



**Uptc**<sup>®</sup>  
Universidad Pedagógica y  
Tecnológica de Colombia

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS-POSGRADO  
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ALTERNATIVAS DE MANEJO BIOLÓGICAS, CULTURALES Y QUÍMICAS DE  
LOS GUSANOS XILÓFAGOS ANILLADOR: *Carmenta theobromae* (Busck,  
1910) (*Lepidoptera: Sesiidae*); Y TALADRADOR: *Simplicivalva ampliophilobia*  
Davis, Gentili-Poole & Mitter, 2008 (*Lepidoptera: Cossidae*) DE LA GUAYABA  
(*Psidium guajava* L) EN LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ, COLOMBIA**

Requisito para optar el título de Magister en Ciencias Biológicas

**VICTOR CAMILO PULIDO BLANCO**

TUNJA  
Mayo, 2019

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS-POSGRADO  
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ALTERNATIVAS DE MANEJO BIOLÓGICAS, CULTURALES Y QUÍMICAS DE  
LOS GUSANOS XILÓFAGOS ANILLADOR: *Carmenta theobromae* (Busck,  
1910) (*Lepidoptera: Sesiidae*); Y TALADRADOR: *Simplicivalva ampliophilobia*  
Davis, Gentili-Poole & Mitter, 2008 (*Lepidoptera: Cossidae*) DE LA GUAYABA  
(*Psidium guajava* L) EN LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ, COLOMBIA**

Requisito para optar el título de Magister en Ciencias Biológicas

**VICTOR CAMILO PULIDO BLANCO**

ELBERTH HERNANDO PINZON SANDOVAL  
Director  
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
Magister en Fisiología Vegetal  
Grupo de investigación GIPSO

TUNJA  
Mayo, 2019

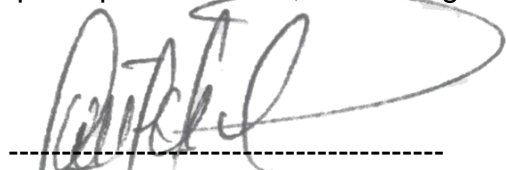
## CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

**ELBERTH HERNANDO PINZON SANDOVAL**, Magister en Fisiología Vegetal, docente de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, director del trabajo de grado

### CERTIFICO:

Que el trabajo de grado realizado bajo nuestra dirección por **Victor Camilo Pulido Blanco** titulado “**ALTERNATIVAS DE MANEJO BIOLÓGICAS, CULTURALES Y QUÍMICAS DE LOS GUSANOS XILÓFAGOS ANILLADOR: *Carmenta theobromae* (Busck, 1910) (*Lepidoptera: Sesiidae*); Y TALADRADOR: *Simplicivalva ampliophilobia* Davis, Gentili-Poole & Mitter, 2008 (*Lepidoptera: Cossidae*) DE LA GUAYABA (*Psidium guajava* L) EN LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ, COLOMBIA**”, reúne las condiciones de originalidad requeridas para optar al título de Magister en Ciencias Biológicas otorgado por la **Escuela De Ciencias Biológicas-Posgrado Maestría En Ciencias Biológicas**.

Y para que así conste, firmo la siguiente certificación en Tunja, 08 de mayo del 2019.



-----  
**ELBERTH HERNANDO PINZON SANDOVAL**

Director

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA**

Magister en Fisiología Vegetal

Grupo de investigación GIPSO

---

**ELBERTH PINZON SANDOVAL,**  
**MsC. Fisiología Vegetal**  
**Director**

---

**MAYERLY ALEJANDRA CASTRO**  
**LÓPEZ,**  
**MsC. Ciencias Agrarias**  
**Jurado 1**

---

**JOHN WILSON MARTÍNEZ**  
**OSORIO,**  
**MsC. Ciencias Agrarias**  
**Jurado 2**

***A lo sumo humano, tan imperfecto como soy, fallo al confiar en la voluntad altruista de los hombres a sabiendas de los soterrados intereses que los movilizan. Dedico, por ende, el fruto de este esfuerzo a mis seres cercanos que empiezan con mi amada madre (q.e.p.d.), mi padre, hermanos, sobrinos, novia y amigos...y a mí.***

## AGRADECIMIENTOS

Son mis profesores el motor que me ha movido a las ciencias. Sin ellos no sabría descifrar los símbolos en el papel, pronunciar las palabras con acierto ni buscar las respuestas a las preguntas que jamás habría formulado. Les doy gracias a todos ustedes por su formación, por su esfuerzo en la enseñanza y por su cariño.

Así mismo agradezco a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, antes Corpoica, ahora AGROSAVIA, y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR, que en el marco del convenio 1828 de 2014, Red de Frutales, proveyeron los recursos con que se llevaron a cabo los experimentos en campo y laboratorio, así como el permiso Macro de Colecta de la diversidad biológica sin uso o acceso al material genético con el que se realizaron las colectas.

Quiero agradecerle al ingeniero Orlando Insuasty Burbano, al ingeniero Julio Ramírez Durán y al personal del centro de investigación Tibaitatá, de la sede CIMPA, de AGROSAVIA, en Barbosa, Santander, por su apoyo en todas las etapas del proceso de investigación que llevaron a la realización de este trabajo de grado. Pasan por ahí la consecución de los estados biológicos de las plagas objeto de estudio, cuya extracción demandaba largas y duras jornadas atizadas por el siempre agradable olor a guayaba; las jornadas en el laboratorio de Entomología Agrícola, de la misma sede, preparando los tratamientos de estudio con esmero, y las labores administrativas siempre tan presentes y necesarias para obtener productos acordes con la misión corporativa.

Agradezco, con especial cariño, a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC, en cuyas aulas me formé como biólogo y aspiro a lograr el título de Magister. La UPTC realmente brinda educación de calidad: actualizada, pertinente, profunda e integral. Lo he comprobado en grupos de trabajo con compañeros de otras universidades nacionales e internacionales. Muchas gracias querida *alma mater* por educarme.

Finalmente agradezco a mis padres y novia. Hubiera querido que mi mamá, Clara Emilia Blanco Patrón (ene. 1957-agos.2018) me viera graduado como Magister en Ciencias Biológicas. Desafortunadamente su penosa enfermedad, aunado a la demora en una respuesta de mi empleador, impidieron la realización de ese deseo. No obstante, estoy convencido que mi mamá partió con la tranquilidad de ver a su hijo un amante del estudio...muchas gracias mamá, soy todo por ti. Paola Molina Rodríguez, mi amada novia, te doy las gracias por soportarme durante estos 12 años de relación con la paciencia de tú amor. Eres mi compañera de vida, y juntos realizaremos nuestros sueños con la siempre amena presencia de Mottas, nuestro perrito.

Muchas gracias.

## RESUMEN

Dos insectos conocidos por su daño como anillador *Carmenta theobromae* Busk (1910) (Lepidoptera: Sesiidae) y taladrador *Simplicivalva ampliophilobia* Davis, Gentili-Poole & Mitter (2008) (Lepidoptera; Cossidae), afectan el cultivo de guayaba en el principal núcleo productivo del frutal en Colombia: la Hoya del Río Suárez - HRS-, entre Santander y Boyacá. Con incidencias del 98% y 94% respectivamente, en ataques severos pueden llegar a matar el árbol. Es prioritario determinar alternativas enmarcadas en el Manejo Integrado de Plagas -MIP-, con énfasis en estrategias de agentes de control biológico -ACB-, a través de la búsqueda, evaluación y recomendación de alternativas de manejo biológicas, culturales y químicas, propósito de este trabajo de grado. Se priorizaron las alternativas registradas para estas plagas en la literatura especializada y aquellas reportadas por los productores adscritos al comité nacional del frutal. Las alternativas se evaluaron sobre el índice de larvas muertas de cada plaga, tanto en campo como en laboratorio, en un diseño unifactorial por bloques completos al azar. Se bloqueó el tamaño de las larvas (longitud). Las alternativas de manejo seleccionadas en fase de laboratorio fueron Espinosad (mezcla de Espinosa A y D); S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato (manejo químico, control positivo); *Lecanicillium lecanii*; *Beauveria bassiana*; Mezcla de *B. bassiana* y *B. brongniartii*, y agua destilada (control negativo). Para campo se seleccionaron las dos mejores alternativas de laboratorio para cada plaga, los controles positivo y negativo, y se adicionó el manejo cultural consistente en la poda y plateo de los árboles. Las mejores alternativas para el anillador fueron *B. bassiana* y el manejo cultural con poda y plateo. Para el taladrador las mejores alternativas fueron Espinosad y el manejo cultural, aunque no tuvieron diferencias estadísticamente significativas con el manejo químico. Se recomienda el uso sinérgico de las alternativas biológicas comerciales y culturales. Se desalienta el uso de las alternativas de síntesis química por sus efectos nocivos en la salud, el medio ambiente y el agroecosistema.

