



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Caracterización de *Leptopharsa heveae*
Drake & Poor, 1935 (Heteroptera: Tingidae)
en la región cauchera del departamento de
Guaviare**

Andrés Ricardo Peraza Arias

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias
Maestría en Ciencias Agrarias Énfasis en Entomología
Bogotá, Colombia
2016

Caracterización de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor 1935 (Heteroptera: Tingidae) en la región cauchera del departamento de Guaviare

Andrés Ricardo Peraza Arias

Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título
de:

Magister en Ciencias Agrarias

Directora:

Helena L. Brochero, M.Sc., PhD.
Facultad de Ciencias Agrarias sede Bogotá UNAL

Codirectora

Ibonne Aydee García Romero, M.Sc., PhD.
Instituto de Biotecnología, sede Bogotá UNAL

Línea de Investigación:
Entomología

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias
Maestría en Ciencias Agrarias Énfasis en Entomología
Bogotá, Colombia
2016

NOTA ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución No. 13 de julio de 1946: “La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus tesis de grado”

A Dios

Por haberme permitido realizar y desarrollar una idea de investigación que responde a una necesidad de una región apartada. Y por darme la salud y la fuerza de voluntad para cumplir los objetivos

A mis padres

Por su apoyo en los momentos difíciles, consejos, comprensión, amor y motivación constante en la meta de alcanzar mis objetivos académicos y de vida

A mi hermano

Por su apoyo, motivación y comprensión

Agradecimientos

A mi maestra y directora de tesis Helena Luisa Margarita Brochero, por el apoyo y la orientación a lo largo del desarrollo de la investigación que fomentaron mi crecimiento personal y profesional

A Ibonne Aydee García por abrirme las puertas a la investigación en el gremio productivo del caucho natural a través de CENICAUCHO y el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional–IBUN, codirigir el trabajo de tesis, su apoyo incondicional, enseñanzas y ejemplo.

Especial reconocimiento a la ingeniera Ana Lucia Torres Velázquez y familiares, por su participación y apoyo en las actividades realizadas en campo y su gestión con los productores.

A la Asociación de productores de Caucho de Guaviare- ASOPROCAUCHO, liderados por Mario de Jesús Guevara y muy especialmente aquellos que prestaron sus plantaciones y colaboración para el desarrollo de la investigación. Rubén Perilla y Familia, José Mendoza (Q.E.P.D) y su hija Yolanda, Simeón Barrios (Q.E.P.D) y Familia.

A mis padres y hermano por su paciencia, motivación y colaboración.

Al personal del IBUN liderado por el profesor Fabio Aristizábal, en especial a Uriel Hurtado, Sandra Sayer, Yeimy Pinzón, Elizabeth Méndez, Camilo Ruiz y Jaqueline Ramírez, por su amistad, consejos, enseñanzas y asesoría.

A la Universidad Nacional y a la Facultad de Ciencias Agrarias, por ser mi *alma mater*

Al Fondo de Fomento Cauchero, administrado por la Confederación Cauchera Colombiana, quien aprobó los recursos de los productores para financiar el proyecto macro “Caracterización de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Heteroptera: Tingidae) en la región cauchera del sur oriente colombiano y su manejo con hongos entomopatógenos” del cual se desprende en su primera fase los resultados presentados en este trabajo de maestría.

Resumen

El caucho natural es la materia prima que se obtiene a través la extracción y procesamiento del látex de árboles de la especie *Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr de Juss.) Muell. et Arg. En Colombia, la producción se concentra en seis núcleos que comprenden 46.955,2 hectáreas con un rendimiento promedio de 1,2 t /ha. *Leptopharsa heveae* Drake & Poor 1935 (Heteroptera: Tingidae), es una especie monófaga que usa las plantas de *H. brasiliensis* como un hospedante natural del cual en altas poblaciones establecidas al alimentarse de floema puede causar defoliaciones tempranas con impacto negativos en el proceso de fotosíntesis generando la reducción el crecimiento de la planta y la producción de látex. Además, las incisiones en las hojas por alimentación y ovoposición facilitan la susceptibilidad a enfermedades como el Mal Suramericano de las Hojas causado por *Pseudocercospora ulei*. A pesar que *L. heveae* no ha sido registrado para Colombia, los productores en el departamento de Guaviare, comunicaron la presencia de poblaciones de insectos con caracteres compatibles morfológicamente con esta especie.

En este contexto, el objetivo de este estudio fue caracterizar las poblaciones de *L. heveae* asociada a cultivos de caucho en el departamento de Guaviare por medio del análisis taxonómico y su dinámica poblacional en condiciones regionales. Este documento presenta cuatro capítulos: 1) revisión del cultivo de caucho natural para Colombia y entomofauna asociada; 2) primer registro *L. heveae* para Colombia, soportado por una detallada descripción de caracteres morfológicos externos que incluye el análisis morfométrico de caracteres de adultos provenientes de poblaciones naturales de Guaviare; una descripción de la morfología externa de la ninfa de V estadio, y una propuesta de clave dicotómica para las especies de *Leptopharsa* spp., registradas en Colombia a partir del análisis de especímenes depositados en colecciones de referencia nacionales y los analizados en el presente trabajo; 3) estado del arte para la familia Tingidae con especial énfasis en el género *Leptopharsa* spp., en Colombia; 4) Fluctuación de la población natural durante 12 meses entre 2013 y 2014 de *L. heveae* en cultivos de caucho en el departamento de Guaviare y modelo de distribución ecológica de nichos derivada de registros en Brasil, basado en la base de datos WORCLIM y con el Algoritmo

de Maxima Entropia-MAXENT para obtener una estimación sobre la presencia en otras zonas de Colombia.

La investigación se realizó con la participación de la Corporación Centro de Investigación de Caucho Natural-CENICAUCHO y recursos financieros del Fondo de Fomento Cauchero, involucrando a productores de caucho natural del Guaviare; el Instituto de Biotecnología y la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Los resultados hacen parte del proyecto titulado “Caracterización de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Heteroptera: Tingidae) en la región cauchera del sur oriente Colombiano y su manejo con hongos entomopatógenos”.

Palabras clave: Chinche de encaje, *Hevea brasiliensis*, taxonomía, morfometría, ninfa, fluctuación poblacional, distribución.

Abstract

Natural rubber refers to the white latex that comes from trees of the *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex ADR Juss.) Muell. et Arg. In Colombia, production of natural rubber latex represents 46,955.2 hectares, with a yield of 1.2 t / ha. *Leptopharsa heveae* Drake & Poor 1935 (Heteroptera: Tingidae) is a monophagous species using *H. brasiliensis* trees as its natural host. Because *L. heveae* feeds on phloem, established high populations of this species can cause early defoliation with negative impact in photosynthesis that significantly reduce plant growth and latex production. In addition, feeding and oviposition the incision by *L. heveae* facilitates the entry of *Pseudocercospora ulei* considered as etiologic agent of the South American leaf blight of rubber disease. Despite, *L. heveae* has not been registered in Colombia, rubber producers have communicated the presence of populations of insects with morphological characteristics associated with this species, in rubber plantations from Guaviare department.

In this context, this study aims to characterize natural populations of insects associated with *L. heveae* in rubber plantations from Guaviare department in accordance to taxonomy and dynamic natural populations in local conditions. The present document presents four chapters: 1) a review of rubber crop production in Colombia with description of insects considered as pest; 2) First register of *L. heveae* in Colombia supported by a detailed external morphological description that includes morphometric analyses of adults of natural populations from Guaviare; a description of external morphology of the V nymph, a proposal of a dichotomous key for *Leptopharsa* spp registered in Colombia, based on analyses of specimens deposited in national museums and results obtained in this study; 3) a current status of the family Tingidae with emphasis on *Leptopharsa* spp in Colombia; 4) dynamic population of natural population of *L. heveae* during 12 months in 2013-2014 at rubber plantations in Guaviare department; and, models of ecological niches distribution derived from records for *L. heveae* in Brazil with Maximum Entropy Algorithm- MAXENT based on WorldClim database in a way to estimate presence of this species in other areas of Colombia.

This study was financed by the Corporation Research Center of Natural Rubber-CENICAUCHO, supported by Gremial Promotion Fund involving rubber producers of Guaviare; the Biotechnology Institute and the Faculty of Agricultural Sciences at the National University of Colombia in Bogotá. The frame for this thesis was the project entitled "Characterization of *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Heteroptera: Tingidae) in the south eastern region of Colombia and its management with entomopathogenic fungi".

Keywords: lace bug, *Hevea brasiliensis*, taxonomy, morphometry, nymph, population dynamics, distribution.

Contenido

	Pág.
Introducción.....	1
Capítulo 1. Sistema productivo de caucho natural <i>Hevea brasiliensis</i> en Colombia.....	6
Introducción.....	6
1.1. Descripción botánica	6
1.2. Material de propagación.....	10
1.3. Sistema productivo.....	13
1.4. Cadena de productiva y su industria	15
1.5. Insectos plaga asociados al cultivo de caucho <i>Hevea brasiliensis</i> en Colombia	16
1.6. Discusión.....	23
Capítulo 2. Registro y estado actual de <i>Leptopharsa heveae</i> Drake & Poor, 1935 (Heteroptera: Tingidae) en Colombia.....	25
2.1. Introducción	25
2.2. Materiales y métodos	26
2.3. Resultados.....	29
2.4. Discusión.....	42
Capítulo 3. Revisión Familia Tingidae con énfasis en el género <i>Leptopharsa para Colombia</i>.....	45
3.1. Introducción	45
3.2. Materiales y métodos	46
3.3. Resultados.....	46
3.3.1. Estado del arte familia Tingidae y género <i>Leptopharsa</i> para Colombia....	46
3.3.2. Registro de colecciones.....	57
3.3.3. Propuesta Clave para el género <i>Leptopharsa</i> para Colombia	59

3.4.	Discusión	64
Capítulo 4. Fluctuación poblacional de <i>Leptopharsa heveae</i> y modelo de distribución para Colombia		67
4.1.1.	Introducción	67
4.2.	Materiales y métodos	69
4.2.	Resultados	75
4.3.	Discusión	88
Conclusiones generales		94
A.	Anexo: Requerimientos para el cultivo del caucho	95
B.	Anexo: Holotipo <i>Leptopharsa heveae</i>	96
C.	Anexo: Carta de aceptación de material entomológico.....	97
D.	Anexo: Material de herbario de <i>H. brasiliensis</i>	98
E.	Anexo: Especies descritas para Colombia en Lace bugs database Gilbert, (2015).....	99
6.	Bibliografía	101

Lista de figuras

Figura 1-1. Inflorescencias de la especie <i>Hevea brasiliensis</i>	8
Figura 1-2. Fruto y semilla de <i>H. brasiliensis</i>	10
Figura 1-3. Crecimiento del área sembrada y de la producción de caucho natural total nacional.....	16
Figura 1-4. Ciclo de vida <i>Leptopharsa heveae</i>	21
Figura 2-1. Medidas realizadas sobre hemiólitros	29
Figura 2-2. Esquema de las medidas realizadas en el cuerpo de un individuo de <i>L. heveae</i>	29
Figura 2-3. Vista dorsal y ventral de adultos de <i>L. heveae</i>	33
Figura 2-4. Vista dorsal de cabeza y tórax de <i>L. heveae</i>	34
Figura 2-5. Vista lateral de adulto de <i>L. heveae</i>	34
Figura 2-6. Antenómeros III y IV.	34
Figura 2-7. Uñas tarsales en el ápice del último tarso de la pata mesotorácica,	35
Figura 2-8. Genitalia hembra <i>L. heveae</i>	35
Figura 2-9. Gráfico de saturaciones.	37
Figura 2-10. Eje I Análisis discriminante	39
Figura 2-11. Vista Dorsal Ninfa V de <i>Leptopharsa heveae</i>	40
Figura 2-12. Series alternadas de tubérculos en el margen de paranoto y cojines alares.....	40
Figura 2-13. Tubérculos bífidos en ninfa V de <i>Leptopharsa heveae</i>	41
Figura 2-14. Tubérculos margen lateral del abdomen en ninfa V de <i>Leptopharsa heveae</i>	41

Figura 3-1. Vista longitudinal y detalle en vista dorsal de cabeza-pronoto del modelo general de Tingidae.....	49
Figura 3-2. Vista dorsal y ventral del modelo general de un Tingidae. Caracteres usados en su determinación.....	50
Figura 3-3. <i>Corythaica cyathicollis</i> (Costa, 1864).....	54
Figura 3-4. <i>Corythuca championi</i> Drake & Cobben, 1960.....	55
Figura 3-5. <i>Amblystira machalana</i> Drake, 1948	56
Figura 3-6. <i>Acanthocheila armigera</i> Stål, 1858.....	56
Figura 3-7. <i>Leptopharsa gibbicarina</i> F., 1976.	62
Figura 3-8. Vista Dorsal <i>Leptopharsa madrigali</i> F., 1989.....	62
Figura 3-9. Vista Dorsal <i>Leptopharsa oventis</i> D. & H., 1945.	63
Figura 3-10. Vista Dorsal <i>Leptopharsa tenuis</i> C., 1897.	63
Figura 3-11. Vista Dorsal <i>Leptopharsa reflexa</i> F., 1989.	64
Figura 4-1. Plano plantación de caucho natural localizada en el municipio de San José de Guaviare.....	70
Figura 4-2. Planos plantaciones de caucho natural localizadas en el municipio de El Retorno.....	71
Figura 4-3. Comportamiento de la población total en las plantaciones durante el periodo de evaluación.....	76
Figura 4-4. Población de <i>L. heveae</i> por estado para cada mes en la plantación 2.....	78
Figura 4-5. Fluctuación poblacional en la Plantación 2 y su relación con la temperatura.....	81
Figura 4-6. Mapa de distribución espacial de puntos de presencia de <i>L. heveae</i> en Colombia y Brasil.....	84
Figura 4-7. Modelo de distribución para Colombia de <i>L. heveae</i>	87

Lista de tablas

Tabla 1-1. Fases de desarrollo foliar de la especie <i>Hevea brasiliensis</i>	9
Tabla 1-2. Características de algunos materiales vegetales.	12
Tabla 1-3. Estados de desarrollo de <i>Erinnyis ello</i>	18
Tabla 1-4. Niveles de población de <i>Leptopharsa heveae</i>	22
Tabla 2-1. Correlación de Pearson de variables LTD y LTI.	37
Tabla 2-2. Resultado ANOVA por variable de cada matriz (gl1)	38
Tabla 3-1. Propuesta de clave dicotómica para seis especies del género <i>Leptopharsa</i> presentes en Colombia.	60
Tabla 4-1. Coeficientes de Spearman r_s y significancia de la relación entre plantaciones de las poblaciones totales de <i>L. heveae</i>	75
Tabla 4-2. Resultado de prueba Kruskal-Wallis para determinación de diferencias entre grupos poblacionales de <i>L. heveae</i>	77
Tabla 4-3. Correlación variables climáticas durante el periodo de muestreo.....	79
Tabla 4-4. Correlación variables climáticas durante el periodo de muestreo con máximas, medias y mínimas históricas.	80
Tabla 4-7. Correlación poblaciones por estado y variables climáticas en cada plantación evaluada	82

Introducción

El caucho natural es la materia prima empleada en la fabricación de por lo menos 40.000 productos como llantas, globos, guantes quirúrgicos y condones (Cornish, 2001). Su obtención comercial se realiza a través de la extracción y procesamiento del látex de árboles de la especie *Hevea brasiliensis* (Willd. ex ADR de Juss.) Muell. et Arg, debido a sus características deseables para su utilización industrial como mejor elasticidad, adhesividad, resistencia al desgaste y a la fricción (Castellanos *et al*, 2009).

Colombia registra un área de producción de caucho natural de 52.221,7 hectáreas representadas en plantaciones con 46.955,2 hectáreas y 5.267,8 ha en zonas de difícil acceso (CCC, 2015), las cuales incluyen áreas en etapa de sostenimiento y áreas en beneficio con una producción de 4.600 t de caucho al año con un rendimiento de 1,2 t/ha (Secretaría Técnica de la Cadena de Caucho- MADR 2014). Las regiones de producción de caucho natural se encuentran distribuidas en 17 departamentos regionalizados en núcleos productivos, así: Magdalena Medio Santandereano; Magdalena Centro; Antioquia-Córdoba (Cordón cauchero-cacaotero); Zona Marginal Cafetera (Tolima - Caldas) y el núcleo compuesto por la Amazonía y Orinoquia (CCC, 2015; STNCC, 2008). El departamento del Guaviare, con los municipios de San José, El Retorno y Calamar, registra una participación de 261 productores con 914 ha (CCC, 2015), con predominio de clones americanos de las series IAN y FX (CCC, 2013) que pueden llegar a una producción promedio de 1.400 kg/ha/año (Gonçalves *et al*, 2001).

La chinche de encaje *Leptopharsa heveae* Drake & Poor 1935 (Heteroptera: Tingidae), es una especie monófaga de *Hevea brasiliensis* con ovipostura endófica en el envés de las hojas maduras y una duración total de 48 días a 30 °C (Cividanes *et al*, 2004a). Durante la alimentación de floema por esta chinche, desde el estado de ninfa hasta el estado adulto, la planta puede sufrir alteraciones fisiológicas representadas en defoliaciones tempranas, reducción del crecimiento y debilitamiento, conllevando una reducción en la producción del látex hasta del 30% de la producción de látex y dificultades en los procesos de injertación y en la labor de rayado (Cividanes, *et al*, 2004a; Cividanes, *et al*, 2004b). Además, las heridas en las hojas generadas por proceso de alimentación y ovoposición, aumentan la

susceptibilidad a enfermedades como el Mal Suramericano de las Hojas (SALB) causado por *Microcyclus ulei* (Rodrigues, 2007).

Leptopharsa heveae fue descrita en 1935 por el entomólogo Charles Townsend y registrada por Drake y Poor en el mismo año, como una especie originaria de la región nororiental ubicada entre en Boa vista, Roraima y del margen Rio Tapajós, Pará en Brasil (Alves *et al*, 2003; Drake y Ruhoff, 1965). *Leptopharsa heveae* es un insecto endémico de plantas del genero *Hevea* spp., nativas de la Amazonia, con aumento en su área de dispersión por material infestado (Val, 1994) usado en la expansión de la producción de caucho natural, concentrada en las regiones del Suroeste (São Paulo, Minas de Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo), Centro-Oeste (Mato Grosso, Mato Grosso del Sur, Goiás, Distrito Federal) y los estados de Bahía y Paraná en Brasil (Souza, 2011; Souza 2008).

En Colombia se registra la posible presencia de *L. heveae* a partir de publicaciones sobre la producción de caucho natural, en las cuales no se sustenta una descripción morfológica o biológica de la especie, como tampoco el registro de especímenes en colecciones de insectos registradas para el país. Las publicaciones solo mencionan que la especie se ha visto en todas las etapas del cultivo de caucho en el departamento del Caquetá con una baja incidencia (Garzón, 2000; Sterling *et al*, 2012b). El país ha registrado una expansión del área de producción de caucho natural en los departamentos de Caquetá, Meta y Guaviare a partir del programa de sustitución de cultivos ilícitos (CCC, 2015; Castellanos *et al*, 2009), lo que aunado en la alerta en 2012 por la Confederación Cauchera Colombiana (CCC) de posibles poblaciones de *L. heveae* en una plantación de caucho de 4 años localizada en el departamento de Guaviare, motivando el estudio de la taxonomía y biología de las poblaciones naturales de la chinche de encaje, como el que aquí se presenta. Aunque el propósito principal fue caracterizar taxonómicamente los individuos de la especie *L. heveae* y su dinámica poblacional en cultivos de caucho en la región productora del departamento del Guaviare; la escasa información sobre la familia Tingidae, el género *Leptopharsa* spp y la producción de caucho natural en Colombia hicieron necesario el desarrollo de otras preguntas de investigación para poder alcanzar el objetivo principal.

Preguntas de investigación

¿Cuál es el estatus de los individuos de las poblaciones de chinches (Tingidae) asociadas a cultivos de *Hevea brasiliensis* en el departamento de Guaviare?

¿Cuál es su relación taxonómica con otros miembros de la misma familia, en caso de encontrarse diferentes especies?

¿Cuál es la fluctuación poblacional de las especies de chinches (Tingidae) en las condiciones agronómicas y climáticas de la región cauchera del departamento de Guaviare?

¿Cuál es la posible distribución de las chinches de encaje en relación al sistema productivo de caucho natural en Colombia?

Cuerpo de hipótesis

1. Debido a la asociación especie específica entre la chinche de encaje *Leptopharsa heveae* Drake & Poor 1935 (Heteroptera: Tingidae) y plantas *Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr de Juss.) Muell. et Arg, cuya área de distribución original corresponde a la Amazonía brasilera, y teniendo en cuenta la ampliación de las zonas de producción agrícola para caucho natural, la fauna insectil del orden Hemiptera encontrada en plantaciones de *H. brasiliensis* en el departamento de Guaviare corresponderán a *L. heveae*.
2. La región cauchera ubicada en los municipios de San José y El Retorno en el departamento del Guaviare, se caracteriza por un régimen de precipitación con tendencia unimodal, factor abiótico fundamental que modula la abundancia de las especies insectiles, por lo que se estiman incrementos poblacionales principalmente después de la época seca y antes de los periodos con altos niveles de precipitación

3. Las poblaciones de la chinche de encaje fluctúan tanto en número como en composición demográfica, presentándose en época de lluvias una mayor cantidad de individuos en estados ninfales, que en estado adulto.
4. Además del registro de la especie en la zona de producción de caucho natural en el departamento del Guaviare, la distribución geográfica de las poblaciones naturales de *L. heveae* pueden ocupar otros nichos en concordancia con las zonas de vocación agroecológica para la producción de caucho natural en Colombia.

Objetivos

Objetivo General:

Determinar aspectos de la biología de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Heteroptera: Tingidae) en el sistema productivo de caucho natural (*Hevea brasiliensis*) en el departamento de Guaviare.

Objetivos específicos:

- Caracterizar taxonómicamente los individuos de la especie *L. heveae* presentes en los cultivos de caucho en el Guaviare
- Determinar la fluctuación poblacional de la especie *L. heveae*, en la zona de evaluación en el departamento de Guaviare

El presente documento se presenta en cuatro capítulos. El primero capítulo presenta una revisión actualizada de las características del sistema productivo y entomofauna asociada a la producción de caucho a partir de árboles de *Hevea brasiliensis* en Colombia. El segundo capítulo presenta el registro de *Leptopharsa heveae* en Colombia y define su estatus actual a partir de: a) análisis morfométrico de caracteres morfológicos de especímenes recolectados en plantaciones de caucho natural en Guaviare; b) registros para la especie en colecciones entomológicas de referencia nacionales; c) la descripción basada en caracteres morfológicos, para ninfas de V estadio. El tercer capítulo presenta una revisión del estado del arte para la familia Tingidae, con énfasis en el género *Leptopharsa* spp para Colombia y una propuesta de clave taxonómica basada en caracteres morfológicos para las especies registradas en Colombia. El último capítulo presenta los resultados del análisis de fluctuación poblacional de *Leptopharsa heveae* a partir de un estudio longitudinal de 12 meses con una frecuencia de muestreo mensual llevada a cabo en los municipios de San José de Guaviare y El Retorno – Guaviare y un modelo de estimación de la distribución geográfica de *L. heveae* para Colombia a partir del análisis de variables climáticas propias para el nicho planta - insecto. Estos capítulos constituyen el primer documento científico sobre esta especie en Colombia y evidentemente va más allá de los objetivos específicos inicialmente planteados

Este estudio contó con la participación de la Corporación Centro de Investigación de Caucho Natural-CENICAUCHO y la financiación del Fondo de Fomento Cauchero, involucrando a productores de caucho natural del Guaviare; el Instituto de Biotecnología y la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Este estudio hace parte del proyecto titulado “Caracterización de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Heteroptera: Tingidae) en la región cauchera del sur oriente colombiano y su manejo con hongos entomopatógenos”.

Capítulo 1. Sistema productivo de caucho natural *Hevea brasiliensis* en Colombia

Introducción

El caucho natural es la materia prima empleada en la fabricación de alrededor de 40.000 productos, (Cornish, 2001) pero la producción de llantas absorbe el 60% de la producción global (Gerber, 2011). Su obtención se realiza a través de la extracción y coagulación del látex. Comercialmente se utilizan árboles de la especie *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.DC. de Juss.) Muell.Arg, debido a que la producción de látex de esta especie permite un rendimiento comercial y tiene un elevado peso molecular que le confiere características indispensables para su aplicación industrial como elasticidad, adhesividad, resistencia al desgaste y a la fricción (Castellanos *et al*, 2009), frente al caucho que se produce a partir de síntesis de compuestos derivados del petróleo.

En Colombia el censo de plantaciones de caucho natural de 2015 presenta un total aproximado de 52.221,7 hectáreas (CCC, 2015), que incluyen áreas en etapa de sostenimiento y áreas en producción ubicadas en 17 departamentos regionalizados en los núcleos productivos: Magdalena Medio Santandereano, Magdalena Centro, Cordón cauchero-cacaotero (Antioquia-Córdoba), Zona Marginal Cafetera (Tolima - Caldas) y el núcleo compuesto por la Amazonía y Orinoquia (CCC, 2015; STNCC, 2008)

En el primer capítulo del documento se presenta el estado del arte acerca del sistema productivo del caucho natural en Colombia contemplando características biológicas, sistema productivo y entomofauna con mayor interés en el núcleo Amazonía y Orinoquia.

1.1. Descripción botánica

El árbol de caucho pertenece al género *Hevea*, familia Euphorbiaceae, tiene como área de distribución natural la cuenca del río Amazonas ocupando un hábitat que se extiende entre los 24° norte hasta los 23° sur de latitud (Martínez, 2007). Esta región cubre diferentes

condiciones climáticas y edáficas, que solo se limitan en América por las zonas de escape al principal patógeno del cultivo *Microcyclus ulei* agente causal de Mal Sur Americano de las Hojas (South American Leaf Blight- SALB). El género *Hevea* spp cuenta con nueve especies reconocidas con individuos monoicos que se caracteriza por presentar (Verheye, 2010; Sambugaro, 2007; Compagnon, 1998), entre otros:

- Flores pequeñas unisexuadas y en racimos, flores masculinas compuestas de glándulas en disco pequeñas libres o caducas, estambres en uno o dos vertidos, anteras sésiles, andróforo prolongado por encima de los estambres; mientras las flores femeninas cuentan con un ovario tricapelar, estigma sésil y bilobulado.
- Hojas largamente pedunculadas y trifoliadas con margen entero.
- Hábitos arbóreos y arbustivos, con producción de látex.

Las plantas de la especie *Hevea brasiliensis* en estado natural pueden alcanzar 40 m de altura y perdurar por cientos de años. Se diferencian de otras especies del mismo género por el desarrollo de frutos con cápsulas de forma elipsoidal o globular nunca en punta, de sección redonda, pericarpio espeso o carnosos, con dehiscencia o apertura explosiva (Compagnon, 1998).

El tallo se caracteriza por ser recto y estrecho hacia a la base con una corteza verde grisácea (Compagnon, 1998), sus raíces pueden alcanzar de 2 a 5 m de profundidad después de 3 años, con raíces secundarias que emergen de la raíz principal por debajo del cuello y pueden alcanzar hasta 10 m generando una red de raíces secundarias y pelos radicales que se concentra en las capas superiores del suelo (Verheye, 2010).

El desarrollo de cultivo presenta ciclos de desarrollo foliar sucesivos con hojas compuestas por tres folíolos dispuestos en el extremo de un peciolo largo. Cronológicamente el ciclo foliar morfogénico, que resulta en la formación de cada unidad de crecimiento, se cumple en cuatro fases (Tabla 1-1) que comprenden la brotación, crecimiento, maduración y dormancia (Compagnon, 1998).

La florescencia consiste de racimos axilares con pequeñas flores de color amarillo, que nacen de la parte basal del nuevo brote y aparecen después de la caída de las hojas. En

los racimos la relación es de 60 a 80 flores masculinas por cada flor femenina las cuales se ubican en los extremos de las ramas principales (Figura 1-1).

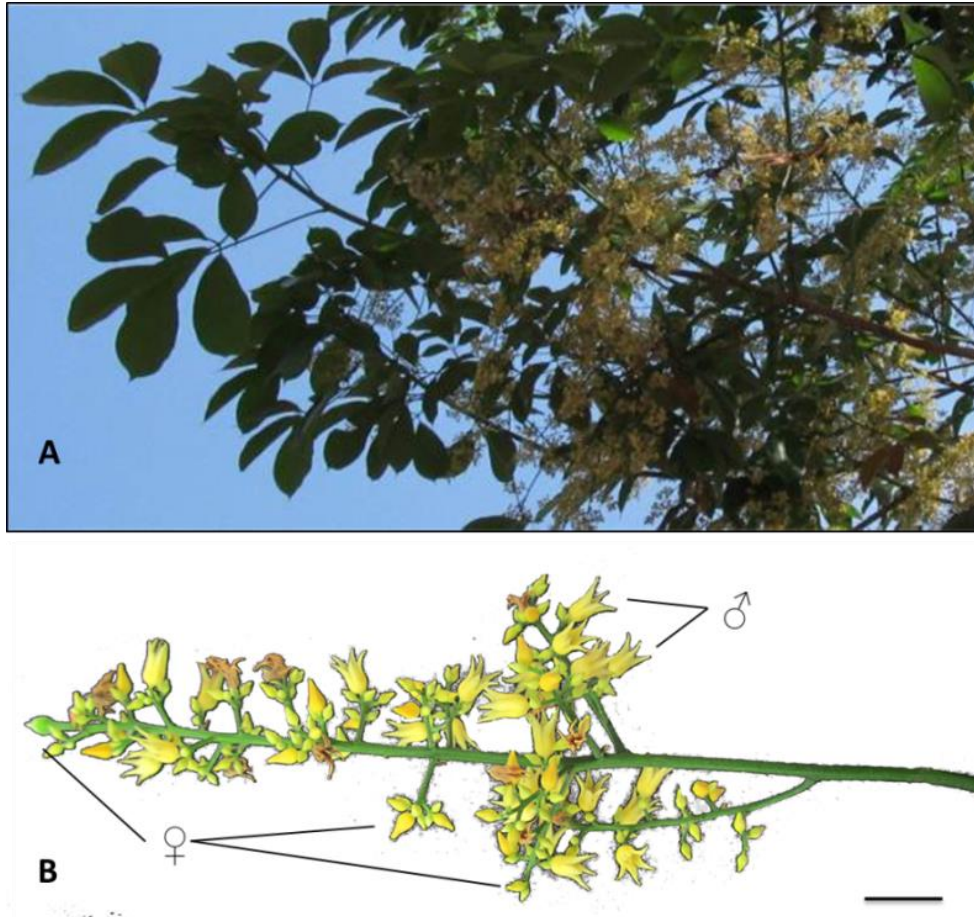



Figura 1-1. Inflorescencias de la especie *Hevea brasiliensis*. A. Inflorescencias en racimo. B. Detalle inflorescencia mostrando flores machos y hembras. Fotografías: A. Peraza.

Tabla 1-1. Fases de desarrollo foliar de la especie *Hevea brasiliensis*. Fotografías: A. Peraza

Fase	Días.	Descripción	Imagen cultivo <i>H. brasiliensis</i> Colombia	
Brotación	9	La yema apical que está en reposo inicia división celular y morfogénesis para la formación de primordios foliares y yemas axilares		
			Crecimiento	11
Maduración.	10	Los limbos dirigidos hacia abajo crecen rápidamente tornándose de color verde claro.		
			Dormancia.	13

La producción del fruto es anual y tarda cinco meses para completar su desarrollo permitiendo la liberación de las semillas mediante explosión de la cáscara. Los frutos maduros están constituidos por una cápsula trilobular, cada lóculo con una semilla ovalada con tegumento coriáceo de color café brillante (Figura 1- 2). Se estima que solo entre el 30 al 50% de los frutos producen semillas viables (Verheye, 2010) caracterizadas por presentar un período promedio de germinación entre 8 a 20 días en condiciones naturales (Compagnon, 1998).

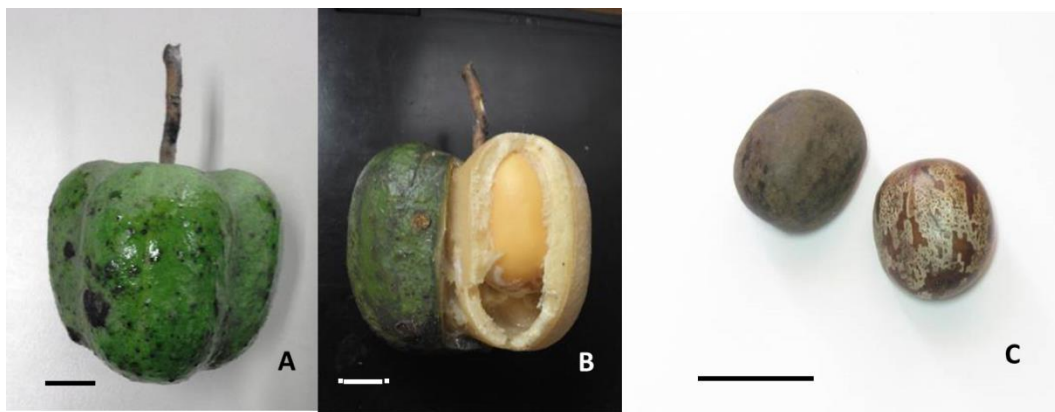


Figura 1-2. Fruto y semilla de *H. brasiliensis*. **A.** Fruto inmaduro; **B.** Disección del fruto donde se aprecia el lóculo con la semilla en proceso de maduración; **C.** Semillas maduras. Línea de escala equivale a 2cm. Fotografías: A. Peraza.

