprensión y respaldo incondicional. Y a Dios por permitirnos alcanzar este logro y hacer que todo sea posible.

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue la caracterización, mediante el análisis de parámetros morfométricos, de una nueva especie plaga del género *Rhynchuchus* (Coleóptera: Curculionidae) encontrada en *Passiflora mollissima* (Kunth) L. H. Bailey (Curuba).

Se emplearon hembras y machos de *Rhynchuchus* sp, recolectados por García-Morantes (2016), en su estudio “Fenología y herbívoros plaga del cultivo de curuba en Pasca, Cundinamarca”. Para el análisis morfométrico se fotografiaron el abdomen, antenas y patas (3X) y cabeza (6.3X) de los especímenes, con una cámara web V-06 UNITEC® de 5MP con zoom de 10X y 6 leds, empotrada de forma artesanal en un estereoscopio NIKON SMZ800.

Los análisis estadísticos se realizaron con los programas INFOSTAT Versión 2018, Past Versión 2.17, IBM SPSS Statistics 22.

Para la morfometría lineal se empleó la metodología propuesta por Sokal y Rohlf (1974), utilizando medidas valoradas tradicionalmente como caracteres diagnósticos. También se determinaron medidas descriptivas de tendencia central (moda y media) y de dispersión (desviación estándar). Las mediciones se realizaron con el programa tpsDIG Versión 1.8; además, se verificó la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov Smirnov ( $p < 0.05$ ) y la homocedasticidad con la prueba Levene ( $p < 0.05$ ). Debido a que no se encontró normalidad en los datos, se aplicó la prueba no paramétrica de U-Mann-Whitney ( $p < 0.05$ ); y con las variables que presentaron diferencias significativas en los grupos (Hembra-Macho) se realizó un análisis discriminante (AD), encontrándose que las variables que describen, representan y permiten la diferenciación de los individuos del *Rhynchuchus*

sp., son: el ancho del abdomen (AnAB), la longitud de flagelo (LFLAG), la longitud del escapo (LES) y el ancho del escapo (AnES).

En la morfometría geométrica se empleó el programa TPSdig Versión 2.31 para digitalizar los puntos homólogos. Con el programa TPSRelw Versión 2.16 se realizó el ajuste generalizado de Procrustes, obteniendo así la matriz de pesos (Weight Matrix). Con esta información se analizó el dimorfismo sexual ejecutando un análisis de componentes principales (PCA). Se generó un análisis discriminante (AD) con la finalidad de obtener las diferencias de forma entre la morfología de la hembra y la del macho. Para determinar las diferencias significativas en el tamaño de cada estructura (Hembra vs. Macho) se compararon las matrices Centroid-size de cada una de las estructuras estudiadas con la Prueba t ( $p < 0.05$ ). Finalmente se utilizaron: el centroide como variable independiente y los componentes uniformes de forma UniY y UniX como variables dependientes, para realizar la correlación r de Pearson (Alometría = Valor  $p > 0.5$  -Sig  $p < 0.05$ ), encontrándose que el único carácter morfogenético (alometría) que diferencia hembras y machos es el escapo; lo que se interpretó como una selección intrasexual por la competencia de los machos en época de apareamiento.

Se estableció la existencia de dimorfismo sexual a partir del tamaño y forma de las diferentes estructuras corporales de la nueva especie plaga de curuba *Rhinchuchus* sp.

La diferencia morfológica en el ancho del abdomen (AnAB), el largo de flagelo (LFLAG), la longitud y el ancho del escapo (LES, AnES) entre los individuos del nuevo registro *Rhinchuchus* sp. son rasgos comparativos que permiten reconocer y diferenciar los sexos mediante morfometría lineal. Sin embargo, con el uso de la morfometría geométrica y los modelos estadísticos propuestos, se estableció que el escapo fue el principal carácter



diagnóstico de la especie; debido a que la forma, la segregación y el tamaño, difieren significativamente entre hembras y machos.

Por medio de este estudio fue posible evidenciar que el uso de la morfometría lineal y geométrica para la determinación del dimorfismo sexual, tomando como fundamento los análisis estadísticos, es una metodología útil y eficaz para la diferenciación y caracterización de nuevas especies de curculiónidos plaga, la cual puede favorecer el manejo integrado de los mismos.

**PALABRAS CLAVE:** Plaga, *Rhinchunchus* sp., Morfometría Lineal, Morfometría Geométrica, Tamaño, Forma, Dimorfismo Sexual, Caracteres Diagnóstico.

## TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	12
Planteamiento del problema .....	15
Hipótesis .....	16
Justificación .....	17
Objetivos.....	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos .....	19
Marco Teórico .....	20
Plagas de importancia en el cultivo de la curuba.....	20
<i>Rhinchuchus</i> sp (Nuevo registro - García-Morantes, 2016) (Curculionidae: Entiminae)	23
Descripción Morfológica de la plaga.....	24
Daño.....	26
La curuba ( <i>P. mollissima</i> ) y el nuevo registro <i>Rhinchuchus</i> sp. (Nuevo registro - García-Morantes, 2016).....	26
Caracteres de importancia taxonómica de la tribu <i>Naupactini</i> .....	31
<i>Caracteres de Importancia observables en la Morfología Externa</i> .....	32
<i>Caracteres de Importancia observables en los Genitales</i> .....	34
Morfometría .....	35
<i>Análisis Estadístico Multivariado (AEM)</i> .....	36
<i>Otros análisis</i> .....	40
Metodología.....	42
Especímenes de <i>Rhinchuchus</i> sp.....	42
Análisis morfométrico .....	42
Morfometría lineal .....	42
Morfometría geométrica .....	44
Resultados.....	46
Morfometría lineal .....	46
<i>Pruebas de Normalidad y Homocedasticidad</i> .....	47
<i>Análisis discriminante</i> .....	48
Morfometría geométrica .....	50
<i>Análisis de componentes principales (PCA) y Análisis discriminante (AD)</i> .....	50

<i>Escapo</i> .....	51
<i>Abdomen</i> .....	52
<i>Cabeza</i> .....	53
<i>Fémur</i> .....	54
<i>Prueba t – Diferencias en el tamaño</i> .....	55
<i>Alometría e Isometría</i> .....	55
Discusión .....	57
Alometría e Isometría .....	65
Conclusiones.....	67
Bibliografía.....	69
Anexos .....	82

## Introducción

América del Sur posee una gran diversidad de frutas nativas y exóticas con diversas propiedades nutricionales y funcionales, siendo muy llamativas para la agricultura, tecnología de los alimentos, la ciencia y las aplicaciones industriales (García-Ruiz, Girones-Vilaplana, León, Moreno, Stinco, Meléndez-Martínez, Ruales, 2017).

Colombia posee 48 especies de Passifloraceae endémicas (Hernández y Bernal, 2000). De acuerdo con Santamaría-Galindo, Castro-Ávila, Ebratt-Ravelo y Margarita-Brochero (2014), dentro de las especies cultivadas que componen el mercado nacional e internacional se destacan el maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Degener 1932), la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss 1805), la gulupa (*Passiflora edulis f. edulis* Sims 1818) y la curuba (*Passiflora mollissima* (Kunth) LH Bailey).

*Passiflora mollissima* (Kunth) LH Bailey es “fuente de vitaminas, calcio, hierro, fósforo, potasio y fibra, además de ser rica en antioxidantes fenólicos naturales” (García-Ruiz *et al.*, 2017). Sin embargo, aunque en los últimos años la producción de la curuba exhibe un potencial económico creciente para el país, el control poco efectivo de las plagas que atacan este cultivo constituye una de las limitantes más importantes (Santamaria-Galindo *et al.*, 2014), ocasionando pérdidas económicas de 1,2 billones de pesos anuales; hecho debido principalmente a las aplicaciones calendarizadas de productos de síntesis química sin tener en cuenta la especificidad de las moléculas aplicadas (Bernal y Díaz, 2005).

En el marco de un manejo integrado de plagas, el reconocimiento de las especies es de vital importancia para plantear estrategias y efectuar acciones de monitoreo y control

exitosas que permitan alcanzar mayores rendimientos, disminuir las pérdidas económicas y el impacto ambiental negativo. No obstante, son pocos los estudios que describen y permiten el reconocimiento preciso y la diferenciación de los herbívoros que afectan el cultivo de la curuba; lo que se complica aún más en las zonas ecosistémicas en donde la biodiversidad es mayor, como son los bosques andinos cuya área integra en gran proporción el *Bosque Húmedo Montano Bajo* (Ariza-Cortés, Toro-Murillo y Lores-Medina, 2009 p. 82), zona que corresponde al lugar en donde fue observado *Rhinchuchus* sp, el nuevo registro plaga encontrado por García-Morantes (2016), en el cual se centra esta investigación.

El nuevo registro *Rhinchuchus* sp. pertenece a la tribu Naupactini, cuyos miembros presentan gran importancia fitosanitaria siendo plagas en diversos cultivos (Lanteri, y Del Río, 2008). Particularmente el nuevo registro causó defoliación de un 60% en brotes apicales, por lo que fue catalogada como la plaga más limitante en el la investigación, (García-Morantes, 2016).

Teniendo en cuenta que los sistemas de identificación y clasificación de insectos siempre se han basado en los caracteres morfológicos, debido a que son la orientación más empleada desde Linneo hasta la actualidad (Rodríguez, Arece, Olivares, y Roque, 2009) y el hecho de que para la nueva plaga encontrada no existe una descripción de los caracteres morfológicos (patas, antenas, cabeza, etc) (Armendáriz-Toledano, Niño, Sullivan, Kirkendall y Zúñiga, 2015) ni se han determinado los rasgos morfológicos de mayor importancia para su reconocimiento; es necesario integrar enfoques cuantitativos aplicados al estudio de la morfología y de los rasgos de mayor representatividad del nuevo registro para que sea posible reconocerlo efectivamente cuando se encuentre nuevamente como plaga atacando otros cultivos (Armendáriz-Toledano *et al.*, 2015). Por lo tanto, en esta investigación se

establecieron los rasgos morfológicos diferenciales más importantes presentes en las antenas, patas, la cabeza y el abdomen de la nueva especie registrada, perteneciente al género *Rhynchuchus* (Coleóptera: Curculionidae) mediante la aplicación de la Morfometría Lineal y Geométrica y de los Análisis Estadísticos Multivariados que integran estas metodologías.

## **Planteamiento del problema**

Durante el desarrollo del cultivo de curuba (*P. mollissima*) en diferentes áreas del país, se presentan problemas fitosanitarios que afectan la productividad y calidad de la cosecha (Murguido y Elizondo, 2007). García-Morantes (2016) encontró una nueva especie insectil del género *Rhinchuchus* (Coleóptera: Curculionidae) que ataca rápidamente a dicho cultivo, alimentándose de hojas, tallos y frutos, siendo limitante para su producción. Por lo tanto se requiere una caracterización de los rasgos morfológicos que faciliten la identificación oportuna de este insecto en campo y así poder realizar controles efectivos que disminuyan las pérdidas en la cosecha y por ende los costos de producción.

**Las preguntas de investigación que se pretenden responder en esta investigación son:**

¿Es posible establecer rasgos morfométricos significativos que diferencien a machos y hembras de *Rhinchuchus* sp. (Coleóptera: Curculionidae)?

¿Existe dimorfismo sexual entre los individuos de *Rhinchuchus* sp. (Coleóptera: Curculionidae)?

## Hipótesis

Para responder las preguntas anteriormente mencionadas se plantean las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: No existen rasgos morfológicos que diferencian a machos y hembras de *Rhinchuchus* sp. (Coleóptera: Curculionidae)

H<sub>1</sub>: Existen rasgos morfológicos que diferencian a machos y hembras de *Rhinchuchus* sp. (Coleóptera: Curculionidae)

H<sub>0</sub>: No existe dimorfismo sexual en la especie *Rhinchuchus* sp. (Coleóptera: Curculionidae)

H<sub>1</sub>: Existe dimorfismo sexual en la especie *Rhinchuchus* sp. (Coleóptera: Curculionidae)



## Justificación

En Colombia, las exportaciones de pasifloras (entre ellas la gulupa, el maracuyá, la granadilla, la cholupa, la badea y la curuba) han crecido notoriamente durante los últimos años pasando de 4.908 toneladas en 2014 a 7.925 toneladas en 2016, cifra que corresponde a un aumento del 20% además del hecho de que se ha logrado reemplazar casi la totalidad de las importaciones por producción nacional (AgronetMADR, 2017).

Por su parte, el cultivo de curuba (*P. mollissima*) está adquiriendo gran importancia en todas sus áreas, tanto en la producción, como en la comercialización y exportación (Fischer, Carranza, Miranda, Magnitskiy, Casierra, Piedrahíta y Flores, 2009). En el 2011 de todas las áreas sembradas con pasifloras en el territorio nacional, la curuba ocupaba el 12,6%, en un área de 2.111 hectáreas y con una producción de 20.614 toneladas (MADR, 2011). Posteriormente, del año 2010 al 2015 se exportaron cerca de 42,218 toneladas netos de curuba, cifra que correspondió en ese entonces a \$288.683.144 pesos colombianos y US\$145.606 dólares (DANE,2017). De manera que en la actualidad muchas familias rurales subsisten gracias a la comercialización de esta fruta en los mercados regionales.

Es importante resaltar que desde el 2014 hasta el 2016 se ha incrementado la producción en todas las pasifloras, llegando hasta 180.241 toneladas, en un área de 15.301 hectáreas y una generación de 20.911 empleos. Distribuidas las áreas de producción en 24 departamentos y 422 municipios, es el departamento del Huila el principal cultivador (46.538 toneladas) seguido de los departamentos de Antioquia, Boyacá, Valle del Cauca y Meta (AgronetMADR,2017).

Sin embargo, las pérdidas que se generan en cultivo tienen un porcentaje promedio del 12%; pérdidas en las que inciden los problemas fitosanitarios, los cuales son generados

por insectos plaga (Morera, 2012). Por esto, la debida identificación de todas las plagas que causan daño a nivel económico es fundamental para un adecuado manejo; en el que se debe evitar la aplicación excesiva de insecticidas, los cuales tienen un efecto nocivo en el medio ambiente como sabemos. Esa identificación requiere de un amplio reconocimiento de los rasgos morfométricos del insecto, recalándose el hecho de que la morfometría y la determinación del sexo para la distinción y caracterización de nuevas especies de curculiónidos, auxilian el manejo integrado de plagas y son útiles en investigaciones sobre la razón sexual, cópula y hábitos de ovoposición de los mismos (Fonseca, Menezes, Santos, Assis Júnior, Fonseca, y Soares, 2014).

## Objetivos

### Objetivo general

Caracterizar mediante el análisis de parámetros morfométricos una nueva especie plaga del género *Rhynchuchus* (Coleóptera: Curculionidae) encontrada en *Passiflora mollissima* (Kunth) L. H. Bailey (curuba).

### Objetivos específicos

- Establecer rasgos morfológicos diferenciales de la nueva especie plaga mediante un análisis estadístico cuantitativo
- Determinar la posibilidad de un dimorfismo sexual en la nueva especie plaga mediante métodos morfométricos.

## Marco Teórico

La curuba (*Passiflora mollissima* Kunth L. H. Bailey), tiene como centro de origen la región andina del continente americano, específicamente en Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (Chaparro-Rojas, Maldonado, Franco-Londoño y Urango-Marchena, 2014). Pertenece a la familia de las pasifloráceas, orden Malphigiales, clase Magnoliopsida (Hoyos, 1989). Se caracteriza por ser enredadera y presentar hojas ovaladas con margen aserrado. Sus flores son tubulares con una bráctea cilíndrica verde, de pétalos blancos con matices rosa, oblongos y con el ápice obtuso (Gonzales y Bautista, 1998). Y de acuerdo con Escobar (1998), el fruto es una baya oblonga con pericarpio blando.

En el caso particular de Colombia, la curuba integra el grupo de las especies de pasifloras cultivadas con mayor volumen en el mercado nacional e internacional (Santamaría-Galindo *et al.*, 2014). Sin embargo, el manejo de plagas en este cultivo causa pérdidas económicas de 1,2 billones de pesos anuales; siendo una de las principales razones de este hecho la poca eficacia de los controles basados en la aplicación calendarizada de productos de síntesis química, sin tener en cuenta la especificidad en las moléculas de esos productos, lo que ocasiona deterioro en la calidad de los frutos, bajos rendimientos y contaminación ambiental (Bernal y Díaz, 2005). En el marco de un manejo integral de plagas, el reconocimiento de las especies plaga es de vital importancia para plantear estrategias y efectuar acciones de monitoreo y control exitosas, con el fin de alcanzar mayores rendimientos, disminuir las pérdidas económicas y el impacto ambiental negativo.

### **Plagas de importancia en el cultivo de la curuba**

Según Santamaría-Galindo *et al.*, (2014), las moscas del género *Dasiops Rondani* (McAlpine, 1987) (Diptera: Lonchaeidae) son unos de los herbívoros plaga de mayor

importancia ya que limitan en gran medida la producción en el cultivo de la curuba, porque afectan los botones florales y los frutos para completar su desarrollo biológico, ocasionando pérdidas de producción cercanas al 60%. Los principales síntomas atribuidos a la infestación del género *Dasiops* spp., que se observan durante la etapa reproductiva del cultivo, son el arrugamiento de frutos y el amarillamiento de botones florales (Ambrecht, Chacón y Rojas *et al.*, 1986).