**Palabras Claves:** Plagas emergentes, manejo integrado de plagas, control biológico, guayaba.

## SUMMARY

Two insects known for their damage as banders *Carmenta theobromae* Busk (1910) (Lepidoptera: Sesiidae) and driller *Simplicivalva ampliaphilobia* Davis, Gentili-Poole & Mitter (2008) (Lepidoptera, Cossidae), affect the guava's crop in the main productive core in Colombia: Hoya del Río Suárez - HRS-, between Santander and Boyacá. With incidences of 98% and 94% respectively, in severe attacks they can kill the tree. It is a priority to determine alternatives framed in Integrated Pest Management -MIP-, with emphasis on strategies of biological control agents -ACB-, through the search, evaluation and recommendation of biological, cultural and chemical management alternatives, purpose of this degree work. The alternatives registered for these pests in the specialized literature and those reported by the producers assigned to the national fruit committee were prioritized. The alternatives were evaluated on the index of dead larvae of each pest, both in the field and in the laboratory, in a unifactorial design by randomized complete blocks. The size of the larvae (length) was blocked. The management alternatives selected in the laboratory phase were Spinosad (mixture of Espinosa A and D); S-1,2 di (ethoxycarbonyl) ethyl 0,0-dimethyl phosphorodithioate (chemical management, positive control); *Lecanicillium lecanii*; *Beauveria bassiana*; *B. bassiana* and *B. brongniartii* mix, and distilled water (negative control). For the field, the two best laboratory alternatives for each pest were selected, the positive and negative controls, and the cultural management consistent in the pruning and silting of the trees was added. The best alternatives for the bander were *B. bassiana* and the cultural management with pruning and silvering. For the driller, the best alternatives were Spinosad and cultural management, although they did not have statistically significant differences with the chemical management. The synergistic use of commercial and cultural biological alternatives is recommended. The use of chemical synthesis alternatives is discouraged because of its harmful effects on health, the environment and the agroecosystem.

**Key words:** Emerging pests, integrated pest management, biological control, guava.



# CONTENIDO

RESUMEN .....	4
SUMMARY.....	5
1. Capitulo I. ALTERNATIVAS DE MANEJO BIOLÓGICAS, CULTURALES Y QUÍMICAS DE LOS GUSANOS XILÓFAGOS ANILLADOR: <i>Carmenta theobromae</i> (Busck, 1910) ( <i>Lepidoptera: Sesiidae</i> ); Y TALADRADOR: <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> Davis, Gentili-Poole & Mitter, 2008 ( <i>Lepidoptera: Cossidae</i> ) DE LA GUAYABA ( <i>Psidium guajava</i> L) EN LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ, COLOMBIA .....	11
RESUMEN CAPITULO I.....	11
SUMMARY CHAPTER I.....	12
1. 1 INTRODUCCIÓN.....	13
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
<b>1.2.1 Pregunta de investigación .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.2 Hipótesis .....</b>	<b>15</b>
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	16
1.4 OBJETIVOS.....	17
<b>1.4.1 General .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4.2 Específicos.....</b>	<b>17</b>
1.5 MARCO TEÓRICO .....	18
<b>1.5.1 El género <i>Psidium</i> .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5.2 La guayaba .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5.3 Insectos plaga del cultivo de la guayaba .....</b>	<b>20</b>
<b>1.5.4 Plagas objeto de estudio .....</b>	<b>21</b>
<b>1.5.5 Manejo integrado de plagas.....</b>	<b>28</b>
1.6 ESTADO DEL CONOCIMIENTO.....	31
<b>1.6.1 Anillador <i>C. theobromae</i> .....</b>	<b>31</b>
<b>1.6.2 Taladrador <i>S. ampliophilobia</i> .....</b>	<b>34</b>
1.7 METODOLOGÍA GENERAL .....	36
<b>1.7.1 Selección de alternativas de manejo.....</b>	<b>36</b>
<b>1.7.2 Experimentación general .....</b>	<b>37</b>
1.8 RESULTADOS CAPITULO I.....	38
<b>1.8.1 Selección de alternativas de manejo.....</b>	<b>38</b>
<b>1.8.2 Experimentación general .....</b>	<b>40</b>
1.9 PRODUCTOS.....	41
1.10 CONCLUSIONES.....	43
BIBLIOGRAFÍA .....	44

2. Capitulo II. ALTERNATIVAS DE MANEJO BIOLÓGICAS, CULTURALES Y QUÍMICAS DEL GUSANO ANILLADOR DE LA GUAYABA <i>Carmenta theobromae</i> (Busck, 1910) (Lepidoptera: Sesiidae) EN LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ, COLOMBIA .....	49
RESUMEN CAPITULO II.....	49
SUMMARY CHAPTER II.....	50
2.1 INTRODUCCIÓN .....	51
2.2 MATERIALES Y MÉTODOS .....	52
<b>2.2.1 Lugar de ejecución .....</b>	<b>52</b>
<b>2.2.2 Materiales.....</b>	<b>54</b>
<b>2.2.3 Experimento.....</b>	<b>60</b>
<b>2.2.4 Análisis estadístico .....</b>	<b>71</b>
2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	72
<b>2.3.1 Colectas .....</b>	<b>72</b>
<b>2.3.2 Experimentación .....</b>	<b>74</b>
2.4 CONCLUSIONES.....	82
BIBLIOGRAFÍA .....	83
3. Capitulo III. ALTERNATIVAS DE MANEJO BIOLÓGICAS, CULTURALES Y QUÍMICAS DEL GUSANO TALADRADOR DE LA GUAYABA <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> Davis, Gentili-Poole & Mitter, 2008 ( <i>Lepidoptera: Cossidae</i> ) EN LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ, COLOMBIA .....	87
RESUMEN CAPITULO III.....	87
SUMMARY CHAPTER III.....	88
3.1 INTRODUCCIÓN .....	89
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS .....	90
<b>3.2.1 Lugar de ejecución.....</b>	<b>90</b>
<b>3.2.2 Materiales.....</b>	<b>90</b>
<b>3.2.3 Experimento.....</b>	<b>100</b>
<b>3.2.4 Análisis estadístico .....</b>	<b>109</b>
3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	110
<b>3.3.1 Colectas .....</b>	<b>110</b>
<b>3.3.2 Experimentación .....</b>	<b>111</b>
3.4 CONCLUSIONES.....	122
BIBLIOGRAFÍA .....	123
CONCLUSIONES GENERALES .....	127
ANEXOS.....	128

## Índice de Figuras

Figura 1. Plagas objeto de estudio. ....	22
Figura 2. Daño del anillador <i>Carmenta theobromae</i> .....	24
Figura 3. Ciclo de vida de <i>Carmenta theobromae</i> en laboratorio.....	25
Figura 4. Ciclo de vida del anillador <i>Carmenta theobromae</i> a partir de datos de prevalencia.....	25
Figura 5. Daño de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> .....	27
Figura 6. Ciclo de vida de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en laboratorio.....	28
Figura 7. Identificación taxonómica del anillador .....	32
Figura 8. Identificación taxonómica del taladrador .....	34
Figura 9. Clase de manejo realizado para las plagas anillador y taladrador durante el año 2014....	38
Figura 10. Zonas de colecta de larvas y pupas de <i>C. theobromae</i> .....	52
Figura 11. Finca en tecnificación <<El Paraíso>>, Vélez, Santander. ....	53
Figura 12. Proceso de desinfección de larvas de <i>Carmenta theobromae</i> en laboratorio.....	55
Figura 13. Medición de larvas del anillador de la guayaba .....	56
Figura 14. Preparación del grupo 1 de la dieta merídica para <i>Carmenta theobromae</i> .....	58
Figura 15. Grupo 2 de la dieta merídica para <i>Carmenta theobromae</i> .....	58
Figura 16. Evaluación de alternativas de manejo de <i>Carmenta theobromae</i> en laboratorio.....	64
Figura 17. Larva de <i>Carmenta theobromae</i> en aro de bordar bajo condiciones de campo .....	69
Figura 18. Evaluación de alternativas de manejo de <i>Carmenta theobromae</i> en campo .....	73
Figura 20. Individuo de la familia Sesiidae (Lepidoptera), plaga de árboles de guayaba .....	74
Figura 21. Larvas muertas de <i>C. theobromae</i> bajo condiciones de laboratorio .....	75
Figura 22. Promedio de larvas muertas de <i>C. theobromae</i> por réplica .....	76
Figura 23. Larvas muertas de <i>C. theobromae</i> bajo condiciones de campo.....	79
Figura 24. Promedio de larvas muertas de <i>C. theobromae</i> por réplica .....	81
Figura 25. Extracción de larvas de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> .....	92
Figura 26. Limpieza de larvas de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en laboratorio .....	92
Figura 27. Medición de larvas del taladrador de la guayaba .....	93
Figura 28. Distribución experimental de los tratamientos en laboratorio .....	99
Figura 29. Evaluación de alternativas de manejo de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en laboratorio	104
Figura 30. Evaluación de alternativas de manejo de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en campo.....	109
Figura 31. Individuo de la familia Buprestidae.....	111
Figura 32. Larvas muertas de <i>S. ampliophilobia</i> bajo condiciones de laboratorio.....	113
Figura 33. Promedio de larvas muertas de <i>S. ampliophilobia</i> .....	114
Figura 34. Resultado del experimento de dietas merídicas .....	115
Figura 35. Métodos, con dieta holídica, para mantener larvas de <i>S. ampliophilobia</i> .....	117
Figura 36. Promedio de larvas muertas de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> por réplica .....	118
Figura 37. Larvas muertas de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> bajo condiciones de campo.....	120