1.2. Material de propagación

Se reconocen aproximadamente 2000 especies de plantas que producen látex (Cenicaucho- Corpoica, 2013), pero es *Hevea brasiliensis* la especie más promisoría como sistema de cultivo comercial, debido a su elevado rendimiento y adecuada rentabilidad por hectárea, representada en un látex conformado por moléculas de poliisopreno de elevado peso molecular que le confieren características únicas para su uso en la industria.

Programas de fitomejoramiento han permitido la obtención de un importante número de clones en concordancia con las características propias de cada zona promisoría para el cultivo, por lo que se reconocen clones asiáticos y americanos. Cada clon se denomina con las siglas de la institución que lo obtuvo y un número de identificación. Para Asia, se reconocen, por ejemplo, instituciones como *Rubber Research Institute of Malasia* (RRIM),

Rubber Research Institute of India (RRII), *Rubber Research Institute of Sir Lanka (RRSL)* que producen clones con alta capacidad de producción de látex pero con susceptibilidad a *Microcyclus ulei* agente causal del Mal Sur Americano de la Hoja SALB (por su nombre en inglés (South American Leaf blight of Rubber) por lo que su cultivo requiere el establecimiento de zonas de escape a la enfermedad (Cenicaucho- Corpoica, 2013). Los materiales asiáticos tienen como material parental materiales derivados de las semillas recolectadas por Henry Alexander Wickham en 1876 en el estado de Pará y llevadas a Malasia (Gonçalves *et al.*, 1990).

En el continente americano se han producido series a partir de cruzamientos específicos con miras a tolerar algunas razas de *M. ulei*. Se reconocen por ejemplo, las series IAN (Instituto Agronomico do Norte) y FX (cruzamientos entre clones de la Ford Motor Company con clones orientales (Gonçalves *et al.*, 1997). La Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) obtuvo también, la serie SIAL con características de resistencia a algunas enfermedades foliares y cuya arquitectura facilita el establecimiento de sistemas agroforestales (Bonadie *et al.*, 2012). Las series CDC y FDR (García *et al.*, 2004) se caracterizan por presentar resistencia durable al SALB y se produjeron por convenios de investigación entre el Centre de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) de Francia y la multinacional Michelin. De esta serie, se encuentran en evaluación a gran escala en la Amazonía de Colombia, los materiales CDC 56, CDC 312, FDR 4575 y FDR 5597 (Steriling y Rodríguez, 2012).

Los sistemas productivos de carácter comercial prefieren material vegetal con resistencia o tolerancia a SALB y alta productividad con rendimiento equivalente o superior a 1.340 ton/ha/año de caucho seco durante el ciclo del cultivo. Lo ideal además, es que el material vegetal responda adecuadamente al manejo agronómico, particularmente a la fertilización, adecuada regeneración de la corteza y resistencia a desaparición temprana de la producción de látex, conocida como sangría seca (Martínez & García 2006; SAA, 1999). Dependiendo del área geográfica donde se establezca el cultivo, se requieren árboles con buena resistencia a caída por acción del viento, adecuada respuesta a períodos secos prolongados y algún tipo de resistencia a plagas y enfermedades. En Colombia se siembran materiales vegetales mejorados de origen asiático y americano (Tabla 1-2).

Tabla 1-2. Características de algunos materiales vegetales que componen los sistemas productivos de caucho natural en Colombia.

Material	Descripción
Series asiáticas	
RRIM 600	Uno de los clones más sembrados en Colombia. Árboles altos y de rápido crecimiento. Presenta una copa estrecha y follaje con hojas pequeñas verdes claras. Su producción inicial es media pero después aumenta y se mantiene hasta la senescencia, su látex es blanco siendo más adecuado para presentaciones de caucho seco. (Gonçalves <i>et al</i> , 2001). Material parental: Tjir1 x PB 86 (Quesada <i>et al</i> , 2011)
Clon GT1	Árbol de tallo vertical que puede llegar a presentar irregularidades como estrías y torsiones alrededor del injerto por incompatibilidades. La apertura de la copa es tardía, las hojas son grandes verde-oscuro y brillantes en árboles jóvenes y más pequeñas en árboles maduros. Su producción tiende a disminuir en la senescencia, presenta resistencia a quiebra por el viento. Su látex es blanco y adecuado para todos los procesos manufacturados. . (Gonçalves <i>et al</i> , 2001). Se caracteriza por ser un clon primario (Quesada <i>et al</i> , 2011), cuyo material se extrajo a partir de la selección de semillas en Indochina (Sedgley y Attanayake, 1988)
Clon PB 260	Son árboles que presentan buena resistencia al viento y una baja tasa de crecimiento durante el periodo inmaduro, altamente susceptible a <i>M. ulei</i> (Gonçalves <i>et al</i> , 2001). PB 5/51 (PB 56 x PB 24) PB49 (Quesada <i>et al</i> , 2011)
Series americanas	
FX 3864	Corresponde al material vegetal producto del cruce parental PB 86 x FB 38 (Quesada <i>et al</i> , 2011), uno de los más sembrados en Colombia por considerarse con resistencia al SALB. No obstante, se ha registrado susceptibilidad a poblaciones del patógeno en la Altillanura colombiana (García <i>et al</i> , 2011).
IAN 873	Corresponden al producto del cruce parental entre PB 86 x FA 1717 (Quesada <i>et al</i> , 2011) representados por árboles altos y vigorosos, con tallo vertical y rápido crecimiento. En zonas con déficit hídrico ha mostrado alta sensibilidad con disminución en la producción hasta de un 30% (Gonçalves <i>et al</i> , 2001). Este material vegetal se caracteriza por presentar corteza de espesor regular y buena regeneración, bajo índice de sangría seca, quebramiento por viento y producción satisfactoria en los primeros años de sangría.

1.3. Sistema productivo

Para el establecimiento del cultivo del caucho, las actividades agronómicas se planifican para que coincidan con el inicio del periodo de lluvias. El proceso inicia con la obtención de material vegetal, el cual conlleva un proceso de propagación compuesto por la selección de la semilla, el establecimiento de germinadores, viveros para la producción de porta injertos o patrones y de jardines clonales para obtención de segmentos de tallo que contienen yemas axilares utilizadas para injertación (Cenicaucho- Corpoica, 2013).

El área de jardín clonal es un espacio reservado a plantas madres, preferiblemente certificadas (Resolución ICA 4994 de 2012), que permita garantizar material con buenas condiciones fitosanitarias. A partir de estas plantas se obtendrá la producción de segmentos de tallo que contienen yemas axilares (varetas portayemas), que serán utilizadas en el proceso de injertación con las plantas patrón (Cenicaucho- Corpoica, 2013). Existen dos clases de jardín clonal, uno para la producción de yemas jóvenes de 2 a 6 meses no lignificadas y otro para la obtención de yemas maduras de 8 a 14 meses de edad (Compagnon, 1998). El proceso de injertación se realiza por el injerto tipo ventana abierta o escudete con yemas jóvenes o maduras (Cenicaucho- Corpoica, 2013).

Se prefieren semillas proveniente de árboles francos o de bloques con mezcla de clones (Gonçalves *et al*, 2001) que propendan por una mejor respuesta a enfermedades, mejores tasas de crecimiento y óptima producción de látex con características deseadas por la industria. Por lo general, se siembran 5 kilos de semilla por metro cuadrado en mezcla de suelo con aserrín, viruta con arena, o arena con cascarilla de arroz quemada; en germinadores ubicados muy cerca al sitio donde se establezca el vivero (Cenicaucho- Corpoica, 2013). En la germinación se espera que la plántula tenga dos hojas maduras con una altura mínima de 30cm sobre el suelo (Montoya *et al*, 2004a).

El vivero es el área donde las semillas recién germinadas son trasplantadas para que se desarrollen hasta que alcancen las condiciones aptas para ser injertadas o sembradas en plantación definitiva (Gonçalves *et al*, 2001). Luego de la etapa de vivero, el proceso continua con el establecimiento en sitio definitivo, para lo cual se seleccionan suelos con buenas condiciones de aireación y drenaje; nivel freático a 1,50 m, pH óptimo entre 4,5 y 5,5 con un contenido mínimo de 25% de arcilla, siendo ideal de 40 a 50% (Anexo A).

Una vez establecida la plantación en sitio definitivo, el proceso de extracción de látex se inicia en árboles entre seis y ocho años con diámetro de tallo entre 45 a 50cm a partir de incisiones de la corteza a una altura de 1,20 m a través de un sistema de apertura de panel, que permite la labor repetitiva durante 25 a 30 años (Cenicaucho- Corpoica, 2013).

El látex es una solución coloidal que compone el citoplasma de las células laticíferas, contiene partículas de caucho (cis-1,4-poliisopreno) en un porcentaje entre el 25 - 45% del volumen total que representa el 90% del peso seco (Compagnon, 1998). Además del caucho natural, el látex contiene agua, proteínas, azúcares, malato, citrato y elementos como Mg, Ca, Cu y P, entre otros (Jacob *et al*, 1993), es de carácter neutro con un pH entre 7 y 7,2 pero toma un carácter ácido cuando se expone al aire entre las 12 a 24 horas, lo que genera la coagulación (Compagnon 1998).

Una vez extraído el látex, se continúa con el beneficio que consiste en todas las operaciones necesarias para la transformación del producto en materia prima apropiada para la industria, que puede darse como 1) caucho seco en lámina seca, lámina tipo crepe, lámina ahumada o caucho granulado técnicamente especificado; 2) látex preservado, látex centrifugado y látex cremado (Cenicaucho- Corpoica, 2013). La madera y la semilla son considerados subproductos importantes de los árboles de caucho utilizados en diferentes industrias (Cenicaucho- Corpoica, 2013).

En 2013 se registraron 12.456.200 ha cultivadas de *Hevea brasiliensis* para una producción mundial total anual de 12.401.300 toneladas, de las cuales, el 91% se encuentra en el continente asiático: Indonesia (29%), Tailandia (23%), China (9%) y Malasia (8,8%) (MADR. 2014; International Rubber Study Group- IRSG, 2013). En el continente americano, Brasil es el mayor productor representando el 1,4% de la producción mundial, seguido por Guatemala con una participación del 0,8% (MADR. 2014). La producción aunada de Colombia y Ecuador lograron una participación del 0,1% ese mismo año (MADR. 2014.).

1.4. Cadena de productiva y su industria

La cadena productiva de caucho tiene como objetivo el desarrollo e impulso de la productividad, competitividad y la sostenibilidad del subsector heveicultura nacional. Se encuentra conformada por productores, comercializadores, industriales, sectores académicos y de investigación, establecida por el Gobierno Nacional mediante la Resolución 175 del 2012. El Consejo Nacional lo integran representantes del sector público; del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, del Departamento para la Prosperidad Social, y un representante de las entidades de investigación. Los representantes del sector privado participan con el sector de producción primaria agremiada en La Confederación Cauchera Colombiana (CCC) y representantes de cada comité regional de la Asociación Colombiana de Industriales del Caucho (ASOCOLCAUCHOS). Además participa el presidente o director de FINAGRO, Banco Agrario y SENA (Castellanos *et al*, 2009).

En Colombia desde el 2008 hasta el 2014, se presentó un incremento del 61% del área sembrada (figura 1-3) particularmente en los departamentos del Meta que representa el 25,7% de la producción, seguido por Caquetá (12,4%) y Santander (14,2%). El departamento del Guaviare registra aproximadamente 914ha, de las cuales, el 10% se encuentra en producción y el 90% en etapa vegetativa o de sostenimiento para una participación de 261 productores representando 296 predios (CCC, 2015). Las plantaciones se ubican principalmente en el municipio de El Retorno que cuenta con 47,6% del área establecida en el departamento, con una producción promedio de 1.400 kg/ha/año (CCC, 2013; Gonçalves *et al*, 2001). En los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar, las plantaciones se establecieron de manera policlonal a partir de las series IAN y FX, particularmente FX3864, IAN710 y IAN873 que pueden llegar a un producción promedio de 1.400 kg/ha/año (Gonçalves *et al*, 2001; CCC, 2015).

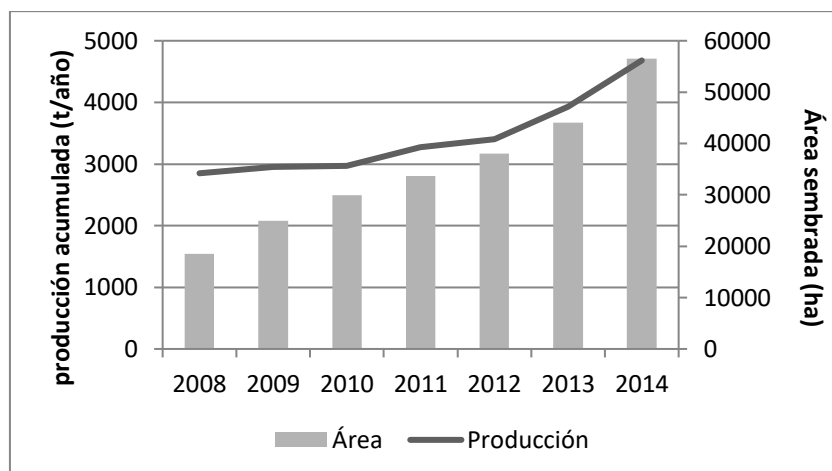


Figura 1-3. Crecimiento del área sembrada y de la producción de caucho natural total nacional. Se muestra los datos hasta el 2013, Datos obtenidos de MADR. (2014).

El consumo nacional de materia prima corresponde aproximadamente a 17.000 t/año, por lo que existe una deficiencia con la producción interna, obligando a la importación del 75% desde Guatemala y el Sudeste Asiático. La cadena productiva espera que el crecimiento del área de siembra y la entrada de plantaciones al periodo productivo, permita que en 2017 se cubra la demanda nacional y se generen excedentes para exportación (CCC, 2015).

1.5. Insectos plaga asociados al cultivo de caucho *Hevea brasiliensis* en Colombia

***Erinnys ello* Kernbach, 1962 (Lepidoptera: Sphingidae).** En Colombia, el gusano cachón *Erinnys ello* aunque ha sido definida como especie polífaga (Bellotti *et al*, 1989), es la plaga más limitante del cultivo debido a que puede defoliar completamente las plantas de caucho en jardines clonales, viveros y plantaciones (León *et al*, 2010; Alarcón *et al*, 2012). Se estima que las larvas pueden consumir hasta 1.000 cm² de superficie foliar, 75% de los cuales son consumidos durante el último estadio (Garzón, 2000). La herbivoría se inicia en hojas jóvenes del área apical y avanzando hacia la base de la copa, consumiendo el área foliar dejando solo la nervadura central y en algunos casos dejando únicamente el peciolo (Garzón, 2000). Las epidemias ocurren principalmente en época seca cuando los enemigos naturales de la plaga se encuentran en menor abundancia (Martínez, 2007). La

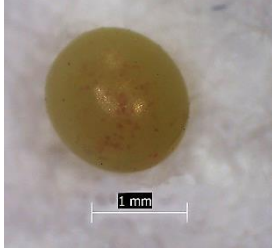


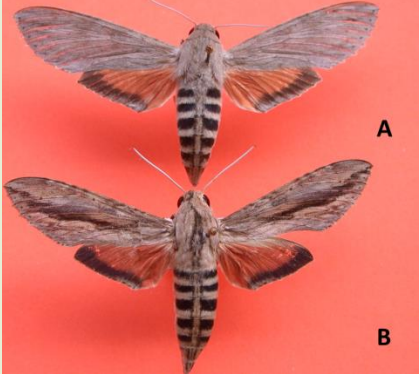
tabla 1-3 muestra las diferentes características de los estadios de *Erinnyis ello* Kernbach, 1962 (Lepidoptera: Sphingidae).

El manejo integrado de la plaga involucra aspectos culturales como la eliminación de las arvences de la familia *Euphorbiaceae*, en calles como en la zona de plateo y alrededores de la plantación, las cuales pueden servir como hospedantes alternativos o refugios aptos para la especie ante eventos de presión de selección negativa (Alarcón *et al*, 2012; Sepúlveda, 2012). Así mismo, la recolección manual de formas biológicas del insecto en plantaciones jóvenes, jardines clonales, viveros cuando las poblaciones naturales de *E. ello* sean bajas (Bellotti *et al*, 1989). Trampas de luz negra se utilizan para el control de adultos (Alarcón *et al*, 2012; Bellotti *et al*, 1989; Sepúlveda, 2012). El control biológico es uno de los que mejores resultados ha generado debido a que se han identificado por lo menos 35 especies depredadoras, parasitoides y patógenos eficientes para *Erinnyis ello* como plaga de caucho natural (Alarcón *et al*, 2012).

Se destacan los parasitoides de huevos *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) para las cuales se ha definido 50 a 100 pulgadas cuadradas por hectárea en cultivo de caucho (Alarcón *et al*, 2012). *Bacillus thuringiensis* se recomienda para control de las formas larvales con una aplicación anual de 3 a 4g por cada litro de agua (Alarcón *et al*, 2012; Garzón, 2000). El virus de la granulosis nuclear *Baculovirus erinnyis* controla las poblaciones de *E. ello* principalmente en el estado de larva produciendo epizootias que pueden perdurar hasta 15 días después de la aplicación, con eficacia hasta del 100% en poblaciones naturales.

Se reconocen depredadores naturales de larvas y pupas de *E. ello*, como son: *Polistes canadensis* L., 1758, *Polybia liliácea* Lepeletier, 1836 y *Polybia sericea* (Oliver, 1792) (Hymenoptera: Vespidae), *Montina* sp. y *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae), *Mantis* sp. (Mantodea: Mantidae) *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae), *Calosoma* sp. (Coleoptera: Carabidae) y aves como *Icterus nigrogularis* Hah, 1896 (Passeriformes: Icteridae), *Crotophaga ani* L.1758 (Cuculiformes: Cuculidae) y *Polyborus plancus* Miller. 1777 (Falconiformes: Falconidae). El control químico solo se promueve cuando se encuentran incrementos sustanciales de las poblaciones naturales de la plaga, aunque no se han definido umbrales de daño económico para esta especie (Bellotti *et al*, 1989).

Tabla 1-3. Estados de desarrollo de *Erinnyis ello* (Alarcón *et al*, 2012; León *et al*, 2010; Garzón, 2000; Bellotti *et al*, 1989). Fotografías: Estado Huevo y larva: A. Peraza; pupa y adulto: León *et al*, 2010.

Huevo	La ovipostura es individual y se realiza en el haz de hojas jóvenes. Los huevos son de superficie lisa, miden en promedio 2,8 mm de diámetro con un color verde claro al inicio que se va tornando hacia amarillo cerca a la eclosión.	
Larva	La especie presenta cinco estadios larvales caracterizados por presentar tres pares de patas torácicas, cuatro pares de pseudopatas abdominales y un par anal o telson. Se presenta plasticidad fenotípica encontrándose coloraciones negro, rojo, verde y amarillo, marrones o gris oscuro.	
Pre-pupa y pupa	La larva de último estadio se desplaza hasta el suelo donde forma una cámara prepupal para luego formar una pupa obtecta de color marrón oscuro, que puede medir hasta 55 mm de largo.	
Adulto	El adulto corresponde a una polilla nocturna de 40 a 45 mm de largo, con una expansión alar de 70 a 90 mm, con hembras ligeramente más grandes que los machos. Las alas anteriores son de color gris, en los machos se presenta una mancha marrón oscura desde la base hasta el ápice. Las alas posteriores de los machos presentan coloración anaranjada con una franja negra en la zona marginal. El abdomen es de color gris con seis bandas negras transversales. A. Hembra B. Macho	

Hormigas. Hormigas arrieras de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) constituyen un importante riesgo de defoliación de árboles en cultivo de caucho. La principal estrategia de control consiste en localizar y zonificar los hormigueros con el objetivo de hacerle seguimiento y manejo (Escobar *et al*, 2002). Una vez estimada el área de cada hormiguero, las estrategias de control involucran el uso de cebos, eliminación de la reina o control químico con polvos secos o líquidos termonebulizables (Escobar *et al*, 2002; Garzón, 2000; Sepúlveda, 2012; Hernández, *et al*, 2010; Castellanos *et al*, 2009)).

Termitas. Termitas de las especies *Coptotermes curvignathus* Holmgren, 1913, *Coptotermes testaceus* Linnaeus, 1758, (Blattodea: Rhinotermitidae) (Hernández, *et al*, 2010; Escobar, 2004; Castellanos *et al*, 2009) por sus hábitos como xilófagas en cultivos establecidos, consumidoras de suelo y hojarasca en cultivos jóvenes (Garzón, 2000). En este contexto, el manejo debe ser preventivo desde la etapa de vivero (León *et al*, 2009).

***Leptopharsa heveae* Drake & Poor 1935 (Heteroptera: Tingidae).** En cultivos de caucho natural en Brasil, el insecto plaga más limitante es la especie monófaga *Leptopharsa heveae*, la cual desarrolla su ciclo de vida en el envés de las hojas principalmente maduras. A una temperatura constante de 25°C el ciclo de vida tiene una duración de $40,1 \pm 4,20$ días con cinco estadios ninfales, y un promedio de 101,7 huevos endófitos por hembra (Figura 1-4) (Cividanes *et al*, 2004a), por lo tanto puede, presentando varias generaciones en el año (Segóvia, 1985). El estado de huevo tiene una duración de 10,7 días, el estado de ninfa tiene una duración de $13,7 \pm 0,17$ días. El estado adulto tiene una vida promedio de $25,5 \pm 4$ días, con $7,7 \pm 0,69$ días después de la emergencia del estado de ninfa nombrado como teneral donde los órganos sexuales son inmaduros. Los adultos en este estado pueden reconocer por la coloración rojiza de los ojos (Lara & Tanzini, 1997).

La especie se alimenta de floema desde el estado de ninfa, generando en presencia de poblaciones altas defoliaciones tempranas, reducción del crecimiento en altura del 27,7% y de diámetro de 43,5% comparado con plantas aisladas durante 4 meses en el municipio de Rosario Oeste (MT) (Segóvia, 1985). Altas poblaciones generan debilitamiento general de la planta lo que conlleva a una disminución aproximada del 30% de la producción de látex, como también, dificultades en el proceso de injertación y en la labor de rayado (Cividanes, *et al*, 2004a; Cividanes, *et al*, 2004b). Además, las heridas derivadas del

proceso de alimentación y oviposición aumenta la susceptibilidad a enfermedades como el Mal Suramericano de las Hojas (SALB) (Rodrigues, 2007).

El área de dispersión original se encuentra en Brasil (Souza, 2011; Souza 2008). Aunque no se ha realizado una descripción de los especímenes recolectados, algunos autores han estimado su presencia en el departamento del Caquetá, Colombia (Garzón, 2000; Sterling *et al*, 2012b). En este contexto, se desconocen estrategias de manejo integrado para esta especie y su comportamiento en sistemas productivos en el país.

En Brasil, se realiza vigilancia entomológica permanente a partir de un muestreo sistemático estratificado, tomando cinco hojas de la parte interna y cinco de la parte externa en cada tercio del árbol (Cividanes *et al*, 2004b). Por lo general, se realiza el muestreo en 10 árboles seleccionados al azar por surco, iniciando desde los bordes hacia el centro del cultivo, con el propósito de definir la infestación y distribución de la plaga (número de estados del insecto/hoja) en cada planta (Fonseca, 2009) (tabla 1-4). Siguiendo esta metodología se pueden definir focos y dirigir las prácticas de control de manera más efectiva hacia las zonas que presenten más altos niveles de infestación.

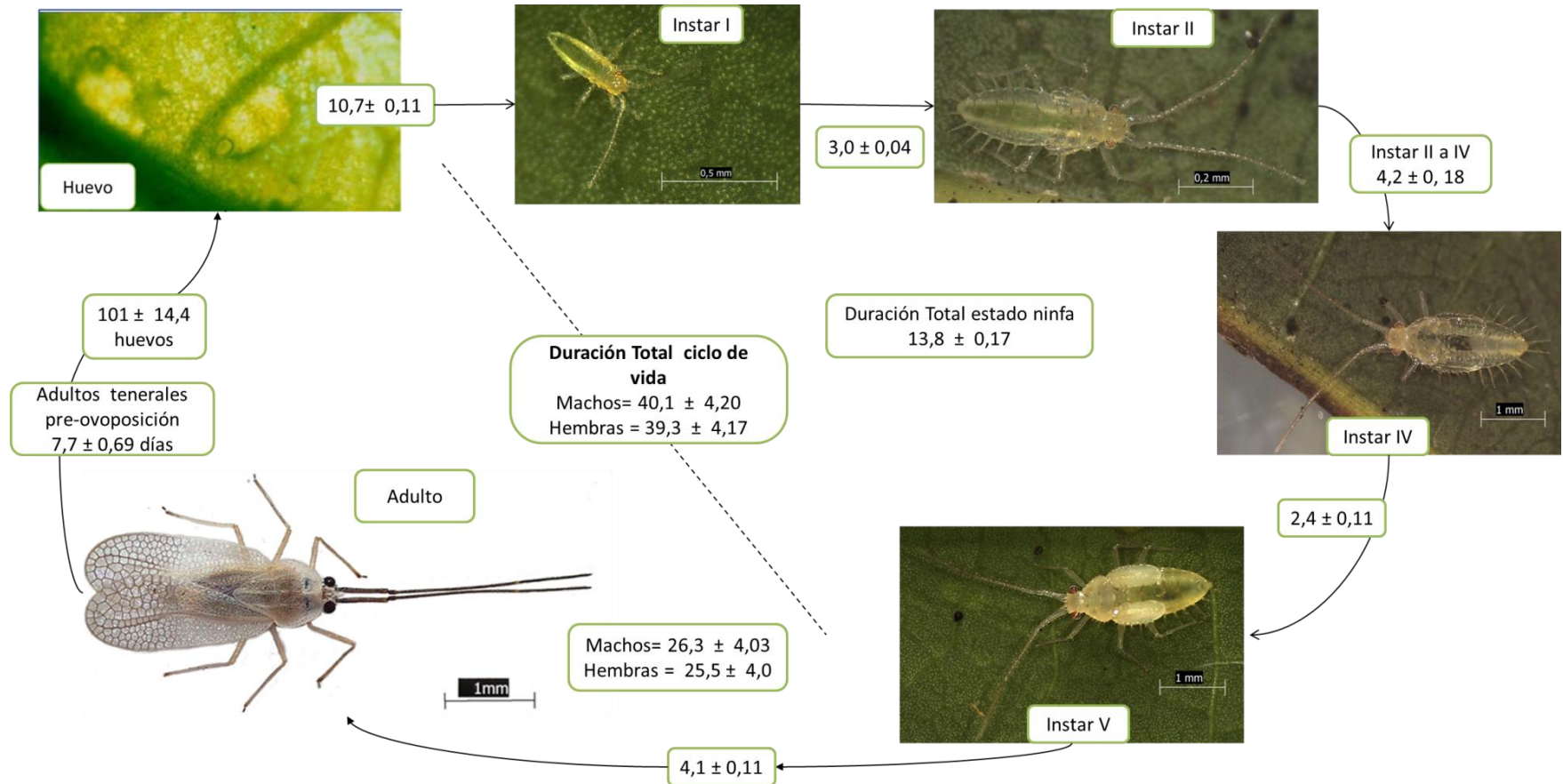

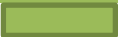




Figura 1-4. Ciclo de vida *Leptopharsa heveae* a temperatura constante de 25°C. Se muestran la duración promedio en días con error estándar (\pm) (Cividanes, *et al*, 2004). Fotografía: Estado de huevo:Fonseca, 2009; estados nifales y adulto A. Peraza

Tabla 1-4. Niveles de población de *Leptopharsa heveae* (Fonseca, 2009)

Categoría	Insectos/hoja	
Ningún insecto (0)	0	
Bajo (B)	1 a 2	
Medio (M)	3 a 4	
Alto (A)	5 o más	

En áreas productivas de caucho natural en Brasil, se han adelantado investigaciones con el uso de diferentes cepas de hongos entomopatógenos como *Sporothrix insectorum* (Hoog & Evans) con el que se alcanzaron niveles de eficacia del 99.7% (Celestino Filho & Magalhães, 1986) por lo que se extendió su uso a otras áreas productivas (Junqueira, *et al*, 1999; Alves, *et al*, 2003). Se encontró que *Beauveria bassiana* puede causar mortalidades entre el 56% y el 84% después de tres días de aplicación, en tanto que *Metarhizium anisopliae* y *S. insectorum* pueden alcanzar una eficacia mayor al 90% después de cuatro días de aplicación (Tanzini, 2002). La evaluación de 27 diferentes cepas encontraron que *M. anisopliae* cepa E9 fue la más patógena causando hasta el 94% de las muertes de insectos en seis días en condiciones controladas, mientras la cepa PL 63 de *B. bassiana* presentó los mejores resultados con un 83% de la mortalidad en condiciones de campo (Rodrigues, 2007).

En Brasil se han registrado depredadores naturales de chinche de encaje, siendo las especies más representativas *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) y *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae) (de Freitas & Scomparin, 2001), arañas de las familias Salticidae y Theridiidae (Ferrari, 2006), y un parasitoide de huevos *Erythmelus tingitiphagus* (Soares, 1941) (Hymenoptera: Mymaridae) (Souza, 2007; Souza, *et al*, 2013).

En Colombia, se ha sugerido el uso de entomopatógenos como *Sporotrix insectorum* y *Beauveria* spp como controladores biológicos (Garzón, 2000), pero no existen evaluaciones en condiciones controladas o en campo. Para el control de chinche de encaje en Colombia, el control químico se dirige entre líneas y en los bordes del cultivo teniendo en cuenta la densidad de las copas y la altura de la planta, por lo que sí es mayor a 7 m, implica el uso termonebulizadores (CCC, 2010).

1.6. Discusión

El sistema productivo del caucho natural en Colombia ha tenido un incremento estimado del 61% en área ocupada, particularmente en la Orinoquia y la Amazonia en la última década (CCC, 2015, 2013); regiones con una buena adaptación a las condiciones abióticas, una alternativa rentable, implementada en programas de sustitución de cultivos ilícitos y como especie promisoría protectora-productora debido a su eficiencia en la captura de carbono (CENICAUCHO- CORPOICA, 2013). En esta área de producción, la implementación del cultivo de caucho ha implicado la generación y aplicación de respuestas técnicas a la interacción con patógenos limitantes como el SALB a partir de la adopción de plantas resistentes y de la delimitación de “zonas de escape” concepto desarrollado en Brasil, posterior a la pérdida de 3400 ha en Fordlandia- Pará a causa de *M. ulei* en 1934 (Infante, 2006). Las zonas de escape presentan condiciones climáticas en las cuales, la estación seca coincide con el periodo de renovación de las hojas, disminuyendo así el riesgo de desarrollo del patógeno que pueda ocasionar daños que superen el nivel de umbral económico (Tapiero, 2011). No obstante, estas zonas de escape no son inmunes a la presencia de insectos, ya que se ha encontrado que larvas de *E. ello* en Colombia han causado defoliaciones hasta del 100% (León *et al*, 2010).

Además de la ecología propia para los patógenos e insectos asociados a *Hevea brasiliensis*, los problemas fitosanitarios pueden favorecerse por factores antrópicos como la falta de implementación de sistemas inspección y control sanitario durante las etapas del proceso productivo, así como por la distribución de material vegetal y subproductos con miras a ampliar la producción agronómica en otras áreas geográficas (Junqueira *et al*, 1999). Para *L. heveae* se presume que la únicas plantas hospedantes son las pertenecientes a *H. brasiliensis* cuyo área de distribución original es la Cuenca del Amazonas donde se generó su distribución, incluso hasta el límite de la zona tropical (Tanzini, 2002; Junqueira *et al*, 1999). La ampliación del área productiva en Brasil responde, además de la demanda de producción, a la búsqueda de zonas de escape para SALB pero que sean aptas para el cultivo (Fonseca, 2007; Lacerda, *et al*, 2010).

Esta situación es similar en Colombia donde la producción se concentró inicialmente en Guaviare y Amazonas, extendiéndose a Caquetá posteriormente (CENICAUCHO-CORPOICA, 2013) lo que podría representar también la ampliación de la distribución de la chinche de encaje *L. heveae*. Este riesgo, aunado a que pueden encontrarse otras zonas agroecológicas apropiadas para la producción de caucho natural en Colombia, que actualmente representan 52.221,7 hectáreas, determinan la urgencia de llevar a cabo estudios sobre la entomofauna asociada a *Hevea brasiliensis*. El momento histórico de Colombia, a partir de la firma del acuerdo de paz, estima la apertura de sistemas agrícolas rentables y de alto impacto en zonas como la Amazonía y Orinoquía, donde el caucho natural constituye una de las especies más promisorias en contexto social, económico y ambiental. Estudiar la fauna entomológica asociada con los problemas fitosanitarios del sistema productivo de caucho en Colombia, permitirá generar mecanismos de vigilancia a nivel regional y nacional con la definición, establecimiento y evaluación de planes de manejo integrado que involucren diferentes alternativas como enemigos naturales y material vegetal resistente.

Capítulo 2. Registro y estado actual de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor, 1935 (Heteroptera: Tingidae) en Colombia.