Además de las moscas del género *Dasiops Rondani* se han reportado como plagas de importancia en el cultivo de la curuba, clasificadas de acuerdo con el daño que causan:

Los insectos barrenadores como *Heterachthes* sp (Newman, 1840) (Coleóptera: Cerambycidae), *Nyssodrys* sp (Bates, 1864) (Coleóptera: Cerambycidae), *Syllepsis* sp (Lepidóptera: Piralidae), *Anastrepha* spp. (Díptera: Tephritidae), *Zaprotica salebrosa* (Wheeler, 1968) (Drosophilidae: Lonchaeidae), *Lonchaea cristula* (Mcalpine, 1984) (Drosophilidae: Lonchaeidae), *Pyrausta perelegans* (Hampson, 1898) (Lepidóptera:Pyralidae), *Syllepsis* sp (Lepidóptera:Pyralidae), *Dasiops curubae* (Steyskal, 1980) (Díptera: Lonchaeidae); estos construyen galerías en los tallos, hojas, flores y frutos, destruyendo los vasos conductores de la savia, se alimentan de la epidermis de las hojas e inducen también la caída de los botones y frutos recién formados (Campos-Espinoza, 2001).

Insectos pertenecientes al género *Frankliniella* (Thysanoptera) o trips de las flores, cuyo hábito alimenticio es succionador, así como los de la especie *Tetranychus telarius* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), el ácaro ampollador del fruto *Genus* sp (Acari) y el lorito verde *Empoasca dimorpha* (Ruppel y Romero, 1972) (Hemiptera: suborden Auchenorrhyncha) (Campos-Espinoza, 2001).

Insectos masticadores como el esqueletizador del curubo *Dione juno* (Cramer, 1779)

(Lepidoptera: Heliconiidae) cuyas larvas consumen la cáscara de los frutos, el cucarrón de mayo *Manopus biguttatus* (Laporte, 1840) (Coleóptera: Scarabeidae), (ICA, 2006) y los lepidópteros: *Copitarsia consueta* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae), *Peridroma saucia* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) y *Spodoptera* sp, (Lepidoptera: Noctuidae); estos últimos pueden causar pérdidas económicas de hasta un 15% de la producción (Bernal y Díaz, 2005).

En el cultivo de curuba se han reportado también insectos plaga de las familias Tephritidae (Diptera), Chrysomelidae y Curculionidae (Coleóptera), Cicadellidae (Hemiptera) y Nymphalidae (Lepidóptera) (Espejo, Hidalgo, Santamaría-Galindo y Fernández, 2013). García-Morantes (2016) menciona que algunos autores han reportado varias especies de la subfamilia Entiminae como plagas de la curuba, la *Naupactus* sp., *Exorides* spp. también algunas especies pertenecientes a las subfamilias *Brachyomus* spp., *Compsus* spp. y *Brachyderinae Pandeletius* sp.

Esta investigación se centra en el nuevo registro plaga (*Rhinchuchus* sp) (Curculionidae: Entiminae) perteneciente a la tribu Naupactini, encontrado por García-Morantes, (2016) durante el desarrollo del estudio “La fenología y herbívoros plaga del cultivo de curuba en Pasca, Cundinamarca” que integró el proyecto “Ecofisiología, nutrición mineral y manejo integrado de plagas y enfermedades en aguacate, curuba, gulupa y tomate de árbol orientados hacia su manejo agronómico, como materia prima para el desarrollo de productos de interés comercial”, de “la Red Nacional para la bioprospección de frutos tropicales”, financiado por el Departamento Administrativo de Ciencias, Tecnología e Innovación COLCIENCIAS realizado por la Universidad Nacional de Colombia en el año 2016, Código: 110154332012; contrato 459/2013.

Los insectos pertenecientes a la tribu Naupactini o los “gorgojos de rostro corto”, presentan una gran importancia fitosanitaria (Lanteri, y Del Río, 2008). Es poco lo que se conoce sobre la diversidad de las especies que integran la tribu Naupactini, nunca se han estudiado sus relaciones filogenéticas, y la información sobre sus plantas hospedantes y aspectos biológicos es escasa, pero se han reportado especies como plagas de la papa y de otros cultivos de importancia económica ( Munro 1968; Peña 2001; Lanteri, y Del Río, M. G.,2008). Sus adultos son defoliadores y sus larvas exofíticas viven en el suelo, donde se alimentan externamente en las raíces de sus plantas hospedantes (Del Río, y Lanteri, 2016).

***Rhinchuchus* sp (Nuevo registro - García-Morantes, 2016) (Curculionidae: Entiminae)**

García-Morantes (2016) clasificó taxonómicamente al nuevo registro del orden Coleóptera, dentro de la familia Curculionidae, subfamilia Entiminae, tribu Naupactini, género *Rhinchuchus* .

La familia Curculionidae es una de las más grandes del orden Coleóptera, con más de 45.000 especies registradas (Anderson, 2000). Los insectos miembros de esta familia generalmente se alimentan de los diferentes tejidos de las plantas, son comúnmente conocidos como barrenadores (Atkinson, Saucedo, Martínez, y Burgos, 1986).

Morfológicamente se caracterizan por tener huevos blanquecinos de 6 mm (Fernández y Cordero, 2007), las larvas son escarabeiformes, sin patas y de cabeza café, algunas blancas o de color rosa (Espinoza y Arguedas, 2005). Los adultos son pequeños, aunque algunos llegan a medir más de 3 cm (Soto, Orengo y Estrela, 2002).

En esta familia se incluye a la subfamilia Entiminae, de la cual, según Tuñón (2010); Wibmer y O'Brien, (1986 ) Oberprieler, Marvaldi, Anderson (2007), Alonso-Zarazaga y Lyal, C.H.C (1999) y Blackwelder, (1947), se han encontrado 15 tribus representativas en Colombia que son: la Tribu Anomophthalmiini Morrone, 1998, la Tribu Anypotactini Champion, 1911, la Tribu Cylydrorhiniini Lacordaire, 1863, la Tribu Entimini Schönherr, 1823, la Tribu Eudiagogini LeConte, 1874, la Tribu Eustylini Lacordaire, 1863, la Tribu Lordopini Schönherr, 1823, la Tribu Otiorhynchini Schönherr, 1826, la Tribu Polydrusini Schönherr, 1823, la Tribu Premnotrypini Kuschel, 1956, la Tribu Sitonini Gistel, 1848, la Tribu Tanymecini Lacordaire, 1863, la Tribu Thecesternini Lacordaire, 1863, la Tribu Tropiphorini Marseul, 1863 (que es igual a Leptopini) y la Tribu Naupactini Gistel, 1848.

### **Descripción Morfológica de la plaga**

De acuerdo con García-Morantes (2016) el *Rhinchuchus* sp. (Nuevo registro) posee “probóscide corta y ancha”, demás presenta una longitud de 4mm de largo y 1,8 mm de ancho aproximadamente; el “escapo antenal curvado, los élitros subovales y fórmula tarsal 5-5-5” (Figura 1).

Menciona también que las hembras “poseen ovopositor tipo I, largo, delgado y flexible con coxitas moderadamente esclerosadas y estilos presentes” (Figura 2). Asimismo, la espermateca fue clasificada por la autora como tipo I (Figura 2)., siendo estas últimas una de las principales características del género *Rhinchuchus*, García-Morantes (2016).

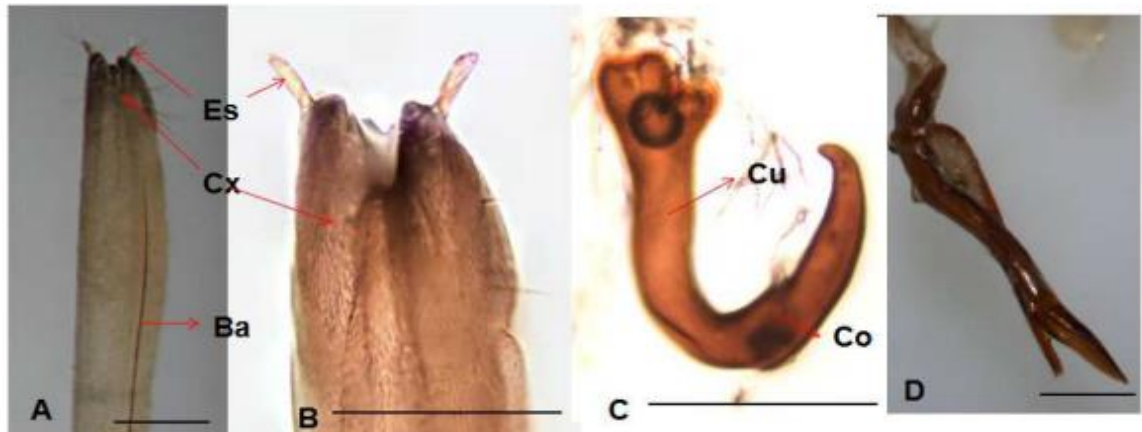


**Figura 1.**  
**Nuevo registro *Rhinchuchus* sp. (Adultos)**



**Figura 1.** Nuevo registro *Rhinchuchus* sp. (Adultos). A. Vista lateral de la cabeza B. Vista dorsal hembra. C. Vista Ventral hembra. D Hembra y macho. Escala 1mm. (Fuente: García-Morantes,2016).

**Figura 2.**  
**Genitalia de *Rhinchuchus* sp.**



**Figura 2.** Genitalia de *Rhinchuchus* sp. A. Ovipositor (Tipo I). B. Ápice del Ovipositor Vista Ventral. C. Espermateca tipo I. D. estilo; Cx: coxita, Ba: baculi; Cu: cuerpo; Co: cornu. Escala 0,2mm (Fuente: García-Morantes, 2016).

## **Daño**

El nuevo registro (*Rhinchuchus* sp.) causó defoliación de un 60% en las hojas jóvenes del tercio superior (brotes apicales), por lo que fue catalogada como la plaga más limitante en su investigación (García-Morantes,2016).

Adicionalmente, la autora refirió que los adultos consumieron las hojas desde el margen hasta la nervadura central; por otra parte, calculó el porcentaje de daño con la infestación mínima, la infestación promedio y la infestación máxima; en donde el porcentaje del 1% de daño es causado por una infestación promedio de 0,28%, (5 individuos) y un porcentaje de daño de 60% corresponde a una infestación promedio de 2,49% (45 adultos). Finalmente desarrolló la escala que representa el daño ocasionado por este insecto.

García-Morantes (2016) menciona que la abundancia poblacional, el nivel de daño y el hecho de que se encontraran individuos en cópula, son indicios de que la curuba es el hospedante primario de esta especie.

### **La curuba (*P. mollissima*) y el nuevo registro *Rhinchuchus* sp. (Nuevo registro - García-Morantes, 2016)**

La curuba es un fruto de gran valor nutricional ya que aporta vitaminas A, C, riboflavina, potasio, fósforo, magnesio, sodio, cloro y hierro (Chaparro-Rojas, *et al.*,2014). Por otra parte, Kamaldeep, Sanju y Anupam (2004). Bernal y Díaz (2005) mencionan que la curuba (*P. mollissima*) posee un gran potencial para curar diversas enfermedades gracias a sus fitoconstituyentes que, como en cualquier otra especie del género *Passiflora*, son principalmente: flavonoides, glucósidos, alcaloides, fenoles y compuestos volátiles; los cuales son capaces de captar radicales libres causantes del estrés oxidativo que está relacionado con

el origen y desarrollo de padecimientos cardiovasculares, neurodegenerativos y cáncer (Kamaldeep *et al.*, 2004). Es importante resaltar que los flavonoides, los fenoles y los compuestos cianogénicos entre otros, al ser metabolitos secundarios, tienen efectos inhibitorios para patógenos, y deletéreos para insectos y arvenses; por lo que al extraerse podrían emplearse como biocontroladores para la solución de problemas fitosanitarios (Celis, Mendoza, Pachón, Cardona, Delgado, y Cuca, 2008).

Específicamente los *compuestos cianogénicos* son hidrolizados enzimáticamente formando cianuro de hidrógeno, cuya función más probable es la “disuasión alimentaria” de un amplio rango de herbívoros, dado que son altamente tóxicos (Schoonhoven, van Loon, y Dicke, 2005). Sin embargo, García-Morantes y Brochero afirmaron que: “El nuevo registro *Rhinchuchus* sp. sería capaz de metabolizar los compuestos cianogénicos presentes en las hojas de la curuba, de las cuales se alimenta en estado adulto, suprimiendo la toxicidad que le provoquen” (L. García-Morantes y H. Brochero comunicación personal, octubre, 2017). Además, este insecto podría “reconocer el perfil químico y arquitectura en cada estado fenológico del cultivo de curuba” (García-Morantes, 2016).

**Condiciones Agroecológicas para el cultivo de la curuba, descripción de la zona en donde se encontró el nuevo registro *Rhinchuchus* sp (Curculionidae: Entiminae) y Fluctuación poblacional del *Rhinchuchus* sp (Nuevo Registro) con la fenología del cultivar Momix, la Precipitación Mensual Acumulada y el Déficit de Presión de Vapor (DVP)**

Las plantas de la curuba se desarrollan en un rango altitudinal entre 1.800 y 2.500 msnm, requieren temperaturas entre 13°C a 16°C y una humedad relativa de 70 a 75%. Una alta radiación solar favorece el rendimiento, la coloración y los grados Brix del fruto, pero

puede inducir riesgo de “golpe de sol” (Chaparro-Rojas, *et al.*, 2014). Por otra parte, (Martínez, García, y Sanabria, 2009) mencionan estudios de selección de cultivares en los cuales las plantaciones de curuba se hallaban establecidas entre los 2.350 msnm y 2.850 msnm, con precipitaciones entre 1.500 y 2.000 mm anuales y suelos con pH entre 4,5 y 6,0. Particularmente, el cultivo de curuba cultivar *Momix*, en donde se reportó el ataque de este insecto, fue sembrado en el mes de noviembre de 2014, en el municipio de Pasca-Cundinamarca Vereda Santa Teresita, Finca el Refugio (04°16,350' LN - 074°19,366' LO) a una altitud de 2480 msnm, con una temperatura promedio de 14.78°C día y 13.09°C noche y una humedad relativa media de 90% (García-Morantes, 2016).

Al evaluar la relación entre la fluctuación poblacional del *Rhinchuchus* sp (Nuevo Registro) con la fenología (BBCH) del cultivar *Momix*, la Precipitación Mensual Acumulada y el Déficit de Presión de Vapor (DVP), García Morantes (2016) aplicó la correlación de Spearman y prueba de Kruskal-Wallis, encontrando que no existió relación entre la Precipitación Mensual Acumulada con la infestación de la población de la especie y que hay una relación inversa entre la presencia del Nuevo Registro (*Rhinchuchus* sp) con el Déficit de Presión de Vapor ( $p = 0,041$  y un  $r = -0,770$  con un nivel de significancia de  $p < 0,05$ ). Lo anterior indicó que a menor déficit de Presión de Vapor o “vapor de agua en el ambiente”, la tendencia es que ocurra una mayor infestación de *Rhinchuchus* sp (García-Morantes, 2016).

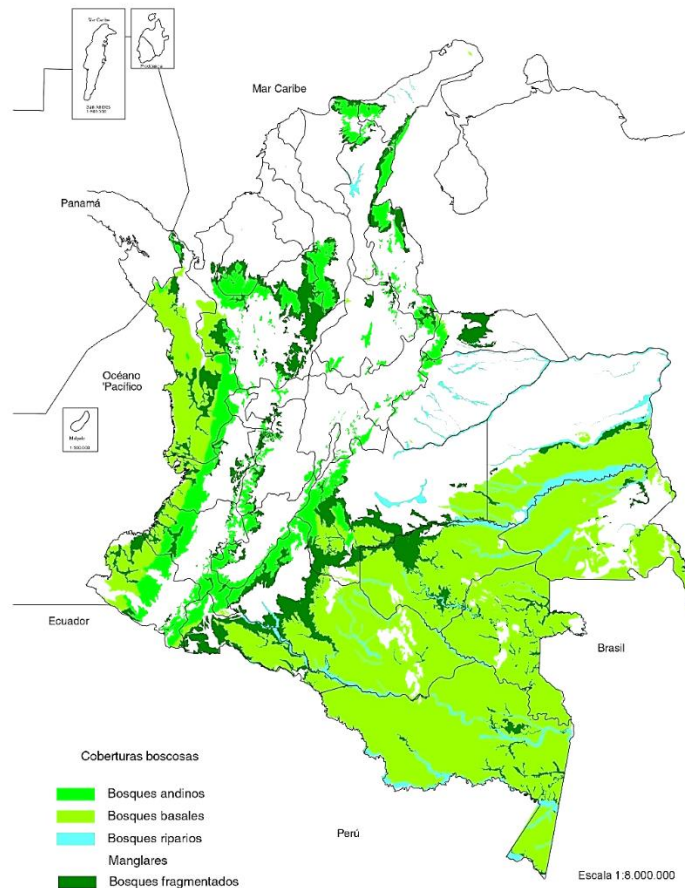
La presencia de esta plaga se encontró relacionada negativamente con la fenología de la planta, como lo expuesto con la correlación de Spearman ( $p = 0,017$  y un  $r = -0,307$  a un nivel de significancia de  $p < 0,05$ ). La autora también encontró diferencias significativas en la prueba de Kruskal- Wallis ( $p = 0,017$ ). Es importante resaltar que García Morantes

(2016) reportó mayor abundancia de estos insectos al finalizar la etapa 3 (Elongación de tallo principal) y comienzo de la etapa 2 (Ramificación lateral), según escala BBCH.