## Índice de Tablas

Tabla 1. Identificación de tipos de alternativas de manejo a ser seleccionadas. ....	36
Tabla 2. Identificación de alternativas de manejo seleccionadas para llevar a cabo las evaluaciones en campo y laboratorio. ....	39
Tabla 3. Productos obtenidos con ocasión de la tesis de grado. ....	41
Tabla 4. Dieta merídica para <i>Carmentia theobromae</i> . Fuente: autor. ....	56
Tabla 5. Preparación de la dosis de las alternativas bajo especificaciones del fabricante. En todos los casos se prepararon 250 cm <sup>3</sup> de solución. ....	59
Tabla 6. Diseño experimental en las fases de laboratorio y campo para alternativas de manejo del gusano anillador <i>Carmentia theobromae</i> en la HRS, Colombia. ....	60
Tabla 7. Bloqueo del tamaño de las larvas de <i>Carmentia theobromae</i> en laboratorio. ....	61
Tabla 8. Distribución de las larvas en los tratamientos de estudio de alternativas de manejo de <i>Carmentia theobromae</i> en laboratorio. ....	63
Tabla 9. Bloqueo del tamaño de las larvas de <i>Carmentia theobromae</i> en campo. ....	65
Tabla 10. Distribución de las larvas en los tratamientos de estudio de alternativas de manejo de <i>Carmentia theobromae</i> en campo. ....	67
Tabla 11. Dietas merídicas de guayaba para el mantenimiento de larvas de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en laboratorio. ....	94
Tabla 12. Relación de masa y longitud en las larvas del experimento de dietas merídicas para mantenimiento de larvas en laboratorio. ....	95
Tabla 13. Distribución de las larvas en los tratamientos de estudio del experimento de dietas merídicas para el mantenimiento de larvas de taladrador en laboratorio. ....	97
Tabla 14. Diseño experimental en las fases de laboratorio y campo para alternativas de manejo del gusano taladrador <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en la HRS, Colombia. ....	100
Tabla 15. Bloqueo del tamaño de las larvas de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en laboratorio. ....	101
Tabla 16. Distribución de las larvas en los tratamientos de estudio de alternativas de manejo de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en laboratorio. ....	102
Tabla 17. Bloqueo del tamaño de las larvas de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en campo. ....	105
Tabla 18. Distribución de las larvas en los tratamientos de estudio de alternativas de manejo de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en campo. ....	107

## Índice de Anexos

Anexo A. Caracterización Técnica a productores de Guayaba Tecnificada en 2014 .....	128
Anexo B. Caracterización Técnica a productores exitosos de Guayaba Tecnificada en 2015 .....	130
Anexo C. Congresos en los que se han presentado avances y resultados del trabajo de grado ....	132
Anexo D. Colectas de estados biológicos del anillador de la guayaba .....	133
Anexo E. Longitud y masa corporal de larvas de <i>Carmenita theobromae</i> en laboratorio.....	138
Anexo F. Bitacora_de_Laboratorio .....	143
Anexo G. Longitud y masa corporal de larvas de <i>Carmenita theobromae</i> en campo .....	144
Anexo H. Resultados <i>Carmenita theobromae</i> en laboratorio.....	147
Anexo I. Estadísticos de <i>Carmenita theobromae</i> en laboratorio .....	149
Anexo J. Resultados <i>Carmenita theobromae</i> en campo .....	150
Anexo K. Estadísticos de <i>Carmenita theobromae</i> en campo .....	151
Anexo L. Colectas de estados biológicos del taladrador de la guayaba .....	152
Anexo M. Longitud y masa corporal de larvas de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en laboratorio ....	153
Anexo N. Longitud y masa corporal de larvas de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en campo .....	158
Anexo O. Resultados <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en laboratorio .....	159
Anexo P. Estadísticos de <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en laboratorio .....	160
Anexo Q. Resultados dietas merídicas <i>S. ampliophilobia</i> en laboratorio .....	161
Anexo R. Resultados <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en campo .....	162
Anexo S. Estadísticos <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> en campo .....	164

**1. Capítulo I. ALTERNATIVAS DE MANEJO BIOLÓGICAS, CULTURALES Y QUÍMICAS DE LOS GUSANOS XILÓFAGOS ANILLADOR: *Carmenta theobromae* (Busck, 1910) (*Lepidoptera: Sesiidae*); Y TALADRADOR: *Simplicivalva ampliophilobia* Davis, Gentili-Poole & Mitter, 2008 (*Lepidoptera: Cossidae*) DE LA GUAYABA (*Psidium guajava* L) EN LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ, COLOMBIA**

**RESUMEN CAPITULO I**

Entre los limitantes fitosanitarios que afronta el cultivo de la guayaba se destacan los insectos plaga. A las ya tradicionales moscas de la fruta y picudo de la guayaba se suman dos insectos plaga conocidos por la forma de su daño como anillador *Carmenta theobromae* Busck (1910) (*Lepidoptera: Sesiidae*) y taladrador *Simplicivalva ampliophilobia* Davis, Gentili-Poole & Mitter (2008) (*Lepidoptera: Cossidae*); los cuales presentan alta severidad e incidencias entre el 98 y 94% respectivamente, para el núcleo productivo de la Hoya del Río Suárez, principal región productora del frutal en Colombia. Altas poblaciones de estas especies pueden llegar a ocasionar la muerte de los árboles, unidad productiva del cultivo de guayaba, sobre el 20% de los individuos sembrados, conllevando al zoqueo o la erradicación del cultivo, sobre todo en sistemas silvo-pastoriles dispersos. Por lo tanto, determinar alternativas de manejo enmarcadas en programas de manejo integrado de plagas se hace prioritario. Basado en este propósito se adelantó la búsqueda y selección de alternativas de manejo biológicas, culturales y químicas de las plagas en mención bajo las condiciones de la Hoya del río Suárez. Se consultó literatura especializada sobre las plagas de estudio, así como los registros de los productores del frutal en el núcleo productivo. Las alternativas de manejo seleccionadas fueron Espinosad (mezcla de Espinosa A y D); S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato (manejo químico, control positivo); *Lecanicillium lecanii*; *Beauveria bassiana*; Mezcla de *B. bassiana* y *B. brongniartii*, y agua destilada (control negativo). Estas alternativas serán evaluadas bajo condiciones de laboratorio y campo para cada plaga de estudio.

**Palabras claves:** Plagas emergentes, manejo integrado, cultivo de guayaba.

## SUMMARY CHAPTER I

Among the phytosanitary limitations that the cultivation of guava faces, pest insects stand out. In addition to the traditional fruit flies and the weevil of the guava, there are two plague insects known for the form of their damage as banders *Carmenta theobromae* Busk (1910) (Lepidoptera: Sesiidae) and driller *Simplicivalva ampliaphilobia* Davis, Gentili-Poole & Mitter (2008) (Lepidoptera, Cossidae); which present high severity and incidences between 98 and 94% respectively, for the productive core of Hoya del Río Suárez, the main fruit producing region in Colombia. High populations of these species can lead to the death of trees, the productive unit of the guava crop, on 20% of the sown individuals, leading to the poaching or eradication of the crop, especially in dispersed silvopastoral - systems. Therefore, determining management alternatives framed in integrated pest management programs becomes a priority. Based on this purpose, the search and selection of alternatives for biological, cultural and chemical management of the pests mentioned under the conditions of the Hoya del Suárez River was advanced. Specialized literature on the pests of study was consulted, as well as the records of the fruit producers in the productive nucleus. The selected management alternatives were Espinosad (mixture of Espinosa A and D); S-1,2 di (ethoxycarbonyl) ethyl 0,0-dimethyl phosphorodithioate (chemical management, positive control); *Lecanicillium lecanii*; *Beauveria bassiana*; *B. bassiana* and *B. brongniartii* mix, and distilled water (negative control). These alternatives will be evaluated under laboratory and field conditions for each study pest.

**Keywords:** Emerging pests, integrated management, cultivation of guava.

## 1. 1 INTRODUCCIÓN

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es una de las frutas tropicales más recurrentes en el mundo, cultivándose en una gran parte de la zona tropical. No obstante, la producción de guayaba a nivel mundial es pequeña al compararla con la producción de otras frutas tropicales: menor al 0,1% (Simmonds & Preedy, 2015). Para el año 2010, los mayores productores de guayaba en el mundo eran Brasil y EEUU (Hawaii) (Melgarejo *et al.*, 2010); no obstante, esta situación actualmente ha cambiado recuperando el primer lugar de producción India, con 18.431.330 toneladas, seguida de China, Tailandia, Indonesia y México con 4.674.951, 3.597.589, 2.431.329 y 1.754.609 toneladas respectivamente (SEDAGRO, 2016). Es económicamente importante, con diferentes niveles de producción, en Australia, Brazil, Colombia, Bangladesh, Cuba, Egipto, Israel, Jamaica, Kenia, Malasia, Pakistán, Suráfrica, Sudan, Taiwan, EEUU (Florida y Hawaii), Venezuela y Vietnam (Pommer & Murakami, 2009; Singh & Jain, 2005).

Colombia ocupa el puesto 22 entre los mayores productores (SEDAGRO, 2016), y produce principalmente en sistemas silvo-pastoriles dispersos de pequeñas unidades de economía campesina con áreas menores de 2 ha, en diversos ecosistemas andinos desde el nivel del mar hasta los 1900 m (Melgarejo *et al.*, 2010; Insuasty *et al.*, 2011). Los departamentos de mayor producción de guayaba son Santander, Boyacá, Tolima, Meta y Valle del Cauca; entre ellos el Departamento de Santander posee la mayor extensión cultivada (4.132 ha) con una producción que alcanza las 41.000 toneladas (30.57% de la producción nacional) (Melgarejo *et al.*, 2010).

A su vez, la Hoya del Río Suárez (de ahora en adelante HRS) y el Bajo Ricaurte en Boyacá y el Norte del Valle del Cauca, se han considerado como las mayores zonas productoras de guayaba en Colombia. Socialmente en la HRS, es importante destacar que de este producto viven alrededor de 6000 familias campesinas, quienes explotan plantaciones bajo condiciones aún silvestres y que están diseminadas en la región (Rodríguez *et al.*, 2006).

Por su parte, el Valle del Cauca participa con un 16% en la producción nacional y se destaca por tener un rendimiento promedio de 13,2 t/ha, el más alto del país después del departamento del Meta (Carrillo *et al.*, 2012).