2.1. Introducción

Colombia registra un área total sembrada de *Hevea brasiliensis* de 52.221,7 ha con una producción anual de caucho natural de 4.600 toneladas (CCC, 2015). El departamento del Guaviare registra aproximadamente 914ha ubicadas en los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar llegando a una producción promedio anual de 1.400 kg/ha (Gonçalves *et al*, 2001; CCC, 2015). En 2012, productores de esta región detectaron la presencia de un insecto plaga asociado a los árboles de caucho y generando defoliaciones tempranas, reducción del crecimiento, debilitamiento general y disminución de la producción de látex. Por las características externas de los especímenes recolectados por los productores y evaluadas por Corporación Centro de Investigación en Caucho-CENICAUCHO, los insectos podrían corresponder a una especie de la familia Tingidae (Hemiptera: Heteroptera), particularmente a la especie monófaga *Leptopharsa heveae* Drake y Poor 1935 (Heteroptera: Tingidae).

Debido a que Colombia no cuenta con especímenes de esta especie en colecciones referenciadas, el presente estudio presenta el primer registro de *L. heveae* en Colombia y el estado actual del arte para la especie en el país. Se describen adultos machos y hembras a partir de análisis de morfometría lineal de caracteres morfológicos externos y se presenta la descripción morfológica de la ninfa de V estadio.

2.2. Materiales y métodos

Sitio de estudio. Plantaciones de *Hevea brasiliensis* del departamento del Guaviare, compuestas por plantas de diversos clones principalmente de las series IAN (Instituto Agronomico do Norte) y FX (cruzamientos entre clones de la Ford Motor Company con clones orientales) sembrados a una distancia de 7m entre surcos y 3m en plantaciones 1 y 3 entre plantas y la plantación con distancias de siembra de 5 m entre surcos y de 5 m entre plantas, para una densidad promedio de 500 árboles/ha. En el municipio de El Retorno se evaluaron la plantación 1 (N 2°20'1.41", O72°37'34.15") y plantación 2 (N2°11'23.67", O 72°38'56.23") representadas por árboles de 5 y 6 años de edad después de siembra (ds), con alturas mayores de 7 m. En el municipio de San José del Guaviare se evaluó la plantación 3 (N2°32'0.22", O 72°35'32.97") con dos zonas, una representadas por árboles de 5 años ds y otra con plantas de 3 años ds.

Los sitios de estudio se corresponden a zonas de transición entre las sabanas naturales de la altillanura de la Orinoquia y el bosque húmedo tropical de la llanura amazónica; área de clima tropical estacional (Koppen, 1900), con rango de altitud entre 200 y 300 msnm; una temperatura media anual de 25,8°C y un régimen monomodal de lluvias con una precipitación media anual de 2650 mm con mayor intensidad entre abril y julio oscilando entre 250 y 300 mm mensuales (Cárdenas y Ramírez, 2004).

Muestreo de material entomológico. Se realizó un estudio longitudinal de 12 meses con muestreos mensuales entre agosto de 2013 hasta agosto de 2014. En cada plantación se realizó un muestreo directo de los insectos asociados a cada planta para lo cual se evaluó el cinco por ciento del total de árboles (plantación 1 n= 30; plantación 2, n= 15; plantación 3, n=30). En cada muestreo se evaluaron los mismos árboles conservando una distancia de 24m para evaluar cada siete árboles por surco y cada tres surcos. Utilizando un cortaramas con cabo telescópico, se obtuvieron dos hojas compuestas maduras a 5m de altura con respecto al suelo y ubicadas a cada lado del contorno del árbol. Cada hoja por árbol, por plantación y por muestreo se almacenó cuidadosamente en bolsas de papel, las cuales se embalaron en bolsas de polipropileno selladas y rotuladas con los datos de campo.

Debido a un aumento en la infestación de Tingidae durante los meses de octubre y diciembre de 2014 en la plantación 2 localizada en el municipio El Retorno, se realizó un muestreo intensivo consistente en dos pases con red entomológica, uno a cada lado del surco desde la parte externa hacia la parte interna para evaluar los insectos asociados al tercio medio y bajo de cada árbol (n=24) a una altura aproximada de 6m con respecto al suelo.

En ambos casos, los insectos recolectados se recuperaron y se preservaron en etanol al 90% hasta su determinación taxonómica en el laboratorio de Caracterización Molecular del Instituto de Biotecnología y en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias, ambos pertenecientes a la Universidad Nacional de Colombia- Sede Bogotá.

Material entomológico depositado en Museos Entomológicos en Colombia.

Se revisó el material insectil de la Familia Tingidae que se encuentra depositado en las colecciones entomológicas del museo entomológico Francisco Luis Galleo, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín (UNM-FLG); Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN-MHN), y la Colección Taxonómica Nacional Luis María Murillo-CTNI de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Corpoica.

Descripción taxonómica del material entomológico. La determinación taxonómica de todos los especímenes se basó en caracteres morfológicos con base en las claves taxonómicas disponibles Stål (1873), Brailovsky y Torre (1986). Drake y Poor (1960, 1965), Madrigal, (1978), Stonnedahl, *et a.*, (1992), Schuh & Slater, (1995), Froescher (2001), Guidoti, *et al*, (2015). Además, se realizó medición lineal de caracteres morfológicos de adultos machos (n=30) y hembras (n=30) completamente desarrollados recolectados entre octubre y diciembre de 2014 en la plantación 2 ubicada en el municipio de El Retorno, departamento del Guaviare, Colombia. Se midió el largo total de los hemiélitros, derecho (LTD) e izquierdo (LTI); longitud del área discoidal derecha (LDD) e izquierda (LDI); ancho de hemiélitros, izquierdo (AI) y derecho (AD) (Figura 2-1); largo (LPN) y ancho (APN) del pronoto; ancho de la cabeza (ACb) y longitud total del cuerpo (LC) (Figura 2-2) (Peng, *et al*, 2013; Horton, *et al*, 2008). Para este propósito se separaron cuidadosamente las alas

del cuerpo de cada insecto y se fijaron en posición dorsal en lámina portaobjetos utilizando solución Hoyer's. Se realizó registro fotográfico con aumento 35x y resolución de 96ppp utilizando un estereoscopio Leica EZ4D® con calibración previa y el software Leica Application Suite-LAS EZ 3.0©. El equipo se calibró usando una escala milimétrica y las fotografías se realizaron en una jornada única para disminuir el error debido a posibles cambios en la calibración.

Los supuestos de homogeneidad (prueba de Levene) y normalidad (prueba Kolmogorov-Smirnov) se comprobaron con los valores obtenidos sin ninguna transformación. El análisis de diferencias entre machos y hembras consistió en tres pasos considerando una matriz de datos libre de efecto del tamaño corporal (García, *et al*, 2008). Primero, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con las variables sin transformar con el objetivo de establecer la variable que más contribuyó a determinar el tamaño corporal aportando la mayor carga al primer componente principal. El segundo paso consistió en obtener los residuales derivados de una regresión lineal con la variable seleccionada por ACP como variable independiente y cada una de las variables restantes como variables dependientes. Finalmente, se realizó un análisis de MANOVA y ANOVA de los residuales, con el propósito de determinar las variables que permitieron establecer diferencias entre género, complementado con Análisis Discriminante (Ads). Los análisis se realizaron utilizando el software SPSS-IBM®. 22. El gráfico de análisis determinante se obtuvo por medio del software R 3.2.3 y la plataforma Rwizard 1.1

Descripción de la ninfa de estadio V. Se realizó la descripción caracteres morfológicos externos de las ninfas de quinto estadio a partir de especímenes recolectados en las plantaciones 1 y 2 almacenados en viales con etanol al 70%. Para la visualización de estructuras cuticulares se realizó maceración con NaOH al 10% durante 3 horas con posterior lavado con agua destilada y deshidratación con alcoholes al 70%, 80% y 90% durante 30 min. Una vez seco el material se colocó en la lámina portaobjetos cóncava con solución Hoyer's y se observaron las estructuras utilizando un microscopio de contraste de fases Nikon Eclipse 50i. La descripción se basó en los trabajos de Guibert y Montemayor (2010), Guilbert (2005; 2004) y Lee, (1969), considerando la estructura de las espinas y tubérculos en los diferentes tagmas corporales.

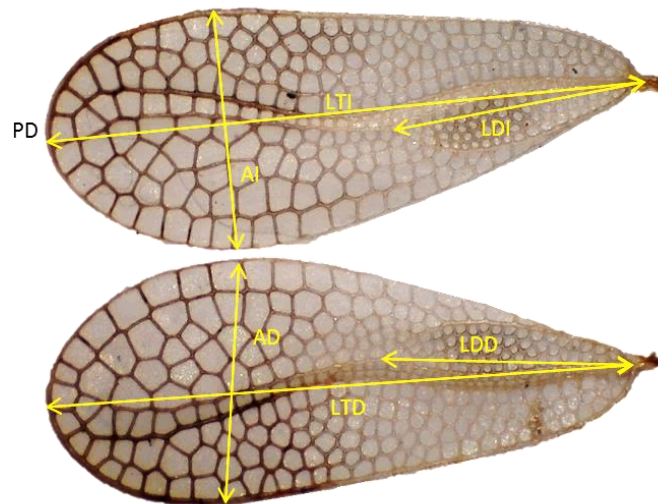


Figura 2-1. Medidas realizadas sobre hemiélitros (A. Peraza).

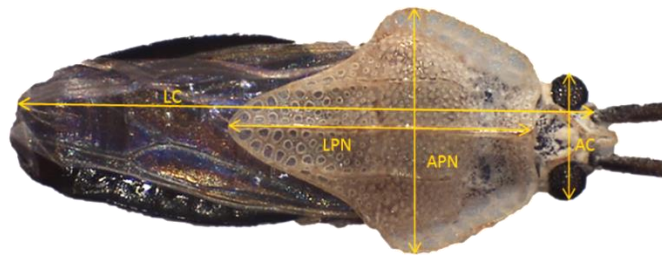


Figura 2-2. Esquema de las medidas realizadas en el cuerpo de un individuo de *L. heveae* Fotografías: A. Peraza.

2.3. Resultados

Material entomológico. Mediante muestreo directo sobre árboles, se recolectaron 3.929 individuos entre adultos y ninfas, todos pertenecientes a Hemiptera: Heteroptera: Tingidae. Las ninfas se agruparon de acuerdo al desarrollo de los rudimentos alares, así: grupo A conformado por ninfas de estadios I, II y III ($n= 1.830$) y grupo B conformado por ninfas de estadios IV y V ($n= 1.375$). Con red entomológica solo se recolectaron adultos ($n= 135$ individuos) representados en 54,8% hembras, 45,2% machos.

***Leptopharsa heveae* Drake & Poor, 1935**

Nomenclatura: Holotipo macho recolectados por Dr. C.H.T. Townseden en hojas de árbol de caucho *Hevea brasiliensis* en Boa Vista, Rio Tapajo, Brasil. Paratipos tomados como tipo, recolectados en Pará, Brasil, en arboles de caucho, por H.W.Moore. Tipos almacenados en U.S National Museum (Drake & Poor, 1935). Actualmente el Holotipo se encuentra en Smithsonian National Museum of Natural History con código de citación 283, como parte de U.S. National Entomological Collection (USNM) (Consultado en: <http://collections.nmnh.si.edu/search/ento/> Marzo, 2016) (Anexo B).

Distribución geográfica: *Leptopharsa heveae* está asociada a plantas de la especie *Hevea brasiliensis*, consistente con la expansión de su área de cultivo (Segóvia, 1985). Brasil: Estados de la región del norte como Acre (Coelho, *et al*, 2013) Amazonas (Celestino Filho & Magalhães, 1986) y Pará; del centro oeste como Goiás (Pereira, *et al*, 1999; Junqueira *et al*, 1999), Mato Grosso (Tanzini & Lara, 1998; Souza, 2007) y Brasília DF. (Alves, *et al*, 2003) y de la región sudeste, estados como Espírito Santo (Lacerda, *et al*, 2010) y São Pablo (Batista, *et al*, 2003; Cividanes, *et al*, 2004a; Cividanes, *et al*, 2004b).

Colombia. Se estimó la presencia de la especie con registros en el departamento de Caquetá, pero sin describir los especímenes o contar con registros en museos entomológicos asociados a estas publicaciones (Garzón, 2000; Sterling *et al*, 2012a). A partir del registro de especímenes de los museos entomológicos visitados durante este estudio, se registra 36 individuos adultos (16 machos y 20 hembras) de la especie en Florencia, Caquetá asociado a plántulas de un jardín clonal de *Hevea brasiliensis* a partir de la determinación taxonómica por Froeschner en 1991 (Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia). No se registraron insectos coincidentes con la descripción de la especie *L. heveae* en las colecciones entomológicas UNM-FLG y ICN-MHN.

Guaviare: Asociados *H. brasiliensis* en plantaciones policlonales con plantas pertenecientes a las series IAN y FX. Municipio El Retorno 683 adultos y 2861 ninfas Municipio San José del Guaviare, 176 adultos y 344 ninfas.

Dada la importancia para el sector productivo de caucho natural y la poca existencia de ejemplares en colecciones se donaron 6 ejemplares adultos (3 machos y 3 hembras) para referencia, a la colección ICN y el mismo número de individuos a la colección CTNI (Anexo C).

Descripción de la morfología de adultos. Longitud corporal desde la base de la antena hasta el último segmento abdominal correspondiente a $2,5\pm 0,3$ mm en promedio para las hembras y $2,7\pm 0,3$ mm para machos. El dimorfismo sexual solo se hace evidente en genitales (Figura 2-3).

Cabeza: Escleritos de color blanco, no fuertemente en posición opistognata, más pequeña que el tórax, con 5 procesos en forma de espinas frontales rectas contundentes con puntas continuas y descansan sobre la cabeza, no presenta ocelos (Figura 2-4), bucula areolada y cerrada en la parte anterior rodeando apicalmente el rostrum que se extiende posteriormente hasta la parte media de las meso-coxas, sin llegar a rebasarlas. (Figura 2-5). Antenas filiformes de color marrón, antenomero I más ancho que los restantes, cilíndrico y mucho más grande que el antenomero II, el cual es cónico y el más corto de todos el antenomero III es cilíndrico y el más largo de todos, mientras IV por lo general presenta pilosidad y forma fusiforme (Figura 2-6).

Tórax: Protórax blanco, Meso y metatórax color marrón ocre con exudaciones blanquecinas. Disco pronotal, cóncavo, proyección pronotal que alcanza el metanoto, episternum extendido anteriormente formando una proyección que cubre la región occipital de la cabeza y epímeron proyectado posteriormente formando una placa triangular que se extiende hasta unirse con el lóbulo posterior sin cubrir la mesocoxas. El pronoto presenta tres carinas subparalelas, con carina media uniseriada y un poco más elevada que las dos laterales que convergen en el margen del lóbulo posterior. Los individuos recolectados presentan paranoto que se desarrolla de manera distal al disco pronotal, presentando dos filas de celdas de tamaño similar por toda su longitud configurando una extensión homogénea, con margen finamente aserrado y moderadamente reflexo en la parte posterior. No presenta el desarrollo de la proyección de la región apical del pronoto en forma de capucha cubriendo la cabeza (figuras 2-3; 2-4, 2-5).

En vista ventral en el tórax se presenta un canal donde descansa el rostrum formado por carinas esternales con márgenes de color blanco, que se ubican paralelas en pro y mesotórax. En el metatórax las carinas forman un semicírculo posteriormente abierto por lo cual el canal del rostrum no presenta una interrupción (Figura 2-3). Fémur y tibia color amarillo ocre, extremo apical de la tibia color marrón y tarsos de color marrón a negro en la parte más distal (Figura 2-3). Dos segmentos tarsales y uñas tarsales ubicadas en el ápice del último segmento tarsal, en posición no anti-apical, sin arolio y pulvinulo (Figura 2-7). Entre meso y metatórax se ubica las aperturas torácicas de las glándulas odoríferas con margen de forma foliácea y la distancia pro-meso coxa casi el doble de la meso-meta coxa (Figura 2-5).

Hemiélitros con margen externo finamente aserrado en el tercio basal, más amplios hacia el ápice que en la base donde son casi del mismo ancho que el pronoto, superpuestos en el área sutural sin llegar a cubrir los ápices. Celdas hialinas, mitad apical con venas de color amarillo ocre, mientras la mitad basal en las zonas costal, subcostal y sutural con predominio de venas blancas (Figura-2-3). En la parte más amplia del área costal presenta 4 celdas, en el área subcostal series de 2 celdas y en el área discoidal 5 a 6 celdas. En el tercio basal del área sutural 5 a 6 series de celdas uniformes y pequeñas, y en el resto de esta área 4 a 5 celdas.

Abdomen: Tergitos del mismo color del tórax con exudaciones blanquecinas, genitalia del macho color marrón. Ovipositor en forma de lanza con ausencia de conexión entre valvifer y las válvulas (Figura-2-8).

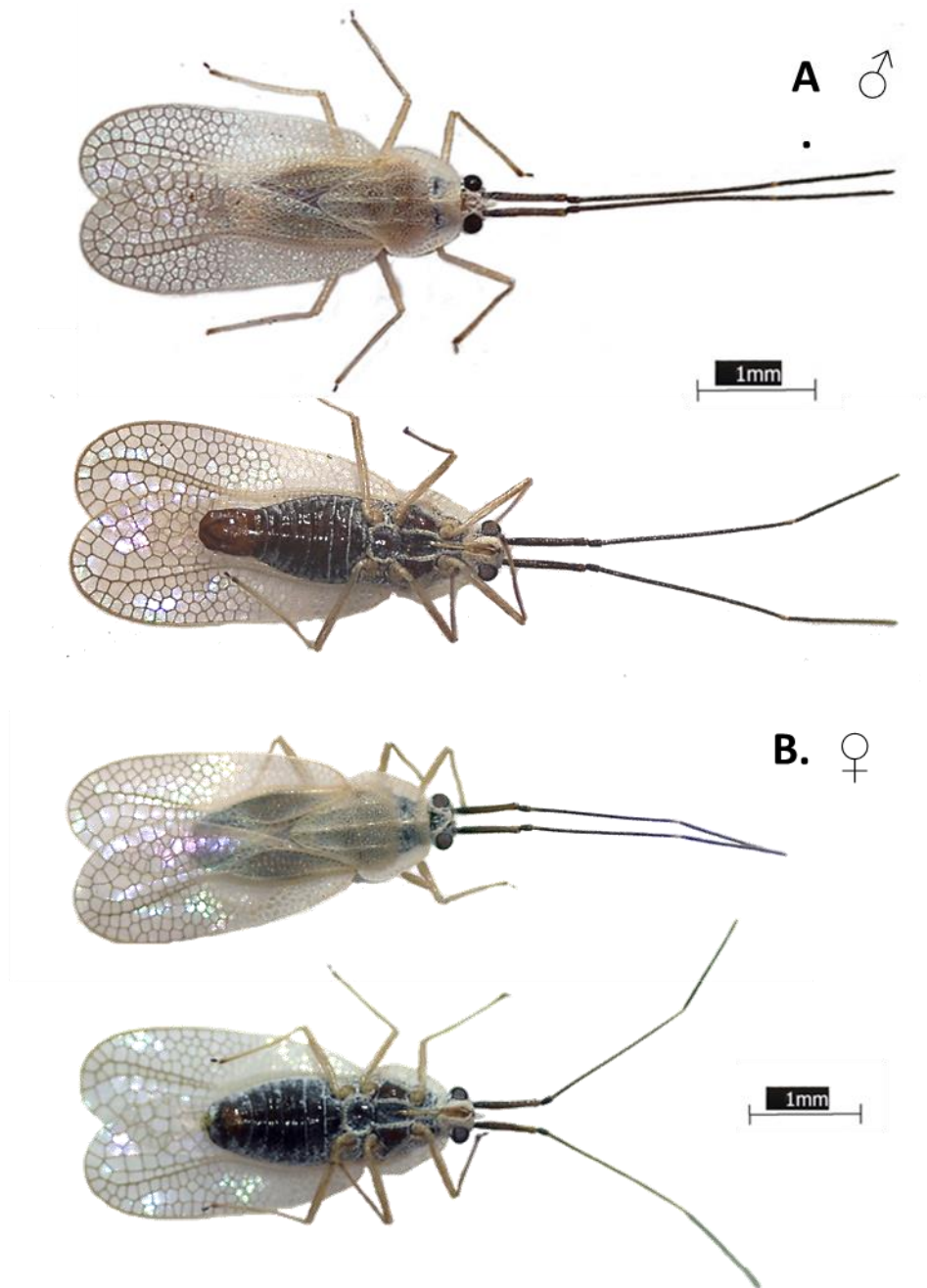


Figura 2-3. Vista dorsal y ventral de adultos de *L. heveae*. 25x. A. Machos B. Hembras.
Fotografías: A. Peraza.

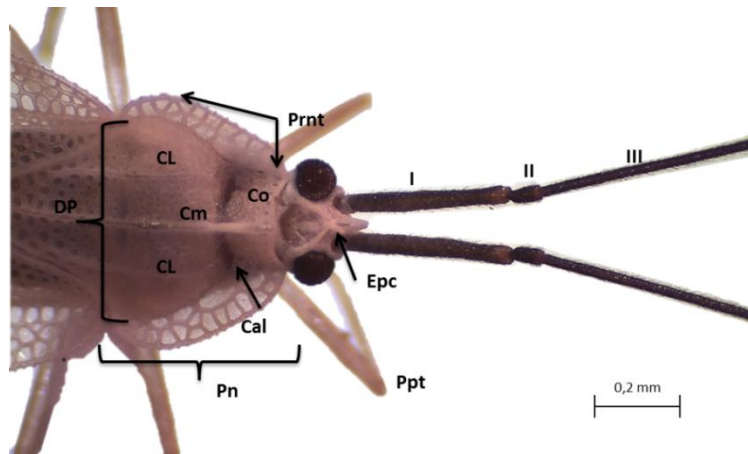


Figura 2-4. Vista dorsal de cabeza y tórax de *L. heveae*. 35x. I, II, II, antenomeros. CL. Carina Lateral. Cm. Carina media. Co. Collar. DP. Disco pronotal Prnt. Paranoto. Pn. Pronoto Epc. Espinas cefálicas. Fotografía: A. Peraza.

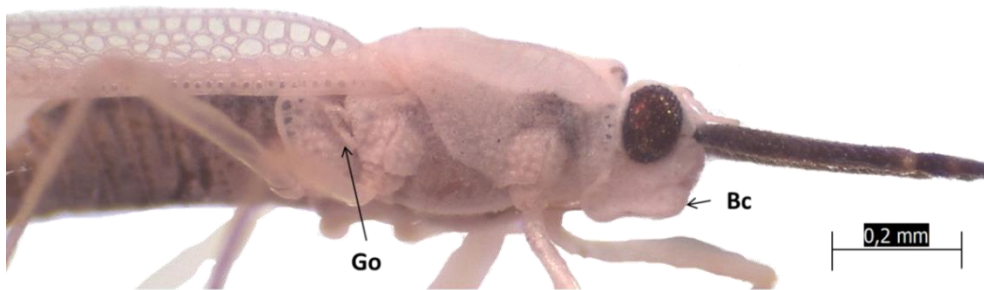


Figura 2-5. Vista lateral de adulto de *L. heveae*. 35x. Se aprecia la apertura de la glándula odorífera (Go) entre el meso y el metatórax, proyección de la bucula (Bc) y la distancia intercoxal. Fotografía: A. Peraza.

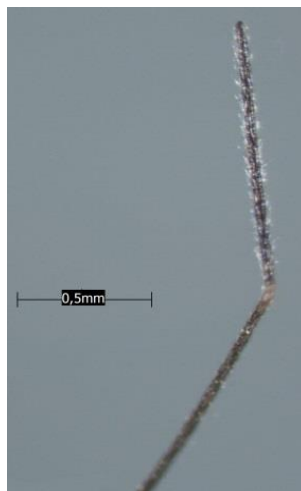


Figura 2-6. Antenomeros III y IV. 35x. Fotografía: A. Peraza



Figura 2-7. Uñas tarsales en el ápice del último tarso de la pata mesotorácica, 40x. Fotografía: A. Peraza

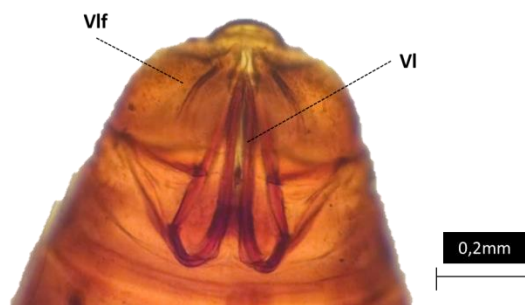


Figura 2-8. Genitalia hembra *L. heveae*, 40x. **Vlf.** Valvifer, **VI.** Valvula. Fotografía: A. Peraza

Morfometría lineal de caracteres morfológicos en adultos. Los individuos recolectados presentaron en promedio una longitud del cuerpo comprendida desde la base de la antena hasta el último segmento abdominal para las hembras de $2,51 \pm 0,09$ mm, mientras los machos $2,70 \pm 0,1$ mm. Se encontraron longitudes antenomero I $0,68 \pm 0,2$ mm, II $0,11 \pm 0,2$ mm, III $1,55 \pm 0,2$ mm y IV $0,96 \pm 0,2$ mm; no obstante, se presentó pérdida de algunos antenómeros por lo que no se consideró este carácter para el análisis morfométrico.

Mediante el estadístico de Levene ($p > 0,05$, $gl_1 = 1$, $gl_2 = 58$) se obtuvo que se cumple el supuesto homogeneidad para cada variable. Los datos corporales para los dos géneros cumplieron con los supuestos de normalidad de acuerdo al estadístico de Kolmogorov-

Smirnov ($gl=30$, $p>0,05$). Para el ACP con las variables sin transformar, se encontró que el estadístico KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), presentó un valor de 0,784 lo que indicó un buen ajuste de los datos al modelo; se encontró una buena correlación entre las variables a partir del test de esfericidad de Barlett ($p<0,001$), condición que deseada porque se presume que la mayor proporción de la variancia es explicada por las primeras componentes, por lo cual la pérdida de información será menor al no considerar las componentes restantes (Guisande, *et al*, 2013).

El primer y el segundo componente de ACO explicaron el 66,48% de la variabilidad, mientras el 90% fue explicado por el quinto componente. Las variables con más carga en el componente uno (C1) correspondieron a LTD (0,896), LTI (0,892), AD (0,857), AI (0,752), mientras que las variables APN, LPN, LDD, LDI, LC y ACb presentaron carga menor a 0,7. (Figura 2-9). En consecuencia, LTD y LTI, además de ser las más representativas para el componente uno presentó correlaciones de Pearson altamente significativas ($p<0,001$) con AD y AI y significativas ($p<0,05$) con LPN y LDD (Tabla 2-1).

Definidas las variables LTD y LTI como variables independientes, se obtuvieron los residuales por regresión lineal construyendo dos matrices de datos nuevas LTDm y LTIm que fueron sometidas a MANOVA. Los datos obtenidos en las nuevas matrices se ajustaron a una función lineal con normalidad (Kolmogorov-Smirnov $gl=30$, $p>0,05$) para los dos géneros. Las dos matrices mediante la prueba M de Box presentaron igualdad en sus matrices de covarianza (LTDm $F=1,256$ $p=0,117$; LTIm $F=1,285$ $p=0,096$), validando el supuesto de homocedasticidad multivariante. Existieron diferencias entre géneros para todas las variables consideradas (Lambda- Wilks $p<0,005$ LTDm $F=7,358$, LTIm $F=5,676$). (Tabla 2-2).

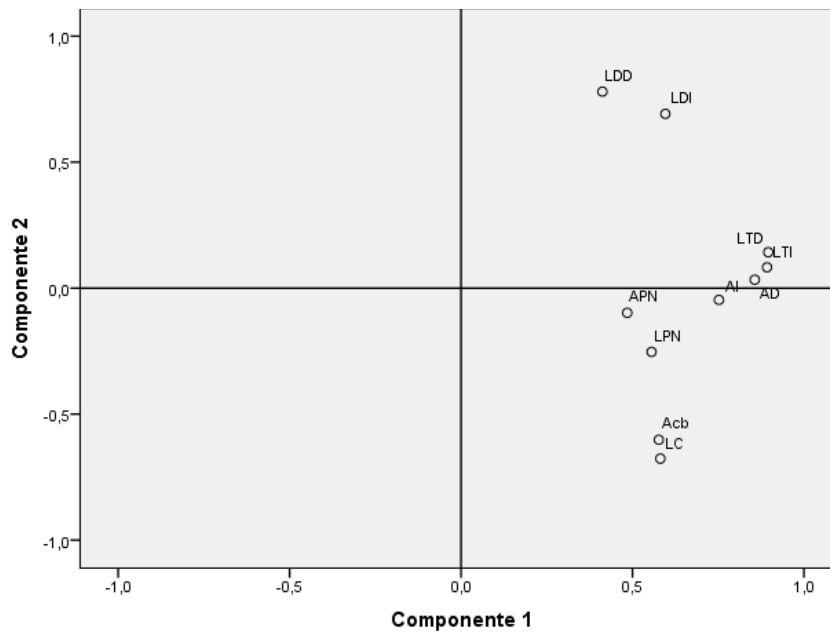


Figura 2-9. Gráfico de saturaciones. Coeficientes de las funciones que definen cada componente.

Tabla 2-1. Correlación de Pearson de variables LTD y LTI con las variables restantes. Sig. (Significancia).

	LTD	LDD	LDI	AD	AI	LC	LPN	APN	ACb
LTD		0,385	0,560	0,830	0,682	0,461	0,259	0,221	0,360
Sig.		0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,046	0,090	0,005
LTI	0,914	0,322	0,527	0,795	0,692	0,486	0,298	0,229	0,382
Sig.	<0,001	0,012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,021	0,079	0,003

El ANOVA confirmó la existencia de diferencias entre género a partir de LDD, LDI, LC y ACb (Tabla 2-4) y el análisis discriminante (Ads) para las dos matrices determinó que el 100% de las diferencias entre géneros se explica en una única función discriminante, con correlación canónica (Can) y autovalor (Atv) más alto para la matriz LTDm (Atv= 1,061 Can= 0,718) que para la matriz LTI m (Atv= 0,914 Can= 0,691). El estadístico Lambda de Wilks (Lw) indicó que las medidas estandarizadas para LTD (Lw= 0,485 Sig.= 0,00) permiten predecir mejor el género al cual pertenecen los individuos en comparación con la variables estandarizadas con LTI (Lw= 0,525 Sig.= 0,00). En este contexto, las hembras presentaron una mayor longitud del área discoidal (LDD 1,29± 0,05 mm, LDI 1,27± 0,05 mm) que los machos (LDD 1,24± 0,05mm, LDI 1,25± 0,06 mm), mientras los machos

presentaron una mayor longitud corporal (LC $2,70 \pm 0,1$ mm) y ancho de la cabeza (Acb $0,58 \pm 0,02$ mm) que las hembras (LC $2,51 \pm 0,09$ mm, Acb $0,56 \pm 0,02$ mm) (Figura 2-10). Por validación cruzada de los resultados del Ads usando todas las variables se obtuvo un porcentaje de acierto de 91,7% (LTDm) y 85% (LTIm). Con las variables LDD, LDI, LC y ACb de cada matriz se logró obtener un porcentaje de acierto de clasificación de individuos en los grupos originales de 83,3% para la matriz LTDm y de 85% para la matriz LTIm. Usando solamente las variables LDD y LDI de las dos matrices se alcanza un porcentaje de acierto del 95%.

Tabla 2-2. Resultado ANOVA por variable de cada matriz (gl1)

Variable	LTDm		LTIm	
	F	Sig.	F	Sig.
LDD	48,471	0,000	42,511	0,000
LTD			0,187	0,667
LTI	4,206	0,045		
AD	0,556	0,459	0,043	0,836
LDI	25,772	0,000	27,214	0,000
AI	1,548	0,218	0,504	0,481
LC	25,756	0,000	20,715	0,000
LPN	0,042	0,838	,008	0,928
APN	2,012	0,161	2,482	0,121
ACb	7,589	0,008	5,947	0,018

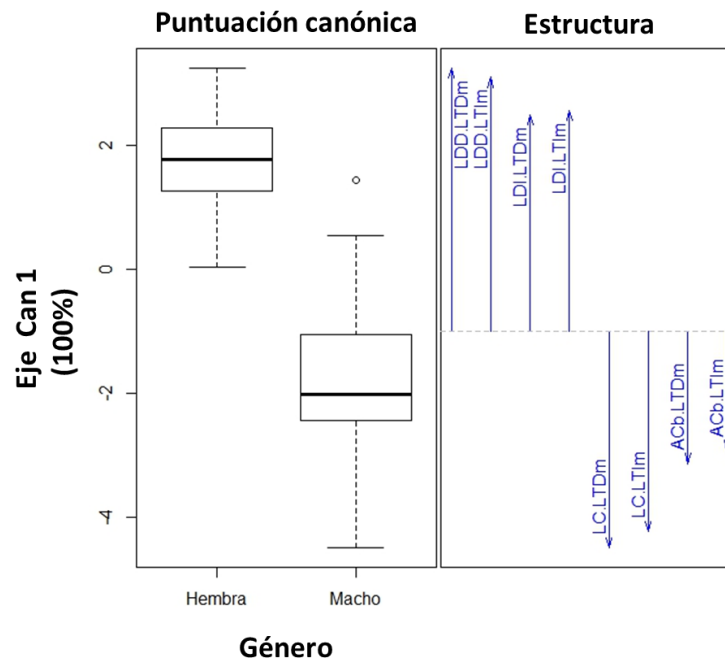


Figura 2-10. Eje I Análisis discriminante aplicado a individuos de *L. heveae* en función de las medidas estandarizadas. LD. Longitud área discoidal D: ala derecha, I: ala Izquierda), LC. Longitud total del cuerpo, ACb, ancho de la cabeza, LTDm y LTIm (matrices derivadas de la longitud total del ala Derecha e Izquierda).