Según García-Morantes (2016), Santamaría *et al* (2014) existen tres zonas de vida óptimas para el desarrollo del cultivo de curuba clasificadas según Holdridge (1967): el Bosque seco Montano Bajo (bs-MB), el Bosque húmedo Montano (bh-M) y el Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), que corresponde a la zona en donde fue encontrado el nuevo registro. Este último, según Guzmán (1996), comprende un rango altitudinal entre los 2000 a 3000 metros sobre el nivel del mar; la temperatura media aproximada se halla entre los 12°C a 18°C y la precipitación promedio anual se encuentra entre los 1000 mm a 2000 mm. En ea zona, la vegetación primaria se ha visto afectada completamente por causas antrópicas, de manera que en ella se halla un amplio desarrollo agrícola debido a que es una zona de gran productividad y con altos niveles de biodiversidad (OAS, 1994); (Guzmán,1996).

En concordancia con lo anterior, es importante resaltar que en Colombia el mayor número de especies del género *Passiflora* se encuentra en la región Andina (Martínez *et al.*, 2009); (Hernández y Bernal, 2000). Ya que, tal como lo mencionan algunos autores, la franja altitudinal que pertenece a los bosques andinos ostenta algunos de “los niveles más altos de concentración de especies por unidad de área, debido a la confluencia de elementos tropicales y montanos. La interacción de factores como precipitación, latitud y altitud privilegiados hacen que estos bosques posean una inmensa riqueza natural” (Ariza-Cortés *et al.*, 2009, p. 82).

**Figura 3.**  
***Coberturas Boscosas de Colombia.***



**Figura 3. Clasificación de las Coberturas Boscosas de Colombia. Fuente: IDEAM y el MinAmbiente (2001).**

En el estudio de los ecosistemas realizado por el Ideam y la Universidad Distrital en el año 1996, el *Bosque Húmedo Montano Bajo BHMb* (también llamado Bosque Húmedo Andino), se encuentra rodeando el *Bosque Seco Andino de la Sabana de Bogotá*, (ambos conforman los denominados Bosques Andinos); el primero, (*BHMb*), se distribuye por el “Sistema de Cordilleras de los Andes en fajas dilatadas de las vertientes del Cauca y Magdalena” que se hallan delimitadas por los páramos hacia la cumbre de las sierras, y en su nivel inferior por “el Piso subandino” de la región cafetera, debido a que en los piedemontes hay mayores precipitaciones por la influencia de las montañas. Este tipo de cobertura se encuentra también en algunas zonas de los cañones en donde predominan ambientes secos como el Chicamocha, Guáitara, Juanambú, Garagoa (Boyacá). Además, se encuentra en algunos territorios húmedos como en el valle de Rionegro, la Ceja (Antioquia) y Silvia (Cauca) (IDEAM y el MinAmbiente, 2001).

Para esta zona de vida los cultivos que se han establecido en Colombia son principalmente la papa, las flores, las hortalizas, los pastos de corte, el maíz, cebada, las fresas y frutales (Guzmán, 1996).

En el bosque Húmedo Montano Bajo Andino colombiano se han adaptado muy bien otras especies de *Passifloraceae* de importancia económica como *Passiflora edulis* (gulupa), *Passiflora edulis* (maracuyá), *P. ligularis* (granadilla) (Hernández y Bernal, 2000). Pudiendo ser todos éstos, otras posibles fuentes de alimento para el nuevo registro *Rhinchuchus* sp., además de la curuba (*P. Mollissima*).

### **Caracteres de importancia taxonómica de la tribu *Naupactini***

Existe una amplia diversidad de enfoques y resultados que hacen a la identificación y clasificación de los insectos múltiple y compleja. Esa diversidad de enfoques se remonta a la época clásica; después de la incursión del “paradigma darwiniano” del siglo XIX, en donde se empieza a considerar el concepto de *parentesco*, se moduló una nueva forma de la práctica taxonómica (Munzón, 2005). Posteriormente se establecieron los clados en lugar de “clases”, lo que influyó en la evolución del sistema de ordenamiento de artrópodos (Munzón, 2005); (Amat-García y Fernández, 2011). Aun así, estos sistemas de organización y clasificación siempre se han basado en los caracteres morfológicos, los cuales son la orientación más empleada para la clasificación de los artrópodos desde Linneo (basado en las alas) hasta la actualidad, complementándose con los tipos de apéndices y la tagmosis (Rodríguez, *et al.*, 2009); (Amat-García y Fernández, 2011).

Hoy en día los avances en la tecnología y la biología molecular permiten alcanzar mayor objetividad y veracidad a la hora de analizar los aspectos morfológicos, tomando importancia a la hora de realizar la clasificación de plagas.

Para conocer la identidad de una especie plaga se utilizan estrategias como el uso de claves taxonómicas y la aplicación de códigos de barras de ADN (Gamboa, 2016); de forma que conocer la morfología del insecto y su biología es fundamental en la realización de este proceso. Otra estrategia es la aplicación de sistemas expertos que realiza un diagnóstico de plagas en el cultivo (Merino, 1991).

### **Caracteres de Importancia observables en la Morfología Externa**

De acuerdo con Del Río, M. G. y Lanteri (2011) existen por lo menos 57 *caracteres* destacables en la morfología externa de las especies de la tribu Naupactini clasificados en continuos y discretos.

En los *caracteres* continuos Del Río, M. G. y Lanteri, (2011) incluyen: **1.** Longitud del cuerpo, tomada desde el ápice del rostrum hasta el ápice del élitro, **2.** Ratio entre la longitud del rostrum y el ancho del rostrum en el ápice, **3.** Ratio entre el ancho de la rostrum en la base y el ancho en el ápice, **4.** Ratio entre ancho del frons y alto del ojo, **5.** Ratio entre la longitud del cuerpo y la longitud de la antena, **6.** Ratio entre la longitud del segmento funicular 2 y 1, **7.** Ratio entre la longitud y el ancho del club antenal, **8.** Ratio entre el ancho máximo y la longitud del pronoto, **9.** Ratio entre la longitud máxima del élitro y la longitud máxima del pronoto, **10.** Ratio entre la longitud máxima y el ancho del élitro, **11.** Ratio entre el ancho del área intercoxal del ventrito 1 y el ancho de la cavidad de la coxa posterior, **12.** Ratio entre la longitud del ventrito 2 y los ventritos 3 + 4, **13.** Ratio entre la longitud del apodema y la placa del esternito VIII, **14.** Ratio entre la longitud del ovipositor y la longitud de los ventrículos 1-5, **15.** Ratio entre la longitud del aedeagus y la longitud de las ventritas 1-5, **16.** Ratio entre la longitud de los apodemas aedeagales y la longitud del lóbulo medio.



Entre los caracteres discretos que hacen parte de la morfología externa Del Río, M. G. y Lanteri, (2011) señalan : **1. Cubierta escamosa de antenas** (presente o ausente), **2. Cubierta escamosa del pronoto** (ausente, escasa o abundante), **3. Cubierta elitral** (escamosa, setosa, escasa-ausente), **4. Cubierta escamosa de los élitros** (ausente, restringida a algunas áreas, o presente en toda la superficie cubriendo por completo o no el integumento), **5. Cubierta elitral de setas decumbentes** (ausente o presente, denso), **6. Setas elípticas** ( ausentes, cortas-suberectas, largas-erectas), **7. Setas del ápice elitral** (ausentes, presentes-comúnmente en forma de penacho), **8. Escutelo** (escamoso, setoso o desnudo), **9. Rostrum y Frons** (lisos, marcadamente-“foveolados”, “foveolados-estrigosos”, estrigosos-“lacunosos”), **10. Pronoto** (liso, acentuado o foveolado, estrigoso, tuberculado, marcadamente “lacunoso”, foveolado-granulosa), **11. Tamaño del epistoma** (estrecho, moderadamente ancho, muy ancho), **12. Epistoma** (deprimido, elevado o con una callosidad posterior transversal), **13. Pre-epistoma** (ausente-reducido o bien desarrollado), **14. Base de la cúspide mandibular** (prominente, levemente proyectado o reducido), **15. Ángulo de la sutura gular** (alrededor de 90 °, moderadamente obtuso o fuertemente obtuso), **16. Antenas** (esbeltas a moderadamente fuertes o muy fuertes), **17. Longitud del escapo** ( corto, sin alcanzar el margen posterior de los ojos; de tamaño mediano, excede ligeramente el margen posterior de los ojos o largo, excediendo ampliamente el margen posterior de los ojos), **18. Escapo antenal** (recto, ligeramente curvado o moderadamente curvado), **19. Artículos funiculares 3-7** ( notoriamente más largos que anchos, un poco más largos que anchos, moniliformes), **20. Base del pronoto** ( recta, forma de "V" o bisinuado), **21. Ancho máximo de los élitros** (alrededor del tercio medio, en el tercio posterior o en el tercio anterior), **22. Escutelo** (indistinto o de pequeño a mediano), **23. Disco elitral** (fuerte a moderadamente

convexo o ligeramente convexo a plano), **24. Base elitral** (fuerte a moderadamente bisinuada, ligeramente bisinuada, recta a ligeramente curvada hacia atrás o fuertemente curvada hacia atrás, **25. Humeri elitral** (fuertemente prominentes, moderadamente prominentes o ligeramente prominentes), **26. Humeri** (redondeado, subcuadrado u oblicuo), **27. Dientes humerales** (ausentes, presentes o prominentes), **28. Ápice elitral** (redondeado, subagudo o agudo), **29. Declive apical del élitro** (fuerte a moderadamente abrupto, ligeramente abrupto o suave), **30. Intervalos elitral** (plano a ligeramente convexo, moderadamente convexo o fuertemente convexo), **31. Coxas frontales** (contiguas, ligeramente separadas, claramente separados unas de otras), **32. Fila de dentículos en el margen interno de la tibia** (presente en los tres pares de tibias, presente en la parte delantera y media de la tibia, presente solo en la parte frontal de la tibia o ausente en los tres pares de tibias), **33. Bisel externo del ápice metatibial** (ancho y escamoso, moderadamente amplio y escamoso o ausente), **34. Peine apical de la tibia posterior** (más largo que el peine dorsal, aproximadamente tan largo como el peine dorsal o más corto que el peine dorsal), **35. Fémur frontal** (más robusto que el fémur medio y posterior o subigual).

### **Caracteres de Importancia observables en los Genitales**

Lanteri, y Del Río, M. G. (2008) resaltan que entre los caracteres de importancia sistemática y filogenética que diferencian a las especies de la tribu se encuentran los caracteres genitales de la hembra: los del ovipositor (3 tipos morfológicos que varían en longitud, baculi, sedas, coxitas y estilos), los del esternito 8° (3 tipos morfológicos según el borde apical, de los cuales se tiene en cuenta la longitud, forma de la lámina, esclerosamiento de la lámina y la pilosidad de la lámina) y los de la espermateca (3 tipos morfológicos cuyos caracteres taxonómicos que aportan mayor información son: tamaño, forma del cuerpo,

nodulus y la longitud del cornu). Sin embargo, añaden estos autores, que entre esos caracteres se destacan: La espermateca, que tiene un valor taxonómico sustancial al evaluarse: su *tamaño*, en proporción con el del cuerpo del insecto o el del abdomen en la diferenciación genérica, y su *forma*, para establecer características puntuales de especies o géneros filogenéticamente derivados y para determinar variaciones intraespecíficas con las diferencias morfológicas del *cornu*. Lanteri, y Del Río, M. G. (2008).

### **Morfometría**

Debido a la necesidad de integrar enfoques cuantitativos aplicados al estudio de la morfología de las especies y el establecimiento de caracteres de diagnóstico (como antenas, patas, genitales) para su identificación (Armendáriz-Toledano *et al.*, 2015), se origina la morfometría.

La morfometría es el estudio de la covariación de la forma con factores subyacentes (Toro *et al.*, 2010). Para describir la variación de patrones morfológicos dentro de un grupo o entre grupos se utilizan diferentes métodos estadísticos como los análisis multivariados y el análisis discriminante, en el cual se toma como base un grupo de variables cuantitativas como largo, ancho, alto y ángulos. Este enfoque se conoce como morfometría tradicional o lineal cuyos estudios se basan principalmente en medidas lineales y de estadística descriptiva.

Por otra parte, Kendall (1977) establece que la forma es toda la información geométrica libre de los efectos de posición, rotación u escala del objeto que se está estudiando; es aquí donde nace la morfometría geométrica.

De acuerdo con Toro *et al.*, (2010) existen dos tipos de morfometría geométrica: 1) De contornos, 2) Hitos discretos. Para el primer caso, la información a tomar en el espécimen

se selecciona de su contorno, observando las partes de mayor cambio y suponiendo que serán homólogas en otros individuos (Rohlf y Bookstein, 1990). Sin embargo, el método más utilizado es el de Hitos discretos. Utiliza puntos homólogos que se describen por medio de coordenadas (x, y, z); dichos puntos deben tener características esenciales como: Homología, Consistencia en la posición relativa, Cobertura adecuada de la forma, Repetibilidad y Coplanaridad (Bookstein, 1996).

### **Análisis Estadístico Multivariado (AEM)**

El objeto y materia del trabajo estadístico está contenido en los datos, los cuales suministran información sobre un individuo o población determinados (Peña, 2002).

El trabajo estadístico posee tres componentes esenciales que son: los objetos o individuos; las características o atributos de los mismos; el espacio y el momento u ocasión en que pueden encontrarse dichos objetos o individuos con sus características (Díaz-Monroy y Morales-Rivera, M, 2012); (Catena-Martínez, Ramos-Álvarez, y Trujillo-Mendoza, 2003).

De acuerdo con los componentes que se consideren en un estudio se presentan diferentes técnicas estadísticas de análisis, entre ellas se encuentran: Técnicas de Análisis Multivariado, Técnicas de Estudio Longitudinales y Técnicas propias de la Estadística Geoespacial o Geoestadística (Díaz-Monroy y Morales-Rivera, M, 2012)

De las tres técnicas de análisis estadístico mencionadas, las Técnicas del Análisis Estadístico Multivariado tratan con datos ligados a conjuntos de medidas sobre un número de individuos u objetos de una población (Díaz-Monroy y Morales-Rivera, M, 2012); (Peña, 2002).

Para el caso de las técnicas del análisis multivariado, cada respuesta o atributo está asociado con una variable; “si tan solo se registra un atributo por individuo, los datos resultantes son de tipo *univariado*; mientras que, si más de una variable es registrada sobre cada objeto, los datos tienen una estructura *multivariada*” (Díaz-Monroy y Morales-Rivera, 2012).

De acuerdo con Catena-Martínez *et al.*, (2003) las técnicas de análisis multivariadas pueden clasificarse de acuerdo con su función en técnicas explicativas y técnicas descriptivas.

Las primeras se usan en contextos de investigación experimental y permiten, según Catena-Martínez *et al.*, (2003 p.26): “contrastar hipótesis relativas a la influencia que nuestras manipulaciones, las variables independientes, tienen sobre las variables dependientes”.

Las técnicas descriptivas se utilizan en contextos no experimentales y se caracterizan porque “nos permiten resumir el conjunto de datos de una forma adecuada a nuestros objetivos” (Catena-Martínez *et al.*, 2003, p.26).

Para algunos autores, los objetivos del estudio y el tipo de datos obtenidos para el tratamiento de la información determinan las técnicas y métodos de análisis a aplicar. Según Díaz-Monroy y Morales-Rivera, (2012), existen dos métodos de análisis que tienen que ver con el tipo de relaciones que las características o variables presentan en una muestra determinada: el Método de dependencia y el Método de interdependencia.

Bien se trate de la ubicación de individuos en grupos de población definidos o de buscar las relaciones entre las características de diferentes individuos o poblaciones, o de saber el cómo y el por qué se asocian las variables de un conjunto de individuos (grupos o

poblaciones), los métodos y técnicas de análisis se ocupan de considerar tipos de *factores* y *variables* asociados a las poblaciones que se observan (Díaz-Monroy y Morales-Rivera, 2012); (Peña,2002).

Consideramos que los métodos de dependencias y los métodos de interdependencia pueden combinarse en un análisis estadístico multivariado con el fin de estudiar un número significativo de fenómenos (variables) asociados al objeto de esta investigación.

Dado que el objeto central del AEM, son los *vectores aleatorios*, en dicho análisis se puede disponer el conjunto de individuos junto con sus variables en un arreglo matricial  $\mathbf{X}$ , donde las filas corresponden a los individuos y las columnas a cada una de las variables (Peña,2002); (Díaz-Monroy y Morales-Rivera, 2012):

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2p} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ x_{n1} & x_{n2} & & x_{np} \end{pmatrix}$$

Este análisis puede aplicarse bien a las filas, bien a las columnas o bien a ambos componentes de la matriz a la vez (Peña,2002).

El término *Vectores Aleatorios* es considerado en estadística relacionándolo con el concepto de *variable aleatoria p-dimensional*; comprendida como “un *vector* en el que cada uno de sus componentes es una variable aleatoria” (Díaz-Monroy y Morales-Rivera, 2012 p.17). Así,

$$\mathbf{X}' = (x_1, \dots, x_p)$$

La importancia de utilizar el concepto *vector aleatorio*, o su recíproco *variable aleatoria p-dimensional* (*variable aleatoria* multidimensional), consiste en su aplicación en la definición de un individuo usando los valores que asume el vector aleatorio asociado en su estudio (Díaz-Monroy y Morales-Rivera, 2012).

Todo este procedimiento: medir las variables, computar las correlaciones, arreglarlas en una matriz y extraer los factores que son combinaciones lineales de las variables, hacen parte de la técnica del Análisis Factorial y de Componentes Principales que Catena-Martínez *et al.*, (2003) ubican en el conjunto de las técnicas descriptivas.