Las condiciones del sistema de producción de guayaba en regiones como la HRS, Provincia de Vélez y Bajo Ricaurte, se ha dado históricamente como un <<*Sistema silvo-pastoril disperso*>>, donde las densidades de los árboles por unidad de superficie es altamente variable, con poblaciones que pueden fluctuar entre 100 a más de 1000 árboles por hectárea, y sin ningún tipo de manejo agronómico al cultivo (Insuasty *et al.*, 2011). Estos sistemas también son conocidos como



<<guayabales>> (Mendoza Lopez et al., 2005). Estas condiciones silvestres han repercutido de manera negativa y han hecho que las producciones por árbol sean demasiado bajas (<20 kilos de fruta/árbol) y, que a su vez, se haya incrementado el ataque de insectos plagas y microorganismos patogénicos de importancia económica como lo son el picudo de la guayaba (*Conotrachelus psidii* Marshall), la mosca de la fruta (*Anastrepha striata* Schiner), la enfermedad de la costra o clavo de la guayaba (*Pestalotia versicolor* Speg.) y la enfermedad de la roya (*Puccinia psidii*) (Insuasty et al., 2011).

Sumado a lo anterior en los últimos 12 años en la región de la HRS, Provincia de Vélez y Bajo Ricaurte, se ha venido incrementando el ataque de insectos plaga emergentes, principalmente barrenadores, que atacan tanto el tronco como las ramas del árbol de guayabo (Pulido Blanco, 2013). Estos insectos, denominados como anillador y taladrador del tronco, sumados a los insectos plagas identificados, han provocado en gran parte la disminución de la capacidad productiva del árbol y en algunos casos su muerte con la subsecuente disminución del área de siembra en zonas infestadas (Pulido Blanco, 2013, 2014).

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, antes Corpoica, ahora AGROSAVIA, en los años 2013 y 2014 logró identificar taxonómicamente los dos insectos plaga, así como determinar sus ciclos de vida en laboratorios y campos comerciales de la HRS (Corpoica, 2015; Pulido Blanco, 2013, 2014). Ahora surge la necesidad de identificar opciones de manejo de las plagas emergentes enmarcadas en el manejo integrado de plagas – MIP - principal hito de un programa de manejo integrado. En este sentido, este trabajo se propone identificar, evaluar y recomendar las alternativas de manejo para el gusano anillador *Carmenta theobromae* y el gusano taladrador *Simplicivalva ampliophilobia*, para las condiciones medioambientales de los sistemas productivos de guayaba de la HRS como una contribución al MIP del cultivo de la guayaba extensible a todo el país.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Fundamentado en la problemática sanitaria del cultivo de la guayaba en la región de la HRS, Provincia de Vélez y Bajo Ricaurte, se han venido estudiando alternativas y estrategias de manejo integrado de las poblaciones de insectos plaga que ocasionan un impacto económico en esta especie frutícola, como los son las moscas de la fruta (*Anastrepha striata* (Schiner), *Anastrepha fraterculus* Wiedemann), picudo de la guayaba (*Conotrachelus psidii* Marshall), enfermedad de la costra o clavo de la guayaba (*Pestalotia versicolor* Supeg.), entre otras (Corpoica, 2015), a través del desarrollo de múltiples investigaciones (Yepes & Vélez, 1989; Nuñez Bueno, 1999). Sin embargo, y a pesar de todo este esfuerzo, en la región de la Provincia de Vélez – Santander, y Bajo Ricaurte – Boyacá, en los 12 últimos años se ha reportado el ataque de dos plagas emergentes, denominadas como gusano anillador y gusano taladrador (Pulido Blanco, 2013). Aunque AGROSAVIA adelantó estudios de taxonomía, ciclo de vida, cuantificación de daños (severidad e incidencia) del gusano taladrador y anillador durante el 2013 y 2014 (Pulido Blanco, 2013, 2014), no se tienen identificadas, evaluadas y a lo sumo determinadas las alternativas de manejo de estas plagas, fin último de un programa de manejo integrado.

### 1.2.1 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los mejores métodos de manejo de las plagas gusano anillador *Carmenta theobromae* y taladrador *Simplicivalva ampliophilobia* en la Hoya del río Suárez, Colombia?

### 1.2.2 Hipótesis

H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas entre las alternativas de manejo de las plagas evaluadas bajo condiciones de parcela comercial y laboratorio en la localidad de la Hoya del río Suárez.

H<sub>a1</sub>: Existen diferencias significativas entre las alternativas de manejo de las plagas evaluadas bajo condiciones de parcela comercial y laboratorio en la localidad de la Hoya del río Suárez.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

No existen estudios sobre las estrategias de manejo de dos plagas emergentes del cultivo de la guayaba reportadas para la región de la Hoya del Río Suárez, ubicada entre Santander y Boyacá, denominadas por su daño sobre el guayabo como anillador y taladrador. Para el anillador y el taladrador se ha reportado infestaciones del orden del 98% y 94% respectivamente, en cultivos silvo-pastoriles dispersos de la HRS entre Santander y Boyacá, con valores de severidad moderados a severos en árboles mayores a 5 años de edad (Pulido Blanco, 2013, 2014), situación que refleja la necesidad urgente de identificar alternativas de manejo de sus poblaciones para reducir el daño potencial sobre la unidad productiva del cultivo de guayaba.

Este estudio tiene como propósito investigar las alternativas de manejo seleccionadas con el ánimo de identificar estrategias enmarcadas en el manejo integrado de plagas. Con esto se busca dar respuesta mediata a una problemática con pertinencia para el desarrollo del cultivo de guayaba en Colombia que es demanda prioritaria de las cadenas agroindustriales del frutal en Santander, Boyacá y Meta (Siembra, 2018).

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 General

- Determinar las alternativas de manejo, biológicas, culturales y químicas para los gusanos xilófagos anillador: *Carmenta theobromae* (Lepidoptera: Sesiidae); y taladrador: *Simplicivalva ampliophilobia* (Lepidoptera: Cossidae) del cultivo de la guayaba (*Psidium guajava* L) en la Hoya del Río Suárez, Santander, Colombia.

### 1.4.2 Específicos

- Identificar alternativas de manejo de los gusanos xilófagos anillador (Lepidoptera, Sesiidae) y taladrador (Lepidoptera, Cossidae) asequibles a los productores de guayaba (*Psidium guajava* L) de la Hoya del río Suárez.
- Evaluar alternativas de manejo biológicas, culturales y químicas para los gusanos xilófagos anillador (Lepidoptera, Sesiidae) y taladrador (Lepidoptera, Cossidae) bajo condiciones de laboratorio.
- Evaluar alternativas de manejo biológicas, culturales y químicas para los gusanos xilófagos anillador (Lepidoptera, Sesiidae) y taladrador (Lepidoptera, Cossidae) en parcela comercial de guayaba (*Psidium guajava* L) en la Hoya del Río Suárez.
- Generar recomendaciones para el manejo fitosanitario de los gusanos xilófagos anillador (Lepidoptera, Sesiidae) y taladrador (Lepidoptera, Cossidae) en cultivos de guayaba (*Psidium guajava* L) con base en los hallazgos de esta investigación.

## 1.5 MARCO TEÓRICO

### 1.5.1 El género *Psidium*

El género *Psidium* se originó en una zona de la América tropical en el área que actualmente comprende desde México hasta Brasil. Para algunos investigadores el centro de origen específicamente se sitúa en Centroamérica, en los países de Costa Rica, Guatemala y México; no obstante, otros investigadores proponen a la zona entre Colombia, Perú y Ecuador como centro de origen (Solarte Quintero, 2014).

*Psidium* se sitúa en la familia de las mirtáceas, con más de 150 géneros y un aproximado de 5.650 especies (Coser *et al.*, 2012). Este género está caracterizado por ostentar frutos globosos en baya, aperados, con un aroma y sabor organolépticamente atractivos (De Granada, 1987; Parra-Coronado, 2014; Toro-Meza & Salazar-Castro, 1986).

#### **Clasificación taxonómica.**

El género *Psidium* pertenece al:

**Súper reino:** Eukaryota  
**Reino:** Plantae  
**División:** Magnoliophyta  
**Clase:** Magnoliopsida  
**Orden:** Myrtales  
**Familia:** Myrtaceae  
**Subfamilia:** Myrtoideae  
**Tribu:** Myrteae  
**Género:** *Psidium*

### 1.5.2 La guayaba

*Psidium guajava* L. es una especie nativa de América tropical, de la familia Myrtaceae y su origen probablemente está entre México y Perú (Insuasty *et al.*, 2011; Melgarejo *et al.*, 2010), pero con relativa confianza se puede asegurar que se sitúa en la América tropical (Gómez *et al.*, 1999). En Colombia, su producción se concentra en los departamentos de Santander y Boyacá (48 %), Meta (28 %), Tolima (10 %), Cundinamarca (9 %), Huila, Antioquia, Cauca, Nariño y Atlántico (5 %), principalmente (Carabalí *et al.*, 2015). Existen más de 12.000 fruticultores de guayaba que en las diferentes regiones manejan más de 15.000 ha y generan una

producción cuyo valor anual se puede estimar entre US\$24 y US\$30 millones (Carabalí *et al.*, 2015).

Vastas culturas indígenas de la América precolombina usaron la guayaba por sus propiedades medicinales y alimenticias (Begum *et al.*, 2002; Gutiérrez *et al.*, 2008; Pachanawan *et al.*, 2008; Coser *et al.*, 2012). Además, la tendencia en los últimos estudios de la fruta han revelado sus propiedades como antibiótico usado en contra de agentes bióticos causantes de infecciones intestinales (Pachanawan *et al.*, 2008), así como el uso de sus aceites esenciales en farmacéutica, cosmetología y perfumería (Khadhri *et al.*, 2014).