Descripción de la ninfa de V estadio. A partir de 10 ninfas seleccionadas al azar de las tres plantaciones de caucho natural de donde se recolectó el material insectil, se encontró que las ninfas presentaron cuerpo glabro y estrecho con una longitud de cabeza al último tergito (sin tubérculos) de $2,3 \pm 0,2$ mm y un ancho de $0,9 \pm 0,2$ mm con coloración amarilla-verde translúcida de un tono más oscuro en las patas y en el antenomero IV, con coloración translúcida que pasa a blanca en la cabeza, pronoto y cojines alares (Figura 2-11).

La cabeza presenta cuatro tubérculos largos y delgados no convergentes con setas globulares en cada brazo y ápice. El par frontal no supera en longitud al antenomero I y presenta un brazo cerca a la base, mientras el par occipital alcanza el margen externo de los ojos, con dos setas equidistantes cerca a la base y en el ápice dos brazos asimétricos. Las antenas son largas y delgadas con antenomeros I y II más grueso que III y IV y con una longitud promedio de I: $0,3 \pm 0,2$ mm; II: $0,12 \pm 0,3$ mm; III: $1,1 \pm 0,2$ mm; IV: $0,8 \pm 0,2$ mm. El pronoto es amplio con margen posterior redondeado y con el lóbulo posterior ligeramente proyectado. En la región media de cada uno de los tergitos torácicos se

encuentra un par de tubérculos con una única seta apical bulbosa, formando dos filas subparalelas, separadas con una distancia más amplia en el mesonoto que en el pronoto (Figura 2-11). El margen lateral del pronoto y de los cojines alares presenta dos series alternadas de tubérculos con diferente longitud y una única seta apical (Figura 2-12).



Figura 2-11. Vista Dorsal Ninfa V de *Leptopharsa heveae*. Fotografía: A. Peraza

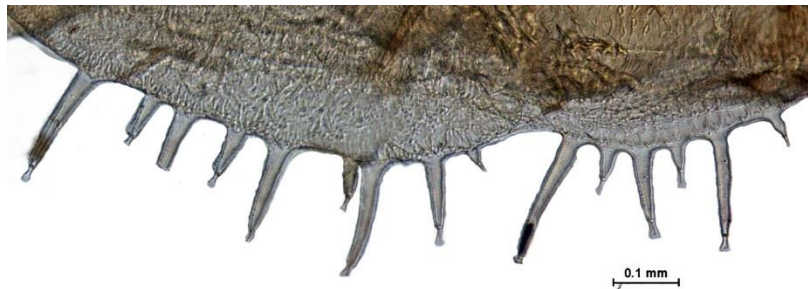


Figura 2-12. Series alternadas de tubérculos en el margen de paranoto y cojines alares. Fotografía: A. Peraza.

En la zona media de los tergitos abdominales I, III, IV y VI, las ninfas ostentan un tubérculo bífido (Figura 2-13). En el margen de los tergitos abdominales de III a IX excepto en VIII, se encuentran tubérculos con una ramificación basal corta y ápice dividido en dos con un brazo más largo (Figura 2-14). Todos los tubérculos en el ápice de sus ramificaciones presentan una seta apical bulbosa.

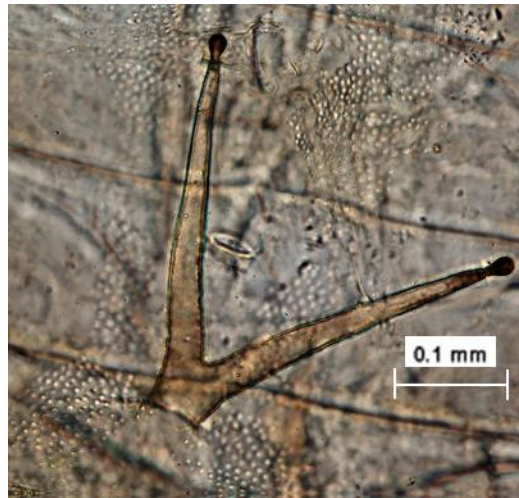


Figura 2-13. Tubérculos bífidos en ninfa V de *Leptopharsa heveae*. Fotografía: A. Peraza.



Figura 2-14. Tubérculos margen lateral del abdomen en ninfa V de *Leptopharsa heveae*. Fotografía: A. Peraza.

2.4. Discusión

En el presente estudio *L. heveae* se encontró en hojas en estado de dormancia o maduras en plantaciones comerciales de *Hevea brasiliensis* ocupando la zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T) entre los 190 y 224 msnm en los municipios de El Retorno y San José del Guaviare, Guaviare, la cual también corresponde a las 914 ha establecidas para el cultivo de caucho natural en el departamento (CCC, 2015). En el 88% del área restante del departamento de Guaviare conserva los perfiles de vegetación característica de la Amazonia central (Rangel, *et al*, 2011), donde existen registros de plantas del género *Hevea* particularmente de la especie *H. brasiliensis* en crecimiento natural (Rangel 2008) con registros que se extienden al sur de Colombia (Schultes, 1945; Schultes, 1970) de acuerdo a material de referencia disponible en los herbarios virtuales del Instituto de Ciencias Naturales- UN (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>, Consultado en Mayo 2016) y del Instituto Amazónico de investigaciones Científicas- SINCHI (http://www.sinchi.org.co/coleccionesbiologicas/index.php?option=com_herbariov_oc&Itemid=29, consultado en Mayo de 2016) (Anexo D).

Plantas para la producción de caucho natural también se registran para el casco urbano de Mitú (Vaupés), en los ríos Loretoyayú y Atacuarí en el departamento del Amazonas (Schultes, 1945); en el río Caquetá en la región entre Aracuara (Municipio de Solano, Caquetá) y Puerto Santander (Amazonas) (Van Andel, 1992) y en el municipio del Doncello, en el departamento del Caquetá. Si se tiene en cuenta que *L. heveae* es una especie monófaga asociada a *Hevea brasiliensis*, entonces podría presentar una distribución natural en Colombia que ocupa los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guaviare, Putumayo y Vaupés.

Hevea brasiliensis ha sufrido un proceso de mejoramiento enfocado a la obtención de materiales híbridos altamente productivos que conserven las cualidades industriales del látex, resistencia varietal a problemas sanitarios, duración corta de la etapa improductiva, resistencia a factores abióticos y características que favorezcan su uso como una planta maderable. Se utiliza como base genética algunos materiales establecidos en Asia que se caracterizan por su alta productividad y otras especies del género *Hevea*, con distribución natural en la Amazonia, como *H. guianensis*, *H. benthamiana*, *H. spruceana*, y *H. pauciflora*

que presentan resistencia a patógenos y factores abióticos (Priyadarshan & Clément-Demange, 2004). Es claro que las poblaciones naturales de *L. heveae* se adaptan a estos cambios aunque se desconoce el impacto en sus caracteres morfológicos externos o en su comportamiento biológico con la planta hospedante. Se encontró por ejemplo, que *L. heveae* presenta preferencias de alimentación y oviposición en clones de series de origen asiático AVROS 2037, GT1, HARBEL; en clones obtenidos en Brasil a partir de parentales asiáticos como IAN4493, IAN 717, IAN 873, y materiales mejorados con parentales de origen americano como IAC207, FX 4037, RO38, RO46 (Lara & Tanzini 1997). En condiciones de campo en casa de malla, la especie presentó preferencia por clones de origen asiático o con parentales asiáticos, encontrando para el clon IAN873 el mayor número de adultos ($68,5 \pm 19,1$ individuos/planta), de oviposturas (16,8 huevos/planta) y un nivel de daño mayor al 50%, comparado con los clones RO38 y FX4037 que presentaron un nivel de daño menor al 25%, un promedio de adultos de $30,5 \pm 10,1$ y $20,0 \pm 4,1$ respectivamente.

La ovipostura también fue menor en los clones sin rasgos de origen asiático con 1,2 a 2,8 huevos/hoja y en algunos casos, no se presentaron diferencias en la tasa de mortalidad, sugiriendo que no existieron efectos por metabolitos secundarios de los diferentes materiales evaluados sobre los adultos evaluados. Debido a que en Colombia, la producción de látex se concentra en los clones RRIM 600 (Tjir1 x PB 86), FX3864 (PB 86 x B 110), FX 4098 (PB 86 x FB 38), IAN 873 (PB 86 x FA 1717) (Cenicaucho- Corpoica, 2013), que poseen carga genética de parentales asiáticos, la ocurrencia de *L. heveae* en sistemas productivos de caucho natural, se puede ver favorecida por la preferencia hacia estos materiales vegetales. Es importante entonces, generar procesos de manejo integrado que involucren la diversidad de material vegetal con resistencia varietal de “no preferencia”.

La descripción de la ninfa de V estadio para *L. heveae* es relevante para el entendimiento de las relaciones planta-insecto en el sistema caucho natural, debido a que las proyecciones morfológicas que presentan se han asociado como mecanismo de defensa de manera similar a la ornamentación presente en el estado adulto que en algunas especies permite el cuidado parental (Guilbert, 2004). Solo se contaba con la descripción morfológica para el género *Leptopharsa* de ninfas de las especies americanas *L.*

gibbicarina y *L. firma* (Guilbert & Montemayor, 2010; Guilbert, 2005), y se hacen evidentes las diferencias entre éstas a partir de caracteres como la longitud corporal; la coloración; la longitud y posición de los tubérculos tanto en el tórax como en el abdomen (Guilbert, 2005).

El reconocimiento de las “exageradas extensiones” del tegumento presente en las ninfas, es un rasgo que permite establecer la evolución del grupo debido a que cada especie presenta un patrón característico, pero con características comunes; por lo que un análisis filogenético determino que la condición plesiomórfica es la presencia de tubérculos cortos o ausentes y corresponde a especies de la subfamilia Cantacaderinae, mientras que la condición apomórfica corresponde a tubérculos más ramificados y con formas distintas, características asociadas a *L. gibbicarina* y en *L. heveae* Guilbert (2004, 2005). En el trabajo de Guilbert (2004) se conserva la clasificación general establecida por Drake & Ruhoff (1965), pero se presenta una condición polifilética de grupos como la tribu Tingini o la subfamilia Tinginae a la cual se inscribe el género *Leptopharsa*. Esta situación no fue aclarada a pesar de estudiarse carácter morfológico, molecular de individuos adultos, debido probablemente a que solo se incluyó a la especie *L. firma* como especie representativa del género (Guilbert, *et al*, 2014).

El registro de *L. heveae* para Colombia, el análisis de sus caracteres morfológicos y la descripción de la morfología de la ninfa de V estadio, proveen una base esencial para estudios del género y la familia en el mundo. Es importante establecer si las poblaciones de Colombia son derivadas de Brasil, si conservan el mismo acervo genético y entonces, definir las relaciones planta insecto teniendo en cuenta las experiencias de trabajos realizados en ese país. Se presenta también, la línea base taxonómica y de la biología de la especie que permita la selección de material vegetal de *Hevea brasiliensis* con menor preferencia por estos insectos pero que conserve las características de producción de látex, maderabilidad, sostenibilidad ambiental y manejo agronómico deseables en términos de la inclusión social y económica para el sector en Colombia.

Capítulo 3. Revisión Familia Tingidae con énfasis en el género *Leptopharsa* para Colombia

3.1. Introducción

La familia Tingidae pertenece al suborden Heteroptera y se encuentra compuesta por cerca de 2500 especies reportadas que se conocen como las chinches de encaje, cuya taxonomía se basa esencialmente en caracteres morfológicos externos de los individuos en estado adulto. La familia fue descrita inicialmente por Laporte de Castelnau en 1833 y con una primera clasificación establecida por Stål en 1873 (Guilbert, *et al*, 2014).

Las especies pertenecientes a la familia Tingidae son estrictamente fitófagas, y se alimentan de floema (Brailovsky y Torre, 1986). Los chinches de encaje se encuentran asociados principalmente a angiospermas, algunas especies viven y se alimentan de un único hospedero, y otras de un grupo de especies (Guilbert, *et al*, 2014), para lo cual sincronizan su ciclo de vida con el desarrollo foliar y florar de la planta hospedero (Brailovsky y Torre, 1986).

Dentro de sus hospederos se encuentra un amplio rango de plantas, varias de importancia económica, como guanaba, aguacate, papaya, piña, café, cacao, palma africana, yuca, tomate, berenjena, ají, frijol, soya, maíz, caña de azúcar, entre otros, (Brailovsky y Torre, 1986; Madrigal, 1978; Drake y Poor 1965). En Colombia se reconocen especies de importancia económica como *Corythuca gossypii* F. 1974, en *Annona muricata*, *Dictyla monotropidia* (Stål, 1858) en *Cordia alliodora*, *C. gerascanthus*, *C. tomentosa*, *Gossypium hirsutum*, *Leptodictya bambusae* Drake, 1918 en *Bambusa vulgaris* y *Teleonemia* sp. en *Tectona grandis* (Madrigal, 2003).

En este capítulo se presentan los resultados de la revisión bibliográfica y de material de colecciones de referencia de la familia Tingidae para Colombia con enfoque especial para

el género *Leptopharsa*. Con la información colectada se generó una clave taxonómica con caracteres de morfología externa para el género, que incluye las especies descritas para Colombia con ejemplares en las colecciones consultadas y la especie *Leptopharsa heveae*, de acuerdo con las características vistas en los ejemplares recolectados en el Departamento de Guaviare, nuevo registro expuesto en el capítulo 2, del presente documento.

3.2. Materiales y métodos

Para establecer estado del conocimiento de la Familia Tingidae en Colombia se consultaron diferentes fuentes de referencia como la base de datos de las chinches de encaje Lace bug DataBase (LBDB) (Guibert, 2015) y documentos que registran especies en la región neotropical Stål, (1873), Brailovsky y Torre, (1986), Drake y Poor, (1960 y 1965), Madrigal, (1978) Stonnedahl, *et al*, (1992), Froescher, (2001), y Guidoti, *et al*, (2015).

Se revisó el material insectil asociado con especies de la Familia Tingidae depositado en las colecciones entomológicas del museo entomológico Francisco Luis Galleo, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín (UNM-FLG); Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN-MHN), y la Colección Taxonómica Nacional Luis María Murillo-CTNI de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Corpoica, y se realizó un registro fotográfico utilizando un equipo Canon PowerShot SX150 IS con posterior edición con el software Leica Application Suite-LAS EZ 3.0©.

3.3. Resultados

3.3.1. Estado del arte familia Tingidae y género *Leptopharsa* para Colombia

La familia Tingidae es un grupo monofilético sin una clara subdivisión taxonómica (Guibert, *et al*, 2014). La concepción general de la cual parten los estudios de filogenia es la

propuesta de Drake & Ruhoff (1960) en la cual se propone la conformación de tres subfamilias a partir de caracteres morfológicos (Guilbert, *et al*, 2014):

- **Vianaidinae:** con el menor número de especies, restringida a Sur América, las cuales viven en hormigueros asociadas con hormigas como el género *Acromyrmex* (Madrigal, 1978)
- **Cantacaderinae:** un grupo de 135 especies que se agrupan en dos tribus Phatnomatini y Cantacaderini que se ubican en todos los territorios del hemisferio sur, (sin la región Antártica) y unas pocas especies en la región Paleártica. Se cuenta con una clave taxonómica a nivel de género, para esta subfamilia diseñada por Froescher (1996). Si embargo se considera que los miembros de la tribu Phatnomatini pertenece a la subfamilia Tinginae (Lis, 1999; Guilbert 2014).
- **Tinginae:** compuesta por el mayor número de especies de la familia y con distribución cosmopolita. En la publicación de Drake y Ruhoff (1965) la subfamilia Tinginae fue dividida en tres tribus: Ypsotingini y Litadeini, revisadas por Froescher (2001), quien desarrollo una clave para estas dos tribus, y la tribu Tingini en la cual se agrupa la mayoría de las especies de la familia y para la cual no se ha desarrollado una clave que involucre todos los géneros conocidos.

Los individuos de la familia Tingidae se caracterizan por un cuerpo aplanado dorsoventralmente y algunas especies presentan superficies dorsales convexas (Madrigal, 1978). Como caracteres morfológicos se describe la cabeza corta, proyectada subhorizontalmente hacia al frente, con o sin presencia de procesos del tegumento que varían en su forma desde pequeñas protuberancias hasta espinas, los cuales se ubican dorsalmente hasta un máximo de nueve distribuidos en pares a cada lado de la cabeza o individualmente en la línea media de la cabeza (Froescher, 1996; Madrigal, 1978) (Figura 3-1 y 3-2). Presentan desarrollo de la bucua, que es el desarrollo ventral de dos láminas longitudinales de la cabeza, bordeando el primer segmento del labium o rostrum (Froescher, 1996). El aparato bucal puede alcanzar hasta el metatórax (en algunas especies de Vianaidinae y Tinginae pueden sobrepasar), segmentos abdominales o más allá de la genitalita. No presenta ocelos, y sus antenas se componen de cuatro segmentos, de los cuales los dos primeros son por lo general más cortos y gruesos mientras el cuarto

presenta variabilidad por especie de su longitud, forma y presencia de setas, (Stonnedahl, *et al*, 1992; Madrigal, 1978) (Figura 3-1 y 3-2) en Vianaidinae, el segundo segmento es subigula a los segmentos III y IV

En los esternitos se encuentra un par de carinas o láminas con variación por especie, que conforman un surco donde reposa el rostrum. Las patas de los tingidos se articulan en coxas globosas o cónicas, con dos segmentos tarsales y no presentan arolio (Madrigal, 1978). El tórax se cubre de una única lámina (pronoto) que se conforma, al igual que los hemiólitros por areolas, presentando una gran variación que configura uno de los caracteres más representativos de la familia. Puede ser plano o convexo, con o sin expansiones laterales (Paranoto), collum simple o hinchado, con una a cinco carinas longitudinales, que varían en forma y tamaño (Madrigal, 1978). La carina media puede tener en su extremo anterior o en su longitud completa una ampliación débil o fuerte, conformando un bulbo que se denomina capucha (Hood) que en algunas especies puede cubrir toda la cabeza (Froescher, 1996).

En el metatórax al lado del sitio de inserción del ala se encuentra la apertura ostiolar (o metatorácica), un poro abierto por el cual se liberan las secreciones de volátiles producidas por glándulas internas (Froescher, 1996). Los segmentos abdominales son visibles desde el segundo segmento ya que el primero se encuentra oculto, presenta modificaciones como surcos proyecciones y carinas (Froescher, 1996).

Las areolas de los hemiólitros varían en forma y tamaño, con una consistencia uniforme, que no permite definir una clara división de clavus, corium y membrana (Stonnedahl, *et al*, 1992) a excepción de algunos miembros de la subfamilia Cantacaderinae, donde se puede determinar claramente la presencia de clavus o su fusión con el hemiólitro (Froescher, 1996). Tampoco existe una venación clara como en otros grupos de Hemiptera; acepción de las venas principales radio y cubital-media, con las cuales se dividen los hemiólitros a partir de su intersección conformando las áreas costal, subcostal, discoidal y sutural (Figura 2-3). Esta división estructura una de las características diagnósticas de la familia, por su diferencia en la composición de las areolas, tamaño y forma (Froescher, 1996). Las alas posteriores son membranosas con pocas venaciones (Madrigal, 1978). Algunas

especies presentan cuidado parental, con posturas de huevos en grupo o individual, que indica su posterior comportamiento solitario o gregario (Guilbert, *et al*, 2014).

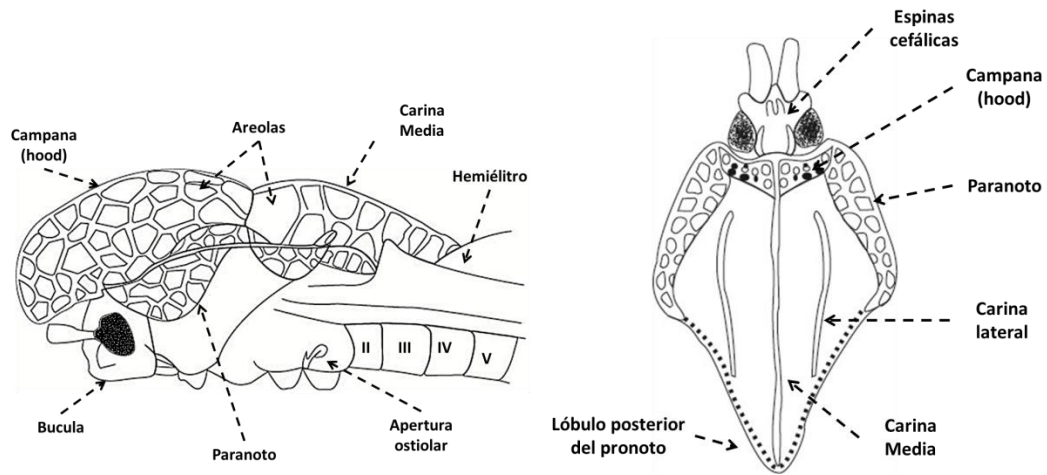


Figura 3-1. Vista longitudinal y detalle en vista dorsal de cabeza-pronoto del modelo general de Tingidae, Tomado de Stonnedahl, *et al*, (1992).

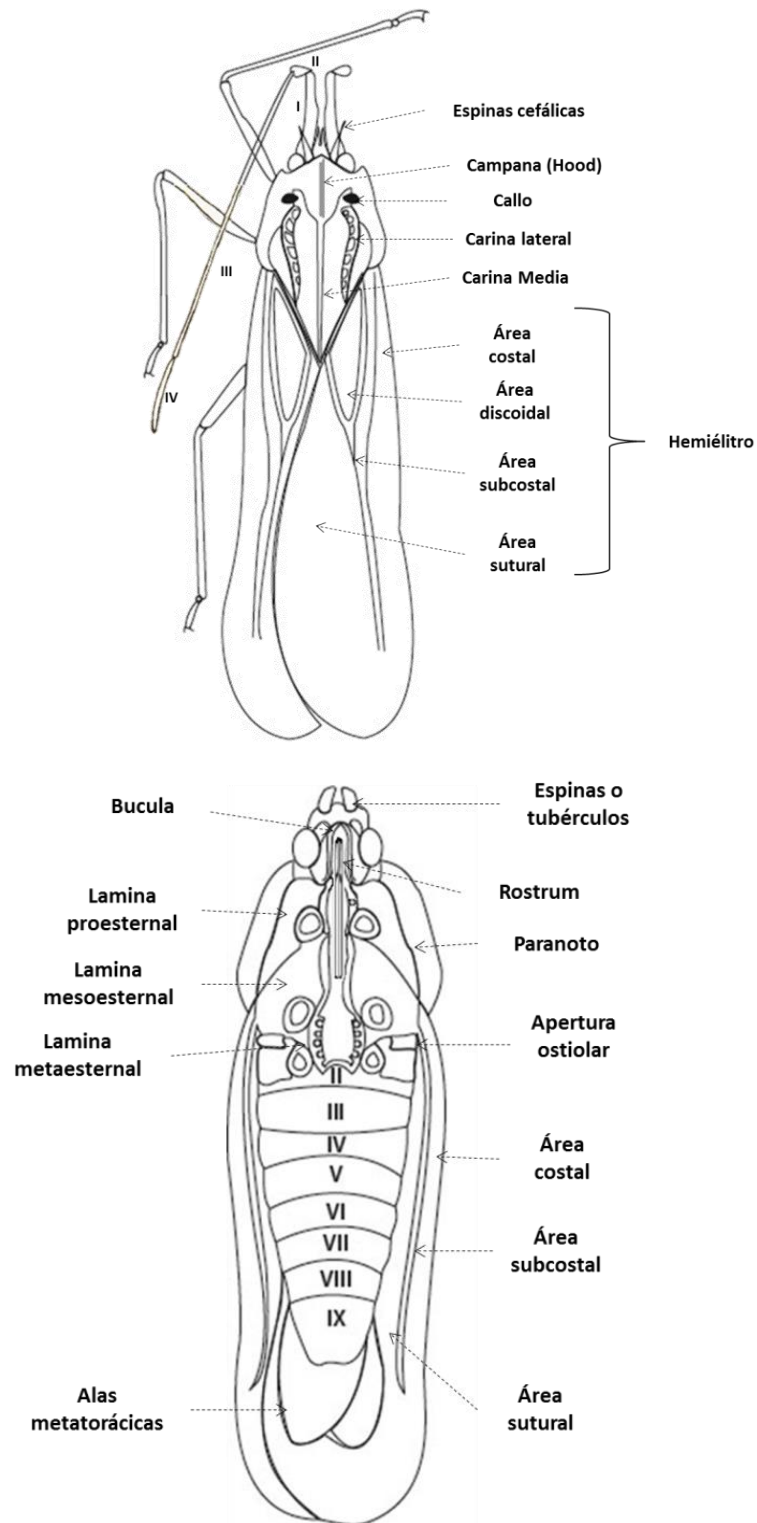


Figura 3-2. Vista dorsal y ventral del modelo general de un Tingidae. Caracteres usados en su determinación. Tomado de Drake y Poor (1965).

El registro fósil más antiguo para la familia Tingidae datan del Cretáceo Inferior; hace aproximadamente 145 millones de años y fue hallado en la región del este de Siberia (Golub y Popov, 2008). Para la región actual del Neotrópico, los fósiles encontrados se localizan en depósitos de América Central. En Costa Rica se han encontrado fósiles en depósitos de ámbar y sedimentos que datan del periodo del Mioceno (entre 15 a 20 millones de años), que corresponden a las especies *Eocader babyrussus* Golub & Popov, 2000, *Leptopharsa evsyunini* Golub & Popov, 2000, *Leptopharsa poinari* Golub & Popov, 2000, *Leptopharsa fratei* Golub & Popov, 2003, *Stephanitis rozanovi* Golub & Popov 2003, *Amberobyrza brandti* Heiss, 2009 y *Phatoma* sp. (Jepson *et al*, 2011; Golub *et al*, 2008), y en México hallazgos en depósitos de ámbar que pertenecen al mismo periodo de los ejemplares hallados en Costa Rica que corresponden a la especie de *Leptopharsa tacane* (Coty *et al*, 2014).

La publicación “*Enumeratio Hemipterorum*” en 1873, Stål recopiló información sobre especies pertenecientes a diferentes géneros con presencia cosmopolita. En esta publicación aparece por primera vez el género *Leptopharsa* dentro de la subfamilia Tingitaria (actualmente Tinginae de acuerdo a Drake y Ruhoff, 1960) descrito inicialmente con dos especies *Leptopharsa elegantula* Stål, 1873 con individuos recolectados en Bogotá (en la época de la Nueva Granda) y *Leptopharsa marginella* Stål 1873, con individuos recolectados en Rio de Janeiro que inicialmente fueron determinados como *Monathia marginella* Stål 1873.

En la publicación “*Insecta Rhynchota: Hemiptera-Heteroptera*” realizada por Champion en 1898, para la región Neotropical se compilaron 22 géneros y 76 especies. Para el género *Leptopharsa* se confirmó la especie *L. elegantula* en Colombia y se adicionó la especie *L. unicarinata* Champion 1897, descrita para Panamá.

Drake y Ruhoff en 1965 publicaron el Catálogo General de los Tingidos del Mundo en el cual se presentaban los registros de 1820 especies agrupadas en 236 géneros. Para Colombia se presentaban 38 especies pertenecientes a 15 géneros asociadas a especies vegetales como Rosa, Guanabana, Algodón, Tomate, Higuerrilla, Anon, Chirimoya, caña de azúcar, maíz y forestales como *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken 1841 (Lamiales: Boraginaceae). Para el género *Leptopharsa* se presentaron 105 especies de las cuales el

94 % se encuentran en América y solamente *L. elegantula* fue reportada para Colombia. Las especies restantes se encontraban distribuidas en África (4%) y Australia (2%).

En Colombia, la primera publicación de revisión sobre la presencia de la familia Tingidae fue realizada por Madrigal en 1978, en la cual se reportó la existencia de 45 especies entre registradas y nuevos reportes para Colombia. Para el caso del género *Leptopharsa* se confirmó la presencia de las especies *L. elegantula* y *L. gibbicularina* (Froeschner, 1977), cuyos primeros ejemplares se recolectaron en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq, 1897 Aracaceae) en Puerto Wilches (Santander) (Madrigal 1978). Esta especie es de importancia en las zonas productoras de centro y norte de Colombia (Betancourt, 2002), por su relación con la patología causada por *Pestalotiopsis palmarum* y *Pestalotiopsis glandicola*; hongos parásitos facultativos, que aprovechan las heridas causadas por el daño de los insectos, generando la posterior defoliación del cultivo (Labarca, et al, 2006).

Especialistas del Museo de Historia Natural de Francia desarrollaron la base de datos mundial de las chinches de encaje (Lace Bugs Database-LBDB) con actualización constante (Guibert, 2015). En esta base de datos en línea se reportan para Colombia 48 especies agrupadas en 15 géneros (Anexo E). Para el género *Leptopharsa* se presentan 111 especies con pocos cambios desde la publicación de Drake y Poor en 1965. Se confirma la presencia de *L. elegantula*, *L. gibbicularina* y el registro del trabajo realizado por Froeschner en 1989 donde se reportaron dos nuevas especies *Leptopharsa reflexa*, cuyos individuos fueron recolectados en Guarne (Antioquia) sobre *Roupala glabriflora* (Proteaceae) y *Leptopharsa madrigali*, que se distribuyen en el departamento de Antioquia en territorios de los municipios Urrao, la Estrella y Caldas, sobre plantas de la familia Fabaceae.

Guidoti, et al, (2015), en el libro "*True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics*", desarrollan el capítulo de revisión sobre la familia Tingidae, con una primera clave taxonómica para géneros con especies de interés económico. Para Colombia se afirma la presencia de *Acanthochelia armiguera*, *Dyctila monotropidia*, *Gargaphia lunata*, *Gargaphia sanchezi*, *Leptobyrsa decora*, *Leptocysta sexnebulosa*, *Pleseobyrsa chiriquensis*, y solo la especie *L. gibbicularina*, para el género *Leptopharsa*. También se nombra especies que no aparecen

en LBDB como *Amblystira machala*, *Leptobyrsa decora*, *Teleonemia lantana* *Telonemia scrupulosa*, *Vatiga illudens*, *Vatiga manihotae*, *Vatiga varianta*.

La tribu Tingini presenta más de 200 géneros con distribución cosmopolita (Froeschner, 2001) y no existe una clave taxonómica actualizada que involucre todos los géneros. Guidoti, *et al*, (2015) para la familia Tingidae, elaboró una primera clave con especies neotropicales de importancia económica, donde se incluyen géneros reportados en Colombia como: *Amblystira*, *Acantocheila*, *Dyctilia*, *Gargaphia*, *Leptobyrsa*, *Leptocysta*, *Leptopharsa*, *Pleseobyrsa*, *Telonemia*, *Vatiga* y asociado a plantas de caucho *H. brasiliensis* la especie *Leptopharsa hevea* a partir de individuos recolectados en Brasil.

El género *Leptodictya* (Kirkaldy, 1905, Drake 1931) presenta un collar generalmente ancho, proyectado anteriormente y acuminado, formando una capucha no bulbosa que cubre la base de la cabeza, en algunas especies a veces rebasa el nivel de los ojos aunque estos quedan siempre libres (Brailovsky y Torre, 1986). Los miembros del género *Corythaica* Stål, 1873 (Figura 3-3) presentan una capucha alargada, comprimida, no hialina, ni globosa y proyectada anteriormente rebasando la cabeza dejando únicamente libres los ojos y las antenas, en algunos casos curvada hacia la región ventral, dejando el extremo anterior generalmente romo y en vista dorsal guarda un aspecto casi triangular que posteriormente continúa con la carina media. (Brailovsky y Torre, 1986)



Figura 3-3. *Corythaica cyathicollis* (Costa, 1864) A. Vista lateral B. Vista Dorsal (ejemplar ubicado en MFLG). Fotografía: A. Peraza.

El género *Corythucha* Stål, 1873 presenta un collar proyectado en una capucha globosa, elevada, que generalmente no cubre el total del disco, dirigido hacia el margen anterior, hasta alcanzar el ápice de la cabeza y en algunas especies sobrepasan en una distancia equivalente a la longitud del primer artejo antenal, siempre con la parte apical deprimida y terminada en punta. Pueden presentar espinas pequeñas, un poco rectas y finas que se distribuyen en todas o en parte de la venación. (Brailovsky y Torre, 1986) (Figura 3-4)

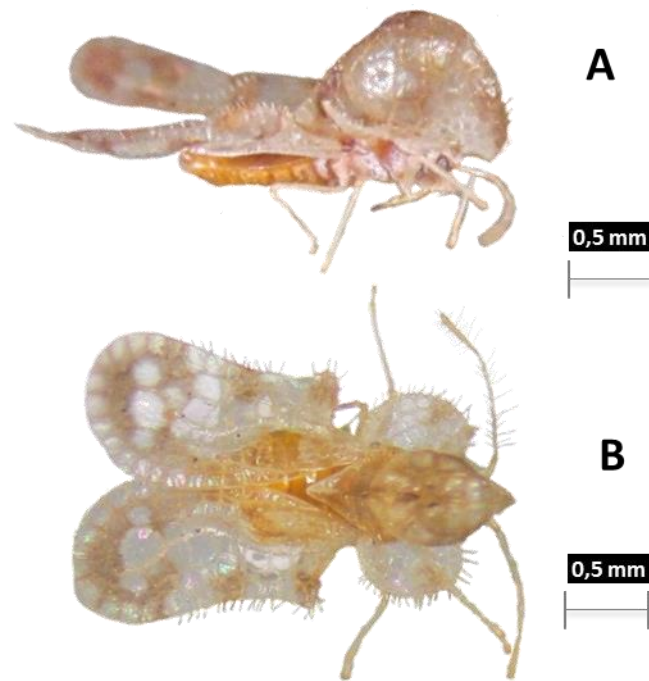


Figura 3-4. *Corythuca championi* Drake & Cobben, 1960 A. Vista lateralo-mecial B. Vista Dorsal (ejemplar ubicado en MFLG). Fotografía: A. Peraza.