En el conjunto de las técnicas explicativas se encuentra la técnica de Análisis Discriminante (AD), la cual permite completar el estudio investigativo que se está llevando a cabo (García, Sarmiento y Rojas, 2008).

Hay casos en que la muestra de individuos “puede dividirse en grupos conocidos de antemano según un criterio” (Catena-Martínez *et al.*, 2003, p.27). De acuerdo con estos autores, el Análisis Discriminante (AD) es una técnica útil, siempre que las variables independientes sean variables escalares. Adicionalmente, El AD puede tener como objetivos: calcular la verosimilitud de que los individuos pertenezcan a uno u otro de los grupos a partir del conjunto de variables independientes (predictoras) y determinar cuáles de las variables predictoras son realmente efectivas para hacer la predicción (Catena-Martínez *et al.*, 2003).

Otra de las técnicas explicativas es el análisis Multivariado de Varianza y Covarianza “La extensión del análisis de univariado de varianza (ANOVA) es el análisis multivariado de varianza (MANOVA), el objetivo de MANOVA es determinar si una o más variables independientes producen efectos diferenciales sobre dos o más variables independientes”

(Catena-Martínez *et al.*, 2003. p.28). Según los autores las variables dependientes tienen que ser variables métricas, sin embargo, las independientes pueden no serlo.

En relación con lo anterior y tomando en cuenta la metodología propuesta por García *et al.*, (2008), para el análisis estadístico en la morfometría que se aplicará en este estudio se podrán generar dos matrices de datos obtenidos, una para cada sexo (hembras y machos): una “matriz de medidas” (en bruto) y una “matriz de proporciones” (para controlar el tamaño corporal). Con estas se realiza el análisis de componentes principales (ACP) para, según como lo menciona Mangeaud (2004) “reducir la dimensionalidad” o simplificar los datos, establecer el porcentaje de variación de los mismos y estos al ser integradas en el análisis discriminante (AD) permitirán determinar los patrones o variables más importantes, que describen mejor y sirven para diferenciar las medidas de las estructuras corporales del insecto a estudiar (García *et al.*, 2008).

Finalmente, Rohlf (2017) recomienda que se realice un análisis de regresión con el software TPSreg o con R y finalmente un análisis multivariado (MANOVA) que permitirá establecer las principales diferencias entre machos y hembras.

### **Otros análisis**

De acuerdo con (Mangeaud, 2004) existen otros análisis que pueden emplearse en los estudios morfométricos entomológicos como son: el Análisis Factorial (AF) y el Procrustes.

El primero, aunque no es muy empleado en estudios de las ciencias biológicas (más que todo en geología y psicología), se ha estado revalorizando en los últimos años, ya que establece las bases para otros análisis denominados *Modelos de Ecuaciones Estructurales*, funcionando como una alternativa a los diseños experimentales sustituyendo al control



experimental por un control estadístico; el segundo es una técnica conocida en los análisis morfométricos como “Landmark”, que se usa para comparar si son similares los resultados de las ordenaciones que se hallan realizado y se complementa con un análisis de permutaciones de manera tal que permite obtener una probabilidad para saber si la similitud en las ordenaciones se debe al azar o existe significancia en esta semejanza (Mangeaud, 2004).

## Metodología

### Especímenes de *Rhinchuchus* sp

Para este estudio se emplearon 21 hembras y 21 machos de *Rhinchuchus* sp, recolectados por García-Morantes (2016), como resultado de su estudio “*Fenología y herbívoros plaga del cultivo de curuba en Pasca, Cundinamarca*”. Estos individuos fueron almacenados en alcohol al 96%, para luego ser transportados al laboratorio de entomología de la Universidad de Cundinamarca en donde se realizaron los posteriores análisis morfológicos.

### Análisis morfométrico

Se fotografiaron todos los especímenes con una cámara web V-06 UNITEC® de 5MP con zoom de 10X y 6 Leds, empotrada de forma artesanal en un estereoscopio NIKON SMZ800, conservando siempre el mismo ángulo y distancia (abdomen, antenas y patas: 3X, Cabeza: 6.3X).

### Morfometría lineal

Se empleó la metodología propuesta por Sokal y Rohlf (1974), utilizando medidas apreciadas tradicionalmente como *caracteres* diagnósticos (Lobo *et al.*, 2012); (Del Río, M. G. y Lanteri, 2011) tales como: longitud del fémur (**LF** –Desde la unión trocánter-fémur hasta la unión fémur-tibia), longitud de la tibia (**LT** - Desde la unión fémur-tibia hasta la unión tibia-tarsito 1), longitud del tarsito 1 (**LTa1**), longitud del tarsito 2 (**LTa2**), longitud de la cabeza (**LC** – Tomada desde la zona central del Vertex hasta el labro), ancho de la cabeza (**AnC** – Tomada desde los lados convexos de cada ojo), longitud del abdomen (**LAB** – Tomada desde la parte superior del esternito 1 hasta la parte inferior del esternito 5), ancho

del abdomen (**AnAB** -Tomado en la hendidura abdominal esternito 1-2), longitud del escapo (**LES** – Tomado desde la parte inferior del escapo hasta la unión escapo-pedicelo), ancho del escapo (**AnES** - Tomado desde la parte convexa izquierda hasta la derecha parte convexa), longitud del pedicelo (**LPED** -Tomado desde la unión escapo-pedicelo hasta la unión pedicelo-flagelo) y longitud del flagelo (**LFLAG** - Tomado desde la unión pedicelo flagelo hasta el final del último segmento). También se determinaron medidas de descriptivas de tendencia central (moda y media) y de dispersión (desviación estándar), y valores mínimos y máximos con el fin de examinar el comportamiento de los datos en conjunto (González *et al.*, 2016). Las mediciones se realizaron con el programa tpsDIG Versión 1.8.

En las variables morfológicas se verificó la normalidad de los datos (Kolmogorov Smirnov  $P < 0.05$ ) y la homocedasticidad (Levene  $< 0.05$ ) (Cano-Otalvaro, 2011). Los supuestos anteriormente mencionados no se cumplieron al mismo tiempo en cada variable que se estudió. Por este motivo se aplicó la prueba no paramétrica de U-Mann-Whitney, porque permite comparar las medidas obtenidas de cada una de las variables morfométricas de machos y hembras a un nivel del 5% de probabilidad de error ( $p < 0.05$ ), tal como lo recomiendan Seffrin, Costa, Couto, y Lopes, (2006). Con las variables que presentaron diferencias significativas en los grupos (Hembra-Macho) se realizó un análisis discriminante, ya que éste permite identificar las variables más importantes y puede emplearse para diferenciar las medidas de las estructuras corporales del insecto a estudiar (García *et al.*, 2008). Los análisis estadísticos se realizaron en los programas INFOSTAT Versión 2018, Past Versión 2.16, IBM SPSS Statistics 22.

## Morfometría geométrica

En las imágenes, con la ayuda del programa TPSdig ver 2.31 (Rhofl, 2018), se digitalizaron los puntos homólogos descritos en la tabla 1.

**Tabla 1.**  
***Puntos homólogos de Rhinchuchus sp.***

<i>Parte anatómica</i>	<i>Punto Homólogo</i>
<i>Antena</i>	1. Unión Escapo-Bulbo condilar
	2. Convexa izquierda del escapo
	3. Unión Pedicelo- Escapo
	4. Convexa derecha del escapo.
<i>Cabeza</i>	1. Labro
	2. Convexo ojo izquierdo
	3. Central del vertex
	4. Convexo ojo derecho
<i>Abdomen</i>	1. Central Esternito 5
	2. Hendidura abdominal (Izq) Esternito 2-3
	3. Hendidura abdominal (Izq) Esternito 1-2
	4. Central Esternito 1
	5. Hendidura abdominal (Der) Esternito 2-3
	6. Hendidura abdominal (Der) Esternito 1-2
<i>Fémur</i>	1. Unión Trocanter-Fémur
	2. Convexa izquierda del Fémur
	3. Unión Fémur-Tibia
	4. Convexa derecha del Fémur

**Tabla 1. Puntos homólogos de *Rhinchuchus sp.* como base del análisis morfométrico geométrica.**

En el programa TPSRelw 2.16 (Rhofl, 2018) se realizó el ajuste generalizado de Procrustes, donde se eliminaron los errores de translación, rotación y escala (Rhofl y Slice, 1990), obteniendo así la matriz de pesos (Weight matrix). Con dicha información se valoró el dimorfismo sexual ejecutando un análisis de componentes principales PCA, para comparar los individuos de una manera gráfica (Dujardin, 2002). Se generó un análisis discriminante AD con la finalidad de separar los grupos estudiados, buscando el porcentaje de segregación que muestra cada parte del cuerpo en la diferencia de forma entre la hembra y el macho. Para determinar la diferencia significativa en el tamaño de cada estructura (Hembra vs Macho) se

compararon las matrices *Centroide Size* de cada una de las estructuras estudiadas (Prueba t -  $p < 0.05$ ) (González *et al.*, 2016).

Finalmente se estableció si la diferencia geométrica entre las hembras y los machos es de orden isométrico o alométrico. En este análisis se utilizó el centroide como variable independiente y los componentes uniformes de forma UniY y UniX como variables dependientes (Bermúdez-Tobón, 2005), realizando así la correlación r de Pearson (Alometría = Valor  $p > 0.5$  -Sig  $p < 0.05$ ) (Cano-Otalvaro, 2011). Los análisis estadísticos se realizaron en los programas INFOSTAT Versión 2018 y Past Versión 2.14.

La metodología propuesta anteriormente fue empleada para cumplir con los objetivos específicos planteados en esta investigación.

## Resultados

### Morfometría lineal

**Tabla 2.**  
**Estadística descriptiva**

		<i>LF</i>	<i>LT</i>	<i>LTa</i> <i>1</i>	<i>LTa</i> <i>2</i>	<i>LC</i>	<i>An</i> <i>C</i>	<i>LA</i> <i>B</i>	<i>AnA</i> <i>B</i>	<i>LE</i> <i>S</i>	<i>AnE</i> <i>S</i>	<i>LPE</i> <i>D</i>	<i>LFLA</i> <i>G</i>
<i>Hembra</i> <i>(1)</i>	Media	1,1 4	0,9 7	0,24	0,19	1,4 9	0,83	2,31	1,46	0,72	0,13	0,18	<b>0,2</b>
	Moda	1,1 1	0,9 5	0,20	0,19	1,5 6	0,84	2,18	1,60	0,71	0,12	0,18	<b>0,25</b>
	Mediana	1,1 3	0,9 5	0,20	0,19	1,4 7	0,84	2,33	1,44	0,71	0,13	0,18	<b>0,24</b>
	Varianza	0,0 1	0,0 0	0,00	0,00	0,0 1	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
	D.E.	0,1 2	0,0 9	0,01	0,01	0,1 4	0,03	0,58	0,19	0,03	0,00	0,01	<b>0,00</b>
	Máximo	1,2 9	1,1 0	0,24	0,24	1,6 8	0,92	2,62	1,62	0,81	0,14	0,24	<b>0,27</b>
	Mínimo	1,0 1	0,8 8	0,18	0,17	1,3 3	0,76	1,98	1,29	0,67	0,11	0,15	<b>0,22</b>
<i>Macho</i> <i>(2)</i>	Media	1,1 7	0,9 8	0,22	0,21	1,5 0	0,81	2,44	1,17	0,91	0,27	0,20	<b>0,8</b>
	Moda	1,1 9	1,0 0	0,22	0,20	1,5 4	0,76	2,31	1,18	0,93	0,27	0,20	<b>0,78</b>
	Mediana	1,1 9	1,0 0	0,22	0,21	1,5 2	0,81	2,45	1,18	0,92	0,27	0,20	<b>0,78</b>
	Varianza	0,0 1	0,0 0	0,00	0,00	0,0 1	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
	D.E.	0,1 1	0,0 7	0,01	0,01	0,1 4	0,04	0,71	0,10	0,05	0,01	0,01	<b>0,05</b>
	Máximo	1,3 1	1,0 9	0,25	0,27	1,7 1	0,90	2,79	1,27	0,99	0,30	0,24	<b>0,84</b>
	Mínimo	1,0 0	0,8 8	0,19	0,16	1,3 4	0,72	2,06	1,03	0,81	0,23	0,18	<b>0,65</b>

**Tabla 2. Variables descriptivas de las medidas lineales de los individuos estudiados. Milímetros (mm).**

## Pruebas de Normalidad y Homocedasticidad

**Tabla 3.**

### Prueba de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0.05$ )

Clasific	Variable	Gp1	Gp2	n1	n2	med1	med2	D1	D2	p
SEXO	LF	1	2	21	21	1,14	1,17	0,08	0,07	<0.20
SEXO	LT	1	2	21	21	0,97	0,98	0,07	0,06	<0.20
SEXO	LTal	1	2	21	21	0,21	0,22	0,02	0,02	<0.10
SEXO	LTa2	1	2	21	21	0,19	0,21	0,02	0,03	<0.05
SEXO	LC	1	2	21	21	1,49	1,50	0,08	0,08	<0.10
SEXO	AnC	1	2	21	21	0,83	0,81	0,04	0,04	<0.05
SEXO	LAB	1	2	21	21	2,31	2,44	0,17	0,19	<0.20
SEXO	AnAB	1	2	21	21	1,46	1,17	0,10	0,07	<0.01
SEXO	LES	1	2	21	21	0,72	0,91	0,04	0,05	<0.01
SEXO	AnES	1	2	21	21	0,13	0,27	0,01	0,02	<0.01
SEXO	LPED	1	2	21	21	0,18	0,20	0,02	0,02	<0.01
SEXO	LFLAG	1	2	21	21	0,25	0,76	0,01	0,05	<0.01

**Tabla 3. Prueba de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0.05$ ) para verificar la normalidad de las variables estudiadas. INFOSTAT Versión 2018.**

En la prueba de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0.05$ ) no se encontró normalidad en las variables: LFLAG, LPED, AnES, LES, y AnAB. Las otras variables presentaron dicha distribución. En este análisis se utilizó la variable “SEXO” como clasificatoria en los grupos estudiados.

En el test de Levene ( $p < 0.05$ ), por medio del estadístico de prueba F (4.084 –  $\alpha$ : 0.05), se establecieron las variables que presentan homocedasticidad: AnEs, LFLAG. El resto de las variables estudiadas no tienen una varianza constante.

**Tabla 4.**

### Test de Levene

	LF	AnES	LFLAG	LPED	AnAB	LES	AnC	LAB	LC	LTa2	LT	LTal
F	,008	7,101	24,51	1.603	2,982	1,093	,768	,179	,175	2,515	,910	,120
df1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
df2	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Sig	,930	,011	.000	.213	,092	,302	,386	,674	,678	,121	,346	,731

**Tabla 4. Test de Levene ( $p < 0.05$ ) para verificar la homocedasticidad de las variables estudiadas. Prueba la hipótesis nula que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos. IBM SPSS Statistics 22.**

**Tabla 5.**  
**U de Mann Whitney**

	<i>LF</i>	<i>LFLAG</i>	<i>LT</i>	<i>AnES</i>	<i>LTa1</i>	<i>LPED</i>	<i>AnAB</i>	<i>LES</i>	<i>LAB</i>	<i>LC</i>	<i>AnC</i>	<i>LTa2</i>
U de Mann-Whitney	169,000	,010	201,500	,010	135,000	66,000	,000	,500	136,000	186,500	160,000	127,000
W de Wilcoxon	400,000	231,000	432,500	231,000	366,000	297,000	231,000	231,500	367,000	417,500	391,000	358,000
Z	-1,310	-5,511	-,411	-5,590	-2,194	-3,973	-5,549	-5,543	-2,121	-,859	-1,538	-2,307
Sig.	.194	.000	,632	.000	,028	.000	.000	.000	,033	,390	,124	,017

**Tabla 5. U de Mann Whitney para la comparación de las medias morfométricas lineales obtenidas. IBM SPSS Statistics 22**

En la prueba de U-Mann Whitney para las dos muestras (Hembras-Hembras), se encontró una diferencia significativa ( $Z = -1.68 - p < 0.05$ ) entre las variables LFLAG, AnES, LTa1, LPED, AnAB, LES, LAB y LTa2 en relación con la variable SEXO, la cual agrupa la muestra.

### **Análisis discriminante**

Se utilizaron las variables que mostraban significancia en la prueba U de Mann Whitney. En este análisis se eliminaron las variables LAB, LTa2, LPED y LTA1 (Matriz de estructuras). Estas variables presentan una Lambda de Wilks muy cercana a uno (1), lo cual indica que no representan ni clasifican a los individuos en el modelo estadístico. Al mismo tiempo fueron descartadas porque el F de entrada no era mayor al criterio establecido por el modelo (3.84), y el nivel de tolerancia se acercaba a cero. Finalmente, estas variables se excluyeron ya que su F de salida era menor a 2.71 (Nivel crítico).

El análisis discriminante fue significativo (L. Wilks: 0.013 y  $p < 0.05$ ), donde la función acumula el 100% de la varianza (autovalor), encontrando una alta correlación canónica en las variables seleccionadas (0.993): AnAB, LES, LFLAG, AnES.