La guayaba tiene alto contenido de vitaminas A, B, C, además de tiamina, riboflavina, niacina y minerales como calcio, hierro y fósforo (Gómez *et al.*, 1999; Villamizar C, 2000; Melgarejo *et al.*, 2010; Yam-Tzec *et al.*, 2010). Se destaca su contenido de vitamina C que tiene una concentración aproximadamente siete veces mayor que la naranja (Melgarejo *et al.*, 2010). La producción nacional de guayaba sustenta una importante agroindustria rural y solo en la Región del río Suárez (Santander, Colombia), existen aproximadamente 131 fábricas de bocadillo, cuya producción anual se valora en más de US\$24 millones (Asociación Hortofrutícola de Colombia, 2014; Insuasty *et al.*, 2011). La superficie estimada sembrada en Santander es de 10.000 ha, con un rendimiento potencial de 60 t/ha para cultivos tecnificados (Corpoica, 2015).

A nivel mundial, la guayaba se siembra en la mayor parte de países tropicales y sub tropicales (Gutiérrez *et al.*, 2008), y los países reconocidos como principales productores incluye India, Pakistán, México, Brasil, Egipto, Tailandia, Colombia, Indonesia, Venezuela, Sudan, Bangladesh, Vietnam, Malasia, Perú, Ecuador, Estados Unidos, Costa Rica, Cuba y Sur África (Pommer & Murakami, 2009; SEDAGRO, 2016).

El cultivo de la guayaba se desarrolla bien desde los 0 hasta los 2.000 msnm; sin embargo, temperaturas cercanas a los 3 °C no permiten maduración del fruto. El requerimiento de agua varía entre los 800 a 2.000 mm anuales y aun soporta períodos prolongados de sequía de hasta seis meses. Es un cultivo rústico, adaptado a una amplia gama de suelos, desde arenosos hasta arcillosos; sin embargo, para una producción comercial se prefiere la siembra en suelos de textura franca. También tolera suelos permeables y, en relación con el pH, el más favorable se encuentra entre 5 a 6; además, posee baja tolerancia al aluminio (Gómez *et al.*, 1999; Villamizar C, 2000). La diversidad genética de esta especie permite su utilización tanto en mercado en fresco, como para la industria en la producción de bocadillo, jaleas, néctares y pulpas (Toro-Meza & Salazar-Castro, 1986).

Desde el punto de vista fitosanitario, esta especie afronta una serie de problemas asociados con el ataque de plagas y enfermedades (Mishra *et al.*, 2013), dentro de los cuales destaca, por los daños causados al cultivo, el ataque de los insectos.

### 1.5.3 Insectos plaga del cultivo de la guayaba

Los principales insectos limitantes de la guayaba son el complejo de moscas de la fruta (Diptera, Tephritidae: *Anastrepha* spp), el picudo de la guayaba (Coleoptera, Curculionidae: *Conotrachelus psidii*) (Rodríguez *et al.*, 2006; Insuasty *et al.*, 2011) y las plagas emergentes anillador (Lepidoptera, Sesiidae: *Carmenta theobromae*) y taladrador (Lepidoptera, Cossidae: *Simplicivalva ampliophilobia*) (Carabalí *et al.*, 2015; Pulido Blanco, 2013, 2014).

#### 1.5.3.1 Moscas de las frutas

La guayaba es atacada principalmente por dos especies: *Anastrepha striata* y *A. fraterculus*. Esta última ataca aproximadamente 80 plantas hospederas y se extiende desde México hasta Argentina (Nuñez Bueno & Pardo Enciso, 1996; Núñez, *et al.*, 2004). *A. striata* ataca especies pertenecientes a siete familias, razón por la cual es una especie polífaga, con restricciones cuarentenarias (Aluja, 1994; Insuasty *et al.*, 2011; Quintero *et al.*, 2012).

En general, los tephritidos tienen una gran ventaja adaptativa al encontrarse en diferentes ambientes; gracias a que soportan temperaturas desde los 6°C hasta los 30°C (Nuñez Bueno & Pardo Enciso, 1996).

#### 1.5.3.2 Picudo de la Guayaba: *Conotrachelus psidii* Marshall

El picudo de la guayaba es un Coleóptero de la familia Curculionidae. La hembra adulta de este insecto plaga generalmente oviposita un huevo por fruto, el cual es de forma ovalada, de color blanquecino y puede medir hasta 1 mm de longitud. La hembra prefiere ovipositar frutos que están entre los 30 a 90 días de edad, aunque también se ha observado el ataque o daño en botones florales (Insuasty *et al.*, 2011).

Toda la fase larval del picudo se desarrolla dentro de los frutos de guayaba, en donde se alimenta de las semillas y la pulpa. El picudo inutiliza la fruta del guayabo, momificando los tejidos una vez abandona la fruta para completar su ciclo vital en fase de pupa en el suelo (Insuasty *et al.*, 2011).

En el año 2015 Palacio-Cortés *et al.*, lograron identificar la feromona de agregación de *Conotrachelus psidii* tanto para las poblaciones de Linhares, Espírito Santo, Brazil, como para las poblaciones de la HRS, en Santander. Esta feromona macho-específica corresponde al (1R,2S,6R)-Papayanol. Con esto se da un paso

fundamental hacia el manejo integrado de la plaga basado en el manejo biológico (Palacio-Cortés *et al.*, 2015).

### 1.5.3.3 Anilladores

Pertenece a la familia Sesiidae, caracterizada porque en su fase larval barrenan madera viva (troncos, ramas y raíces) de hospederos arbustivos, arbóreos y herbáceos (Lacey *et al.*, 2015; Solomon & Dix, 1979).

La mayoría de las investigaciones se han centrado en la identificación de los llamados <<*Dogwood borer*>>, larvas de sésidos encontradas en amplios hospederos del hemisferio norte (Olarde-Espinosa, 1972; Harms & Aiello, 1995; Lee *et al.*, 2004). Estas larvas pertenecen al género *Synanthedon*, y para su manejo se ha privilegiado el manejo integrado de plagas basada en el uso de antagonistas naturales, sobre todo nematodos del género *Steinernema* (Cottrell & Shapiro-Ilan, 2006; Shapiro-Ilan *et al.*, 2015). También se ha extendido el uso de feromonas sintéticas (Delgado, 2007), aunque sin resultados sobresalientes (Navarro *et al.*, 2004; Sánchez *et al.*, 2011; González *et al.*, 2012).

### 1.5.3.4 Taladradores

Pertenece a la familia Cossidae, cuyos estados larvales son plagas principales de un amplio grupo de especies vegetales con interés comercial (Davis *et al.*, 2008). No obstante, destaca su uso como cebo de pesca o, incluso, como suplemento alimenticio o souvenir exótico de licores: las larvas de *Comadia redtenbacheri* se desarrollan dentro de maguey *Agave lechuguilla*, y son consumidas asadas junto a Orthopteros en un plato conocido como Chapulines, o inmersas dentro de botellas del mezcal, licor de esta misma planta (Valdez-Carrasco, Hernández-Livera, Nieto-Hernández, Castillo-Márquez, & Llanderal-Cázares, 2005).

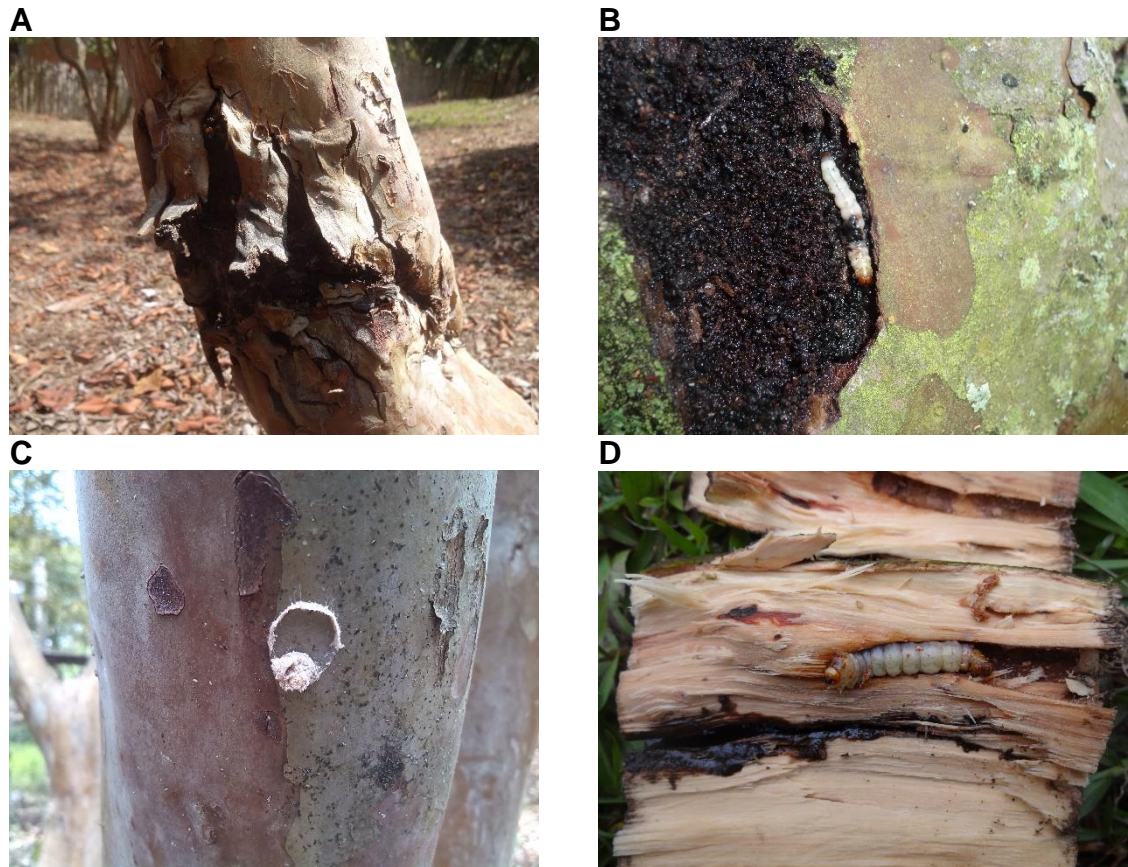
A pesar de ello, el estudio de los Cossidae es restringido a especies septentrionales que realizan la diapausa, cuyos fases larvales se ajustan estacionalmente (Amate, García, & Vega, 2000), por lo que no es posible comparar directamente los ciclos vitales, o las estrategias de manejo basadas en la estacionalidad a partir de estos ciclos entre especies de cósidos septentrionales y pan-tropicales (Pulido Blanco, 2014).