El género *Dictyla* Stål, 1874, presenta un paranoto doblado sobre el pronoto; *Pseudacysta* Blatchley, 1926 y *Amblystira* Stål, 1873 con paranoto reducidos (Figura 3-5) y el género *Pleseobyrsa* Drake & Poor 1937 con paranoto proyectado anteriormente. Los géneros *Carvalhotingis* Froeschner, 1995 y *Acanthocheila* Stål, 1858 (Figura 3-6), se caracterizan por presentar en el margen del paranoto, proyecciones en forma de espinas y la ausencia o poco desarrollo de carinas laterales en el tercio posterior del disco pronotal (Brailovsky y Torre, 1986).

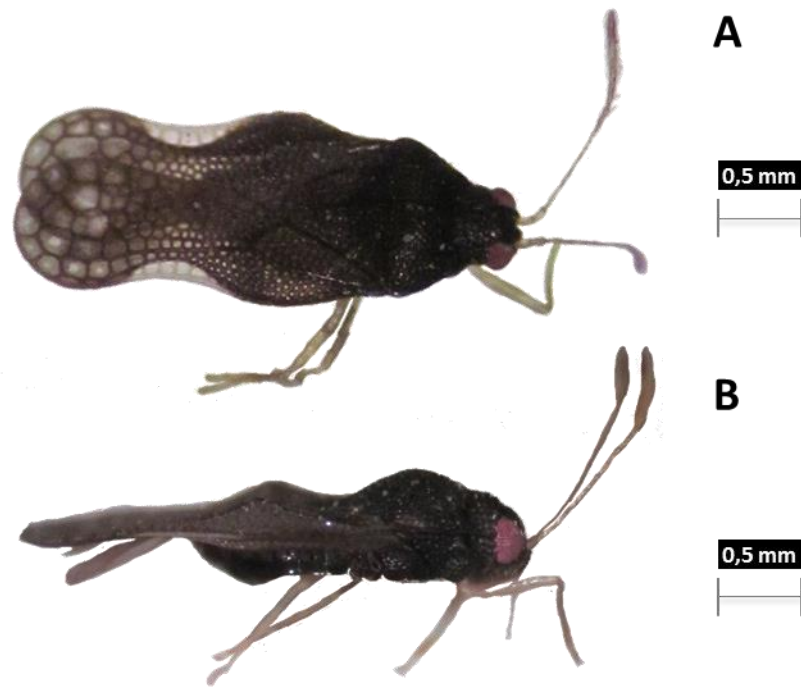


Figura 3-5. *Amblystira machalana* Drake, 1948 A. Vista Dorsal B. Vista lateral (ejemplar ubicado en MFLG). Fotografía: A. Peraza.



Figura 3-6. *Acanthocheila armigera* Stål, 1858 A. Vista Dorsal B. Vista lateral (ejemplar ubicado en MFLG). Fotografía: A. Peraza.

De acuerdo con la clave taxonómica desarrollada por Guidoti *et al*, (2015), la conformación del pronoto con tres carinas bien definidas desde los callos hasta el extremo distal del pronoto y el margen del paranoto con borde son características comunes entre los géneros *Leptopharsa* Stål, 1873 y *Teleonemia* Costa 1864.

El género *Teleonemia* presenta hemiélitros alargados con márgenes paralelos formando un ala casi rectangular, con un área discoidal que sobrepasa la mitad del hemiélitro. Por el contrario, el género *Leptopharsa* presenta alas con una zona discoidal que no sobrepasa la mitad del área alar.

El género *Leptopharsa*, presenta otros caracteres adicionales de acuerdo a la definición realizada por Stål 1873, no considerados en la clave taxonómica desarrollada por Guidoti *et al*, (2015), como una longitud total mayor que la longitud conjunta entre cabeza y pronoto, el antenómero I más ancho que los restantes, cilíndrico y mucho más grande que el antenómero II, el cual es cónico y el más corto de todos, el antenómero III es cilíndrico y el más largo de todos, mientras el IV por lo general presenta pilosidad y forma fusiforme.

El rostrum o pico en el género *Leptopharsa* inicia rodeado de la bucua (areolada y cerrada en la parte anterior) y se extiende posteriormente hasta la parte media de las meso-coxas, sin llegar a rebasarlas. El rostrum descansa sobre un canal formado por carinas esternales, que se ubican paralelas en el pro y mesotórax. En el metatórax las carinas forman un semicírculo posteriormente abierto por lo cual el canal del rostrum no presenta una interrupción, una condición que permite diferenciar el género *Leptopharsa* de individuos del género *Gargaphia*.

3.3.2. Registro de colecciones

El registro de las colecciones permitió el reconocimiento de la diversidad de especies de la familia Tingidae y determinar que existen ejemplares de 18 de las 48 especies reportadas en Lace Bug Data Base (LBDB). Adicionalmente existen ejemplares de 23 especies recolectados en Colombia sin registro en LBDB.

La colección del ICN-MHN, cuenta con pocas especies determinadas y diferentes ejemplares de morfotipos, de los cuales el 53,5%, son ejemplares recolectados en el departamento de Cundinamarca, 20,9% de la región de comprendida entre Boyacá, Casanare y Meta, 15,12% recolectados en los departamentos de Antioquia, Quindío y Tolima, el restante 10,5% son ejemplares recolectados en los departamentos de Bolívar, Santander, Cauca, Nariño y Valle del Cauca. Para el género *Leptopharsa* solo se encuentran ejemplares determinados para especie *L. madrigali*, recolectado en el municipio de San Francisco (Cundinamarca), información que permite ampliar el registro de la especie en relación con la publicación de Froeschner en 1989.

Se registró en la colección UNM-FLG, un total de 33 especies determinadas, recolectadas principalmente en el departamento de Antioquia. Para el género *Leptopharsa*, se encuentran ejemplares de las especies *L. gibbicarina* recolectados en el municipio de San Alberto (Cesar) en cultivos de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq. 1897), *L. reflexa* correspondientes a los ejemplares determinados y reportados en la publicación de Froeschner en 1989. En la colección se encuentran ejemplares de *L. ovantis* recolectados en el municipio de Cocorná (Antioquia) sobre plantas de la familia Rubiaceae, especie no reportada para Colombia en la LBDB. Igualmente sucede con los ejemplares determinados como *L. tenuis* colectada en Pivijay (Magdalena) sobre leguminosas y *Vatiga manihotae* recolectada en Bello (Antioquia), sobre plantas de yuca (*Manihot esculenta*, Crantz, Euphorbiaceae).

En la colección CTNI se encuentran ejemplares determinados de 25 especies, provenientes de varios departamentos colombianos y otros de países como Ecuador, Estados Unidos, Paraguay, Perú y Uruguay. En cuanto al género *Leptopharsa* todos los especímenes se han recolectado dentro del territorio colombiano y corresponden a las especies *L. gibbicarina* recolectados en Puerto Wilches (Santander), *L. lineata* colectada sobre plantas del género *Phaseolus*, en Palmira (Valle del Cauca), especie no reportada para Colombia de acuerdo con la LBDB. También se encuentran ejemplares de *Vatiga manihotae* recolectados en Espinal (Tolima) en plantas de yuca, ampliando el registro para Colombia de esta especie.

Se hallaron ejemplares de la especie *L. heveae* en la colección de CTNI, recolectados en 1991, asociados a plántulas de un jardín clonal de *Hevea brasiliensis*, ubicado en Florencia (Caquetá). La determinación fue realizada por Froeschner en el mismo año pero no existe una publicación asociada a este registro, como tampoco se considera el territorio de Colombia como parte de la distribución de la especie en LBDB. Los individuos presentes en la colección de CTNI coinciden con la descripción de características morfológicas externas realizada para los individuos recolectados en el departamento de Guaviare durante la investigación.

3.3.3. Propuesta Clave para el género *Leptopharsa* para Colombia

En la tabla 3-1 se presenta una propuesta de clave dicotómica para el género *Leptopharsa* con las especies reportadas en Colombia que cuentan con ejemplares determinados en las colecciones de referencia de UNM-FLG, ICN-MHN y CTNI, abarca caracteres morfológicos externos como el desarrollo de capucha, coloración de antenómeros y componentes de las patas, forma de las carinas y paranoto, número de celdas y coloración de las áreas de los hemielitros, entre otros caracteres derivados de la observación de los ejemplares y de la revisión de la descripción de las especies involucradas. En esta clave se adiciona de la especie *Leptopharsa heveae* caracteres presentados en los individuos recolectados durante el trabajo de investigación en el departamento de Guaviare, descritos en el capítulo 2 del presente documento.

Tabla 3-1. Propuesta de clave dicotómica para seis especies del género *Leptopharsa* presentes en Colombia.

1	Pronoto con quiste anteromedial desarrollado formando una capucha, con coloración negra que comprende la totalidad o los dos tercios del lóbulo posterior y derivaciones con la mayoría de venas amarillas con celdas hialinas.....	2
1'	Pronoto con quiste anteromedial poco o no desarrollado, sin formar una capucha, sin coloración negra en el lóbulo posterior y anterior.	5
2	Hemiélitros en posiciones de reposo, divergentes o ligeramente divergentes con respecto a la línea media del cuerpo, superpuestos en la porción media del área sutural sin cubrirla totalmente.	3
2'	Hemiélitros en posición de reposo, convergentes con respecto a la línea media del cuerpo. Superpuestos, casi cubriendo totalmente el área sutural.....	4
3	Antenómeros I y IV negro excepto en la base, III con pilosidad no muy densa, de color amarillo. IV con pilosidad más densa que III. Carina media biseriada con celdas irregulares, fuertemente elevada con una cresta casi triangular más alta que la capucha y carinas laterales, presenta una línea oscura y vertical en la parte más alta. Carinas laterales divergentes en el lóbulo posterior del pronoto. Área costal 2-3 series de celdas hasta la parte más amplia donde se reduce a una serie de celdas, con 1 o 4 venas negras transversales. Área subcostal biseriada con venas y celdas negras que parte de la región media hasta el ápice del ala formando una mancha de forma lineal (Figura 3-7).....	<i>L. gibbicularina</i> F., 1976
3'	Antenómeros con coloración y forma similar al anterior, sin pilosidad en el antenómero III. Carina media uniseriada sin formación de cresta, ligeramente más alta que las laterales, similar altura a la capucha. Carinas laterales subparalelas convergentes en el lóbulo posterior del pronoto. Área costal con 2 a 3 series de celdas sin venas oscuras transversales. Venas de las áreas subcostal, discoidal y la mitad del área sutural de color rojo cobrizo, conformando una gran mancha de color distintivo que se proyecta posterolateralmente en una banda con un ancho entre 2 y 3 celdas desde primer tercio del área sutural hasta la región apical del área costal. (Figura 3-8).....	<i>L. madrigali</i> F., 1989
4	Antenómeros I y IV negros, II y III rojo cobrizo. Bucula con coloración principalmente negra al igual que los antenómeros I y IV. Espinas cefálicas cortas cubiertas por la capucha. Carina media uniseriada, casi igual de alta que las carinas laterales y más baja que la capucha. Carinas laterales convergentes en el lóbulo posterior del pronoto. Patas de color rojo cobrizo. Área discoidal y dos tercios del área sutural presentan celdas y venas marrón- negras que conforman una silueta oscura enmarcada por el margen interno del área costal. La silueta se extiende en posición de reposo anteriormente con las regiones oscuras del pronoto y posteriormente ocupando todo el ápice con venas marrón y celdas con un color marrón difuminado. En la parte más amplia del área costal 3 a 4 de celdas, del área subcostal dos celdas y del área discoidal 5 a 6 celdas. Área sutural 4 series de celdas pequeñas e irregulares, aumentando 5 celdas hasta dos tercios del área donde se presenta una celda de mayor tamaño hexagonal rodeada de 5-6 celdas (Figura 3-9).....	<i>L. ovanis</i> D. & H., 1945

4' Antenmeros I y IV negros, II y III amarillos. Bucula con coloración principalmente blanca, antenmeros I y IV de color rojo cobrizo. Dos pares de espinas occipitales dirigidas hacia afuera no cubiertas por la capucha. Carina media similar al anterior. Carinas laterales bajas, subparalelas divergentes en el lóbulo posterior del pronoto. Fémur y tibia de color amarillo pálido con tarsos de color rojo cobrizo a marrón. Venas del tercio apical del hemiélitro de color rojo cobrizo, el área restante presenta venas blancas o amarillas claras con celdas hialinas. En la parte más amplia del área costal y subcostal con 2 celdas, del área discoidal 3 a 4 celdas. Área sutural con 4 celdas en la parte más ancha usualmente con una pequeña mancha en la región media del ala. (Figura 3-10).....

L. tenuis C., 1897

5 Antenmeros de color marrón, IV con pilosidad densa, Cinco espinas largas, espinas frontales rectas contundentes descansando sobre la cabeza. Paranoto biseriado, con margen lateral redondeado, finamente aserrado y en la parte posterior moderadamente reflexo. Carina media uniseriada y un poco más elevada que las laterales que se caracterizan por ser subparalelas, convergentes en el margen del lóbulo posterior. Fémur y tibia color amarillo ocre, extremo apical de la tibia color marrón y tarsos marrón a negro. Hemiélitros con margen externo finamente aserrado en el tercio basal, más amplios hacia el ápice que en la base donde son casi del mismo ancho que el pronoto, superpuestos en el área sutural sin llegar a cubrir los ápices. Celdas hialinas, mitad apical con venas de color amarillo ocre, mientras la mitad basal en las zonas costal, subcostal y sutural con predominio de venas blancas. En la parte más amplia del área costal 4 celdas, del área subcostal 2 celdas y área discoidal 5 a 6 celdas. En el tercio basal del área sutural 5 a 6 series de celdas uniformes y pequeñas, restante con 4 a 5 celdas (Ver capítulo 2, figuras 2-3, 2-4, 2-5, 2-6).....

L. heveae D. & P., 1935

5' Antenmero I negro rojizo en el ápice, II y III amarillo rojizo, IV negro con pilosidad densa. 3 a 5 espinas cefálicas, de color negro, occipitales decumbentes que alcanzan las inserciones antenales, par supraclipeal y media dirigidas hacia la cabeza. Paranoto reflexo con margen entero, recto dirigido hacia el collar del pronoto, biseriado en la porción posterior y en la anterior uniseriado. Carinas similares al anterior. Fémur y tibia de color amarillo con tono más oscuro en su extremo apical, tarsos negros. Hemiélitros con margen completamente entero, casi del mismo ancho que el pronoto, áreas suturales superpuestas cubriendo sin ápices libres donde el margen anterior del hemiélitro alcanza el área costal. Sin coloraciones distintivas, venas amarillas con tonalidades rojizas y celdas hialinas. Área costal tres series de celdas en los tres cuartos basales y uniseriado en el tercio apical. En la parte más amplia del área subcostal 3 celdas, área discoidal 4 a 5 celdas y en el área sutural 5 a 6 celdas (Figura 3-11).....

L. reflexa F., 1989

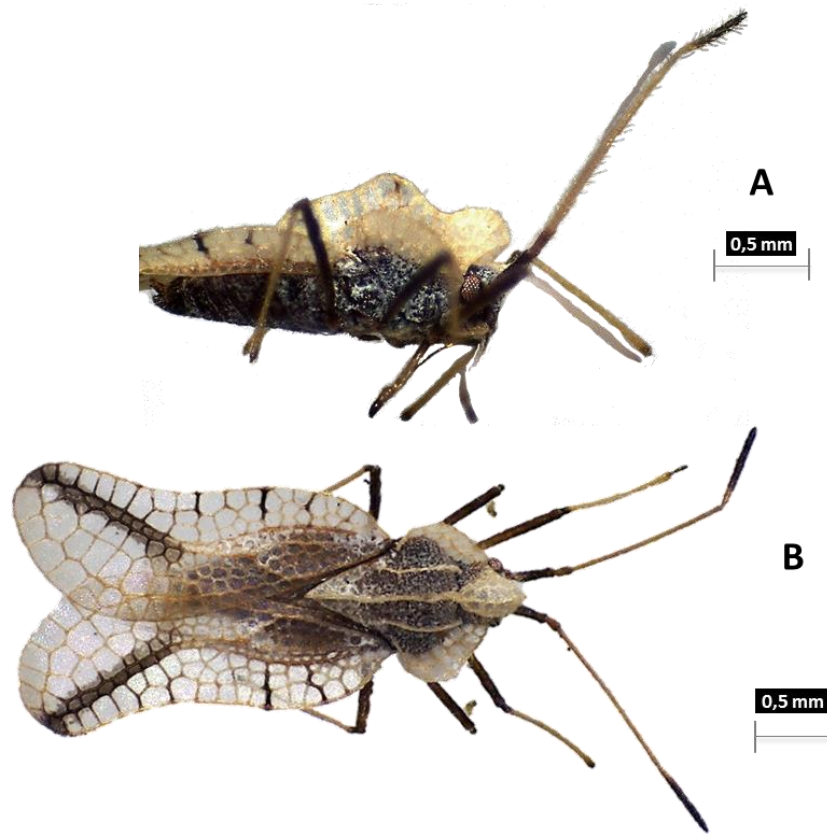


Figura 3-7. *Leptopharsa gibbicarina* F., 1976. A. Vista Dorsal. B. Vista Lateral. Fotografía: A. Peraza.



Figura 3-8. Vista Dorsal *Leptopharsa madrigali* F., 1989. Fotografía: A. Peraza.

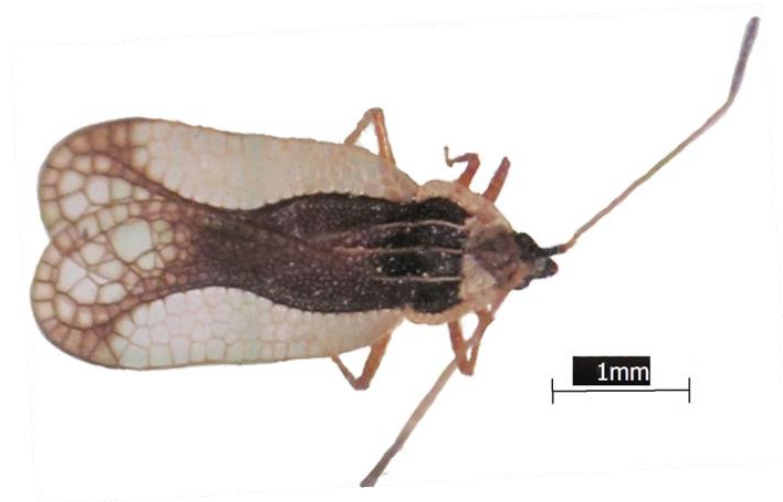


Figura 3-9. Vista Dorsal *Leptopharsa ovariantis* D. & H., 1945. Fotografía: A. Peraza.



Figura 3-10. Vista Dorsal *Leptopharsa tenuis* C., 1897. Fotografía: A. Peraza.

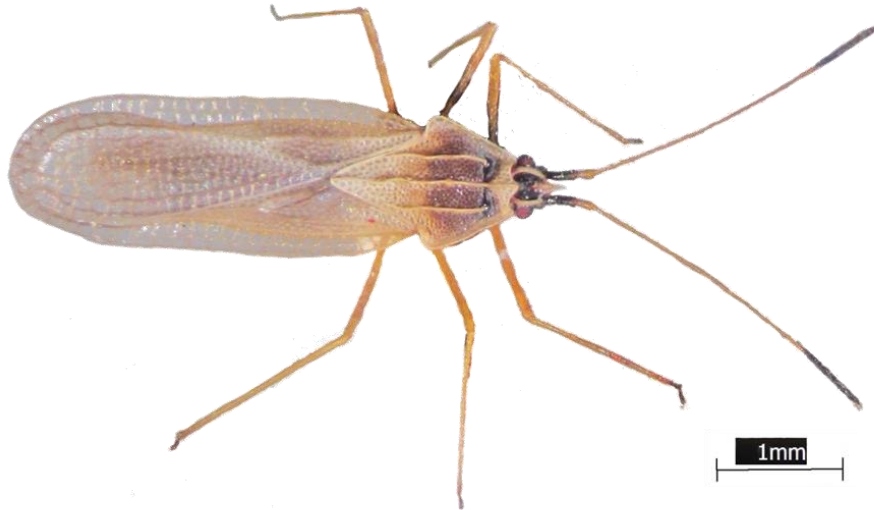


Figura 3-11. Vista Dorsal *Leptopharsa reflexa* F., 1989. Fotografía: A. Peraza.

3.4. Discusión

En Colombia y la región Neotropical existe deficiencia en el conocimiento sobre la familia Tingidae, como es el caso del género *Leptopharsa*, donde el conocimiento de la diversidad supera los treinta años en relación a la publicación de Madrigal (1978) y Froeschner (1989) que constituyó el último registro de nuevas especies. Solamente las especies de importancia agrícola presentan un desarrollo investigación constate, siendo el caso más relevante la especie *L. gibbicularina* descrita en 1986 por Froeschner con ejemplares de Colombia y que gracias a su relación con los patógenos *Pestalotiopsis palmarum* (Cooke) Steyaert y *P. glandicola* (Castagne) Steyaert en cultivos de palma de aceite, *Elaeis guineensis* Jacquin (Arecaceae) (Escalante *et al*, 2010), han presentado un proceso de investigación relativamente constante en diferentes temáticas como su relación filogenética con otras especies de la familia (Guilbert, 2004), organismos de control biológico como hormigas de los géneros *Crematogaster* sp., *Camponotus* sp. y *Ectatomma* sp. (Hymenoptera: Formicidae) (Aldana *et al*, 1995; Medina & Tovar 1997), eficacia de insecticidas de síntesis química (Martínez *et al*, 2013) y la comprensión de parámetros poblacionales (Barrios, *et al*, 2015).

En esta misma tendencia los estudios de filogenia y taxonomía de la familia Tingidae, de las 113 especies que se encuentran registradas en “Lace bugs database” además de *L. gibbicarina*, solamente se han incluido las especies *L. elegans* (Guilbert, 2001) reportada en Australia (Guilbert, 2016) y *L. firma* (Guilbert, 2014) con distribución en Brasil (Guilbert, 2016). Es importante resaltar que en las publicaciones mencionadas el género *Leptopharsa* ocupa una posición apical en los cladogramas resaltando un origen relativamente reciente, considerando que el registro fósil se encontraron especies que datan de entre 15 a 20 millones de años (Coty *et al*, 2014; Golub y Popov, 2008). Adicionalmente, la posición de las especies analizadas siempre se ubica dentro del grupo parafilético que corresponde a la subfamilia Tinginae tribu Tingini, con otros géneros que cuentan especies con distribución en América como *Gargaphia*, *Corythucha*, *Telonemia*, *Amblystira*, *Leptobyrsa* y *Stephanitis*.

Algunas especies presentan preferencia por variedades, cultivares y clones de plantas cultivables, siendo esto una respuesta de los insectos a mecanismos de defensa de las plantas como el contenido de metabolitos secundarios y a la calidad nutricional. En otras regiones se han realizado estudios sobre preferencia de hospedantes un primer caso es la investigación realizada por Nair, *et al* (2012), quienes evaluaron la preferencia por alimentación y ovoposición de la chinche de encaje de la azalea *Stephanitis pyrioides* (Scott, 1874) y la chinche de encaje de la Andrómeda (plantas de especies del género *Pieris*) *Stephanitis takeyai* Drake & Maa 1955, sobre cultivares de las especies *Pieris japonica*, *Pieris phillyreifolia*, *Pieris taiwanensis*, and *Pieris formosa* (Ericaceae), encontrando menor resistencia en variedades *P. japonica* a *S. takeyai* que a *S. pyrioides*. Adicionalmente *S. takeyai* presentó desarrollo de ninfas en 46 cultivares de los 60 evaluados principalmente los de la especie *P. japonica*, en comparación a *S. pyrioides* que no presentó el desarrollo de nueva generación.

Hope & Olckers (2011) evaluaron la preferencia como hospedante de *Gargaphia decoris* provenientes de Argentina y Brasil, para determinar la calidad como agente de control biológico sobre plantas de la especie *Solanum mauritianum*, nativa de Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay, considerada una planta invasora en Sur África, Australia y Nueva Zelanda. Este trabajo se realizó como una evaluación previa antes de ejecutar liberaciones de poblaciones de *G. decoris* en Nueva Zelanda y consistió en la comparación de *S.*

mauritianun contra seis plantas de la familia Solanácea nativas de Nueva Zelanda o de Sur África donde se han hecho liberaciones de *G. decoris*. Realizando pruebas de no elección donde se colocaban adultos y ninfas en contacto con cada especie de planta evaluada determinaron que las ninfas presentaron una sobrevivencia mayor al 77% y adultos mayor al 45% en *S. mauritianun*, al igual que un mayor nivel de daño por alimentación, un menor tiempo de desarrollo sin presentar diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de *G. decoris*. Adicionalmente, Hope & Olckers (2011), liberaron 150 individuos adultos en estado reproductivo de cada población en jaulas por plantas seleccionadas, una prueba de múltiple elección donde los resultados principales fueron una recuperación de individuos mayor al 50% y el 100% de posturas de huevos en las plantas objetivo de la especie *S. mauritianun*.

En este contexto se consideró relevante realizar la recopilación de la información disponible en Colombia, para la familia Tingidae con especial interés en el género *Leptopharsa*, al igual que la generación de una primera clave a nivel de especie en el marco del nuevo registro geográfico para *L. heveae*, como un aporte adicional a la información mundial y de la región Neotropical.

Con la información aportada puede considerarse la ejecución futuros análisis de las especies pertenecientes a la familia Tingidae integrando las especies registradas para Colombia, como el trabajo de realizado por Guilbert, *et al*, (2014), quienes reportan la dificultad de definir caracteres inequívocos e informativos para soportar la clasificación de la familia Tingidae, planteándose un alto nivel de homoplasia, razón por la cual el incluyo en último análisis de la filogenia, secuencias de genes nucleares como el gen 28S rRNA y mitocondriales como el 16S rRNA, subunidad uno de la Citocromo C oxidasa - COI, subunidad dos citocromo c oxidasa - COII y Leu-tRNA, en combinación con 30 caracteres morfológicos obtenidos de 46 especies, con una participación de 30,43% especies con origen en América del Norte y 10,87% con origen en Sur América específicamente Argentina, Brasil y la Guyana francesa.

Capítulo 4. Fluctuación poblacional de *Leptopharsa heveae* y modelo de distribución para Colombia

4.1.1. Introducción

El registro de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor, 1935 (Heteroptera: Tingidae) en sistemas productivos de caucho natural *Hevea brasiliensis* en el departamento de Guaviare, Colombia determina la urgencia de conocer aspectos de la ecología y biología de las poblaciones naturales de la especie con miras a orientar, implementar y evaluar estrategias de vigilancia entomológica y proponer manejos para la reducción de su expansión geográfica y reducción del impacto en la fisiología de la planta (Fonseca, 2007; Lacerda, *et al*, 2010),

Una vez establecida la población de *L. heveae* en los cultivos de caucho, pueden entonces evaluarse aspectos de su dinámica poblacional en relación con la planta hospedante y las características propias de la ecología. En Brasil se encontró que insectos adultos no presentaron una preferencia significativa el lado sur o norte de la copa, como tampoco por los tercios vertical medio o superior; pero si por el tercio superior de la copa, particularmente entre los meses de junio y julio, asociado a la defoliación natural de las plantas, que para este caso correspondieron a árboles de 7m de altura en plantaciones de 5 años (Cividanes, *et al*, 2004b). En la relación con la distribución entre la zona interna y externa dentro de la copa, se encontró que el 70% de los insectos prefirieron ubicarse en el área externa de la copa de los árboles (Cividanes, *et al*, 2004b), posiblemente buscando área foliar con mayor exposición a la radiación solar, actividad propia del orden Hemiptera. Además de la asociación positiva con hojas con mayor tasa fotosintética, puede darse una localización estratégica que facilita el contacto con área foliar de otros árboles cercanos,

lo que propende por la expansión poblacional y refugio en otros árboles, situación benéfica en momentos de estrés para la especie (Rodrigo, 2007).

La planta hospedante constituye el factor biótico más limitante en la dinámica poblacional de *L. heveae*, debido a su monófagia exclusiva con *Hevea brasiliensis*. Se encuentra que estos insectos presentan preferencia por ciertos clones productivos y que siguen la distribución geográfica en concordancia con los requerimientos agroecológicos del cultivo. *L. heveae* se encuentra desde el Amazonas hasta los estados de la región del centro y sur oeste de Brasil (Souza, 2007), con registros en municipios de Serra y Guarapari en el estado de Espírito Santo en plantas de los clones IAN873 y FX3864 (Lacerda, *et al*, 2010), posiblemente a través del transporte pasivo de plántulas, coágulos y látex semiprocesado que constituyen el principal medio de dispersión de las poblaciones de *L. heveae*.

El factor abiótico más determinante en la dinámica poblacional de *L. heveae* en cultivos de caucho ha estado asociado con la precipitación. Se ha encontrado una asociación positiva del crecimiento de la densidad de las poblaciones naturales de *L. heveae* en meses con mayor intensidad de lluvias (noviembre y marzo en Sao Paulo), mientras que en agosto la densidad poblacional disminuyó a media que se acercó el periodo de senescencia (Batista *et al*, 2003), coincidente con la fluctuación poblacional encontrada en Mato Grosso donde las poblaciones se reducen en los meses de enero a abril y una nueva población de adultos emerge en el mes de mayo (Ségovia, 1985).

La aproximación al conocimiento de la dinámica poblacional de *L. heveae* en función de su planta hospedante (clones, series) y de los factores abióticos propios donde el sistema de cultivo se ha establecido, constituye la línea base para adecuar aspectos del manejo agronómico y para incorporar estrategias de manejo integrado de la especie en etapas fenológicas críticas para la producción, así como la definición de ventanas de acción apropiadas para el uso de controladores biológicos como enemigos naturales, parasitoides y hongos entomopatógenos (Celestino Filho & Magalhães 1986; Junqueira, *et al*, 1999; Alves, *et al*, 2003).

Se presenta el comportamiento de la fluctuación de poblaciones naturales de *L. heveae* asociada a cultivos de caucho natural en tres plantaciones ubicadas en el departamento

de Guaviare, a partir de un estudio longitudinal de 12 meses con muestreos mensuales directos sobre árboles de *Hevea brasiliensis*. Se presentan también, modelos estimados de la posible distribución geográfica para *L. heveae* en Colombia, de acuerdo al modelo MAXENT con datos climáticos obtenidos de la base de datos de Worldclim 1.4 correspondientes a puntos geográficos del registro para la especie en Brasil y Colombia. Esta información constituye una línea base para comprender posibles procesos de adaptación de la especie a nuevos nichos ecológicos con vocación para la producción de caucho natural en el país.

4.2. Materiales y métodos

Sitio de estudio. Se seleccionaron tres plantaciones de producción de caucho natural a partir de plantas de *Hevea brasiliensis*, principalmente de la series IAN y FX sembrados a una densidad promedio de 500 árboles/ha. Los criterios de inclusión estuvieron determinados por presentar registro de chinche de encaje; facilidad de acceso y esfuerzo de muestreo, y por pertenecer a la Asociación de productores de caucho del Guaviare, ASOPROCAUCHO. La plantación 1 se ubica en coordenadas 2°32'0.22"N 72°35'32.97"O en la vereda Agua Bonita propiedad de Rubén Perilla en el municipio de San José de Guaviare con un área total 10.6 ha con 4.5 ha establecidas con plantas de caucho (Figura 4.1). La plantación 2 ubicada en coordenadas 2°20'1.41"N 72°37'34.15"O, en el perímetro urbano del municipio de El Retorno propiedad de Simeón Barrios con un área total de 1 ha con un área establecida de 0,56 ha. La plantación 3 con coordenadas 2°11'23.67"N 72°38'56.23" O en el municipio de El Retorno en la vereda Altos de Potosi con un área total de 7,8 ha y establecida con plantas de caucho de 6,3 ha (Figura 4.2).