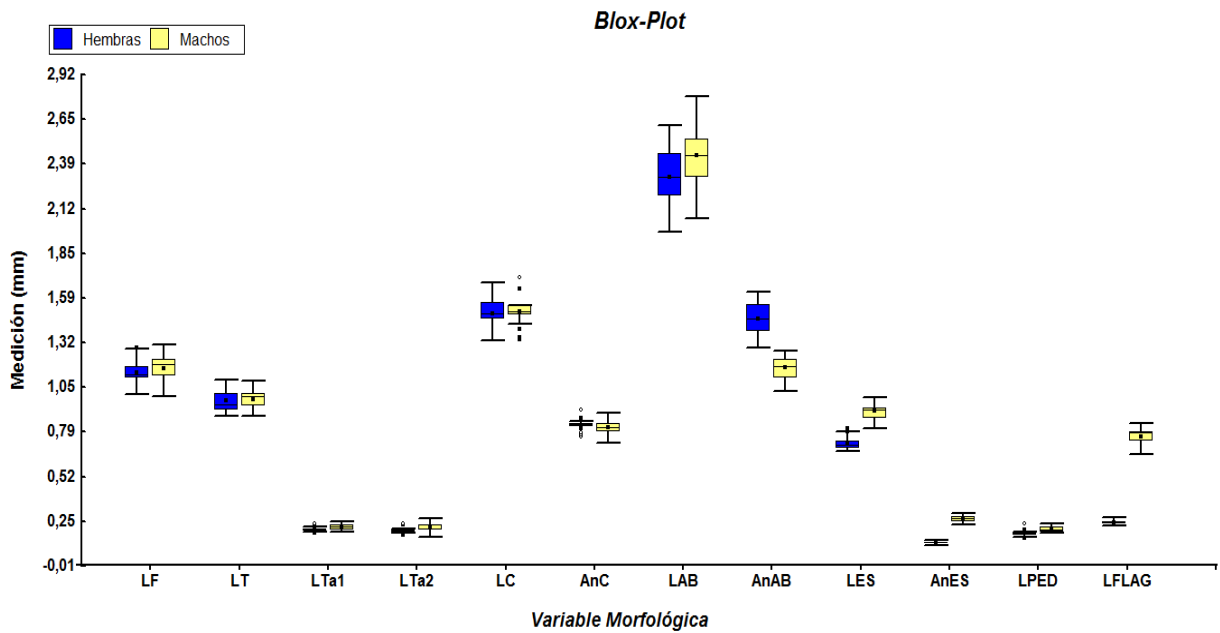


Las variables que describen y discriminan mejor a los individuos de este estudio, componen la siguiente función, la cual se construye con los coeficientes de función discriminante canónica estandarizada:

$$F = -0.332(\text{AnAB}) - 0.647(\text{LES}) + 1.083(\text{LFLAG}) + 0.397(\text{AnES})$$

Con esta función se logra discriminar o clasificar el 100% de los individuos que se emplearon en el estudio, segregando a las hembras y los machos exitosamente.

**Figura 4.**  
**Box-Plot de las variables morfológicamente significativas**



**Figura 4. BOX-PLOT - Identificación de las variables significativas (AnAB, LES, AnES y LFLAG) en la comparación Hembra-Macho. InfoStat Versión 2018.**

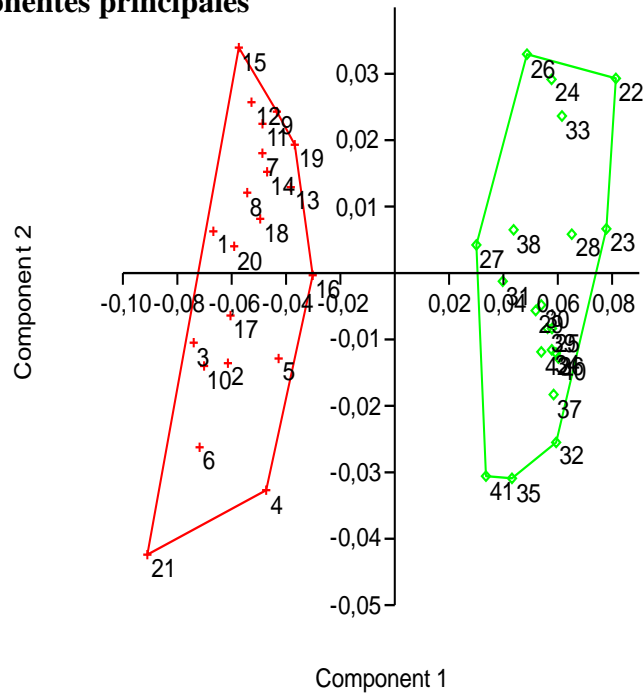
## **Morfometría geométrica**

### **Análisis de componentes principales (PCA) y Análisis discriminante (AD)**

En el PCA se observó la comparación de la forma de los individuos, distribuyéndolos en dos grupos (Hembras y Machos) claramente definidos en la evaluación de ESCAPO (Figura 5 - PC1:84% - PC2: 9.8%) y ABDOMEN (Figura 7 - PC1: 91.1% - PC2: 4.19%). Este resultado se fortalece con el AD, ya que ambas partes tienen un porcentaje de segregación del 97.6% ( $p < 0.05$ , F: 207.69) y 100% ( $p < 0.05$ , F: 78) respectivamente. Para el FÉMUR (Figura 11 - PC1: 55.8% - PC2: 24.3%) y la CABEZA (Figura 9 - PC1: 59.6% - PC2: 21%) en el PCA no se logró observar un desviamiento grupal definido por la forma. De acuerdo con el AD, la segregación de los individuos es de 88.1% ( $p < 0.05$ , F: 14) y 81.25% ( $p < 0.05$ , F: 3.9).

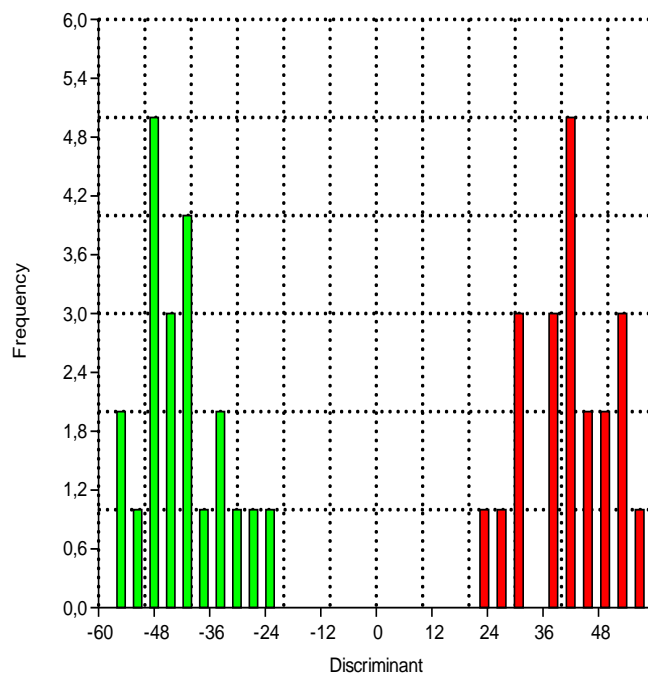
## Escapo

**Figura 5.**  
**Componentes principales**



**Figura 5. Análisis de componentes principales (PCA) para Escapo (Hembras y Machos) PC1: 84% PC2: 9,8%**

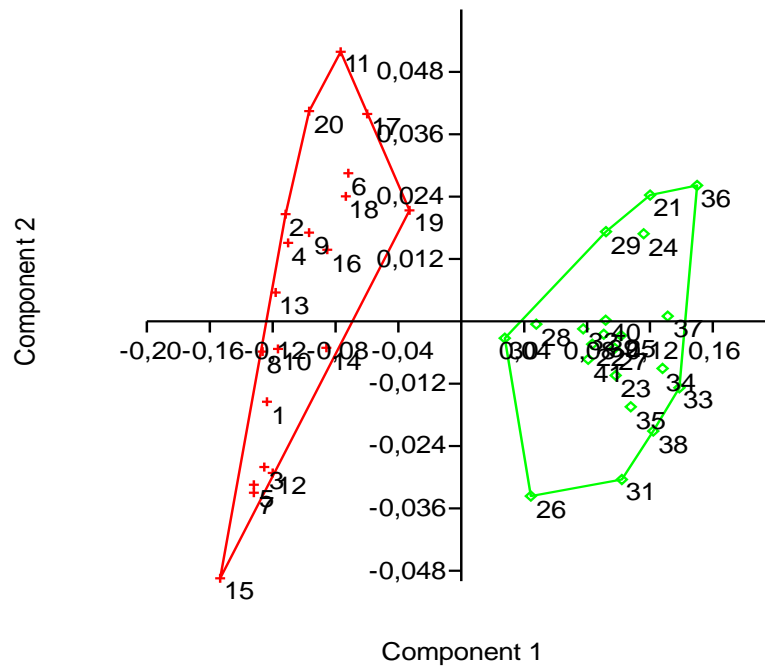
**Figura 6.**  
**Análisis discriminante**



**Figura 6. Análisis discriminante (PCA) para Escapo (Hembras y Machos) - Segregación:97.6%**

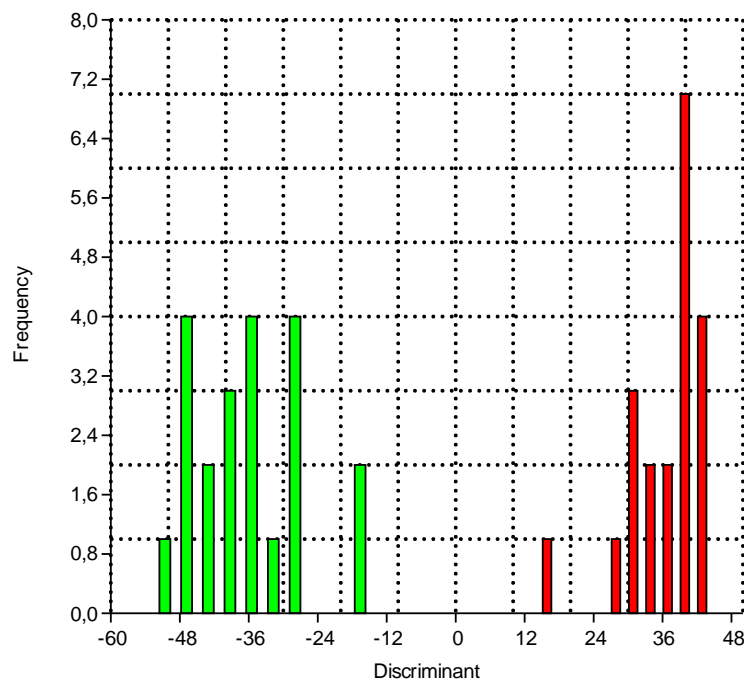
## Abdomen

**Figura 7.**  
**Componentes principales**



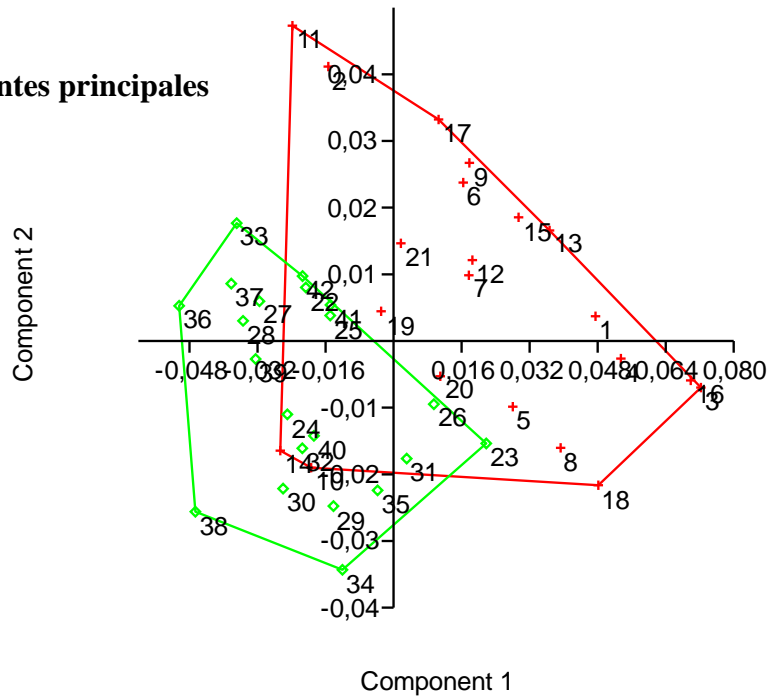
**Figura 7.** Análisis de componentes principales (PCA) para Abdomen (Hembras y Machos). PC1: 91.1% - PC2: 4.19%

**Figura 8.**  
**Análisis discriminante**



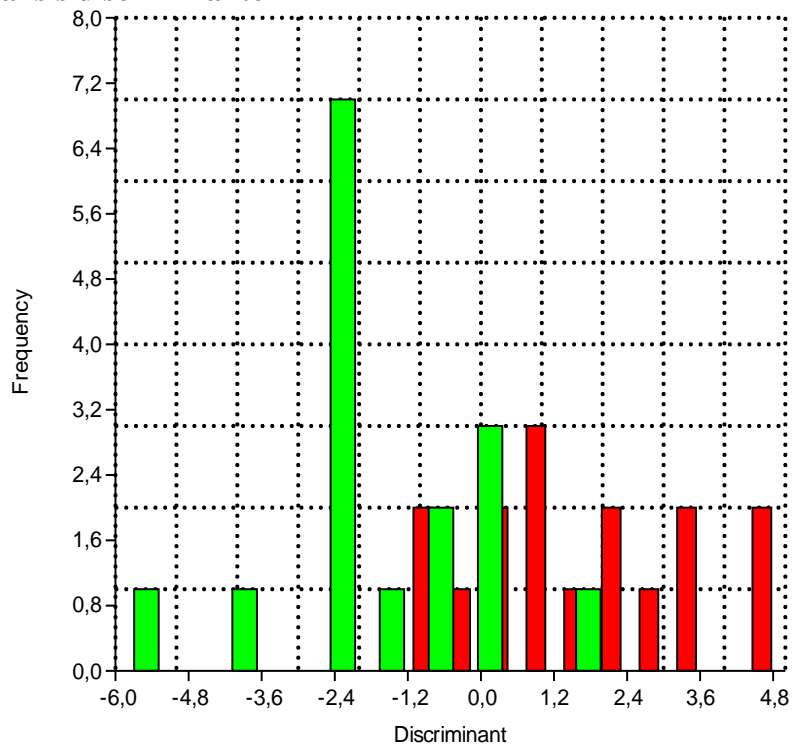
**Figura 8.** Análisis discriminante (PCA) para Abdomen (Hembras y Machos) – Segregación: 100%

**Cabeza**  
**Figura 9.**  
**Componentes principales**



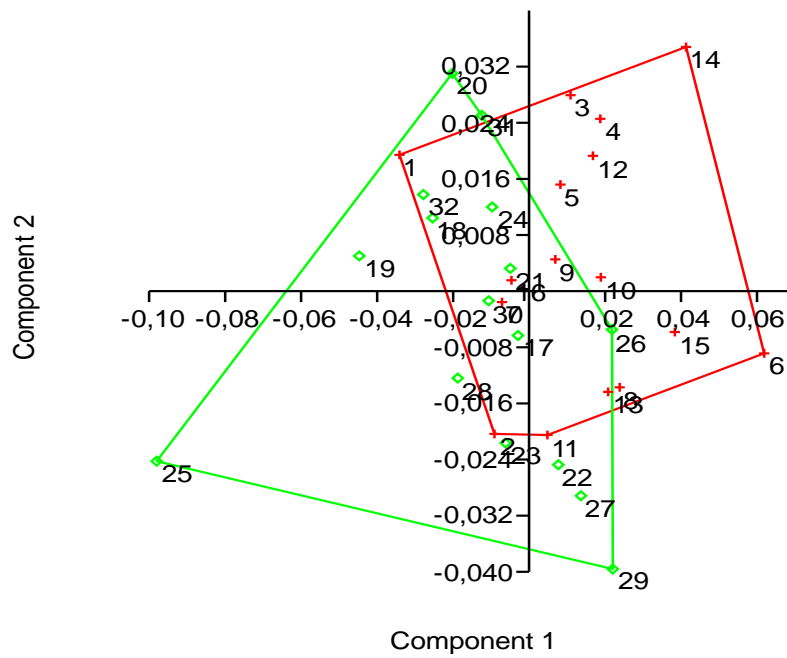
**Figura 9. Análisis de componentes principales (PCA) para Cabeza (Hembras y Machos).**  
**PC1: 59.6% - PC2: 21%**

**Figura 10.**  
**Análisis discriminante**



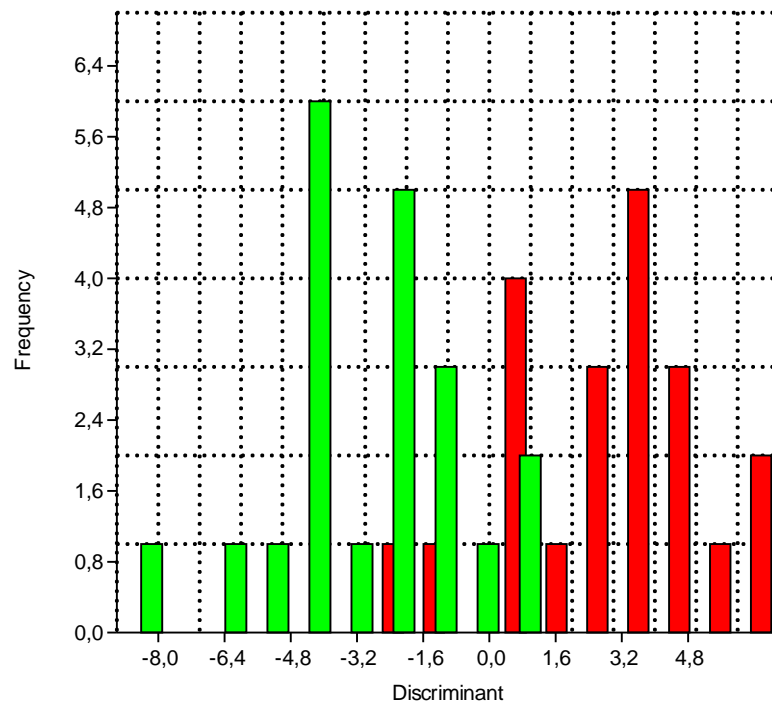
**Figura 10. Análisis discriminante (PCA) para Cabeza (Hembras y Machos) – Segregación: 81.25%**

**Fémur**  
**Figura 11.**  
**Componentes principales**



**Figura 11. Análisis de componentes principales (PCA) para Fémur (Hembras y Machos).**  
**PC1: 55.8% - PC2: 24.3%**

**Figura 12.**  
**Análisis discriminante**



**Figura 12. Análisis discriminante (PCA) para las fémur (Hembras y Machos) – Segregación: 88.1%**

## Prueba t – Diferencias en el tamaño

**Tabla 6. Diferencia en el tamaño**

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media 1	Media 2	gl	p
<i>Sexo</i>	CZ Abdomen	1	2	3,89553E+15	3,72975E+16	39	0,0582
<i>Sexo</i>	CZ Escapo	1	2	1,57073E+16	2,12537E+16	39	0,0001
<i>Sexo</i>	CZ Cabeza	1	2	2,07652E+16	2,05331E+16	39	0,5201
<i>Sexo</i>	CZ Fémur	1	2	1,87385E+15	1,92103E+15	39	0,233

**Tabla 6. Prueba t para establecer la diferencia en el tamaño.**

Se encontró una diferencia significativa del tamaño entre el escapo de las hembras y los machos ( $p < 0.05$ ) (Tabla 6). En el caso del abdomen, la cabeza y el fémur el software no arrojó ninguna diferencia significativa ( $p > 0.05$ ).