### 1.5.4 Plagas objeto de estudio

Corresponden a dos plagas emergentes del cultivo de la guayaba cuyo daño se ha hecho patente desde el año 2006 en sistemas silvo-pastoriles dispersos, cultivos



en tecnificación y tecnificados de la localidad de la eco región de la HRS entre Santander y Boyacá (Pulido Blanco, 2013). Debido a la forma de su daño fueron inicialmente conocidos por los recolectores y productores de guayaba de la zona como gusano anillador (Figura 1A, B) y gusano taladrador (Figura 1C, D).



**Figura 1.** Plagas objeto de estudio. A. Daño provocado por anillador: los residuos negros por debajo de la corteza corresponden a las excretas del anillador. B. Larva de anillador de último instar en sitio de medra. C. Daño de taladrador: los cilindros que se desprenden del orificio operculado corresponden a las excretas de taladrador. D. larva de taladrador de último instar dentro del tronco. Fuente A, C y D: Pulido Blanco, 2014. Fuente B: autor.

#### 1.5.4.1 Anillador *Carmanta theobromae*

El anillador de la guayaba *Carmanta theobromae* corresponde a un sésido cuyo estado larval consume el ruedo del tronco, ramas secundarias y terciarias del árbol de guayaba (*Psidium guajava*), entre el duramen y la corteza, directamente sobre la albura (Pulido Blanco, 2013).

#### 1.5.4.1.1 Daño de *C. theobromae*

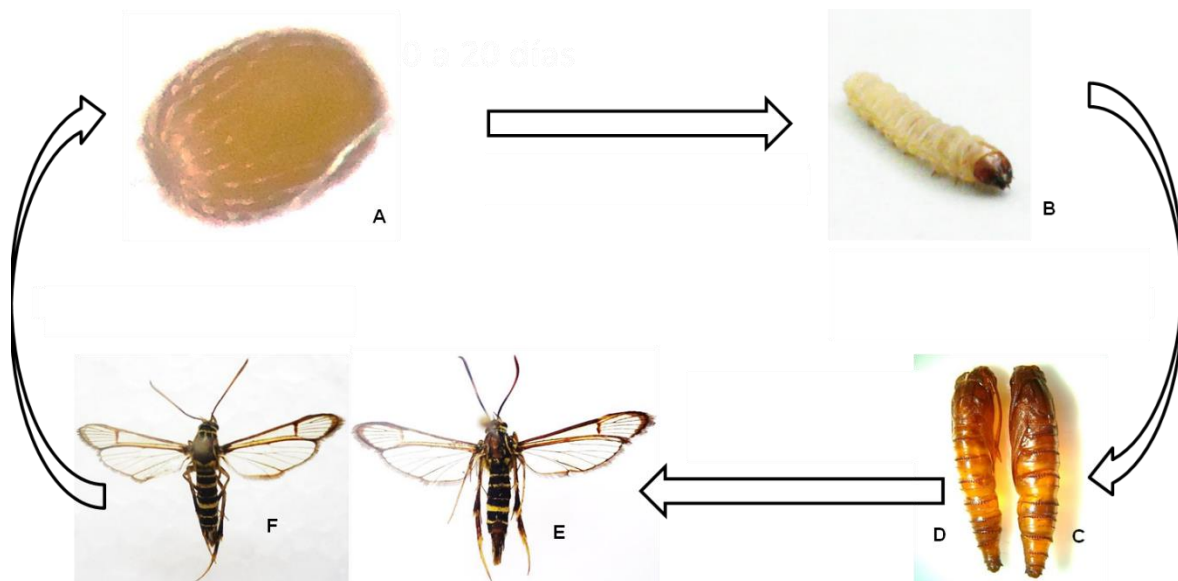
La herida se caracteriza por una barrenación continua del tejido por debajo de la corteza, es decir, del cambium, floema y xilema primario, así como parte de la peridermis, alrededor del ruedo del tronco, las ramas primarias, secundarias e, inclusive, terciarias, desde zonas abiertas de la corteza. Esta herida es en forma de anillo, de donde proviene el nombre vernáculo de la plaga (figura 2). Cuando *C. theobromae* consume estos tejidos interrumpe el crecimiento de la zona afectada y la traslocación de agua y nutrientes, siendo los síntomas observados evidencias de este hecho, pues no llegan los macro y micronutrientes a las hojas, con las subsecuentes clorosis (nitrógeno), enrojecimiento de hojas (fósforo), pérdida de vigor, epinastia (turgencia), emergencia de ramas por debajo de la herida (pérdida del cambium) (Pulido Blanco, 2013). Los síntomas son más severos cuanto más tejido ha sido removido, es decir, cuando el anillo se cierra, y pueden conducir a la muerte de la planta, sobre todo en etapas tempranas de su desarrollo (árboles menores de 5 años de edad), y en árboles adultos se evidenció la coexistencia de una o ambas plagas con su huésped, sin producir su muerte, pero sí disminuyendo su capacidad de producción de fruta de 30 Kg fruta/árbol semana a 20 kg fruta/árbol semana (Pulido Blanco, 2014). En tal sentido, esta plaga y el taladrador son parásitos exitosos que no suelen matar su hospedero (árboles adultos). No obstante, en caso de muerte acarrea la pérdida de la unidad productiva del agroecosistema guayabero.



**Figura 2.** Daño del anillador *Carmenta theobromae*. Fuente: Pulido Blanco, 2014.

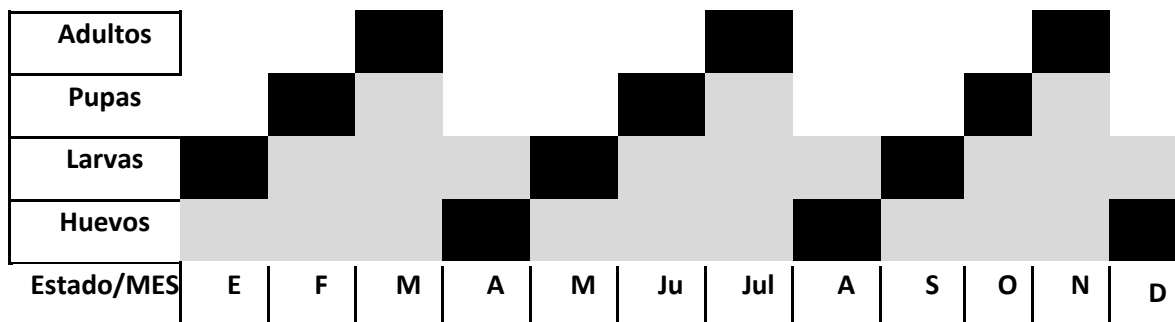
#### **1.5.4.1.2 Ciclo de vida de *C. theobromae***

Insecto holometábolo, con un ciclo de vida en laboratorio de 90 a 110 días: huevo, 10 a 20 días; Larva, 6 a 7 instares, 50 a 60 días; pupa, 20 a 22 días; imago, 5 a 7 días (Hr:  $55.6 \pm 11.58\%$ , °T:  $25.4 \pm 4.93^{\circ}\text{C}$ ). Se registran imagos que duran 14 días de vida.



**Figura 3.** Ciclo de vida de *Carmenta theobromae* en laboratorio. A. Huevo. B. Larva de VI instar. C. Exhubia de pupa hembra. D. Exhubia de pupa macho. E. Hembra. F. Macho. Fuente: Pulido Blanco, 2014.

En campo el ciclo de vida no se ve afectado por la estacionalidad del cultivo porque no consume tejidos con cambios fenológicos marcados, más si está acompasado con la presencia de lluvias (figura 4) (Pulido Blanco, 2014), siendo patente las tres generaciones por año con superposición de estados. El ciclo de vida en campo es más prolongado que en laboratorio, con una duración de 110 a 120 días (Pulido Blanco, 2014).



**Figura 4.** Ciclo de vida del anillador *Carmenta theobromae* a partir de datos de prevalencia de estados en campo y daño a lo largo del año. Fuente: Pulido Blanco, 2014.

#### **1.5.4.2 Taladrador *Simplicivalva ampliophilobia***

El taladrador del tallo *Simplicivalva ampliophilobia* corresponde a un cóssido, familia de polillas nocturnas de importancia económica, cuyo estado larval consume tejido xilemático y floemático a lo largo del tronco de guayaba, a través de galerías que va horadando durante la alimentación, y llegando frecuentemente hasta la médula del árbol o la rama (Pulido Blanco, 2013).