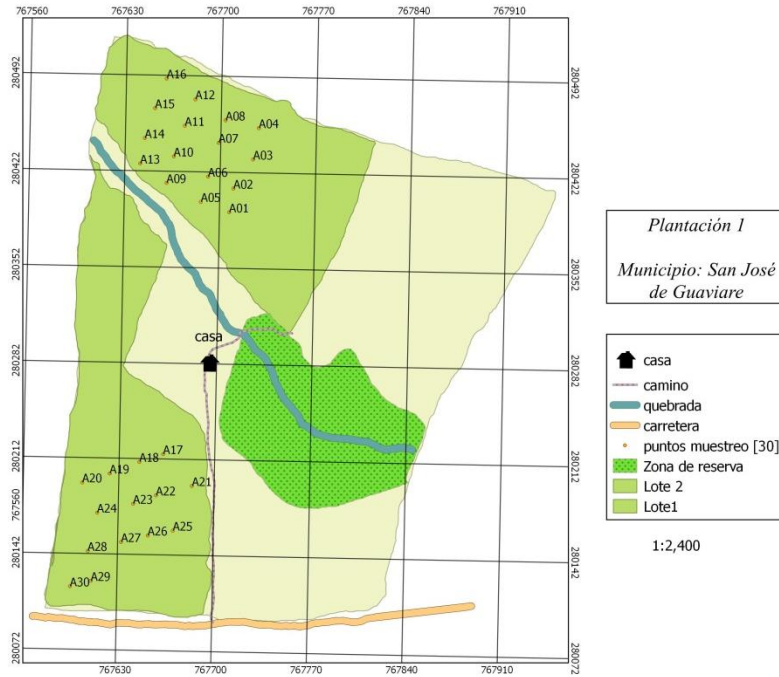


Figura 4-1. Plano plantación de caucho natural localizada en el municipio de San José de Guaviare.

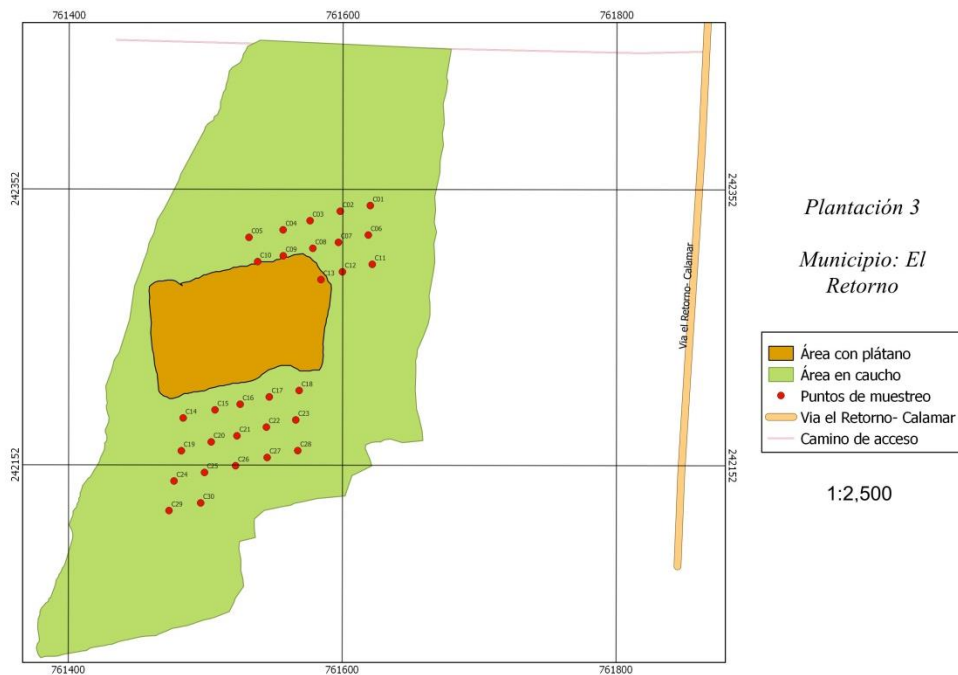
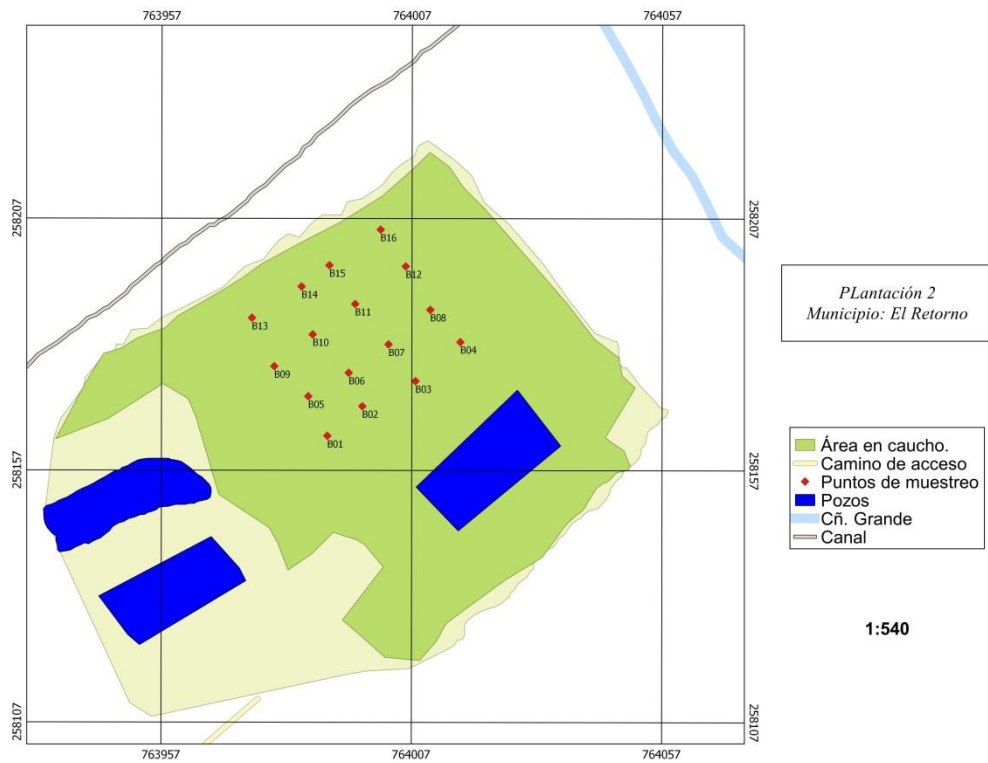


Figura 4-2. Planos plantaciones de caucho natural localizadas en el municipio de El Retorno.

Material entomológico. Se seleccionaron árboles de 4 a 5 años de edad con una distancia de siembra de 7x3 m en las plantaciones 1 y 3, 5x5 m en la plantación 2 y una altura desde el nivel del suelo al ápice de la copa superior a 7m, siguiendo las estrategias de muestreo empleadas por otros autores (Souza, 2013; Cividanes *et al*, 2004ab; Batista, *et al*, 2003). Cada planta de *Hevea brasiliensis* seleccionada constituyó la unidad muestral en la cual se realizaron muestreos con una frecuencia mensual desde agosto de 2013 a agosto de 2014 evaluando el 5% del total de plantas del cultivo por hectárea, resultando para la plantación 1 n=30, plantación 2 n=16, plantación 3 n=30. Cada planta fue georeferenciada con equipo de posicionamiento global- GPS (por sus siglas en inglés) Garmin eTrex® 30 con precisión de 2 ±1 m. Las plantas se seleccionaron de manera que en cada plantación se estableciera un área rectangular en el centro de ésta con el objeto de evitar el efecto borde y una distancia entre plantas de 24 m tomando una planta cada 7 plantas por surco y cada 3 surcos.

Teniendo en cuenta que no se ha encontrado preferencia de la especie por la distribución vertical de la copa de las plantas (Cividanes, *et al*, 2004b), se recolectaron 2 hojas de cada árbol situadas a una altura máxima de 5m de altura desde el nivel del suelo de cada planta seleccionada, usando un corta-ramas con cabo telescópico. Las muestras recolectadas se almacenaron cuidadosamente en bolsas de papel, embaladas en bolsas de polipropileno selladas y etiquetadas con los datos de campo. El material recolectado fue almacenado en cuarto frío (-4°C) para preservar las muestras durante el periodo de evaluación (máximo 8 días después de realizada la toma de muestras), y se realizó la determinación taxonómica a partir de los caracteres de su morfología externa como Stål (1873), Brailovsky y Torre (1986). Drake y Poor (1960, 1965), Madrigal, (1978), Stonnedahl, *et al* (1992), Schuh & Slater, (1995), Froescher (2001), Guidoti, *et al*, (2015) a todos los especímenes recolectados por planta, por plantación, por municipio. El material entomológico se procesó en Laboratorio de Caracterización Molecular del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia- Sede Bogotá, para lo cual se utilizó un estereomicroscopio Leica EZ4D® y el software Leica Application Suite-LAS EZ 3.0©

La evaluación del material recolectado contemplo el conteo por hoja de las poblaciones de chinche de encaje en estado adulto y ninfa. Con el objetivo de disminuir el esfuerzo de

conteo y no incurrir en equivocaciones de apreciación, se establecieron dos grupos con los estadios ninfales: grupo A (ninfas I II y III) y grupo B (ninfa IV y V), tomando como carácter de discernimiento el desarrollo de los rudimentos alares, los cuales no sobrepasan dorsalmente el metatórax antes del estadio IV (Cividanes *et al*, 2004a).

Análisis de la información.

Para el análisis del comportamiento general de las poblaciones totales por plantación se realizaron correlaciones de Spearman (r_s) con una significancia del 95%. La información de muestro mensual total para cada plantación se evaluó para el cumplimiento de los supuestos de normalidad mediante la prueba Shapiro-Wilk ($p < 0,05$). Para determinar diferencias entre las plantaciones evaluadas y los estados de desarrollo de *L. heveae* en cada plantación, se realizó un análisis de varianza con medias repetidas (ANAVAMR) para los datos ajustados a la tendencia normal, en tanto que para los no ajustados, se realizó analizó la información mediante el test de Kruskal-Wallis (Guisande, *et al*, 2013; Cabrera, *et al*, 2012). Los análisis estadísticos se realizaron a partir del número de individuos por planta, con el objeto de no aumentar la desviación de los datos, mientras que la descripción de las poblaciones, las gráficas se expresan con base en el número de individuos por hoja (ind/h) (Cividanes, *et al*, 2004b; Batistas Filho *et al*, 2003). La influencia de variables climáticas se verificó por correlación simple para cada mes considerando el número total de individuos por estado (adulto, ninfas grupo A (estadios I, II y III) y ninfas grupo B (estadios IV y V) por planta y su relación con temperatura (°C) máxima (T° Max), media (T° Med) y mínima (T° Min), Humedad Relativa (%) (HR) promedio mensual y precipitación media mensual (mm) (PRE) (Cividanes, *et al*, (2004b). Se utilizaron los registros mensuales de las variables climáticas para el período Enero de 2008 a agosto de 2014 de reportados por las estaciones climáticas más cercanas a los predios evaluados en Guaviare y suministrados por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales–IDEAM: Estación El Trueno LN 2°22'22.00", LO72°38'24.00" localizada en el municipio El Retorno a 4,6 km de la plantación 2 y a 20,3 km de la plantación 3 y la estación San José del Guaviare LN2°33'10.90"N, LO72°38'49.50" localizada aproximadamente a 6,4 km de la plantación 1.

Modelos de distribución de nicho ecológico. Se estimó la distribución geográfica para *L. heveae* evaluando posibles nichos ecológicos con base en los registros formales para

la especie y en el algoritmo de máxima entropía recomendado para el análisis de pocos datos de presencia de una especie (menos de 60) que utiliza el modelo logístico MAXENT 3.3.3k (Pliscoff & Fuentes-Castillo, 2011; Philips, 2009; Philips *et al*, 2006). Se incluyeron 52 registros para *L. heveae*: 15 para Colombia y 37 en Brasil y 19 variables bioclimáticas obtenidas del modelo Bioclim de envoltura climática del programa Diva- GIS 4.0 (Hijmans *et al*, 2005; Hijmans *et al*, 2004; Hijmans *et al*, 2001) y con información de la base de datos Worldclim 1.4 que recopila información desde 1950 al 2000 con una resolución de 3 segundos (90 m). El área de estudio comprendió una capa rectangular con coordenadas máximas 32,200000y, -32,883333x y mínima -56,383333y -116.916667x, siguiendo estrategias llevadas a cabo por autores Muriene *et al*, 2009; Scheldeman & van Zonneveld, 2011; Solhjouy-Fard *et al*, 2013; Pinto, *et al*, 2014; Montemayor *et al*, 2014.

La validación de la capacidad predictiva de los modelos generados se determinó tomando el área bajo la curva (AUC por sus siglas en inglés) de la curva característica operativa parcial (ROC por sus siglas en inglés), obtenida a partir de un remuestreo del 50% del total de los puntos con 500 iteraciones y considerando que los valores mayores de 1 representan modelos con mejor capacidad predictiva que un modelo aleatorio. Se utilizó el software Partial ROC (Nara-yani, 2008; Peterson, *et al*, 2008).

Teniendo en cuenta que el modelo MAXENT utiliza el concepto de “ganancia” entendido como la probabilidad logarítmica promedio de presencia menos una constante, por lo que una distribución uniforme representa cero ganancias, se utilizó el método Jackknife para establecer la importancia de las variables seleccionadas en cada modelo generado. (Philips *et al*, 2006) y seleccionar el mejor modelo. Se obtuvieron mapas de probabilidad de existencia de nichos probabilidad de “presencia mínima de entrenamiento” (PMT) recomendado para la identificación de áreas con posible presencia desconocida de la especie, porque este umbral involucra los pixeles que conforman el área mínima prevista posible manteniendo el mismo tipo de error y omisión del conjunto de datos de entrenamiento (Pearson, *et al*, 2007). Se utilizó el programa QGIS Pisa 2.10©, reclasificando por clases de probabilidad tomando el umbral PMT, No sustentable (0-PMT), Bajo (>PMT-25), Medio (25-50), Alto (50-60), muy alto (60-80) y excelente (80-100), simulando las clases que se obtienen con el modelo Bioclim- Divagis (Scheldeman & van Zonneveld, 2011).

4.2. Resultados

1. **Fluctuación poblacional de *L. heveae* en plantaciones de caucho natural del departamento del Guaviare.** Se recolectó un total 3929 individuos, 18,4% (n= 724) en estado adulto y 81,6% (n= 3205) en estado de ninfa. Del total, el 83,3% se recolectaron en la plantación 2 localizada en el municipio de El Retorno, Guaviare. No obstante, se observó un comportamiento similar en cuanto al incremento o disminución de las poblaciones naturales de *L. heveae*, encontrándose que mayor correlación entre las plantaciones 2 y 3 que entre éstas con respecto a la plantación 1 (tabla 4-1).

Tabla 4-1. Coeficientes de Spearman r_s y significancia de la relación entre plantaciones de las poblaciones totales de *L. heveae*

r_s / Sig.	Plantación 1	Plantación 2	Plantación 3
Plantación 1		0,534	0,545
Plantación 2	0,060		0,620
Plantación 3	0,054	0,024	

En todos los casos, se observó un incremento en la abundancia relativa poblacional durante el periodo de agosto a octubre, con un nivel máximo de 18,8 individuos por hoja (ind/h) para la plantación 2, 1,3 ind/h para plantación 1 y 0,73 ind/h para la plantación 3. Así mismo, se presentó una reducción poblacional durante el mes de enero alcanzando 0,13 ind/h en la plantación 1; 0,78 ind/ en la plantación 2 y ningún individuo durante este mes en la plantación 3 (Figura 4-3).

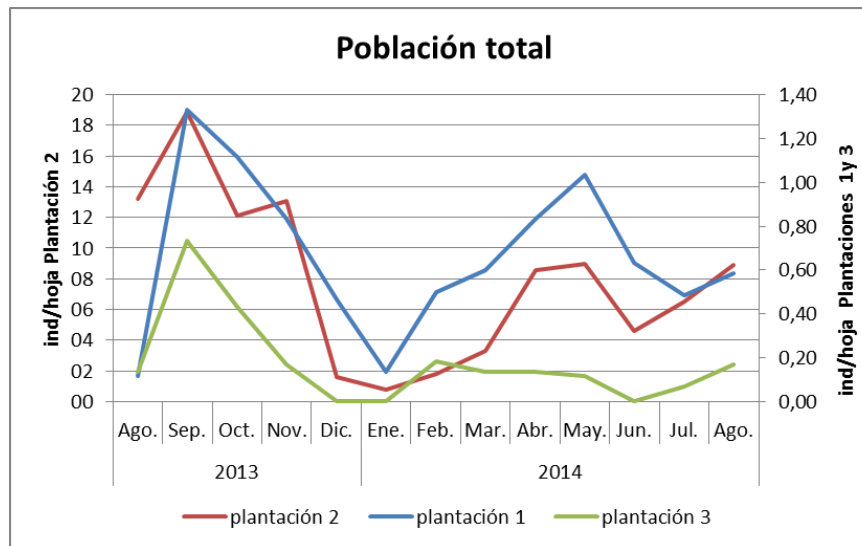


Figura 4-3. Comportamiento de la población total en las plantaciones durante el periodo de evaluación

Entre las plantaciones 2 y 3 existió un comportamiento poblacional similar solamente para los estados de ninfa Grupo A ($r_s=0,682$; $p=0,010$), Grupo B ($r_s=0,633$; $p=0,020$), y no para el estado adultos ($r_s=0,305$; $p=0,311$). Las poblaciones entre las dos plantaciones para todos los grupos, presenta diferencias significativamente estadísticas en todos los periodos de evaluación (KW $p < 0,05$).

Entre los grupos poblaciones para cada mes por prueba KW en las plantaciones 1 y 3 no presentaron diferencias estadísticamente significativas. En la plantación 2 se encontraron diferencias significativas entre estados para los meses de agosto a noviembre de 2013 y marzo, junio, julio y agosto en 2014 (tabla 4-2). El comportamiento en la plantación 2 fue comprobado mediante ANAVAMR (lambda de Wilks $F=6,5$). El grupo poblacional A presentó medias poblaciones más altas y estadísticamente diferentes en la plantación 2 durante los meses de agosto a octubre de 2013 y de marzo a agosto de 2014 (Figura 4-4).

Tabla 4-2. Resultado de prueba Kruskal-Wallis para determinación de diferencias entre grupos poblacionales de *L. heveae* por plantación $X^2 =$ Chi cuadrado, Sig=0,05

		2013					2014							
		Ago	Sep.	Oct	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago
Plantación 1	X^2	2,07	1,50	0,45	0,19	0,25	0,02	0,46	0,38	0,57	1,05	,043	0,36	0,63
	Sig.	0,35	0,47	0,79	0,91	0,88	0,99	0,80	0,83	0,75	0,59	0,98	0,84	0,73
Plantación 2	X^2	19,54	30,83	32,69	8,29	4,39	0,32	2,86	9,19	5,49	3,51	23,72	16,88	18,15
	Sig.	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,85	0,25	0,01	0,06	0,17	0,00	0,00	0,00
Plantación 3	X^2	3,94	1,16	2,27	5,78	0,00	0,00	0,21	0,27	1,09	0,31	0,00	0,52	2,01
	Sig.	0,14	0,56	0,32	0,06	1,00	1,00	0,90	0,87	0,58	0,86	1,00	0,77	0,37

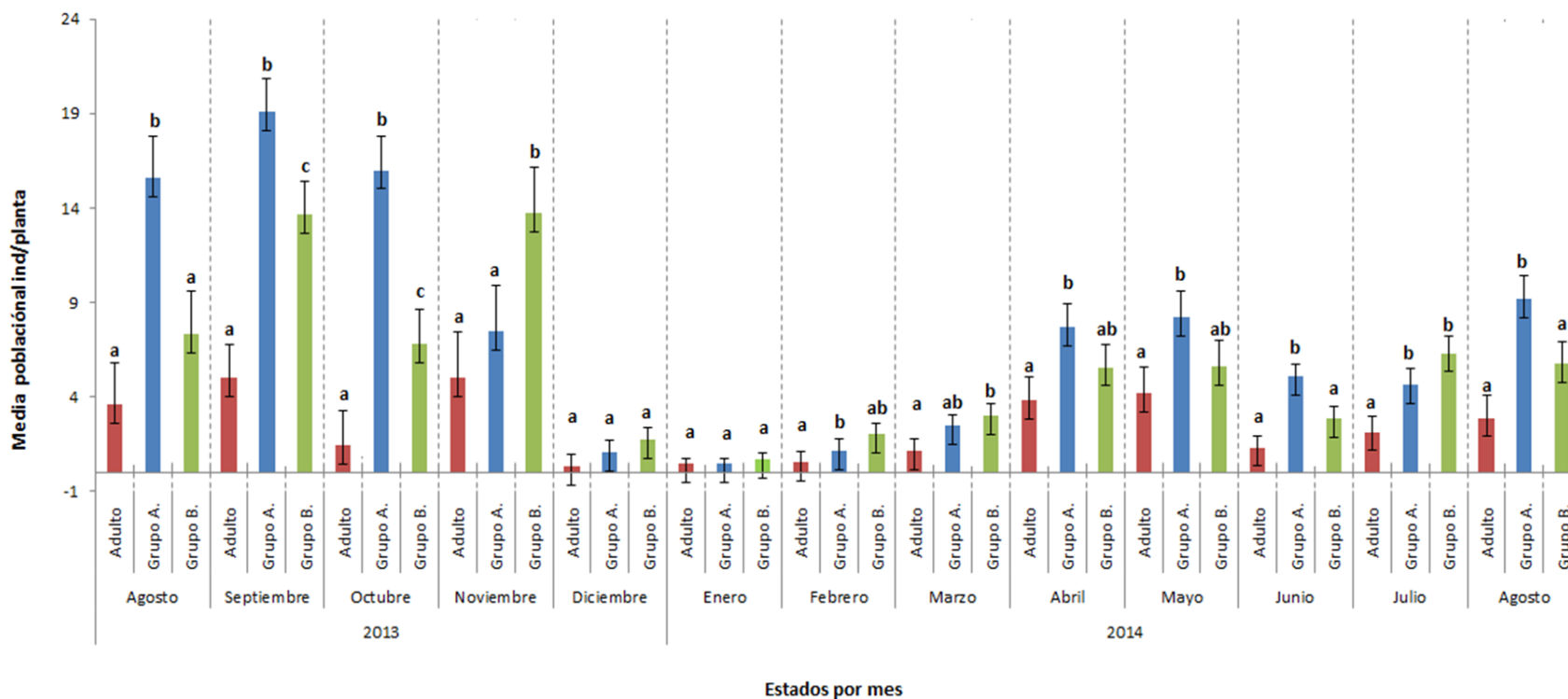


Figura 4-4. Población de *L. heveae* por estado para cada mes en la plantación 2. Promedios para cada mes con letras iguales no son significativamente diferentes (Tukey $p < 0,05$). (A. Peraza)

Los datos obtenidos de las estaciones climáticas permitieron visualizar un comportamiento similar de la Humedad Relativa (HR) y de precipitación (PRE) entre los sitios de estudio. Los valores de temperatura fueron similares principalmente para el rango de temperatura máxima (T°MAX) (tabla 4-5). Con respecto a la tendencia histórica observada, la precipitación acumulada durante el tiempo de estudio mostró un promedio mayor describiendo un comportamiento monomodal típico de la región concentrando el 57,3% de lluvias durante los meses de marzo a agosto de 2014 (tabla 4-3).

Tabla 4-3. Correlación entre variables climáticas durante el periodo de muestreo.
 r_s =correlación de Spearman, Sig=0.05

		PRE	HR	T°MIN	T°MED	T°MAX
Relación entre estaciones	r_s	0,822	0,969	0,726	0,876	0,906
	Sig.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

La precipitación promedio anual registrada por la estación climática del municipio de San José correspondió a 2990,5 mm (promedio histórico =2841,6 mm) con un mayor acumulado mensual en los meses de junio y julio con 410 y 466,1 mm, respectivamente y con menores registros en enero con 23mm y febrero 35,2 mm. La información registrada por la estación climática del municipio de El Retorno correspondió a 3433,9 mm (promedio histórico = 2655,5 mm) con un mayor acumulado en mayo con 347mm y junio con 458mm, y con meses más secos en enero y febrero con 54 y 99,1mm, respectivamente.

La humedad relativa promedio mensual presentó un comportamiento similar entre sitios a partir de la correlación de los valores mínimos y medios históricos (tabla 4-4), en función de la precipitación. Se encontró que la temperatura promedio mensual mantuvo la tendencia histórica con mayores valores entre diciembre a abril, siendo febrero el mes más calido con T°MAX de 38,6°C T°MED de 28,3°C y T°MIN de 20,4°C coincidente con la menor precipitación para el municipio de San José y T°MAX de 37,4°C T°MED de 27,3°C y T°MIN de 19,8°C en el municipio de El Retorno. El registro más bajo T°MIN fue de 18°C en el mes de enero para las dos estaciones. El municipio de El Retorno registró el valor mínimo de T°MAX de 31,2°C y T°MED de 24,1°C en el mes de junio 2014. No obstante, en período de transición entre los meses con máximas y mínimas precipitaciones, se

presentó un comportamiento similar de la temperatura promedio mensual en los dos municipios.

Tabla 4-4. Correlación entre variables climáticas durante el periodo de muestreo con máximas, medias y mínimas históricas. r_s =correlación de Spearman, Sig=0.05

			Mínima	Media	Máxima
EI Retorno	PRE	r_s	0,728	0,827	0,823
		Sig.	0,005	0,00	0,001
	HR	r_s	0,925	0,969	0,839
		Sig.	0,00	0,00	0,00
	T°MAX	r_s	0,794	0,927	0,877
		Sig.	0,001	0,00	0,00
	T°MIN	r_s	0,652	0,656	0,233
		Sig.	0,016	0,015	0,443
	T°MED	r_s	0,932	0,967	0,964
		Sig.	0,00	0,00	0,00
San José	PRE	r_s	0,793	0,940	0,926
		Sig.	0,001	0,00	0,00
	HR	r_s	0,968	0,974	0,886
		Sig.	0,00	0,00	0,00
	T°MAX	r_s	0,890	0,968	0,794
		Sig.	0,00	0,00	0,001
	T°MIN	r_s	0,4	0,572	0,669
		Sig.	0,176	0,041	0,012
	T°MED	r_s	0,867	0,895	0,891
		Sig.	0,00	0,00	0,00

Cuando se evaluó el comportamiento de las poblaciones naturales de *L. heveae* con respecto a las variables climáticas, se encontró que la plantación 2 reveló correlaciones positivas con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para las ninfas del Grupo A (instar I, II y III) con respecto a la precipitación promedio mensual y para adultos y grupo B con respecto a los promedios históricos mínimos de la humedad relativa (tabla 4-7). También se presentaron correlaciones positivas estadísticamente significativas para las temperaturas mínimas (T°MIN) (tabla 4-7) en las plantaciones 1 y 2 (Figura 4-6).

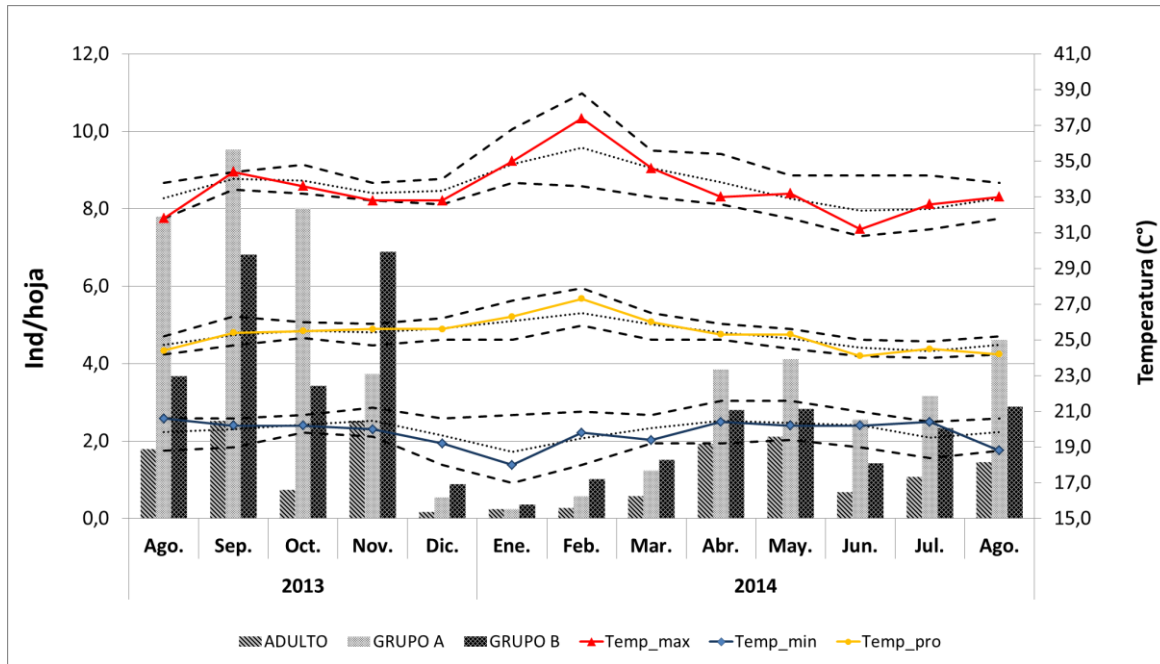


Figura 4-5. Fluctuación poblacional en la Plantación 2 y su relación con la temperatura. La fluctuación de temperatura máxima, media y mínima durante la evaluación se muestra en líneas continuas y el rango histórico para cada intervalo en líneas punteadas

Tabla 4-5. Correlación entre poblaciones por estado y variables climáticas en cada plantación evaluada. r_s = correlación de Spearman, Sig=0.05. Valores enero 2008 Diciembre 2014. MED. Medio, MAX. Máximo, MIN. Mínimo. EVA. Valor periodo evaluado.

		Precipitación				Humedad relativa				Temperatura promedio				Temperatura máxima				Temperatura mínima				
		MIN	MED	MAX	EVA	MIN	MED	MAX	EVA	MIN	MED	MAX	EVA	MIN	MED	MAX	EVA	MIN	MED	MAX	EVA	
Plantación 1	Grupo A Adulto	r_s	0,40	0,35	0,28	0,07	0,09	0,20	0,25	0,12	-0,04	0,09	0,33	-0,16	-0,30	-0,16	0,01	-0,16	,719**	,737**	,573*	0,42
		Sig	0,17	0,24	0,35	0,81	0,77	0,50	0,41	0,70	0,89	0,78	0,27	0,61	0,32	0,60	0,97	0,60	0,01	0,00	0,04	0,15
	Grupo B	r_s	0,27	0,13	0,13	-0,02	0,03	0,11	0,20	0,09	-0,20	0,03	0,21	-0,21	-0,16	-0,24	-0,20	-0,26	,672*	,691**	0,52	0,30
		Sig	0,38	0,68	0,68	0,96	0,92	0,72	0,51	0,78	0,51	0,92	0,48	0,49	0,61	0,43	0,51	0,40	0,01	0,01	0,07	0,32
	Grupo A Adulto	r_s	0,26	0,14	0,15	-0,04	0,00	0,06	0,13	-0,02	0,02	0,23	0,35	-0,10	-0,11	-0,25	-0,12	-0,12	,659*	,688**	,558*	0,32
		Sig	0,40	0,64	0,62	0,90	1,00	0,84	0,68	0,96	0,94	0,45	0,24	0,74	0,73	0,41	0,69	0,71	0,01	0,01	0,05	0,28
Plantación 2	Grupo A Adulto	r_s	0,52	0,40	0,44	0,51	,645*	,578*	0,54	,645*	-0,39	-0,50	-0,39	-0,41	-0,22	-0,32	-0,42	-0,23	,607*	,629*	0,21	,600*
		Sig	0,07	0,18	0,14	0,08	0,02	0,04	0,06	0,02	0,18	0,08	0,19	0,16	0,48	0,29	0,16	0,45	0,03	0,02	0,50	0,03
	Grupo B	r_s	,619*	0,44	,580*	,566*	0,47	0,38	0,19	0,51	-0,26	-0,49	-0,36	,562*	-0,17	-0,26	-0,37	-0,16	,575*	0,45	-0,12	,731**
		Sig	0,02	0,13	0,04	0,04	0,11	0,19	0,52	0,08	0,39	0,09	0,22	0,05	0,58	0,39	0,22	0,60	0,04	0,13	0,71	0,00
	Grupo A Adulto	r_s	0,48	0,33	0,40	0,42	0,54	0,42	0,35	,626*	-0,27	-0,41	-0,33	-0,45	-0,11	-0,25	-0,52	-0,23	,655*	0,55	-0,02	,720**
		Sig	0,10	0,27	0,17	0,16	0,06	0,15	0,24	0,02	0,37	0,17	0,28	0,12	0,71	0,41	0,07	0,45	0,02	0,05	0,96	0,01
Plantación 3	Grupo A Adulto	r_s	0,14	0,00	0,22	0,25	-0,15	-0,23	-0,46	0,01	0,18	0,01	0,16	-0,17	0,25	0,28	0,14	0,35	0,26	0,03	-0,25	0,52
		Sig	0,65	1,00	0,47	0,42	0,63	0,45	0,11	0,97	0,55	0,99	0,60	0,58	0,41	0,35	0,64	0,24	0,40	0,92	0,41	0,07
	Grupo B	r_s	0,16	-0,09	-0,03	0,10	-0,06	-0,13	-0,27	0,05	0,30	0,09	0,18	0,01	0,35	0,32	0,18	0,25	0,44	0,30	0,07	,643*
		Sig	0,61	0,77	0,93	0,74	0,84	0,68	0,38	0,86	0,32	0,77	0,55	0,99	0,24	0,29	0,57	0,41	0,13	0,32	0,82	0,02
	Grupo A Adulto	r_s	0,12	-0,11	-0,07	-0,15	0,05	-0,11	-0,19	-0,04	0,27	0,10	0,24	0,04	0,39	0,31	0,06	0,43	0,55	0,35	0,11	0,24
		Sig	0,69	0,73	0,82	0,64	0,86	0,71	0,55	0,90	0,38	0,74	0,43	0,91	0,19	0,31	0,83	0,14	0,05	0,24	0,72	0,43

Modelo de distribución de nicho ecológico. Se incluyeron registros de distribución geográfica para *L. heveae* en el departamento del Guaviare con un rango altitudinal entre 190 a 224 m.s.n.m y los registrados para el departamento de Caquetá según la información de productores de caucho–ASOHECA representando un rango altitudinal entre 141 y 293 m.s.n.m (Figura 4-9). Además, se incluyeron los registros de la especie para Brasil representando un rango altitudinal 24 y 1016m s.n.m., de las cuales el 32,4% corresponde a áreas de cultivo de caucho natural localizados en los estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia e Goiás reconocidos como zonas de escape a *Microcyclus ulei* causante del SALB, pero en las cuales, las poblaciones de *L. heveae* han promovido el desarrollo del patógeno (Souza, 2007).