## Alometría e Isometría

**Tabla 7. Correlación de Pearson**

<i>Variables</i>		<i>N</i>	<i>Pearson</i>	<i>Valor p</i>
<i>UniX</i>	CZ Abdomen	41	-0,07	0,65
<i>UniY</i>	CZ Abdomen	41	-0,02	0,91
<i>UniY</i>	UniX	41	0	1

<i>Variables</i>		<i>n</i>	<i>Pearson</i>	<i>Valor p</i>
<i>UniX</i>	CZ Escapo	42	0,82	0
<i>UniY</i>	CZ Escapo	42	-0,28	0,08
<i>UniY</i>	UniX	42	0	1

<i>Variables</i>		<i>N</i>	<i>Pearson</i>	<i>Valor p</i>
<i>UniX</i>	CZ Cabeza	32	-0,08	0,65
<i>UniY</i>	CZ Cabeza	32	-0,32	0,07
<i>UniY</i>	UniX	32	0	1

<i>Variables</i>		<i>N</i>	<i>Pearson</i>	<i>Valor p</i>
<i>UniX</i>	CZ Fémur	42	0,18	0,26
<i>UniY</i>	CZ Fémur	42	0,06	0,72
<i>UniY</i>	UniX	42	0	1

**Tabla 7. Correlación de Pearson para establecer alometría e isometría en las muestras**

Como se muestra en la tabla 7, el escapo muestra un cambio de forma alométrico ( $p < 0.05$ ,  $r: 0.82$ ) al correlacionar las variables de conformación local con la matriz Centroid Size. En este mismo análisis, el abdomen, la cabeza y el fémur, presentaron cambios isométricos en la forma, ya que no se cumplieron los criterios propuestos en la metodología ( $p < 0.05$ ,  $r > 0.5$ )



## Discusión

Para la especie *Rhynchuchus* sp. no se encuentra ningún tipo de estudio, ya que es un nuevo registro.

La anatomía funcional instituye que el dimorfismo sexual puede deberse al tamaño de las diferentes partes del cuerpo de un organismo, de manera que las relaciones alométricas entre rasgos morfológicos demuestran el proceso evolutivo que actúa sobre un rasgo particular como por ejemplo la selección sexual (Canals, Taucare-Rios, Solis y Moreno, 2016).

A simple vista, el macho del *Rhynchuchus* sp. presenta un mayor tamaño que la hembra, lo que pudo corroborarse con los resultados obtenidos con el análisis estadístico descriptivo realizado en la Morfometría Lineal, con la que fue posible evidenciar que los machos del nuevo registro presentaron mayores longitudes del fémur (LF), la tibia (LT), el tarsito 2 (LTa2), la cabeza (LC), el abdomen (LAB), el escapo (LES), y el pedicelo (LPED); así como mayor ancho del escapo (AnES). Por su parte las hembras presentaron mayor longitud en el tarsito 1 (LTa1) pero un mayor ancho de la cabeza (AnC) y del abdomen (AnAB).

De acuerdo con Canals, et al., (2016), la mayor longitud en las patas del macho podría atribuirse a las ventajas de la locomoción relacionada con una mayor velocidad, que aumenta las oportunidades de copular; sin embargo, Canals, et al., (2016) mencionan que las patas largas son también el resultado de la competencia entre machos de escarabajos megalopodinos lo que ocurre también en algunas especies de arácnidos.

Esto lo corroboran Vergara, Benítez, Pincheira, y Jerez (2014) de acuerdo con sus estudios en *Chiasognathus grantii* (Stephens, 1831) (Coleóptera: Lucanidae) (en la cual el

dimorfismo sexual es muy marcado), sugiriendo que aunque las diferencias morfológicas de tamaño se confieren principalmente al dimorfismo sexual, pueden existir también “presiones selectivas” debido a la competencia intrasexual por el alimento o a variaciones microambientales durante el desarrollo ontogenético. Por lo que según estos autores esos rasgos podrían no siempre representar un carácter de diagnóstico para establecer el dimorfismo sexual entre especies. De manera que se sugieren futuros estudios que profundicen especialmente en la variabilidad morfométrica de machos y hembras del nuevo registro *Rhinchuchus* sp en zonas de vida distintas a la que fue encontrado por primera vez, como el Bosque seco Montano Bajo (bs-MB) y/o el Bosque húmedo Montano (bh-M), en donde se incluya y relacione la influencia de variables como el Déficit de Presión de Vapor (DPV) que como ya se ha mencionado anteriormente, (investigación de García-Morantes, 2016) afectó la fluctuación poblacional y el grado de infestación de este coleóptero.

En contraste con lo anterior, se ha logrado determinar que el tamaño del macho determina en gran proporción una mayor probabilidad de apareamiento, el éxito reproductivo, la longevidad y propagación de la especie (Baena-Hurtado;2009); (Kawano, 2006). Esto puede sustentarse con los resultados obtenidos en estudios similares realizados por Kawano (2006) en 349 especies y subespecies de coleópteros, quien explica que en este orden existe la mayor cantidad y diversidad de especies que presentan dimorfismo sexual; así como con la investigación sobre *Archiseptis diversiformis* (Ozerov, 1993) (Diptera: Sepsidae) en donde el mayor tamaño del macho influyó directamente en la tasa de ovipositura de la hembra, es decir el número total de huevos en relación con la duración de la vida de la hembra (Baena-Hurtado, 2009). Lo que según esta autora puede indicar una “selección

direccional” de las hembras hacia los machos de mayor tamaño haciendo así que estos prevalezcan sobre los más pequeños.

La diferenciación del tamaño abdominal (ancho) se manifiesta como una expresión de una característica evolutiva diferencial entre el modo de vida las hembras en comparación con los machos como es el almacenaje de huevos (Vergara, Benítez, Pincheira, y Jerez, 2014); por su parte el ancho de la cabeza de mayor magnitud en hembras que en machos es común en las subfamilias Entiminae y Cyclominae, y se encuentra relacionado con el comportamiento de puesta, es decir el hecho de que éstas no preparan el sitio de oviposición con sus mandíbulas, a diferencia de los escarabajos hembras de rostro largo o ‘broad nosed weevils’ (Lanteri, y Del Río, M. G, 2008). Es importante resaltar que las variables que describen y representan mejor los individuos del *Rhynchuchus* sp. evaluados en este estudio, de acuerdo con la prueba U de Mann Whitney a un 5% de probabilidad de error y el análisis discriminante, son: el ancho del abdomen (AnAB), la longitud de flagelo (LFLAG), la longitud y el ancho del escapo (AnES). Esto lo confirman Benítez y Püschel (2014) al afirmar que el ancho del abdomen es una de las mejores evidencias del dimorfismo sexual de los coleópteros. Por otra parte, el escapo y el flagelo de mayor longitud en machos son también parámetros clave para identificar el dimorfismo sexual en este insecto, tal como ocurrió en análisis morfométricos realizados en *Oncideres dejeani* (Thomson, 1868) (Coleóptera: Cerambycidae) y en *Phoracantha semipunctata* (Fabricius, 1775) (Coleóptera: Cerambycidae) (Seffrin, *et al.*, 2006).

De acuerdo con Benítez y Püschel (2014) la evolución del dimorfismo sexual se ha investigado principalmente con respecto a la diferencia del tamaño entre sexos opuestos, mientras que la variación de la forma ha sido menos determinada, de manera que el evaluar

el dimorfismo sexual mediante morfometría geométrica permitió obtener mayor precisión en los resultados, constatando que el macho muestra un mayor ancho en el escapo con respecto al de la hembra, obteniéndose una diferencia significativa en la forma (Figura 5) y segregación intergrupala (Figura 6). El ancho del escapo es descrito por los puntos homólogos (4) “Convexa izquierda del escapo” y (2) “Convexa derecha del escapo” (Figura 13). Aunque no se trate de la longitud, pero sí de tamaño (Tabla 6), este resultado encaja en lo expuesto por Del Rio, Malvardi y Lanteri (2012), quienes aseveran que el escapo es un caracter diagnóstico dentro de la tribu Naupactini (Curculionidae), concibiendo la diferencia encontrada como un caracter de dimorfismo sexual para la especie (De la Cruz-Lozano, 2005) y proyectando el uso de éste, en futuros estudios taxonómicos.

**Figura 13**  
**Variación morfológica del escapo**



**Figura 13. Variación en la forma y el tamaño del escapo. Puntos homólogos (4) Convexa izquierda del escapo y (2) Convexa derecha del escapo. Escala 1 mm.**

El escapo permite realizar movimientos rotacionales de toda la antena (Padilla, Flores y Pérez, 2007), donde se ejercen diversas funciones sensoriales como el olfato y el tacto, siendo de gran utilidad para encontrar alimento y ubicar a la hembra con el uso de

semioquímicos (Wigglesworth, 1972). Con lo anterior se puede sustentar la siguiente hipótesis: el ancho del escapo es mayor en machos debido a la función sexual, relacionada con la localización y compresión durante la cópula; teoría que comparte Bustillo (2008). Otra hipótesis que suscita dicho resultado sería una selección intrasexual (Vite, 2012), producida por la competencia de machos al momento de aparearse.

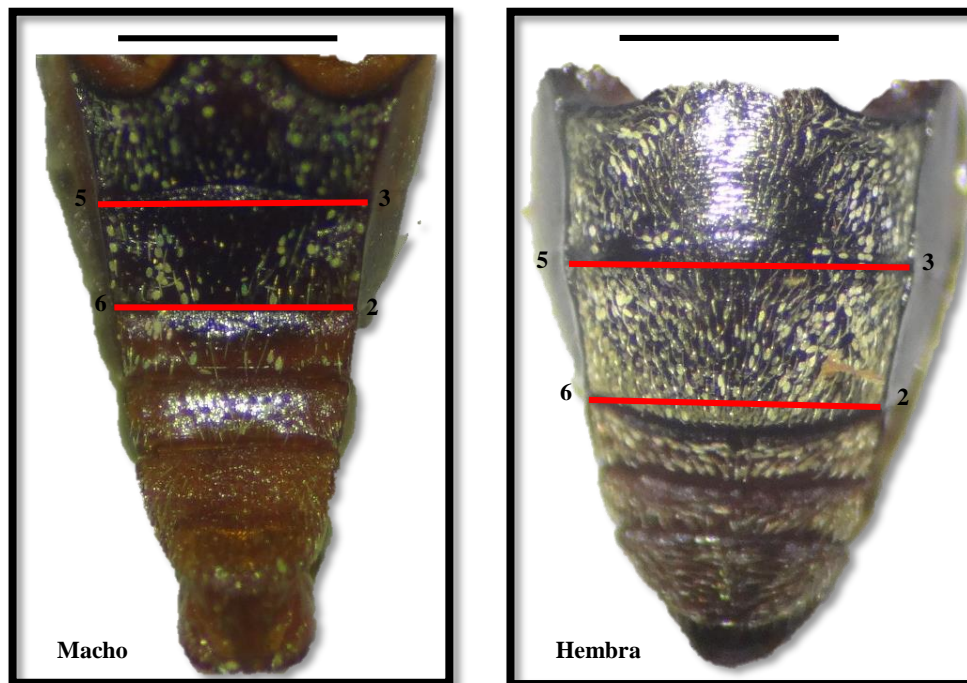
Como sucede en el presente estudio, el dimorfismo sexual se ha comprobado en especies como *Heilipodus naevulus* (Mannerheim, 1836) (Coleóptera: Curculionidae) marcado por el carácter del escapo (Rodríguez-Matrangolo, 2011). En individuos de la familia *Bombycidae* se ha evidenciado dimorfismo sexual en las antenas de los machos, siendo estas más plumosas, grandes y complejas con respecto a la hembra (Vite, 2012).

El abdomen muestra una diferenciación en forma (Figura 7) y segregación (Figura 12) mediante el análisis discriminante intergrupar (Hembras y Machos). Estos cambios se denotan en los puntos homólogos que describen el ancho: (2) Hendidura abdominal (Der) Esternito 2-3, (3) Hendidura abdominal (Der) Esternito 1-2, (5) Hendidura abdominal (Izq) Esternito 2-3, (6) Hendidura abdominal (Izq) Esternito 1-2 (Figura 14). Sin embargo, no se encuentra diferencia significativa en el tamaño intergrupar del abdomen (Tabla 6).

Mediante esta evidencia se comprueba la existencia de un dimorfismo sexual marcado por un carácter abdominal, siendo similar al estudio de Vergara, Benítez, Pincheira y Jerez (2014), quienes hallaron dimorfismo sexual en *Chiasognathus grantii* (Stephens, 1831) (Coleóptera: Lucanidae) expresado principalmente por una expansión abdominal en hembras y su retracción en machos, algo que sucede en *Rhynchuchus* sp. Otro ejemplo de dimorfismo se observa en el trabajo de García Calleja (2004), donde se encontró en las hembras de *Xylotrechus arvicola* (Olivier, 1795) (Coleóptera, Cerambycidae) un crecimiento abdominal

pronunciado con respecto a los élitros, fenómeno que no ocurre en los machos. En *Callisphyris apicicornis*, (Fairmaire. Y Germain, 1859) (Coleóptera: Cerambycidae) el dimorfismo sexual está marcado en las hembras, las cuales presentan un abdomen grande y desarrollado, si se compara con el de los machos (Artigas, 1994). Por último, un caso similar al expuesto en este estudio ocurre en *Stenomela pallida*, (Germain, 1900) (Coleóptera: Cerambycidae) donde el macho presenta un abdomen angosto y alargado con respecto al de la hembra (Jerez, 1995).

**Figura 14**  
**Variación en la forma del abdomen**



**Figura 14. Variación en la forma del abdomen y los puntos homólogos que la describen: (2) Hendidura abdominal (Der) Esternito 2-3, (3) Hendidura abdominal (Der) Esternito 1-2, (5) Hendidura abdominal (Izq) Esternito 2-3, (6) Hendidura abdominal (Izq) Esternito 1-2. Escala 1 mm.**

Estas diferencias sexuales en el abdomen de *Rhinchuchus* sp. se pueden abordar desde el punto de vista fisiológico. El abdomen tiene una diversa gama de funciones, donde se encuentran los sistemas: digestivo, excretor, respiratorio y reproductor (Salvo, Defagó, Itatí y Visintín, 2018). Este último es altamente variable y de gran importancia para la

clasificación taxonómica en el orden Coleóptera; utilizado normalmente como caracter diagnóstico (Rubio, Bustillo, Vallejo, Benavides y Acuña, 2007). Estos autores encontraron que el sistema reproductor de *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleóptera: Cerambycidae) tenía un mayor tamaño en las hembras (1,42 mm) al compararse con los machos (1,34 mm), generando de esta manera un aumento en el tamaño total del abdomen, que hembras de coleópteros es más ancho o distendido (Alonso-Zarazaga, 2015), ya que posee funciones de movilidad y dilatación que están relacionadas con mecanismos de fecundación o postura de huevos (Toro, Chiappa y Tobar, 2003).