##### **1.5.4.2.1 Daño de *S. ampliophilobia***

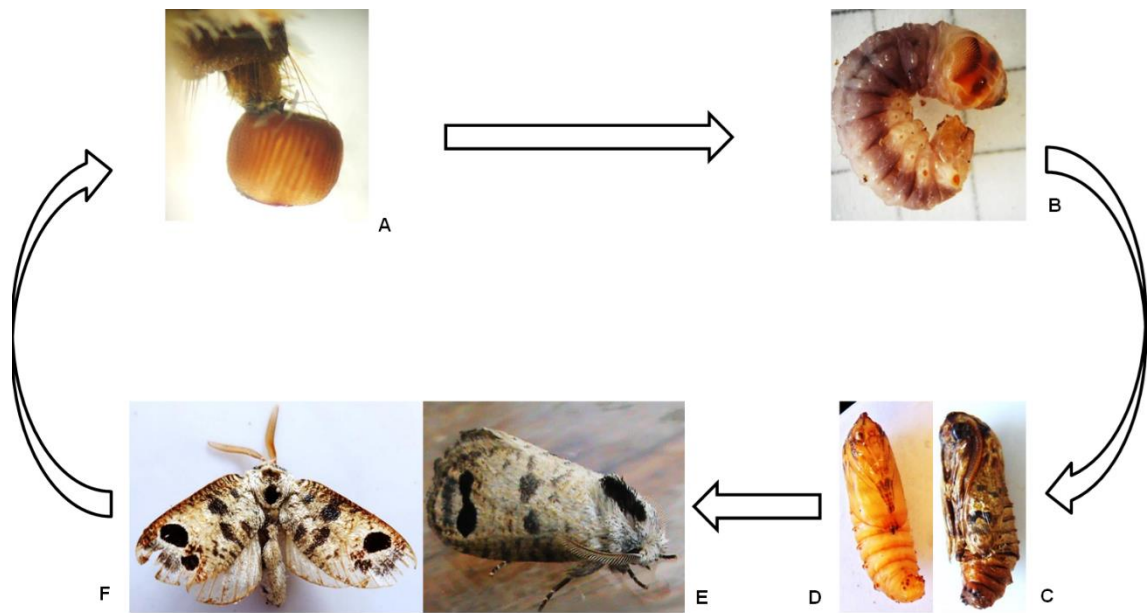
*S. ampliophilobia* devora en sentido horizontal desde la corteza, pasando por el floema y cambium hasta llegar al xilema primario. Si el árbol no es muy grueso puede llegar hasta la médula. Una vez allí, consume el tejido conductor en sentido vertical, con una galería de más de 80 cm de largo por un centímetro de radio, todo durante ocho meses al interior del hospedero. De esta manera, el daño provocado por el taladrador es más agudo que el del anillador por cuanto remueve más masa durante más tiempo, consumiendo los mismos tejidos que el anillador en sentido horizontal y adicionándole la remoción del tejido de conducción en sentido vertical. Además, al tratarse de la eliminación de los tejidos de transferencia de sustancias de la planta se producen daños asociados al transporte como el estrés hídrico. Existen remociones de tejido tan drásticas que solo quedan la corteza exterior; sobre todo en ramas terciarias (Pulido Blanco, 2013, 2014) (figura 5).



**Figura 5.** Daño de *Simplicivalva ampliophilobia*. Se observan en detalle el orificio operculado y sin opérculo, responsable de la denominación de taladrador, y las excretas que se acumulan en la base del árbol. Fuente: Pulido Blanco, 2014.

#### 1.5.4.2.2 Ciclo de vida de *S. ampliophilobia*

Insecto holometábolo, con un ciclo de vida univoltino (una generación por año), Se determinó que en las condiciones abióticas de la subregión de la HRS ( $25 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $60 \% \pm 10 \% \text{ HR}$ ) el taladrador es una especie con un ciclo de aproximadamente 294 a 366 días desde huevo a adulto (figura 6): huevo, 15 a 40 días; larva, 230 a 270 días; pupa, 42 días; imago, 7 a 14 días (Pulido Blanco, 2014).



**Figura 6.** Ciclo de vida de *Simplicivalva ampliophilobia* en laboratorio. A. Huevo. B. Larva de VI instar. C. Pupa macho. D. Pupa hembra. E. Adulto hembra. F. Adulto macho. Fuente: Pulido Blanco, 2014.

### 1.5.5 Manejo integrado de plagas

El manejo integrado de plagas –MIP- intenta el más eficiente uso de las estrategias disponibles para el manejo de las poblaciones de las plagas por medio de la toma de acciones que prevengan problemas, suprima niveles de daño y haga uso del manejo químico solamente cuando y donde sea extremadamente necesario. En lugar de tratar de erradicar las plagas, el MIP se esfuerza en prevenir su desarrollo o a suprimir el número de las poblaciones de plagas a niveles por debajo de lo que podría ser económicamente dañino (Avila, 2003). En este trabajo de grado usamos la definición de plaga de la FAO (2017), como <<Cualquier especie, raza o biotipo vegetal, animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales>>. Pimentel et al (1997) estimaron el número de plagas agrícolas en 70.000 especies, las cuales incluyen 10.000 especies de insectos (Dhaliwal, Dhawan, & Singh, 2007). Para el manejo de las dos plagas objeto de estudio de ese universo de 10.000 especies plagas de insectos nos centramos en el uso de estrategias biológicas, químicas y culturales.

### **1.5.5.1 Métodos De Manejo De Plagas**

#### **1.5.5.1.1 Manejo ecológico de plagas**

Se define como el uso de opciones ecológicamente sustentables para el manejo de poblaciones de plagas silvestres. Con el manejo ecológico de una plaga se pretende bajar los niveles poblacionales de esta por debajo del daño económico. La plaga forma parte del equilibrio del sistema. Al eliminarla aparecen nuevos nichos ecológicos, que son ocupados inmediatamente por otros insectos y desaparecen los enemigos naturales que se alimentaban de los primeros. Utilizar plaguicidas continuamente crea resistencia de los insectos hacia el producto. El aspecto más importante, en una huerta orgánica para el manejo ecológico de plagas es el mantenimiento de la fertilidad del suelo, mediante técnicas de laboreo, abonos verdes, compost, rotaciones y asociaciones de plantas. El uso de antagonistas autóctonos, sobre todo entomopatógenos y parasitoides, es el método más deseado por su pertinencia (Quintero *et al.*, 2012; Solarte Quintero, 2014; Lacey *et al.*, 2015).

Control biológico de conservación: Este se define como la modificación del medioambiente o de las prácticas existentes, para proteger y mejorar la actividad de enemigos naturales específicos o de otros organismos que reduzcan el efecto nocivo de plagas (Eilenberg *et al.*, 2001). Por enemigos naturales se entiende todo tipo de organismos que cumplen la función de regulación biológica de poblaciones: insectos, ácaros, hongos, bacterias, etcétera.

#### **1.5.5.1.2 Manejo cultural**

Son las acciones que crean un medio desfavorable para el desarrollo de las plagas: - Manejo de malezas, manteniendo algunos hospederos de insectos benéficos. - Rotación de cultivos. - Movimiento de la tierra. - Épocas de siembra favoreciendo el escape en el tiempo a ciertas plagas. - Asociaciones para repelencia y confusión. - Cercos Vivos como barrera. - Conducción adecuada de las especies hortícolas: riego y nutrición. - uso de variedades resistentes. 3 Manejo biológico Aprovechar la acción de enemigos naturales de las plagas. - No usar insecticidas. - Plantar hospederos para mantener los enemigos naturales. - Recolectar enemigos naturales y distribuirlos. Manejo químico Debe ser la última acción para el manejo, ya que el uso de un insecticida produce ruptura en el sistema. Para usarlos, se debe tener en cuenta: - Presencia de enemigos naturales. - Elección del preparado de acuerdo a cada situación y no a una receta rígida. - Oportunidad de aplicación y dosis. - Estado fenológico de la planta (Quintero *et al.*, 2012; Solarte Quintero, 2014; Lacey *et al.*, 2015).



### **1.5.5.1.3 Manejo Químico**

Algunos pesticidas son usados preventivamente, por ejemplo, herbicidas, fungicidas y nematocidas. En un programa MIP efectivo, los pesticidas son aplicados sobre la base de una prescripción dependiente de la plaga en particular y escogidos de tal manera que tengan el mínimo impacto sobre la gente y el ambiente.

Ellos serán aplicados solamente cuando la población de la plaga ha sido diagnosticada como lo suficientemente grande para atentar contra niveles aceptables de rendimiento y calidad de los cultivos. Dentro de un programa integrado de plagas y enfermedades, el manejo químico es una estrategia que se deja para ser usada cuando y donde sea extremadamente necesario. Las aplicaciones de insecticidas se basarán en los resultados de la exploración y muestreo de las plagas clave. También se tomará en cuenta para decidir una aplicación de insecticidas, el conocimiento del umbral económico de la plaga a manejar (Quintero *et al.*, 2012; Solarte Quintero, 2014; Lacey *et al.*, 2015).

## 1.6 ESTADO DEL CONOCIMIENTO

En 1972 el taladrador *S. ampliophilobia* fue reconocido por Olarte (1972) como un Cossidae. No obstante, no hubo reconocimiento taxonómico en los niveles de género y especie. Así mismo, el anillador *C. theobromae* fue reportado por Gómez Santos (1998), pero no se presentaron estudios sobre su taxonomía, biología, comportamientos, distribución y daños en la región de estudio. Sólo hasta los trabajos de Pulido Blanco (2013, 2014) y Carabalí et al (2015) se dio identidad a las plagas y se resolvieron los aspectos básicos de su ciclo de vida. No obstante, estos trabajos presentan listados de enemigos naturales de las plagas, no se hicieron estudios de estrategias de manejo ni evaluaciones en laboratorio o campo.

### 1.6.1 Anillador *C. theobromae*

Se conocía la presencia de un problema limitante de la producción de guayaba en la HRS, cuyo rasgo característico era una herida en el tronco y/o en las ramas primarias, secundarias y terciarias, hacia las axilas de los brotes y en los ápices de las ramas recientemente cortadas (en labores de poda principalmente). No obstante, hasta los estudios de Agrosavia entre el 2013 y 2015, no habían datos reportados sobre esta plaga (Carabalí et al., 2015; Pulido Blanco, 2013, 2014), razón por la cual es el único estudio existente en la bibliografía actual sobre estas plagas en esta localidad de estudio.