Se obtuvieron cuatro modelos incorporando todos los sitios de registro geográfico para la especie y 19 variables climáticas (Pinto, *et al*, 2014). En el primero modelo se encontró un AUC promedio de $1,415 \pm 0,136$ y una ganancia de 1,4. El comportamiento de la variable BIO9 (temperatura promedio en el trimestre de menor precipitación) enmascaró el efecto de las otras variables. El modelo 2 obtenido sin incluir BIO9, reveló una proporción de AUC promedio de $1,450 \pm 0,134$ con una ganancia total de 1,1 y un aporte de las variables BIO4 (15,4%), BIO12 (11%) similar al presentado en el modelo 1, pero con el aporte de las variables BIO10 (16,9%), BIO17 (15%), BIO2 (9,1%) y BIO18 (8,3%) asociadas con los periodos de temperatura más alta y con menor precipitación.

Se generó un modelo 3 tomando en consideración que BIO1, BIO5, BIO6, BIO11, BIO12, BIO13, BIO14 y BIO15 constituyeron las variables más significativas para estimar la distribución de especies del orden Hemiptera, familias Miridae, Pentatomidae y Lygaeidae (Solhjoui-Fard *et al*, 2013) y la familia Tingidae (Murienne *et al*, 2009), con este modelo presento por un valor proporción de AUC promedio de $1,299 \pm 0,126$ y una ganancia total de 0,676 donde se encontraron valores más altos para las variables BIO12 (29,9%), BIO1 (28,1%), BIO2 (19,5%).

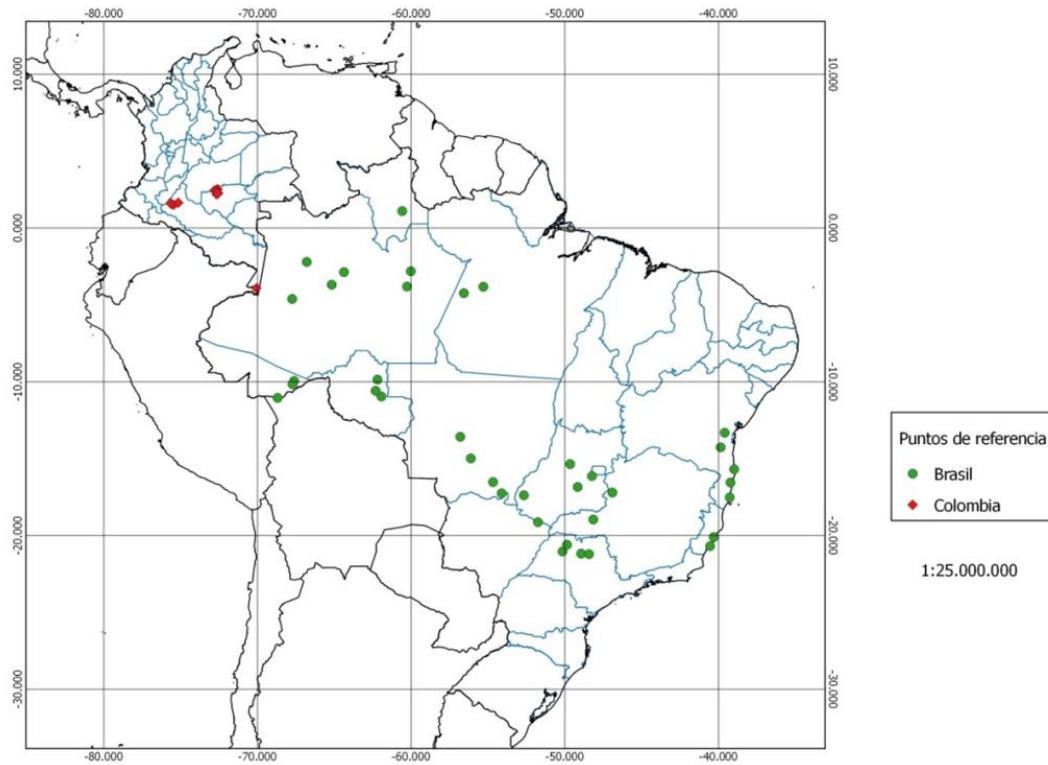


Figura 4-6. Mapa de distribución espacial de puntos de presencia de *L. heveae* en Colombia y Brasil (A. Peraza).

Se generó un modelo 4 con las variables que no representaron más de una correlación de Pearson $r \geq |0,9|$ (Montemayor *et al*, 2014), el cual se caracterizó por presentar una relación de variables más parsimoniosa con una proporción AUC promedio de $1,89 \pm 0,001$ y una ganancia total de 0,892 con un aporte principal de las variables BIO4 (27,7%), BIO12 (26,8%), BIO18 (15,6%), BIO6 (15,4%), las variables restantes presentaron una contribución al modelo menor al 5%.

El modelo 4 presenta el mejor ajuste a las condiciones de la distribución de la planta hospedante en los seis núcleos de producción en Colombia (Figura 4-7). En la regiones de la Orinoquia y Amazonia, la probabilidades de existencia de nichos fueron proyectadas mayores al 80% en áreas geográficas consideradas como zona de escape al Mal Sur Americano de la Hoja que se caracterizan en general por presentar mínimo 2 meses con Humedad Relativa menor al 65%, evapotranspiración menor a 900 mm al año y temperatura promedio de 25°C (Cenicaucho- Corpoica, 2013). Estas condiciones son favorables para el desarrollo de poblaciones de *L. heveae*, razón por la cual puede llegar a presentar un comportamiento similar al reportado en los estados del Centro-Oeste y Suroeste de Brasil en los estados de Goiás, Mato Grosso do Sul y São Paulo donde se presentan las más altas infestaciones de *L. heveae* (Souza, 2011; Souza 2008) y se consideran como zonas aptas para escape al mal sur americano de la hoja (Paes de Camargo *et al*, 2003).

Adicional a la región de la Orinoquia – Amazonia, el modelo 4 manifiesta una franja que se presenta desde los municipios del Norte del departamento de Choco como Carmen del Darién, Belén de Bajirá, Riosucio y Jurado hasta los municipios del nororiente de Antioquia. Se presenta una conexión completa con probabilidades de existencia de nichos entre el 50 y el 60%, en los municipios del Urabá Antioqueño, al límite sur del departamento de Córdoba, en los municipios de Tierralta, Montelíbano, Puerto Libertador y en el nororiente Antioqueño en los municipios de Tarazá, Cáceres, Caucasia y Nechí con un área de cobertura de 14.023 Km².

El modelo 4 sugieren la existencia de áreas entre el 25 y el 50% en la región comprendida entre los municipios de Yondó (Antioquia) y Barrancabermeja (Santander), los municipios de Puerto Wilches (Santander), San Pablo, Cantagallo, Simití (Bolívar) y Morales,

Gamarra, Aguachica (Cesar). El porcentaje de cobertura se proyecta en región limítrofe entre los departamentos de Cesar y Norte de Santander en los municipios de Ocaña y Ábrego con probabilidad de existencia hasta del 60%.

En la cuenca alta del río Magdalena entre los departamentos de Cundinamarca, Caldas y Tolima, el modelo 4 expone alta la probabilidad de existencia de nichos en los municipios de Ortega, Coyaima y Chaparral. En el resto del departamento de Tolima se proyecta una probabilidad no mayor al 50% en un área 9.524km² que cubre el 40,42% del territorio. Se presenta una conexión entre los municipios que componen la cuenca alta y media del Río Magdalena, con una probabilidad de existencia de nichos menor al 25% en altitudes por debajo los 1100 m.s.n.m.

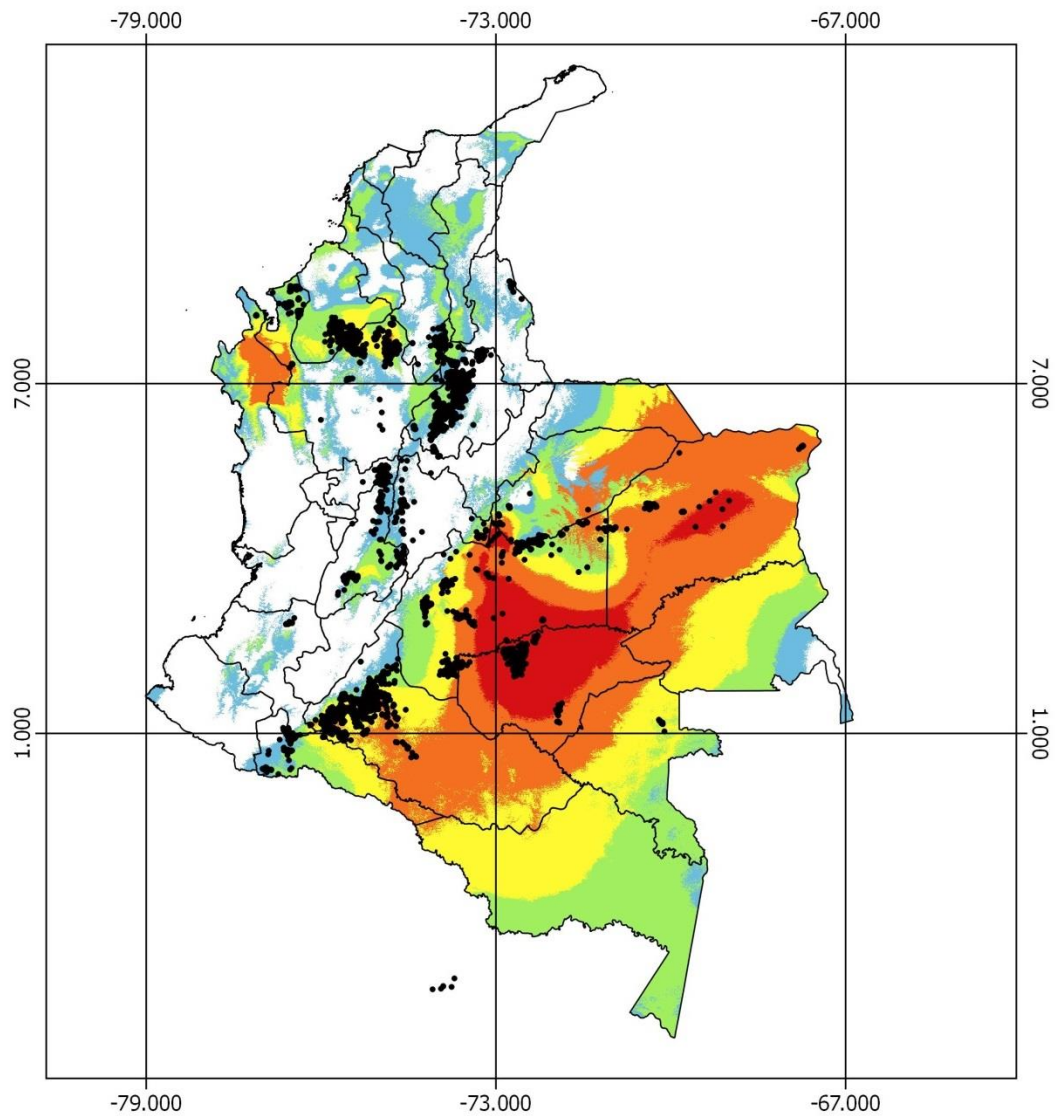


Figura 4-7. Modelo de distribución para Colombia de *L. heveae* y distribución de plantaciones de acuerdo al censo nacional cauchero 2014 (datos obtenidos de CCC, 2015). Categorías de probabilidad (P) de existencia de nichos Blanco: No sustentable ($P=0$), Azul: Bajo ($P<25$), Verde: Medio ($25<P<50$), Amarillo: Alto ($50<P<60$), Naranja: Muy alto ($60<P<80$), Rojo: Excelente ($80<P<100$), escala 1:10.000.000. Elaborado por: A. Peraza.

4.3. Discusión

El patrón de comportamiento de *L. heveae* guarda relación estrecha con el comportamiento del clima y al ciclo foliar de las plantas de *Hevea brasiliensis* con características muy similares en las plantaciones evaluadas en Guaviare (Colombia), y a los resultados de las diferentes publicaciones en Brasil. En general las poblaciones de *L. hevea* disminuyen hacia la época seca cuando sucede la defoliación natural de las plantas hacia los meses de junio y julio en latitudes del sudoeste de Brasil, mientras en Colombia en la zona de evaluación en el departamento de Guaviare se determinó que sucede de noviembre a enero. De forma similar la mayor densidad poblacional de la chinche de encaje ocurrió entre los meses de marzo a mayo y de agosto a octubre los periodos entre los meses con mayor precipitación y la época seca. En Guaviare, los meses que presentaron la mayor densidad poblacional se caracterizaron por presentar una temperatura promedio de $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ (temperatura máxima $33^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ / temperatura mínima $20^{\circ}\text{C} \pm 1$), una humedad relativa promedio de $85\% \pm 2$, con una precipitación entre 200 a 400 mm. El rango temperatura se considerar óptima para el desarrollo del ciclo de vida de acuerdo a la publicación de Cividanes, *et al* (2004a) quienes demostraron que a una temperatura constante de 25°C el ciclo de vida tiene una duración de $40,1 \pm 4,20$ días para machos, $39,3 \pm 4,17$ días para hembras y un promedio de $101,7 \pm 14,40$ huevos por hembra.

Segóvia (1985) en el municipio de Rosario- Oeste (Mato Grosso) entre julio de 1980 y diciembre de 1981, en plantas del clon IAN 873, determino que las poblaciones de *L. heveae* presentaron en los meses de agosto y diciembre picos poblacionales cuando se presentó una temperatura media de 31°C . En los meses de enero y julio las poblaciones fueron bajas y los individuos observados de acuerdo con la autora permanecían poco activos, principalmente en la parte media de la copa en una temperatura media de 26°C . A media que transcurre el mes de julio las poblaciones presentan un descenso a causa de la senescencia foliar, que coincide con la época seca y más fría con una temperatura media de 17°C y una humedad relativa que pasa de un promedio anual del 60% a una media 32%.

La configuración de la plantación y su entorno posiblemente marcaron las diferencias en la densidad poblacional de *L. heveae* presentados durante la evaluación. De acuerdo a la descripción realizada por Bonadie, *et al* (2012), quienes indican que la densidad del cultivo genera variaciones del microclima, siendo las plantaciones con espacio entre plantas reducido las que presentan un microclima más húmedo conformando una gran masa de agua, en comparación con plantaciones de menor edad después siembra o con mayor espaciamiento.

Para *L. heveae* no se ha descrito de manera analítica el efecto de la densidad de siembra y el microclima al interior de una plantación, sin embargo el comportamiento encontrado en las plantaciones evaluadas señala la existencia del efecto de la densidad de siembra. En Brasil, plantaciones en sitio definitivo, presentan un arreglo tradicional con un distancia entre plantas de 2,5m y 8m entre surcos (Souza, 2015). En Colombia se pueden encontrar arreglos con una distancia entre plantas 2,8 m y de 7m entre surcos, pero pueden variar de acuerdo al criterio del agricultor quien decide el diseño de su trazado dependiendo de sus objetivos, necesidades y condiciones del terreno (Cenicaucho- Corpoica, 2013), como en la plantación 2 que presentan un arreglo de 5x5m.

La densidad de la plantación 2 sumado a los límites con zonas de bosque sin intervención (zona de reserva), fuentes de agua lenticas y loticas permite confinar una gran cantidad de agua que permite mantener la temperatura en comparación a una zona abierta (Bonadie, *et al* 2012), como la plantación 3 que se caracterizaba por limitar con suelos con escasa vegetación destinados a la ganadería, amplia distancia entre copas permitiendo una mayor evapotranspiración y circulación de aire.

Un ejemplo del efecto de la densidad plantas de caucho sobre poblaciones de insectos fue el estudio realizado por Abbud Righi, *et al*, (2013) sobre la infestación de *Leucoptera coffeella* Guérin-Mèneville 1842 (Lepidoptera: Lyonetiidae) en arreglos agroforestales con plantas café (*Coffea arabica*). Esta investigación se realizó en Piracicaba (São Pablo), zona geográfica con un clima correspondiente a la región subtropical, con plantas de caucho del clon PB 235 establecidas en 1991 con distancia entre plantas de 2,5m y entre surcos de 8m. Las plantas de café fueron establecidas en 2002 en arreglos con respecto a las plantas de caucho a distancias de 13,7 a 2,3 m hacia al interior de la plantación y hacia el exterior

de la plantación a distancias de 1,5 a 15,1m, comparando el comportamiento con plantas de café en sistema de monocultivo. Dentro de los resultados en el tiempo de evaluación se resalta que la irradiación disponible fue menor al 40% para las plantas al interior de la plantación y mayor al 80% en el exterior, un gradiente negativo en el número y área foliar de las hojas hacia el interior de la plantación. El porcentaje de infestación establecido como el número de minas por hoja fue del 43% en las plantas de café establecidas en la parte más interna de la plantación en comparación con las establecidas a mayor distancia en el exterior de la plantación que presentaron un 23% de infestación. Las plantas de café en monocultivo presentaron un comportamiento similar a las plantas sembradas a 1,5 y 4,9m en el exterior de la plantación con infestación del 19%.

Durante la época seca cuando se registran las temperaturas más bajas entre 18 y 20°C en los municipios evaluados, las plantaciones 1 y 2 mantuvieron un mínimo de población en comparación con la plantación 3 que no presentó registro de individuos, señalando una población muy baja para ser detectada por el método de muestreo implementado. Este resultado es similar al comportamiento *L. coffeella* encontrado en los ensayos realizados por Abbud Righi, *et al*, (2013), quienes señalan que en la época de bajas temperaturas donde la temperatura del aire alcanza los 15,6°C, las plantas de café establecidas cerca plantas de caucho presentan una mayor incidencia de *L. coffeella* cercana al 40% en relación a plantas de café en monocultivo que presentaron una incidencia del 20%.

Las poblaciones encontradas por plantación en el departamento de Guaviare fueron bajas en comparación a los diferentes reportes en Brasil, donde una sola plantación puede duplicar las densidades encontradas para todos los estados en la época de máxima densidad poblacional en las tres plantaciones evaluadas. Un ejemplo es la población descrita por Batista *et al*, (2003) en Pindorama (São Paulo) una región con clima monomodal, en una plantación con plantas del clon PB 235 entre agosto de 1997 y julio de 2000, periodo en cual se determinó que en los meses de diciembre y febrero se presentaban las poblaciones más altas encontrando entre 37 y 50 ind/h en estado de ninfa y entre 7,3 y 10,05 ind/hoja en estado adulto. En la plantación 2 el mayor número de individuos presentado en fue en el mes de septiembre de 2013 con 16,34 ind/h en estado de ninfa (Grupo A 9,53 ind/h y Grupo B 6,81 ind/h) y 2,5 Ind/h en estado adulto.

Posiblemente además de las diferencias climáticas de las regiones de evaluación, la poblaciones de *L. heveae* en el estudio de Batista *et al*, (2003), se favorecieron por el sistema de cultivo con único clon en comparación al sistema de siembra policlonal que se maneja ampliamente en el departamento de Guaviare. Este sistema propone una alternativa de manejo que debe ser analizada partiendo de resistencia por no preferencia expuesta por Lara y Tanzini, (1997) y los resultados de Souza, *et al* (2013) y Souza, (2015) quienes afirman que *L. heveae* presenta una mayor preferencia por materiales con parentales de origen asiático.

En plantaciones con niveles bajos de población (0-2 ind/hoja) o durante los periodos enero-marzo y junio-agosto puede realizarse aplicaciones de hongos entomopatógenos. Sin embargo, si no se mantiene la evaluación constate y se espera a que las poblaciones de la chinche lleguen a altas poblaciones (> 5 ind/hoja) como ocurre en los periodos de marzo-mayo y agosto-noviembre se recomienda hacer uso de sustancias químicas, que permitan una medida de choque que disminuyan las poblaciones (Fonseca, 2007).

Souza (2015) propone realizar prácticas de manejo con alternativas como el uso de productos con ingrediente activo hongos entomopatógenos, en el periodo entre agosto y septiembre, de manera que se anticipe el incremento de las poblaciones de *L. heveae*. De esta manera se recomienda para zona de evaluación en Guaviare iniciar la intervención de las poblaciones en los meses en los cuales la población inicia el incremento con aplicaciones de productos con *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* que de acuerdo con Tanzini (2002) pueden alcanzar una eficacia en campo. En Colombia fueron evaluados en condiciones de campo en una plantación en el municipio de El Retorno (Guaviare) donde después de 8 días de aplicación, el tratamiento del producto con *M. anisopliae* presentó una eficacia total del 77% comparado con la población existente antes de aplicación, pasando de 19,9 a 2,6 ninfas/hoja y de 5,5 a 1,4 adultos/hoja mientras el tratamiento *B. bassiana* presentó una eficacia total de 31,5% disminuyendo de 10,2 a 4,5 ninfas/hoja y de 9,7 a 4,9 adultos/hoja (Peraza, *et al*, 2016).

No existen productos con registro en Colombia dirigidos a *L. heveae*, pero de acuerdo a investigaciones desarrolladas en Brasil se pueden usar productos comerciales con ingrediente activo Deltametrina con dosis de 0,2 l/ha con aplicación complementaria de la

aplicación de productos con ingrediente activo *Metarhizium* sp. después de 8 a 15 días de la aplicación del ingrediente químico. De la misma manera se pueden implementar productos con ingredientes activos como metamidofos 1,0 L/ha, monocrotofos 0,4l/ha (Souza, 2007), Lamda-Cyhalotrina 0,45l/ha o Deltametrina con dosis de 0,2 l/ha, utilizando como complemento entre 15 a 20 días después de aplicación productos con *Beauveria bassiana* (Tanzini, *et al*, 2002).

Los modelos de distribución son una herramienta que permite hacer un acercamiento a la distribución potencial de una especie de interés, pero deben ser interpretados considerando factores climáticos y las interacciones bióticas (Montemayor *et al*, 2014). La distribución obtenida en el modelo 4 señala una predicción de existencia de nichos mayor al 60% en diferentes áreas dentro de los núcleos de producción a nivel nacional. Esto no quiere decir que *L. heveae* este establecida en todas las zonas productoras, al igual que se afirma la presencia de esta especie en toda el área de las regiones de la Orinoquia y Amazonia, donde el 80% del área presenta probabilidades de existencia de nichos mayores al 80%. La información generada nos permite identificar áreas en las cuales *L. heveae* tiene la capacidad de invasión y dispersión.

Las variables que permitieron la definición del modelo 4, corresponde al comportamiento limitante de las variables de temperatura y precipitación vistos en el análisis de fluctuación. La variable BIO4 que hace referencia a coeficiente de variación de la temperatura es fundamental para establecer los momentos de mayor densidad poblacional, que en el caso de *L. heveae* bajo condiciones ambientales del departamento de Guaviare, se presento en los meses de septiembre a noviembre y de marzo a mayo. Las variables BIO6 y BIO 18 corresponden a la temperatura mínima en el periodo más frío y a la precipitación en el mes más caluroso respectivamente. Estas variables expresan características climáticas limitantes para las poblaciones, que en análisis realizado en el departamento de Guaviare fueron observadas durante los meses de noviembre a febrero cuando las plantas de *H. brasiliensis* transcurren en el proceso de defoliación- refoliación y la época seca con las temperaturas más altas (37,4°C), mínimas (18°C) y una precipitación por debajo de los 200mm/mes.

Los modelos pueden subestimar áreas de invasión potencial, por que durante un período de tiempo corto como el que puede llevar una invasión, los cambios climáticos en un nicho pueden variar a condiciones desfavorables para la especie invasora limitando su establecimiento (Broennimann, *et al*, 2007). Sin embargo, el modelo 4 nos permite evidenciar el potencial que tiene *L. heveae* de llegar a invadir los núcleos de producción en diferentes zonas del país, tomando una importancia relevante las acciones antrópicas derivadas de la expansión del área de siembra de *Hevea brasiliensis* y las prácticas de manejo fitosanitario. En futuros modelos se deben considerar otras variables ambientales y el efecto del cambio climático en la distribución de *L. heveae* al igual que en su hospedante.

Conclusiones generales

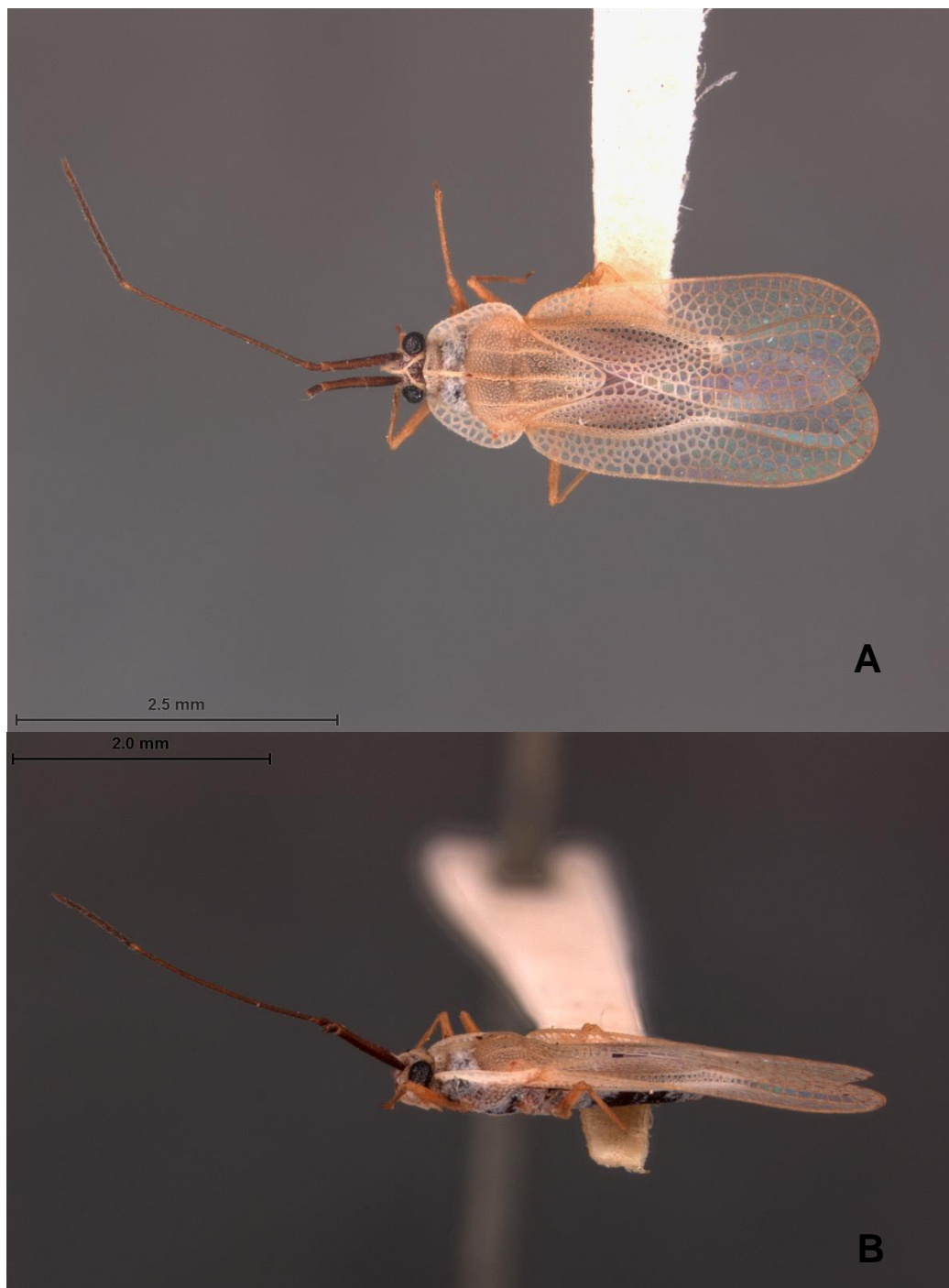
1. Se confirma y registra la presencia de la especie *Leptopharsa heveae* Drake & Poor 1935 asociada a plantas *Hevea brasiliensis* en Colombia y se actualiza el estatus de la especie para el país.
2. Las poblaciones naturales de *L. heveae* en el departamento del Guaviare, están mediadas por la presencia de *H. brasiliensis*, arreglos agronómicos propios de cada área productiva de caucho natural y el control dirigido a la especie, el cual debe iniciarse antes de los periodos de incremento de la población de marzo a mayo y de agosto a octubre, cuando se presentan una temperatura promedio de $25^{\circ}\text{C}\pm 1$ (temperatura máxima $33^{\circ}\text{C}\pm 0.5$ / temperatura mínima $20^{\circ}\text{C}\pm 1$), una humedad relativa promedio de $85\% \pm 2$, con una precipitación entre 200 a 400 mm.
3. *Leptopharsa heveae* del Guaviare está constituida por insectos con menor tamaño corporal cuando se compararon con la especie descrita originalmente en Brasil.
4. Los modelos de distribución geográfica para *L. heveae* en Colombia permiten estimar que la especie puede ocupar todos los nichos aptos para el desarrollo del cultivo de caucho natural, así como los núcleos de producción
5. El género *Leptopharsa* perteneciente a la familia Tingidae en Colombia presenta especies registradas principalmente en el departamento de Antioquia, aunque con registros en áreas aisladas la Isla de Gorgona, Ciénaga (Magdalena) y para *L. heveae* en el departamento de Guaviare.

A. Anexo: Requerimientos para el cultivo del caucho

Requerimientos necesarios para el buen desarrollo del cultivo del caucho de acuerdo con Torres, 1999; Delabarre y Benigno, 1994.


Requisito de uso de la tierra			Calificación por factores			
Cualidad de la tierra	Factor de diagnóstico	Unidad	Óptimo	Con limitaciones	No óptimo	
Altitud	Clima	Msnm	0-1200	1200-1500	>1500	
Régimen temperatura	Temperatura media	°C	25-28	20-25	<20	
				28-30	>30	
Régimen de vientos	Velocidad viento	km/hora	0-10	10-12	>12	
Humedad disponible	Precipitación anual	Mm	2000-3000	1500-2000	<1500	
	Distribución lluvias	días/años		3000-4000	>4000	
	Humedad relativa	%	70-80	60-70	<60	
				80-90	>90	
Luminosidad	Brillo solar	horas/año	1650	-	-	
Topografía	Pendiente	%	0-7	7-25	>25	
	Pedregosidad	%	0-15	15-55	>55	
Fertilidad del suelo	Disponibilidad de oxígeno para las raíces	Drenaje del suelo	Clase	4	3	1 y 2
				5	6	
	Disponibilidad de nutrientes	Reacción	pH	4,5-5,5	4,4-4,1	<4,1
					5,6-6,0	>6,0
		N	%	>0,25	0,10-0,25	<0,10
		P	(ppm)	>30	15-30	<15
		K	(me/100g)	>0,30	0,15-0,30	<0,15
		Ca	(me/100g)	>6,0	3,0-6,0	<3,0
		Mg	(me/100g)	>1,0	0,4-1,0	<0,4
		Mn	(ppm)	>1,0	-	<1,0
		Fe	(ppm)	>4,5	2,5-4,5	<2,5
		B	(ppm)	>0,6	-	<6,0
		Mo	(ppm)	>0,1	-	< 0.1
		Zn	(ppm)	>1,0	0,5-1,0	<0,5
	Cu	(ppm)	>0,2	-	<0,2	
	Capacidad de retención de nutrientes	M.O	%	3-4	2-3	<1
					C.I.C	meq/100g suelo
Textura		Clase	4, 5 y 6	3	1, 2	
	7, 8 y 9			10, 11 y 12		
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva del suelo	cm	>150		<150	
	Nivel freático	cm	>150		<150	

B. Anexo: Holotipo *Leptopharsa heveae*



Leptopharsa heveae Drake & Poor, 1935 Holotipo. Macho. Colección C. J. Drake National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. Vista **A**. Dorsal. **B**. Lateral. Fotografías: Rachel Osborne, Thomas J. Henry, Systematic Entomology Laboratory ARS, USDA, MRC-168 c/o National Museum of Natural History, 2016.

C. Anexo: Carta de aceptación de material entomológico.


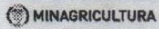




Ingreso de especímenes

23 enero 2015
Colección Taxonómica Nacional de Insectos Luís María Murillo – CTNI
Centro de Investigación Tibaitatá

Recibí de Andrés Ricardo Peraza seis (6) especímenes de *Leptopharsa hevea* (Hemiptera: Tingidae) (3 ♀ y 3 ♂) procedentes del municipio El Retorno, Guaviare (2°20'1,25"N 72°37'34,54"W) como aporte a la CTNI en el marco del desarrollo de la tesis: Caracterización de *Leptopharsa hevea* Drake & Poor (Heteroptera: Tingidae) en la región cauchera del departamento del Guaviare. El mencionado trabajo es dirigido por la profesora Helena Luisa Brochero y corresponde a la maestría en Ciencias Agrarias – Entomología de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

Pablo A. Osorio M.
Pablo Andrés Osorio Mejía
Curador CTNI Luís María Murillo
Corpoica, C.I. Tibaitatá



Centro de Investigación Tibaitatá
(57 + 1) 422 73 00 • FAX: 422 73 73 • BÚENAS NOCHES: 01 8000 12 15 15
Km 14 Vía Mosquera, Cundinamarca
www.corpoica.org.co

D. Anexo: Material de herbario de *H. brasiliensis*



Hojas de *H. brasiliensis* recolectadas por Schultes, 1945. A. Rio Loreto Cayú, Amazonas, Disponible en: Herbario Virtual SINCHI©. B. Rio Atacuarí, Disponible en: Colecciones Virtuales ICN-UN©. Consultado: Abril, 2016.