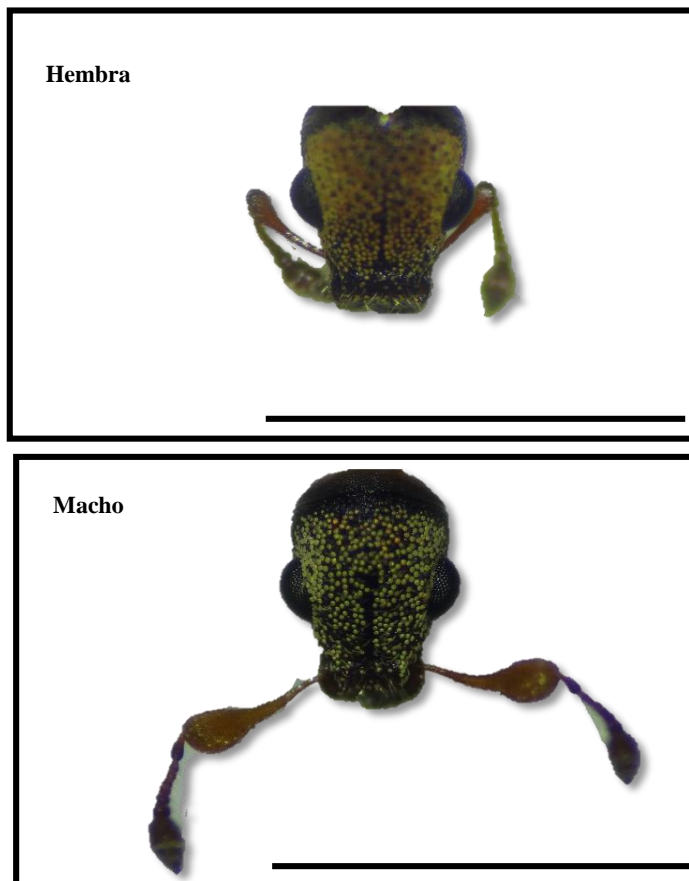
De acuerdo con lo anterior, se puede inferir que la diferencia en la forma del abdomen en machos y hembras se debe a factores netamente reproductivos. Sin embargo, este estudio no tiene las evidencias para mantener esta hipótesis, ya que dicha variación puede ser un efecto secundario de los procesos metabólicos que allí ocurren, además de no tener resultados que exploren la genitalia de *Rhynchuchus* sp.

Los resultados del análisis morfométrico en la cabeza (Figura 14) muestran que no existe una diferencia significativa en la forma (Figura 9), la segregación (Figura 10) y el tamaño (Tabla 6) intergrupales. Ninguno de los puntos homólogos presentó variaciones estadísticamente significativas; por este motivo, con el análisis de componentes principales y el discriminante, no se logró observar una separación grupal como se logra ver en el escapo y en el abdomen. En contraste con este resultado, otros autores han encontrado dimorfismo en coleópteros, como es el caso de *Zophobas morio*. (Ferrari, 1867) (Coleóptera: Tenebrionidae). En esta especie se presenta un mayor ancho de la cabeza en el macho con respecto al de la hembra (Schulte, 1996). En otros órdenes, López, Acosta, González, Fernández, Ferreira y Rojas de Arias (2001) hallaron dimorfismo sexual en la cabeza de

*Triatoma infestans* (Klug, 1834) (Hemiptera: Reduviidae) diferenciando a los machos por una mayor longitud.

Relacionando los resultados anteriormente mencionados, se debe destacar que la cabeza es la parte del cuerpo donde se realizan múltiples funciones, como la de recibir estímulos visuales y mecánicos, realizar la ingestión de alimentos y orientar al individuo en su medio ambiente (De la Cruz, 2006). Por tal motivo, al no existir dimorfismo sexual en *Rhinchuchus* sp. para éste tagma, se puede inferir que los procesos metabólicos y físicos relacionados con la morfología son iguales en machos y hembras. No obstante, se deben realizar estudios que verifiquen o rechacen dicha hipótesis.

**Figura 14**  
**Cabeza de *Rhinchuchus* sp.**

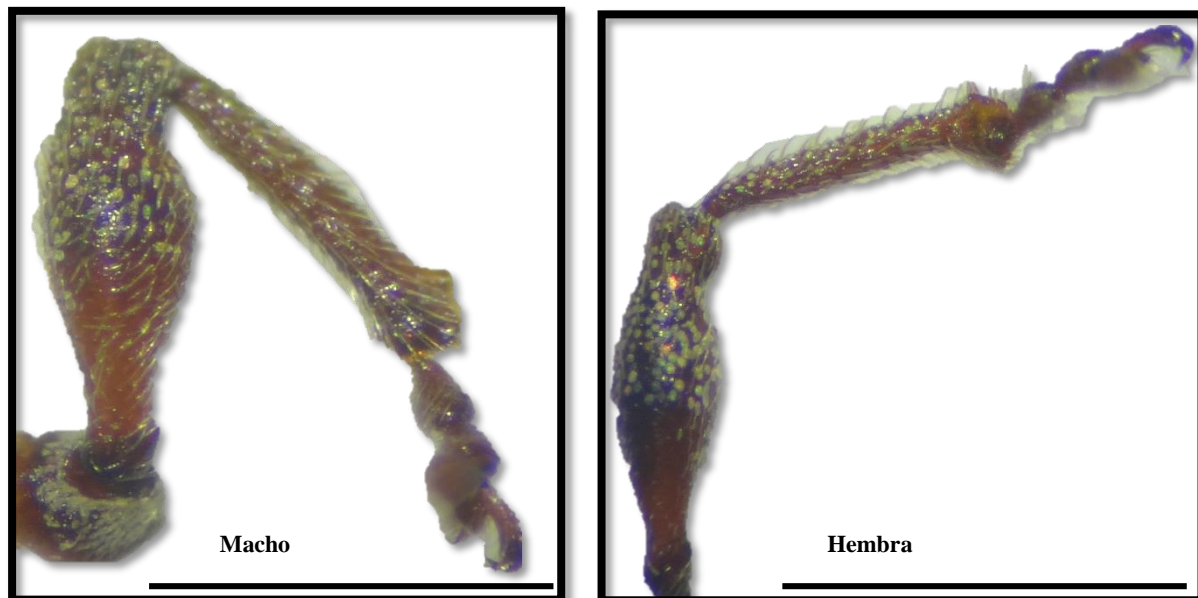


**Figura 14. Cabeza de *Rhinchuchus* sp. No presenta variación significativa en la forma y tamaño entre machos y hembras. Escala 2 mm (Hembra) – 2 mm (Macho).**



Los análisis realizados en el fémur (Figura 15), para establecer las diferencias en la forma (Figura 11), segregación (Figura 12) y tamaño (Tabla 6) no muestran diferencia significativa. Como sucede en el análisis de la cabeza, ninguno de los puntos homólogos presenta variación. Este resultado se confronta con Del Río y Lanteri, (2011), quienes afirma que el fémur es un carácter diagnóstico discreto en especies de la tribu Naopactini, concepto que en este estudio no se revalida en la comparación sexual. Sin embargo, en coleópteros se han reportado casos de dimorfismo sexual en *Scaurus solier* (Solier, 1832) (Coleóptera: Tenebriónidae), donde se observa un fémur más robusto en machos (Cartagena y Galante, 2005).

**Figura 15**  
**Patas de *Rhinchuchus* sp.**



**Figura 15. Patas de *Rhinchuchus* sp. con detalle del fémur. No presentan variación de forma o de tamaño. Escala 1 mm.**

### **Alometría e Isometría**

El único carácter morfogenético encontrado en este estudio es el escapo (Tabla 7) (Ortiz, Martínez, Jiménez, Manrique y Elzo, 2011). Este presenta un crecimiento alométrico

que expresa una tasa de crecimiento mayor si se compara con la global del individuo (Galan, 2010). En el presente trabajo se logró demostrar desde un modelo estadístico lo expuesto por Atchley y Rutledge (1980), donde afirman que dos caracteres relacionados alométricamente (Hembra vs Macho) muestran una correlación genética.

La alometría que presenta el escapo puede estar condicionada a cambios evolutivos en los momentos de aparición, tasas y secuencias de desarrollo de caracteres que son afectados en la ontogenia. (Reilly et al., 1997), reflejando así el cambio en patrones de crecimiento (Klingenberg, 2010).

Lo anterior es una hipótesis que se genera en el modelo estadístico aplicado en la variable independiente “Centroide Size” y las dependientes UniX y UniY de los componentes locales de la variación de la forma, siendo solo una afirmación que se debe explorar y aceptar en posteriores análisis moleculares.

En los demás caracteres estudiados como la cabeza, el abdomen y el fémur se encontró un crecimiento isométrico, el cual puede estar condicionado por factores ambientales porque las formas corporales estudiadas no cambian durante el crecimiento de todo el individuo (Ricker, 1975), lo que también se observó entre los taxones de *C. albiceps* (Wiedemann, 1819) (Díptera: Calliphoridae) y *C. megacephala* (Fabricius, 1794) (Díptera: Calliphoridae) (Vasquez y Liria, 2012).

## Conclusiones

Fue posible establecer la existencia de dimorfismo sexual a partir al tamaño de las diferentes estructuras del cuerpo de los individuos estudiados. Concluyéndose que la diferencia morfológica en el ancho del abdomen (AnAB), el largo de flagelo (LFLAG), la longitud y el ancho del escapo (LES, AnES) entre machos y hembras del nuevo registro *Rhinchuchus* sp. son rasgos comparativos para poder reconocer y diferenciar los sexos mediante morfometría lineal.

La prueba U de Mann-Whitney y el análisis discriminante son herramientas que permiten seleccionar efectivamente las variables de mayor representatividad en el Análisis de Morfometría Lineal. Sin embargo, con el uso de la morfometría geométrica y los modelos estadísticos propuestos, se logró confirmar con mayor precisión la existencia de un dimorfismo sexual en la nueva especie plaga de curuba *Rhinchuchus* sp. Se obtuvo que el escapo es un caracter diagnóstico de la especie; donde la forma, la segregación y el tamaño difieren significativamente entre hembras y machos. Además de ello, el crecimiento alométrico que presenta este caracter indica estadísticamente una variabilidad genética. Esto se puede interpretar como una selección intrasexual, resultado de la competencia de los machos en épocas de apareamiento.

El abdomen también es considerado dentro del dimorfismo sexual, debido al cambio de forma que diferencia a los individuos estudiados. Sin embargo, no se considera un caracter de diagnóstico ya que no presenta un crecimiento alométrico.

En la cabeza y el fémur no existe dimorfismo sexual detectable con esta metodología. Cabe resaltar que los resultados de este estudio deben ser confrontados con

análisis moleculares que permitan determinar las diferencias son genéticas, expresadas fenotípicamente en los individuos o, si por el contrario, las diferencias son ecofisiológicas.

Se sugiere que las futuras investigaciones sobre la especie caracterizada, realizables en otras zonas de vida, se centren en las variaciones morfométricas de estos insectos relacionándolas con la influencia de variables climáticas como el Déficit de Presión de Vapor (DPV).

Por medio de este estudio fue posible evidenciar que el uso de la morfometría lineal y geométrica para la determinación del dimorfismo sexual, tomando como fundamento los análisis estadísticos, es una metodología útil y eficaz para la diferenciación y caracterización de nuevas especies de curculiónidos plaga, la cual puede favorecer el manejo integrado de los mismos.

## Bibliografía

- Adams, D. C. Rohlf, F. J. Slice, D. E. (2004) Geometric morphometrics: ten years of progress following the “revolution”. *Ital. J. Zool.*, 71:5-16
- AgronetMADR (2017). Pasifloras son buen ejemplo de aumento de exportaciones y sustitución de importaciones - 15 de marzo de 2017. Agronet.gov.co. Retrieved 8 April 2018, from <http://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Pasifloras-son-buen-ejemplo-de-aumento-de-exportaciones-y-sustituci%C3%B3n-de-importaciones---.aspx>
- Alonso-Zarazaga, M.A.; Lyal, C.H.C. (1999) A world catalogue of families and genera of Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) (excepting Scolytidae and Platypodidae). Entomopraxis, Barcelona.
- Alonso-Zarazaga, M. A. (2018) Clase insecta - Orden Coleoptera. Revista IDEA - SEA, n° 55 ISSN 2386-7183. 1–18 pp.
- Amat-García, G., y Fernández, F. (2011). la diversidad de insectos (arthropoda: hexapoda) en colombia i. entognatha a polyneoptera. *acta biológica colombiana*, 16 (2), 205-219.
- Ambrecht, I., P. Chacón y M. Rojas. (1986). Biología de la mosca de los botones florales del maracuyá *Dasiops inedulis* (Díptera: Lonchaeidae) en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* 12(1): 16-22.
- Armendáriz-Toledano F., Niño A., Sullivan B. T., Kirkendall L. R., Zúñiga G. (2015). A new species of bark beetle, *Dendroctonus mesoamericanus* sp. nov. (Curculionidae: Scolytinae) in Southern Mexico and Central America. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 108: 403–414.

Anderson, R. S. (2000) Superfamily Curculionoidea. In: Arnett R.; Thomas M.; Skelley PE. y Frank JH. American Beetles, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Volume 2: CRC Press; p. 692-815.

Ariza Cortés, W., Toro Murillo, J y Lores Medina, A. (2009). Análisis Florístico Y Estructural De Los Bosques Premontanos En El Municipio De Amalfi (Antioquia, Colombia). Colombia Forestal, 12 (1), 81-102. Obtenido el 14 de enero de 2018, en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-07392009000100007&lng=en&tlng=](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392009000100007&lng=en&tlng=)

Atkinson, H. T. Saucedo, C. E. Martínez, y F. E. Burgos, S. A. (1986) Coleópteros Scolytidae y Platypodidae asociados con las comunidades vegetales de clima templado y frío en el estado de Morelos, México. Acta Zool. Mex. 17: 31-33

Artigas J. (1994) Entomología Económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Ediciones Universidad de Concepción. 943 pp.

Atchley, W. y Rutledge, J. (1980) Genetic components of size and shape. I. Dynamics of components of phenotypic variability and covariability during ontogeny in the laboratory rat. Evolution, 34: 1161-1173.

Baena Hurtado, M L. (2009). Efectos de la cópula y el tamaño del macho sobre el comportamiento de ovipostura en la mosca estercolera *Archiseopsis diversiformis* (Diptera: Sepsidae). Revista de Biología Tropical, 57(Suppl. 1), 239-250. Retrieved from [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442009000500020&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000500020&lng=en&tlng=es)

- Benítez, H A, y Püschel, T A. (2014). Modelando la Varianza de la Forma: Morfometría Geométrica Aplicaciones en Biología Evolutiva. *International Journal of Morphology*, 32(3), 998-1008. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000300041>
- Bernal, J. y Díaz, C. (2005) Tecnología para el cultivo de curuba. Manual Técnico N° 6. Río Negro, Antioquia, Colombia: CORPOICA. 180p.
- Bermúdez-Tobon, A. (2005) *Caracterización morfológica de las poblaciones de agnonida longipes y munida flinti (crustacea: decapoda: galatheidae) en el mar caribe colombiano*. Tesis de postgrado. Universidad Nacional de Colombia. 1- 100 pp.
- Blackwelder, R.E., 1947. Checklist of the coleopterous insects of México, Central America, The West Indies, and South America. U.S. National Museum Bulletin, 185 (5):765-921
- Bookstein, F. L. (1996) Combining the tools of geometric morphometrics. In: Marcus, L. F.; Corti, M.; Loy, A.; Naylor, G. J. P. & Slice, D. *Advances in morphometrics*. New York, Plenum Press, pp.131-51.
- Bustillo, A. E. (2008) *Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana*, Edition: 1st, Chapter: Sección 1 Generalidades sobre los insectos, Publisher: Blanecolor Ltda, Editors: Alex E. Bustillo, pp.14-92.
- Canals, M, Taucare-Rios, A, Solis, R, y Moreno, L. (2016). Dimorfismo sexual y morfología funcional de las extremidades de *Loxosceles laeta* (Nicolet, 1849). *Gayana (Concepción)*, 80(2), 161-168. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382016000200161>
- Campos Espinosa, T (2001) *La Curuba: Su cultivo*. Bogotá, Colombia: IICA. 30p.

- Catena Martínez, A., Ramos Álvarez, M., y Trujillo Mendoza, H. (2003). Análisis multivariado. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Cartagena, M. y Galante, E. (2005) Ecología de las especies de *Scaurus solier* en el sudoeste ibérico (Coleoptera: Tenebrionidae). Ses. Entom. ICHN-SCL. 13. 36-37 pp.
- Cano Otalvaro, L. (2011) *Caracterización morfométrica de anadara tuberculosa y a. similis* en la costa pacífica colombiana. Tesis de pregrado. Universidad del Valle. 2-99 pp.
- Celis, Á., Mendoza, C., Pachón, M., Cardona, J., Delgado, W., Y Cuca, L. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 97-106. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/13923>
- Chaparro-Rojas, D.C, Maldonado, M.E, Franco-Londoño, M.C, y Urango-Marchena, L.A. (2014). *Características nutricionales y antioxidantes de la fruta curuba larga* (*Passiflora mollissima* Bailey). *Perspectivas en Nutrición Humana*, 16(2), 203-212. <https://dx.doi.org/10.17533/udea.penh.v16n2a07>
- De la Cruz, J. (2005) *Entomología morfología y fisiología de los insectos*. Asesoría Editorial. ISBN 978-958-701-731-1
- Del Rio, M. Malvardi, A. y Lanteri, A. (2012) Systematics and cladistics of a new Naupactini genus (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae) from the Andes of Colombia and Ecuador. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 2012, 166, 54–71.
- Dujardin, J.P. (2002) *Introducción a la morfometría*. (Con énfasis en Triatominae y Phlebotominae). La Paz, Bolivia.