E. Anexo: Especies descritas para Colombia en Lace bugs database Guilbert, (2015)

<i>Especie</i>	<i>Descriptor</i>	<i>Colección con ejemplares</i>
<i>Acanthocheila armígera</i>	(Stål, 1858)	MEFLG, CTNI
<i>Amblystira fuscitarsis</i>	Champion, 1897	NE
<i>Amblystira pallipes</i>	(Stål, 1858)	NE
<i>Corythaica costata</i>	Gibson, 1919	NE
<i>Corythaica cyathicollis</i>	(Costa, 1864)	MEFLG, CTNI
<i>Corythaica monacha</i>	(Stål, 1858)	NE
<i>Corythaica smithi</i>	Drake, 1921	NE
<i>Corythucha championi</i>	Drake & Cobben, 1960	MEFLG
<i>Corythucha fuscomocolata</i>	(Stål, 1858)	MEFLG
<i>Corythucha gossypii</i>	(Fabricius, 1794)	MEFLG, CTNI
<i>Dictyla loricata</i>	(Distant, 1888)	NE
<i>Dictyla monotropidia</i>	(Stål, 1858)	MEFLG, CTNI
<i>Eurypharsa nobilis</i>	(Guérin-Méneville, 1844)	NE
<i>Gargaphia acmonis</i>	Drake & Hambleton, 1945	NE
<i>Gargaphia deceptiva</i>	(Drake & Bruner, 1924)	NE
<i>Gargaphia lunulata</i>	(Mayr, 1865)	CTNI
<i>Gargaphia nigrinervis impedita</i>	Drake & Hambleton, 1944	NE
<i>Gargaphia nigrinervis</i>	Stål, 1873	MEFLG, CTNI
<i>Gargaphia opima</i>	Drake, 1931	NE
<i>Gargaphia patricia</i>	(Stål, 1862)	CTNI
<i>Gargaphia sanchezi</i>	Froeschner, 1972	MEFLG, CTNI
<i>Gargaphia trichoptera</i>	Stål, 1879	NE
<i>Leptobyrsa decora</i>	Drake, 1922	MEFLG, CTNI
<i>Leptocysta sexnebulosa</i>	(Stål, 1858)	NE
<i>Leptodictya (Hanuala) bambusae</i>	Drake, 1918	NE
<i>Leptodictya (Hanuala) colombiana</i>	Drake, 1928	NE
<i>Leptodictya (Hanuala) laidis</i>	Drake & Hambleton, 1945	NE
<i>Leptodictya fuscipes</i>	Froeschner, 1989	MEFLG
<i>Leptopharsa elegantula</i>	Stål, 1873	NE
<i>Leptopharsa gibbicarina</i>	Froeschner, 1977	MEFLG, CTNI
<i>Leptopharsa madrigali</i>	Froeschner, 1989	MEFLG, ICN-MHN
<i>Leptopharsa reflexa</i>	Froeschner, 1989	NE
<i>Phatnoma barberi</i>	Drake, 1941	NE
<i>Phatnoma varians</i>	Drake, 1922	NE
<i>Pleseobyrsa chiriquensis</i>	(Champion, 1897)	MEFLG

<i>Pleseobyrsa nigribasis</i>	Froeschner, 1991	NE
<i>Teleonemia absimilis</i>	Drake & Hambleton, 1944	NE
<i>Teleonemia aterrira</i>	Stål, 1873	NE
<i>Teleonemia carmelana</i>	(Berg, 1892)	NE
<i>Teleonemia elevata</i>	(Fabricius, 1803)	NE
<i>Teleonemia limbata</i>	Stål, 1873	NE
<i>Teleonemia prolixa</i>	(Stål, 1858)	MEFLG
<i>Teleonemia prunellae</i>	Drake & Hambleton, 1946	NE
<i>Teleonemia quecha</i>	Monte, 1943	NE
<i>Teleonemia tricolor</i>	(Mayr, 1865)	NE
<i>Teleonemia validicornis</i>	Stål, 1873	NE
<i>Tingis (Tingis) colombiana</i>	Drake, 1929	NE
<i>Ulocysta praestabilis</i>	Drake & Hambleton, 1945	NE

Bibliografía

1. Abbud Righi, C., Camargo O., Silveira, M., Pereira, A., Stefano, S., Rodrigues, C. 2013. Influence of rubber trees on leaf-miner damage to coffee plants in an agroforestry system *Agroforest Syst*, 87,1351–1362p.
2. Alarcón, J., Jiménez, A., Galindo, J., Álvarez, J. 2012. Manejo Integrado de plagas enfermedades en el cultivo del caucho (*Hevea brasiliensis*), Medidas para la temporada invernal. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR, Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, PROCAUCHO, 32p.
3. Aldana, J. Calvache, H., Méndez, A. 1995. Distribución de hormigas y su efecto sobre *Leptopharsa gibbicarina* en una plantación de palma de aceite. *Palmas (Colombia)* 16 (3): 19-23p.
4. Alves R., F. da Silva E., M. de Sousa K., Santos M., Pereira A., Pereira E., Vilela N., Icuma I. 2003. Controle biológico do percevejo-de-renda da seringueira com o uso de micoinseticida formulado em óleo emulsionável / Planaltina, DF : Embrapa Cerrados,. 22 p.
5. Barrios, C., Cuchimba, M., Bustillo, A. 2015. Population parameters of *Leptopharsa gibbicarina* (Hemiptera: Tingidae) pest of oil palm. *Rev. Colomb. Entomol.* 41, 1, 1-4p.
6. Batista, A., Lamas, C., Leite, L.G. Almeida, J.E.M. Costa, V.A. Martins, L.M. 2003. Flutuação populacional do percevejo de renda *Leptopharsa heveae* em Pindorama, SP. *Arq. Inst. Biol., São Paulo*, v.70, n.4, 435-439p.
7. Bellotti, A., Arias B., Reyes J. 1989. Manejo integrado de *Erinnyis ello* (L) (gusano cachón de la yuca). Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, 62p.
8. Betancourt, F. 2002. Densidad y distribución espacial de la chinche de encaje de la palma de aceite *Leptopharsa gibbicarina* F. en dos sistemas de manejo en la zona palmera de Puerto Wilches (Santander). Facultad de Agronomía. No. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
9. Bonadie, J., Monteiro, W., Reis Virgens, AC., Martínez A., Jaimes, Y., Rojas, J. 2012. Sistemas agroforestales con caucho. El caso de Brasil y Colombia. Corpoica, MADR, PROCAUCHO, CEPLAC. 93p.
10. Broennimann, O., Treier, U.A., Müller-Schärer, H., Thuiller, W., Peterson, A.T. & Guisan, A. (2007) Evidence of climatic niche shift during biological invasion. *Ecology Letters* 10, 701–709p.
11. Brailovsky, H. & Torre, L. 1986. Revisión genérica de la familia Tingidae Laporte Hemiptera-Heteroptera de México 36. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología.* 56(3):869–932p.

12. Cabrera, A., Guerra, C., Herrera, M., Suris, M. 2012. Non-parametric statistical methods and data transformations in agricultural pest population studies Chilean Journal of Agricultural Research 72(3) july-september 440-443p.
13. Cárdenas, D., Ramírez J. 2004. Plantas útiles y su incorporación a los sistemas productivos del departamento del Guaviare (amazonia colombiana), Caldasia 26(1): 95-110p.
14. Castellanos O., Fonseca S., Barón M. 2009. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de caucho natural y su industria en Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Proyecto Transición de la Agricultura, Universidad Nacional de Colombia, Grupo de investigación y desarrollo en gestión, productividad y competitividad BioGestión, Bogotá 208p.
15. CCC-Confederación Cauchera Colombiana. 2013. Censo de Plantaciones de Caucho (*Hevea brasiliensis*), Departamento de Guaviare, Informe de resultados.22p.
http://media.wix.com/ugd/e90b5c_7f589f1b88b128946062bbdee8da231a.pdf
16. CCC-Confederación Cauchera Colombiana. 2015. Censo de Plantaciones de Caucho Natural (*Hevea brasiliensis*) Informe de resultados. 30p.
<http://www.confederacioncauchera.com/#!/censo-cauchero-/bhg1k>
17. Celestino Filho, P.; Magalhães, F.E. L. Ocorrência do fungo *Sporothrix insectorum* Hoog & Evans parasitando a mosca de renda (*Leptopharsa heveae* Drake & Poor) em seringal de cultivo. Manaus, EMBRAPA – CNPSD, 1986. 2p. (EMBRAPA – CNPSD, Pesquisa em andamento, 42).
18. CENICAUCHO- CORPOICA, 2013. Modelo Productivo para el cultivo del árbol de caucho natural en la Orinoquía. Zonas de escape y no escape al Mal Suramericano de la hojas de Caucho, Corporación Centro de investigación en Caucho Natural, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria- 179p
[http://www.siembra.co/netcorpoica/WebNetAgroNetTec/WebNetAgroNetTec/\(S\(2xgiegl4zbvm54wjwvmajdoj\)\)/Pg_GestArchivos/Archivos_GestionInnovacion/Modelo sProductivos/MP_26/MP_Caucho.pdf](http://www.siembra.co/netcorpoica/WebNetAgroNetTec/WebNetAgroNetTec/(S(2xgiegl4zbvm54wjwvmajdoj))/Pg_GestArchivos/Archivos_GestionInnovacion/Modelo sProductivos/MP_26/MP_Caucho.pdf)
19. Champion, G. 1898. Insecta Rhynchota: Hemiptera-Heteroptera. Biologia Central Americana, 2: 1-482p.
20. Cividanes, F. Fonseca, F., Galli, J. 2004a. Biología de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Heteroptera: Tingidae) e a Relação de suas Exigências Térmicas com a Flutuação Populacional em Seringueira, Ecology, Behavior And Bionomics Neotropical Entomology, 33(6):685-69p.
21. Cividanes, F., Fonseca, F. Monteiro dos Santos, T. 2004b. Distribuição de *Leptopharsa heveae* em seringal no Estado de São Paulo Pesq. agropec. bras., Brasília, 39(10):105-1056p.

22. Coelho, R. Pinho de Sá, C., Fonseca, A., Albano, M., 2013. Manual de Heveicultura para a Região Sudeste do Estado do Acre. Documentos 128. EMBRAPA, Acre, 152p.
23. Compagnon, P. 1998. El Caucho natural, biología-cultivo-producción. Consejo Mexicano del Hule y CIRAD-CMH. México, D.F., 695p
24. Cornish, K. 2001. Similarities and differences in rubber biochemistry among plant species. *Phytochemistry*, 57, 1123-1134p.
25. Coty, D. Garrouste, R., Nel, A., 2014. The first lace bug from Chiapas amber (Totolapa, Mexico) (Hemiptera: Tingidae) *Annales de la Société entomologique de France*, 50, 3-4, 286-290p
26. Drake, C., & Ruhoff, F. 1965. Lace bugs of the World: A Catalog (Hemiptera: Tingidae), Smithsonian Institution. 634p.
27. Drake, C., & Ruhoff, F. 1960. Lace bug genera of the world (Hemiptera: Tingidae). *Proceedings of the United States National Museum*. Smithsonian Institution. 112, 3431, 1-117p.
28. Drake, C., & Poor, M. 1935. An undescribed rubber tingitid from Brazil. *Journal of the Washington Academy of Sciences* Vol. 25, No. 6. 283-284p.
29. Escobar, R., García, F., Rentería, N. y Neita, J. 2002. Manejo y Control de hormiga arriera (*Atta* spp y *Acromyrmex* spp) en sistemas de producción de Importancia económica en el departamento del Choco. Universidad Tecnológica del Choco, Programa nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, 21p.
30. Escalante, M., Damas, D., Márquez, D., Gelvez, W., Chacón, H., Díaz, A., Moreno, B. 2010. Diagnóstico y evaluación de Pestalotiopsis, e insectos inductores, en plantaciones de palma aceitera al sur del lago Maracaibo, Venezuela. *Bioagro* 22 (3): 211-216p.
31. Ferrari, P. 2006. Interações de aranhas (Araneae) e artrópodes-praga (Acari e Hemiptera) em cultivos comerciais de seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Noroeste do Estado de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. mestre em Biologia Animal. Piovesan, I.; Fazzio, R. Universidade Estadual Paulista Instituto de Biociências, SP. 94p.
32. Fonseca, F. 2009. Plagas de caucho, monitoreo control e perspectiva futuro, En: *Memorias Encuentro Internacional del Caucho*. USAID, ACCION SOCIAL, 138 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Confederación Cauchera Colombiana, Bucaramanga. 45p.
33. Fonseca, F. 2007. Pragas da Seringueira, Congresso Brasileiro de Heveicultura, Gurarapi- ES. 12p
34. De Freitas, S., Scomparin, C.H.J. 2001. O uso de crisopídeos no controle biológico de *Leptopharsa heveae* (Hemiptera: Tingidae) o percevejo de renda da seringueira (*Hevea brasiliensis*). En: *memorias VII Simpósio de Controle Biológico, SINCOBIOL*, Poços de Caldas, MG- Brasil, 477-481p.

35. Froeschner, R. 2001. Lace Bug Genera of the World, II: Subfamily Tinginae: Tribes Litadeini and Ypsotingini (Heteroptera: Tingidae), Smithsonian Institution Press, Washington D.C.: 24p.
36. Froeschner, R. 1989. Three new species of Colombian lace bugs of the genera *Leptodictya* and *Leptopharsa* (Heteroptera: Tingidae). Proceedings of The Biological Society of Washington, 102 (4): 968-972p.
37. García, D., Mattos, C. R. R., Goncalves, P. d. S. and Le Guen, V. 2004. Selection of rubber clones for resistance to south american leaf blight and latex yield in the germoplasm of the Michelin plantation of Bahia (Brazil). Journal Rubber Research, 7,188-198p.
38. García, I. A.; González, S. M.; Montoya, C. D. and Aristizabal F. A. 2011. Identification in silico of SSR markers for genotyping Hevea sp. clone gardens in Colombia. Agronomía Colombiana, 29(3),359-366p.
39. García, Z., Sarmiento, C.E., Rojas S. 2008. Social Organizational Influences on the Morphologic differentiation in Polistinae Wasps (Hymenoptera: Vespidae) Sociobiology Vol. 51, No. 2. 473-489p
40. Garzón, F. 2000. Principales enfermedades y plagas en el cultivo de caucho Hevea brasiliensis (Wild. Ex. Adr. de Juss) Muel. Arg., con énfasis en la amazonia colombiana, Bogotá : SINCHI : PLANTE. 63p
41. Gerber, J.-F., 2011. Conflicts over industrial tree plantations in the South: Who, how and why? Global Environmental Change, 21(1), 165– 176p.
42. Gonçalves, P. de S., Bataglia, O. C., Ortolini, A. A. y Fonseca, F. de S. 2001. Manual de heveicultura para o estado de São Paulo. Serie Tecnológica APTA. Boletín técnico 189, Instituto Agronômico (IAC). Campinas, 76p.
43. Gonçalves, P. de S., Cardoso, M., Ortolani, A., 1990. Origem, variabilidade e domesticação da Hevea, Pesq. agropec.bras.,Brasftia,25(2):135-156.
44. Golub, V. & Popov, Yu. 2000. A New Species of Tingidae (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) from the Lower Cretaceous of Transbaikalia. Paleontological Journal, Vol. 42, No. 1, 86–89.p.
45. Golub, V., Popov, Y., Guilbert E. 2008. Phymacysta stysi, a new species of lace bug from Dominican amber (Hemiptera: Heteroptera: Tingidae: Tinginae) Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae .48(2), 485-490p. ISSN 0374-1036
46. Guilbert, E. 2016. Lace bugs database - <http://www.hemiptera-databases.com/tingidae> - Revisado: 8 de Julio de 2016
47. Guilbert, E. 2015. Lace bugs database - <http://www.hemiptera-databases.com/tingidae> - Revisado: 4 April 2015

48. Guilbert, E., Damgaard, J., D'haese, C. A. 2014. Phylogeny of the lace bugs (Insecta: Heteroptera: Tingidae) using morphological and molecular data. *Systematic Entomology*, 39 (3): 431-441p.
49. Guilbert, E. & Montemayor, S. 2010. Tingidae (Insecta, Heteroptera) from the Argentinan Yungas new records and descriptions of selected. *ZOOSYSTEMA*, 32 (549-565)p.
50. Guilbert, E. 2005. Morphology and evolution of larval outgrowths of Tingidae (Insecta, Heteroptera), with description of new larvae. *Zoosystema*, 27 (1): 95-113p
51. Guilbert, E. 2004. Do larvae evolve the same way as adults in Tingidae (Insecta: Heteroptera)? *Cladistics*, 20, 139–150p.
52. Guilbert, E. 2001. Phylogeny and evolution of exaggerated traits among the Tingidae (Cimicomorpha, Heteroptera). *Zoologica. Scripta*, 30, 313–324p.
53. Guidoti, M., Montemayor, S., Guilbert, E. 2015. Lace Bugs (Tingidae). Chapter 14. En: Panizzi, A. R.; Grazia, J. (eds.) *True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. Volumen 2. Entomology in Focus. Springer Netherlands.* 395-419p
54. Guisande, C., Vaamonde, A., Barreiro, A. 2013. Tratamiento de datos con R, STATISTICA y SPSS. Ed Diaz de Santos, ISBN: 978-84-9969-612-6, 978p.
55. Hernández, A., Malagón, L. y Pinzón, P. 2010. Diversidad de termitas (Isoptera) en plantaciones de caucho natural (*Hevea brasiliensis*) en las sabanas colombianas, En: Resúmenes XXXVII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología-Socolen Bogotá, 17p.
56. Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978. <http://www.worldclim.org>
57. Hijmans, R.J., Guarino, L., Cruz, M., Rojas, Bussink, C., Mathur, P., Barrantes, I., Cruz, M., Rojas E. 2004. Sistema de Información Geográfica para el Análisis de Datos de Distribución de Especies. Manual 83p. http://www.diva-gis.org/docs/DIVA-GIS4_manual_Esp.pdf
58. Hijmans, R.J., Guarino, L., Cruz, M., Rojas E. 2001 Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 127, 15-19p.
59. Hope, K. & Olckers, T. 2011. *Gargaphia decoris* (Hemiptera: Tingidae) from two South American provenances are equally safe for release against the invasive tree, *Solanum mauritianum* (Solanaceae). *African Entomology* 19(1): 106–112p.
60. Horton, D., Tamera, M., Thomsen-Archer, K., Unruh, T. 2008. Morphology, genetics, and male mating success compared between *Anthocoris musculus* and *A. antevolens* (Hemiptera: Heteroptera: Anthocoridae), *Proc Entomol. Soc. Wash.* 110 (4), 960-977p.

61. ICN. 2004. Colecciones en Línea, Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia Última actualización:(Continuamente actualizado). Fecha de Consulta:(Octubre, 2014). Disponible en: <http://www.biovirtual.unal.edu.co>
62. IGAC-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2013. Estudio general de suelos y zonificación de tierras escala 1.100.000: departamento de Guaviare. Subdirección de Agrología. 345p.
63. Infante, A., 2006. La sorprendente historia del caucho natural. En: Memorias III Congreso internacional Cauchero (2012), Confederación Cauchera Colombiana - CCC, Sociedad de Agricultores de Colombia-SAC, Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA, Ibagué.
64. Jacob, J., Auzac J. and Prevot, J. 1993. The composition of natural latex from *Hevea brasiliensis*. Clinical Reviews en Allergy. 11,325-337.
65. Jepson J., Penney D., Green D. 2011. First fossil Phatnoma (Hemiptera: Heteroptera: Tingidae: Cantacaderinae), in Miocene amber from the Dominican Republic. Zootaxa 2975: 59–63p.
66. Junqueira N.T., Pinheiro, E., Alves, R., Cestino Filho, P., Pereira, A. V., Oliveria, M. A., Fialho, F., Gasparotto, L. 1999. Controle Biológico do percevejo de renda (*Leptopharsa heveae* Drake & Poor) em seringueiras de cultivo. EMBRAPA, 130p.
67. Köppen, W., 1900: – Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. Geogr. Zeitschr. 6, 593–611, 657–679p.
68. Labarca, M.; Sanabria, N.; Arcia, A. 2006. Patogenicidad de *Pestalotiopsis palmarum* Cooke, sobre plantas de vivero de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Revista Facultad de Agronomía (Venezuela), 23: 417–424.
69. Lacerda, J., Rutowitsch, R., Souza, R. 2010. Primeiro registro de *Leptopharsa heveae* drake & poor (Hemiptera:Tingidae) em seringueira no Espírito Santo. Agrotrópica 22 (3): 183-186p.
70. Lara, F., Tanzini, M. 1997. Nonpreference of the Lace Bug *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Heteroptera: Tingidae) for Rubber Tree clones. An. Soc. Entomol. Brazil 26 (3). 429- 434p.
71. Lee, C. E. 1969. Morphological and phylogenetic studies on the larvae and male genitalia of the East Asiatic Tingidae (Heteroptera). Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, 15 2, 136p.
72. León, G., Beltrán, J. y Campos, J. 2010. Enemigos naturales y manejo integrado del gusano cachón (*Erinnyis ello*) en el cultivo del caucho (*Hevea brasiliensis*), Corpoica, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 24p.
73. León, G., Martínez, A., Molina, J. y Zuluaga, J. 2009. Manejo de termitas o comejenes en el cultivo del caucho. Corpoica, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 20p.

74. Madrigal, A. 1978. Chinchas de encaje (Hemiptera: Tingidae) de Colombia. 57p.
75. Madrigal, A. 2003. Insectos forestales en Colombia, Biología, Hábitos, ecología y Manejo, Medellín Colombia. 848p.
76. MADR. 2014. Subsector heveícola colombiano, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 15p.
http://sioc.minagricultura.gov.co/templates/sioc_cadenas/docs/5160_8.pdf
77. Martínez, A. y García, F. 2006. Investigaciones en el cultivo del caucho en la Orinoquía y norte amazónico. Boletín de Investigación N0. 4. Corpoica-Pronatta, 75p.
78. Martínez, A. 2007. Consideraciones técnicas para el establecimiento y manejo del cultivo del caucho (*Hevea brasiliensis*) en la Orinoquía colombiana, Corpoica, Villavicencio, 40p.
79. Martínez, L., Plata, A., Agudelo, O. 2013. Efficacy of Insecticides on *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner (Hemiptera: Tingidae). Applied by Root Absorption Technique in Oil Palm. *Persian Gulf Crop Protection*, 2(1), 10-17.
80. Medina, G., Tovar, J. 1997. Reconocimiento y evaluación de los enemigos naturales de *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner (Hemiptera: Tingidae) insecto plaga de la palma de aceite en Aracataca (Magdalena). Tesis de grado, Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 91p.
81. Montemayor, S.I., Dellapé, P.M., Melo, M.C. 2014. Predicting the potential invasion suitability of regions to cassava lace bug pests (Heteroptera: Tingidae: *Vatiga* spp.). *Bulletin of Entomological Research*, Cambridge University Press, 1-9p.
82. Murienne, J., Guilbert, E., Grandcolas, P. 2009. Species diversity in the New Caledonian endemic genera *Cephalidiosus* and *Nobarnus* (Insecta: Heteroptera: Tingidae), an approach using phylogeny and species' distribution modelling, *Biological Journal of the Linnean Society*, 97, 177–184p.
83. Nair, S., Braman, K. Kanuft, D. 2012. Relative Differences in Susceptibility of *Pieris* taxa (Ericaceae) to *Stephanitis* spp. Lace Bugs (Hemiptera: Tingidae). *plant-insect interactions Environ. Entomol.* 41(5): 1145-1152p.
84. Paes de Camargo, Â., Marin, F. Paes de Camargo, M. 2003. Zoneamento Climático da Heveicultura no Brasil, EMBRAPA.
85. Pearson, R., Raxworthy, C., Nakamura, M., Peterson, T., 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar *Journal of Biogeography*. 34, 102–117p.
86. Peng, T., Sajap, L., Jeen, S., Lum, L., Lum, W. 2013. Morphological Re-description of *Cochlochila bullita* (Stål) (Heteroptera: Tingidae), a potential pest of *Orthosiphon*

aristatus Blume Miq. (Lamiales: Lamiaceae) in Malaysia. Pakistan Journal of Biological Sciences 16 (23), 1786-1790p.

87. Peraza, A., Vergara, D. Garcia, I. 2016. Primera evaluación en Colombia de hongos entomopatógenos sobre *Leptopharsa heveae* Drake & Poor 1935 (Heteroptera: Tingidae). Resúmenes 43.º Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología-SOCOLEN.
88. Pereira, A., Venturin, N., Carvalho, E. B., Fialho, J. de Freitas., Vilela, N.T., Gonçalves, P. de Souza., 1999. Avaliação Preliminar do desempenho de clones de seringueira (*Hevea* spp.) na região de Goiânia. CERNE, V.5, N.1, 024-035p.
89. Peterson, A. T., Papeş, M., Soberón, J. 2008. Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. Ecological Modelling, 213 (1): 63-72p.
90. Philips J. 2009. A Brief Tutorial on Maxent. Disponible en: <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/tutorial/tutorial.doc>. Fecha de acceso: Marzo, 2016.
91. Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modeling 190: 231-259pp.
92. Pliscoff, P., Fuentes-Castillo, T. 2011. Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles, Revista de Geografía Norte Grande, 48: 61-79p.
93. Pinto M. A. S., Soares A., Paiva S., Roldão, M., Martins de Azevedo, J. 2014. Invasão biológica de *Corythucha ciliata* em espaços verdes urbanos de Portugal: modelação do nicho ecológico com o método de máxima entropia. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 597-607p.
94. Priyadarshan, P., Clément-Demange. A. 2004. Breeding Hevea Rubber: Formal and Molecular Genetics. Advances in genetics, 52, 73p.
95. Quesada I., Quintero L. Aristizábal F. Rodríguez O. 2011. Evaluación de la variabilidad genética de clones de caucho natural presentes en la colección clonal del instituto SINCHI, mediante el uso de descriptores morfológicos, Colombia Forestal Vol. 14(1): 69-79.
96. Rangel-Ch, J., Aguilar, M., Sanchez, H. Lowy, P., Garzon, A., Sanchez, L. 2011. Capítulo 4: Región de la Amazonia, En: Colombia Diversidad Biótica I. 82-103p. Disponible en: <http://www.colombiadiversidadbiotica.com/>
97. Rangel-Ch, J. 2008. La vegetación de la región amazónica de Colombia, aproximación inicial. En: Colombia Diversidad Biótica VII, Vegetación, palinológica y paleoecológica de la amazonia colombiana, Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, 1-53p. Disponible en: <http://www.colombiadiversidadbiotica.com/>

98. Rodrigues E. 2007. Seleção de isolados de fungos entomopatogênicos para o controle de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Hemiptera: Heteroptera, Tingidae) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Batista” Faculdade de Ciências Agronômicas Câmpus Botucatu – SP. 67p.
99. Rodrigo, V. 2007. Ecophysiological factors underpinning productivity of *Hevea brasiliensis*. Brazilian Journal of Plant Physiology, 19(4), 245-255.
100. SAA, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Comissão Técnica de Seringueira. 1999. A Cultura da Seringueira para o Estado de São Paulo, Manual 72, CATI, Campinas, 90p
101. Scheldeman, X., van Zonneveld, M. 2011. Manual de Capacitación en Análisis Espacial de Diversidad y Distribución de Plantas. Bioversity International, Roma, Italia. 186p.
102. Schuh, R., Slater, J. 1995. True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera), Cornell University Press, London.344p.
103. Schultes, R. 1970. The history of taxonomic studies in *Hevea*. Botanical Museum Harvard University. The Botanical Review, 36, 3, 197-276p.
104. Schultes, R. 1945. Estudio preliminar del género *Hevea* en Colombia. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Museo Botanico de la Universidad de Harvard. Revista academica Colombiana de Ciencias Exactas, fisicas y naturales, 6, 22-23, 331-338p.
105. STNCC - Secretaría Técnica de La Cadena del Caucho Natural y su Industria. 2008. Informe para el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Comportamiento del caucho natural en Colombia y en el mundo (2002 – 2008). Boletín Diciembre.
106. Sedgley M., Attanayake D. P. S. T. G. 1988. The breeding system of rubber (*Hevea brasiliensis*): an evaluation of controlled hand pollination methods, Euphytica 39,1, 83-91p.
107. Segóvia, I. 1985. A *Leptopharsa heveae* (Drake & Poor) e seus danos às mudas de *Hevea brasiliensis* (Muell.). Curso de PósGraduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias. Volumen Mestre em Ciências. Universidade Federal do Paraná. 48p.
108. Solhjoui-Fard S, Sarafrazi A, Minbashi Moeini M, Ahadiyat A. 2013. Predicting Habitat Distribution of Five Heteropteran Pest Species in Iran. Journal of Insect Science.13,116, 1-16p.
109. Souza, R. 2015. Dinâmica Populacional de Adultos de *Leptopharsa heveae* (Hemiptera: Tingidae) em Clone de Seringueira, em Itiquira, Mato Grosso. X Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. Acre, 7p.

-
110. Souza, R., Manoel Da Silva, J. 2013. Dinâmica populacional do parasitoide de ovos *Erythmelus tingitiphagus* (Hymenoptera: Mymaridae) em clone de seringueira, em Itiquira, mt1. 27-244p.
111. Souza R. 2011. A seringueira e a importância da borracha natural no Brasil e no mundo. Revista Eletrônica de Ciências, São Carlos http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_49/seringueiras.html.
112. Souza R. 2008. A botânica da seringueira *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex Adr Jusii) Muell. Arg (Euphobiaceae), En: Alvarenga A. y Santana do Carmo C. Seringueira EPAMIG. Viçosa, Brasil, 893p
113. Souza, R. 2007. Parasitismo de ovos de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor, 1935 (Hemiptera: Tingidae) em seringueira (*Hevea brasiliensis* müell. Arg.) no estado do Mato Grosso. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Doutor em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia Agrícola. Universidade Estadual Paulista Campus de Jaboticabal. 104p.
114. Stål, C. 1873. Enumeratio Hemipterorum. Königlich Svenska Vetenskaps, Akademien Handlingar Contributed by: Smithsonian Libraries. 2:126-127p. . <http://www.biodiversityheritagelibrary.org/>
115. Sterling A., Plaza C., Polo F., Castro D. 2012a. Incidencia de plagas y enfermedades en genotipos promisorios de *Hevea brasiliensis* bajo condiciones de la amazonia colombiana, En: Memorias III Seminario Internacional en Ambiente, Biodiversidad y Desarrollo y I Simposio Nacional de Química Aplicada. 117-119p. http://apps.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/Programas%20Academicos/Quimica/Eventos/2011/Memorias_SIMABID_13_mayo_2012.pdf
116. Sterling, A. y Rodriguez, C. H. 2012b. Ampliación de la base genética de caucho natural con proyección para la Amazonía Colombiana: fase de evaluación en periodo improductivo a gran escala. Editorial scripto S.A.S., 147p. www.sinchi.org.co.
117. Stonnedahl, G., Dolling, W., du Heume, G. 1992. Identification guide to common tingid pests of the world (Heteroptera: Tingidae), Tropical Pest Management, 38(4) 438-449p.
118. Tapiero, A. L. 2011. Manejo biológico de enfermedades en cultivos perennes: SALB en Caucho (*Hevea* spp.) En: Hoyos, L. Enfermedades de plantas: control biológico, Editorial Ecoe, Universidad Nacional de Colombia, 651-654.
119. Tanzini, M., Lara, F. 1998. Biología do Percevejo de Renda da Senrigueira *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Heteroptera: Tingidae). Ver. Ecosistema, 23, 65-67p.
120. Tanzini, M. 2002. Controle do percevejo-de-renda-da-seringueira (*Leptopharsa heveae*) com fungos entomopatogênicos. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Volumen Doctorado. Alves, S. B. Universidade de São Paulo.

121. Tanzini, M., Alves, S., Setten, A. 2002. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados no controle de *Leptopharsa heveae* para fungos entomopatogênicos. Arq. Inst. Biol., São Paulo, 69 (4): 65-69p.
122. Val, A.J. do. 1994. Névoa Protetora: os fungos pulverizados nos seringais controlam a mosca-de-renda, uma praga nos cultivos do Mato Grosso. Revista Globo Rural. Rio de Janeiro. Março. 43-46p.
123. Van Andel, T. 1992. Caracterización y clasificación de bosques inundables en una Llanura aluvial en el medio Caquetá, Amazonas, Colombia. Reporte interno. Hugo de Vries-Laboratorium, University of Amsterdam. 18p.
124. Verheye, W. 2010. Growth and Production of Rubber. In: Verheye, W. (ed.), Land Use, Land Cover and Soil Sciences. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), UNESCO-EOLSS Publishers, Oxford, UK. <http://www.eolss.net>.