- DANE. (2017). Expo\_Arancel\_8016. Colombiastad.gov.co. Recuperado 5 April 2018, de [http://www.colombiastad.gov.co/downloads/Expo\\_Arancel\\_8016.rar](http://www.colombiastad.gov.co/downloads/Expo_Arancel_8016.rar)
- Del Río, M. G. y Lanteri, A. A. (2011). *Obrieniolus*, a new monotypic genus of Naupactini (Coleoptera, Curculionidae, Entiminae) from the Peruvian Andes and its phylogenetic placement. *ZooKeys*, (102), 51–63. Advance online publication. <http://doi.org/10.3897/zookeys.102.124>
- Díaz Monroy, L., y Morales Rivera, M. (2012). *Estadística Multivariada: inferencia y métodos* (3rd ed.). Bogotá, D.C: Universidad Nacional de Colombia.
- Elizondo Silva, Ana Ibis; Murguido Morales, Carlos A.; (2007). El manejo integrado de plagas de insectos en cuba. *Fitosanidad*, Septiembre-Sin mes, 23-28.
- Espejo, D., Hidalgo, J., Santamaría-Galindo, M., Fernández J., (2013) MP30-O. Insectos asociados entre un cultivo de curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) y un fragmento de bosque alto andino de la Sabana de Bogotá. En E. Becerra (Presidencia). Congreso Colombiano de Entomología. 40 Congreso Socolen. Bogotá, D.C., 10, 11 y 12 de julio de 2013. Sociedad Colombiana de Entomología - Socolen. DVD. Bogotá, D.C., Colombia. 343 p.
- Espinoza, D. y Arguedas, M. (2005) Evaluación de factores que favorecen el ataque de *Scolytes alni* (Curculionidae: Scolytinae) en plantaciones de jaúl (*Alnus acuminata* Kunt) en Costa Rica. *Kurú. Revista Forestal* 2(5). 11p.
- Fernández, S. y Cordero, J. (2007) Biología de la broca del café *Hypothenemis hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en condiciones de laboratorio. *Biopagro*. 19(1): 35-40

- Fischer, G. Carranza, C. Miranda, D. Magnitskiy, S. Casierra, F. Piedrahíta, W. Flores, L. E. (2009) Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Epígrafe - Sociedad colombiana de ciencias hortícolas pp 0-18.
- Fonseca, A.J., Menezes, C.W.G., Santos, C.A., Assis Júnior, S.L., Fonseca, A.G., y Soares, M.A. (2014). Morfometría de pupas e adultos de *rhinochenus stigma* Linnaeus 1758 (Coleoptera: curculionidae). Revista Árvore, 38(1), 25-30. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000100002>
- Gamboa-Duque, D. (2016) La importancia de identificar acertadamente los insectos en el manejo integrado de plagas: uso del código de barras del ADN. Tesis doctoral - Universidad del valle, Colombia.
- Galán, C. (2010) Evolution of cave fauna: mechanisms and processes that elucidate the origin of troglobite species. Sociedad Venezolana de Espeleología. Consultado en <http://www.aranzadi.eus/fileadmin/docs/espeleologia/BioEvol.Total.pdf>
- García Calleja, A. (2004) Dimorfismo sexual en imagos del coleóptero cerambicido *Xylotrechus arvicola* Olivier. Bol. San. Veg. Plagas, 30:19-24.
- García-Morantes, J. (2016). Fenología y herbívoros plaga del cultivo de curuba en Pasca, Cundinamarca. Magíster en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Posgrado. Bogotá, Colombia.
- García, Z. Sarmiento C. E. y Rojas S. (2008) Sociability and Vespid Morphologic Differentiation. Sociobiology Vol. 51, No. 2, 2008
- García-Ruiz, A.; Girones-Vilaplana, A.; León, P.; Moreno, D.A.; Stinco, C.M.; Meléndez-Martínez, A.J.; Ruales, J. (2017) Banana Passion Fruit (Passiflora

- mollissima (Kunth) L.H. Bailey): Microencapsulation, Phytochemical Composition and Antioxidant Capacity. *Molecules* 2017, 22, 85.
- González, M. Morando, M. y Avila, L. (2016) Morfología lineal y geométrica en un grupo de lagartijas patagónicas del género *Phymaturus* (Squamata: Liolaemini). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87 (2016) 399–408
- Guzmán, D. (1996). Zonas de Vida o Formaciones Vegetales Área Jurisdiccional C.A.R. (1st ed., pp. 27-30). Santafé de Bogotá, D.C.: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [C.A.R.]. Retrieved from <http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/33791/00011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, A., y Bernal, R. (2000). Lista de Especies de *Passifloraceae* de Colombia. *Biota Colombiana*, 1 (3), 320-335.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2006). Manejo integrado del cultivo de la curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima* Holm Nielsen & Jorgensen). *Boletín de Sanidad Vegetal* 51. Bogotá: Fondo Nacional Del Fomento Hortícola, ICA, Asofrucol. 65p.
- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] y Ministerio Del Medio Ambiente República De Colombia [MinAmbiente] (2001). *El medio ambiente en Colombia*. 2da ed. Bogotá: Pablo Leyva, pp.279-286.
- Jerez V. (1995) *Stenomela pallida* Erchson, 1847. Redescrición, ontogenia y afinidad con el género *Hornius* (Chrysomelidae – Eumolpinae). *Gayana Zool.* 59(1): 1-12.

- Kamaldeep D, Sanju D y Anupam S (2004), *Passiflora*: a review update, from *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 94, Issue 1, Pages 1-23, ISSN 0378-8741, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.02.023>
- Kawano, K. (2006). Sexual dimorphism and the making of oversized male characters in beetles (Coleóptera). *Annals of the Entomological Society of America* 99 (2): 327-341.
- Kendall, D. G. (1977) The diffusion of shape. *Adv. Appl. Prob.*,9: 428-30
- Klingenberg, C. (2010). Evolution and development of shape: integrating quantitative approaches. *Nature Reviews Genetics* 11: 623-635.
- Lanteri, A. A. y Del Río, M. G. (2008) *Caracteres* genitales de la hembra en la clasificación y filogenia de la tribu Naupactini (Coleóptera: Curculionidae). Pp. 159- 176. En: Llorente Bousquets J. y Lanteri A. A. (eds.). *Contribuciones taxonómicas en órdenes de insectos hiperdiversos*. UNAM- RIBES-CYTED.
- Lanteri, A. A. y Del Río, M. G. (2016), Phylogeny of the tribe Naupactini (Coleóptera: Curculionidae) based on morphological characters. *Syst Entomol*, 42: 429–447. doi:10.1111/syen.12223
- Lobo, F. Abdala, C. y Valdecantos, S. (2012). Morphological diversity and phylogenetic relationships within a South-American clade of iguanian lizards (Liolaemidae: Phymaturus). *Zootaxa*, 3315, 1–41.
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural (2011) Página oficial – Producción por cultivos: Colombia. Tomado de <https://www.minagricultura.gov.co/Paginas/default.aspx>

- Mangeaud, A. (2004). La aplicación de Técnicas de Ordenación Multivariadas en la Entomología. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 63(3-4), 1-10. Recuperado en 04 de abril de 2017, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0373-56802004000200001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-56802004000200001&lng=es&tlng=es)
- Martínez, L., García, S. y Sanabria, R. (2009). Zonificación de las especies pasifloráceas comerciales en Colombia. In: *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba*. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. Bogotá: Miranda, D., G., Fischer, C. Carranza, S. Magnitskiy, F. Casierra-Posada, W. Piedrahíta y L.E. Flórez (eds).
- Merino-Cisneros, F. L. (1991) Sistema Experto para Diagnóstico de Plagas Insectiles de Maíz (*Zea mays* L.) en Centro América. *Agronomía Mesoamericana* 2: 80-88.
- Morera-Parra, M. (2012) Acuerdo de Competitividad Para la Cadena Productiva de Pasifloras en Colombia. MADR – CEPASS, Huila.
- Munro JA. (1968) Insects affecting potatoes in Bolivia. *Journal of Economic Entomology* 61: 882
- Muzón, J. (2005). *Insecta. La búsqueda de la clasificación perfecta*. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 64(3), 1-12. Recuperado en 01 de abril de 2018, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0373-56802005000200001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-56802005000200001&lng=es&tlng=es).
- Organización de los Estados Americanos [OAS]. (1994). Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja (1st ed., p. 13). Washington D.C.: Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente Secretaria Ejecutiva para

- Asuntos Económicos y Sociales Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Retrieved from <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea02s/oea02s.pdf>
- Oberprieler, R.G.; Marvaldi, A.E.; Anderson, R.S. (2007) Weevils, weevils, weevils everywhere. Pp. 491-520 in: Zhang, Z.-Q. & Shear, W.A. (Eds) Linnaeus tercentenary: progress in invertebrate taxonomy. *Zootaxa*, 1668: 1–766.
- Ortiz, J. Martínez, C. Jiménez, A. Manrique, C. y Elzo, M. (2011) Heritability estimates for the allometric relationship between rib eye area and weight in colombian crossbred cattle. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal - AICA 1* (2011) 437-440.
- Padilla, F. Flores, J. y Pérez, J. (2007) Los órganos de los sentidos de las abejas. Universidad de Cordoba, Departamento de zoología. *Revista El Colmenar* 87. 13-26 pp.
- Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariantes*. Madrid: McGraw-Hill.
- Peña L. (2001) Gusanos blancos de la papa, biología y manejo. *Innovación y Cambio Tecnológico* 2:29-33
- Reilly, S Wiley, E. y Meinhardt, D. (1997) An integrative approach to heterochrony: the distinction between interspecific and intraspecific phenomena. *Biological Journal of the Linnean Society* 60: 119-143.
- Ricker WE (1975) *Computation and interpretation of biological statistics of sh populations*. Department of Environment, Fisheries and Marine Service, Ottawa, ON. 382p.
- Rodríguez , J.G, Arece, J, Olivares, J.L, y Roque, E. (2009). ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE ARTHROPODA. *Revista de Salud Animal*, 31(3), 137-142. Recuperado en 01 de

abril de 2018, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-570X2009000300001&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2009000300001&lng=es&tlng=es).

Rodrigues-Matrangolo, C. (2011) Dimorfismo sexual em *Heilipodus naevulus* e impacto do ataque no desenvolvimento inicial de clones de eucalipto. Tesis de postgrado. Universidad Federal de Viscosa. 1-154 pp.

Rohlf, F. J. Bookstein, F. L. (1990). Special Publication Number 2. Ann Arbor, Michigan, The University of Michigan Museum of Zoology, pp.167-77.

Rohlf, F. y Slice, D. (1990). Extensions of the Procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Systematic Zoology*, 39, 40–59.

Rohlf, J. (2018) tpsDIG versión 2.31. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook. Consultado el 15 de abril del 2018 en <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>

Rohlf, J. (2018) tpsRelw versión 2.31. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook. Consultado el 15 de abril del 2018 en <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>

Rubio G. Bustillo P. Vallejo E. Benavides M. Acuña, J. Morfología del sistema reproductor femenino y masculino de *Hypothenemus hampei* (Ferrari). *Cenicafé* 58(1):75-82. 2007.

Santamaría-Galindo Galindo, M., Castro Ávila, M., Á., Ebratt Ravelo, E, y Margarita Brochero, H. (2014). *Caracterización de Daños de Moscas del Género Dasiops (Diptera: Lonchaeidae) en Passiflora spp. (Passifloraceae) Cultivadas en*

- Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 67(1), 7151-7162. <https://dx.doi.org/10.15446/rfnam.v67n1.42605>
- Salvo, A. Defagó, M. Itatí, S. y Visintín, A. (2018) Morfología externa e interna. Cátedra de Entomología. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.
- Seffrin, R. A, Costa, E, Couto, Mara R, y Lopes, S. J. (2006). Medidas morfométricas de fêmeas e machos de *Oncideres dejeani* Thompson, 1868 (Coleóptera: Cerambycidae). *Ciência Rural*, 36(4), 1313-1316. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000400044>
- Schoonhoven, L. M., van Loon, J. J., y Dicke, M. (2005). *Insect-Plant Biology* 2 Ed. New York: Oxford University Press (55:58).
- Soto, A. Orengo, L. y Estrela, A. (2002) Estudio de las poblaciones de insectos escolítidos (Coleóptera: Scolytidae) en las masas de *Pinus alapensis* Miller del parque natural del Montgó (Alicante). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*. 28: 445-456
- Sokal, R. y Rohlf, J. (1979) *Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blume Ediciones. España. 832 p
- Schulte, R. (1996) El manejo de *Zophobas morio* (Coleóptera: tenebrionidae) en climas tropicales húmedos. *Folia amazonica* vol. 8(2)-1996. 47-75 pp.
- Toro, H. Chiappa, E. y Tobar, C. (2003) *Biología de insectos*. Salesianos S.A. Ediciones Universitarias de Valparaíso. ISBN 956 17 0340 8.



- Toro-Ibacache, M. V. Manriquez-Soto, G. Suazo-Galdames, I. (2010) Morfometría Geométrica y el Estudio de las Formas Biológicas: De la Morfología Descriptiva a la Morfología Cuantitativa. *Int. J. Morphol.*, 28(4):977-990, 2010.
- Tuñón, J. (2010). CURCULIONIDAE DE COLOMBIA; [www.Coleoptera-neotropical.org](http://www.Coleoptera-neotropical.org). Coleoptera-neotropical.org. Retrieved 2 October 2017, from [http://Coleoptera-neotropical.org/paginas/2\\_PAISES/Colombia/Curculionoidea/curcul\\_col.html](http://Coleoptera-neotropical.org/paginas/2_PAISES/Colombia/Curculionoidea/curcul_col.html)
- Vasquez, M. y Liria, J. (2012) Morfometría geométrica alar para la identificación de *Chrysomya albiceps* y *C. megacephala* (Diptera: Calliphoridae) de Venezuela. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 60 (3): 1249-1258.
- Vergara, O. Benítez, H. Pincheira, M. y Jerez, V. (2014) Determinación del dimorfismo sexual en la forma corporal de *Chiasognathus grantii* (Coleoptera: Lucanidae). *Revista Colombiana de Entomología* 40 (1): 104-110 (2014).
- Vite, F. (2012) Sexo en insectos. UNAM. Revista digital universitaria Vol XIII. ISSN: 1067-6079
- Wibmer, G.J. y O'Brien, C.W. (1986) Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of South America (Coleoptera: Curculionoidea). *Memorias del Instituto Entomológico Americano*. N° 39.
- Wigglesworth, V. B. (1972) *The principles of insect physiology*, 7ª ed., Chapman and Hall, London, 827 p.

## Anexos

### Variables en el análisis

Escalón	Tolerancia	F para eliminar	Lambda de Wilks
1 LFLAG	1,000	1962,327	
2 LFLAG	,573	372,299	,175
LES	,573	7,890	,020
3 LFLAG	,567	220,368	,100
LES	,572	6,127	,017
AnAB	,973	4,929	,017
4 LFLAG	,542	62,531	,036
LES	,485	9,261	,017
AnAB	,973	4,371	,015
AnES	,623	3,977	,015

### Variables no en el análisis

Escalón	Tolerancia	Tolerancia mín.	F para entrar	Lambda de Wilks
0 LAB	1,000	1,000	5,837	,873
LTa2	1,000	1,000	5,781	,874
AnAB	1,000	1,000	124,808	,243
LES	1,000	1,000	188,276	,175
LFLAG	1,000	1,000	1962,327	,020
LPED	1,000	1,000	16,880	,703
AnES	1,000	1,000	866,287	,044
LTa1	1,000	1,000	5,477	,880
1 LAB	,965	,965	,693	,020
LTa2	,802	,802	7,267	,017
AnAB	,975	,975	6,618	,017
LES	,573	,573	7,890	,017
LPED	,911	,911	1,775	,019
AnES	,735	,735	1,166	,019
LTa1	,843	,843	5,339	,018
2 LAB	,964	,564	,441	,016
LTa2	,697	,498	2,629	,016
AnAB	,973	,567	4,929	,015
LPED	,888	,559	,657	,016
AnES	,623	,486	4,520	,015
LTa1	,624	,424	,845	,016
3 LAB	,633	,564	,532	,014
LTa2	,686	,494	3,162	,014
LPED	,885	,558	,394	,015
AnES	,623	,485	3,977	,013
LTa1	,614	,420	1,252	,014
4 LAB	,633	,485	,428	,013
LTa2	,579	,368	1,019	,013
LPED	,692	,427	,103	,013
LTa1	,462	,278	,018	,013

**Anexo 1.** Variables clasificadas y descartadas en el análisis mediante el Lambda de Wilks y el F de entrada y salida. IBM SPSS Statistics 22.

**Autovalores**

Función	Autovalor	% de varianza	% acumulado	Correlación canónica
1	74,301 <sup>a</sup>	100,0	100,0	,993

a. Se utilizaron las primeras 1 funciones discriminantes canónicas en el análisis.

**Lambda de Wilks**

Prueba de funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	,013	164,216	4	,000

**Coefficientes de función discriminante canónica estandarizadas**

	Función
	1
AnAB	-,332
LES	-,647
LFLAG	1,083
AnES	,397

**Matriz de estructuras**

	Función
	1
LFLAG	,813
AnES	,540
LES	,252
AnAB	-,205
LTa2 <sup>a</sup>	,173
LTa1 <sup>a</sup>	,058
LAB <sup>a</sup>	-,043
LPED <sup>a</sup>	,031

**Resultados de clasificación<sup>a</sup>**

			Pertenencia a grupos pronosticada		Total
SEXO			1	2	
Original	Recuento	1	21	0	21
		2	0	21	21
	%	1	100,0	,0	100,0
		2	,0	100,0	100,0

a. 100,0% de casos agrupados originales clasificados correctamente.

**Anexo 2.** Resumen de los resultados del análisis discriminante: Autovalores, lambda de Wilks, coeficientes de función canónica estandarizados, matriz de estructuras (X<sup>a</sup>: Variable eliminada) y resultados de clasificación. IBM SPSS Statistics 22.