#### 1.6.1.1 Antecedentes de identificación de *C. theobromae*

En el año 2013 Pulido Blanco identificaron a el anillador de la guayaba como *Carmenta theobromae* (Busck, 1910) (Pulido Blanco, 2013) (figura 7), con sinonimia de *Sesia theobromae* (Busck, 1910) (Delgado, 2007). Esta especie fue inicialmente descrita a partir de un macho colectado en un fruto de cacao, y los reportes geográficamente más cercanos a Colombia y recientes, excluyendo los estudios de Agrosavia, provienen de un estudio realizado con pasadores de las semillas de cacao en el estado de Aragua en Venezuela en el 2005 (Delgado, 2007), así como un estudio sobre pasadores de cacao en el Valle del Cauca, donde se identificó a *Carmenta foraseminis* y *C. theobromae* como plagas causales (Corpoica, 2015). Por lo anterior, se hipotetiza que *C. theobromae* pasó de consumir la mazorca y semillas del cacao a los tallos y tronco del guayabo, lo cual concuerda con lo reportado por Harms y Aiello (1995), quienes consideran que las especies cuyas larvas son perforadoras del fruto tienen un comportamiento aberrante o totalmente diferente al encontrado en la mayoría de las especies de la familia Sesiidae, quienes en su fase

larval, se caracterizan por ser perforadoras principalmente de tallos, ramas o raíces (Solomon & Dix, 1979).



**Figura 7.** Identificación taxonómica del anillador. Fuente: Pulido Blanco, 2013.

#### **1.6.1.2 Antecedentes de distribución de *C. theobromae***

En Colombia se ha corroborado la presencia de *C. theobromae* en el Norte del Valle del Cauca en guayaba Pera y Cacao (*Theobroma cacao*), así como en el Occidente de Boyacá en guayaba regional roja, la HRS en regional roja y blanca, Ica Pera, Mulata y Jaibana (Pulido Blanco, 2014). Hay reportes en guayaba en el municipio de Viotá (Cundinamarca) sin confirmar (Arevalo, 2010).

#### **1.6.1.3 Antecedentes de Incidencia y severidad de *C. theobromae* en la HRS**

Los porcentajes de incidencia de *C. theobromae* en el cultivo de guayaba varían desde el 3.2% para un cultivo tecnificado, hasta el 100% en un cultivo silvo-pastoril. Así mismo, dentro de un mismo sistema de una misma locación los porcentajes de incidencia fluctúan desde el 16% al 21% en el sistema tecnificado contra el 46 al 74% de incidencia en el silvo-pastoril. En el sistema tecnificado se estima una reducción en la incidencia con una media del orden del 50,83% con respecto al

sistema silvo-pastoril (Pulido Blanco, 2014). Este hecho se atribuye principalmente a dos razones: 1. Plateo: el plateo elimina las plantas asociadas a la base del árbol eliminando reservorios para las plagas, aumentando la temperatura del suelo y disminuyendo drásticamente la humedad necesaria para el desarrollo de los estadios huevo y larva, impidiendo su establecimiento. 2. Podas: en especial las podas de formación que favorecen el crecimiento plagiotrópico hasta 2,5 metros de altura, pues favorecen la entrada de luz ambiental suficiente para asegurar un ambiente adverso a huevos y larvas con el subsecuente incremento de la temperatura del tronco y las ramas (Pulido Blanco, 2014). Se ha estimado la severidad del ataque de *C. theobromae* sobre árboles de guayaba entre 1 a 15 años de edad como 3, daño moderado, en una escala de 0 a 5 donde 0 es ausencia de síntomas de daño y 5 es muerte del árbol.

#### 1.6.1.4 Antecedentes de métodos de manejo de *C. theobromae* en la HRS

Pulido Blanco (2014) identificó 17 especies de parasitoides y 7 especies de entomopatógenos de 318 Himenopteros, 4 dipteros y 24 microcultivos de hongos analizados. Los parasitoides del anillador fueron: Reino: Animalia; Phylum: Arthropoda; Clase: Insecta; Orden: Hymenoptera; Familia: Braconidae; Subfamilia: Agathidinae; Genero: *Bassus*; Especie: *Bassus brullei*, parasitoide de larvas; Subfamilia: Braconinae; Genero: Bracon, parasitoide de larvas Subfamilia: Microgastrinae; Genero: *Apanteles*, parasitoide de larvas; Genero: *Parapanteles*, parasitoide de larvas; Familia: Chalcididae; Subfamilia: Chalcidinae; Genero: *Brachymeria*; Especie: *Brachymeria pedalis*, parasitoide de pupas; Genero: *Brachymeria*; Especie: *Brachymeria conica*, parasitoide de pupas; Familia: Eulophidae; Subfamilia: Tetraschinae; Genero: cf *Baryscapus*, parasitoide de larvas y pupas; Familia: Eurytomidae; Subfamilia: Eurytominae; Genero: *Eurytoma*, parasitoide de larvas y pupas; Familia: Ichneumonidae; Subfamilia: Banchinae; Genero: *Lissonota*, parasitoide de larvas y pupas; Subfamilia: Cryptinae; Genero: *Toechorychus*, parasitoide de larvas y pupas; Subfamilia: Ctenopelmatinae; Genero: *Scolomus*, parasitoide de larvas; Subfamilia: Pimplinae; Genero: Pimpla Especie: *Pimpla sanguinipes*, parasitoide de larvas; Subfamilia: Poemeniinae; Genero: Ganodes, parasitoide de larvas; Familia: Pteromalidae; Subfamilia: Pteromalinae; Genero: *Polstonia*, parasitoide de larvas y pupas; Familia: Scelionidae; Subfamilia: Scelioninae; Genero: *Gryon*, parasitoide de huevos; Genero: *Telenomus*, parasitoide de huevos; Orden: Diptera; Familia: Tachinidae; Genero: *Siphostumia*, parasitoide de larvas y pupas; Genero: *Sturmiomima*, parasitoide de larvas y pupas. Las parasitaciones más frecuentes fueron de las especies *Brachymeria pedalis* y *B. conica*, con el 40% de las pupas traídas de campo parasitadas. De estas dos, *B. pedalis* fue más agresiva, siendo observada 70% más que *B. conica*.

Los hongos entomopatógenos de *C. theobromae* encontrados en al HRS son *Paecylomyces* sp., (Samson 1974), posiblemente el nematófago *P. lilacinus*; *Lecanicillium lecanii* (R. Zare and W. Gams, 2001); *Beauveria bassiana* (Bals-Criv) Vuill, 1835, y *B. brongniartii* (Sacc) Petch, 1926.

## 1.6.2 Taladrador *S. ampliophilobia*

### 1.6.2.1 Antecedentes de identificación de *S. ampliophilobia*

En el año 2013, Pulido Blanco identificó al taladrador del cultivo de la guayaba como *Simplicivalva ampliophilobia* sp. nov., Davis, Gentili-Poole & Mitter (2008) (figura 8). Esta plaga corresponde a una especie de un género nuevo recientemente descritos en Costa Rica (Davis *et al.*, 2008). De esta plaga, hasta los estudios de Agrosavia en 2013, 2014 y 2015, no existía ningún reporte de biología, y por ende no hay estudios de estrategias de manejo.



Figura 8. Identificación taxonómica del taladrador. Fuente: Pulido Blanco, 2013.

### 1.6.2.2 Antecedentes de distribución de *S. ampliophilobia*

Se ha reportado en Costa Rica (Davis *et al.*, 2008) y en Colombia en la HRS, en los municipios de Guavatá, Puente Nacional, Vélez, San Benito, Jesús María y Barbosa (Pulido Blanco, 2013).

### **1.6.2.3 Antecedentes de incidencia y severidad de *S. ampliophilobia* en la HRS**

Los porcentajes de incidencia de *S. ampliophilobia* son del 94% en la localidad de la HRS (Pulido Blanco, 2014). Se reportan reducciones con media del 50% de la incidencia entre sistemas de cultivo de guayaba tecnificados y silvo-pastoriles. La media de severidad es de moderada ó 3 en un escala de 0 a 5 siendo cero ausencia de síntomas de daño y 5 muerte del árbol (Pulido Blanco, 2014). Hay tendencia sostenida a incrementarse el daño provocado por las plagas, sobre todo entre los años 2013 y 2014 (Pulido Blanco, 2014), señalando un establecimiento de las poblaciones de cada especie en los cultivos de guayaba de la HRS.

### **1.6.2.4 Antecedentes de métodos de manejo de *S. ampliophilobia* en la HRS**

Pulido Blanco (2014) reporta un parasitoide del género *Apanteles*. El parasitismo corresponde a superparasitismo koinobionte (Pulido Blanco, 2014). Los hongos entomopatógenos de *S. ampliophilobia* encontrados en la HRS son *Paecylomyces* sp., (Samson 1974), el nematófago *P. lilacinus*; *Lecanicillium lecanii* (R. Zare and W. Gams, 2001); *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin; *Hansfordia* sp. y *Gliocladium* sp Corda (1840). Todos corresponden a entomopatógenos de larvas.

En cuanto a método químicos de manejo en la región el principal manejo consiste en el uso de piretroides, en un 90% de los casos, y un 10% con organofosforados (Malathion® 50). Se ha extendido el uso de un insecticida llamado Success® 48, a base de Espinosad (Pulido Blanco, 2014).

## 1.7 METODOLOGÍA GENERAL

### 1.7.1 Selección de alternativas de manejo

Se priorizaron las alternativas de manejo con base a su factibilidad de realización y algunas observaciones de su aplicación y/o uso consuetudinario. Para su escogencia se tuvo en cuenta su naturaleza (tabla 1), uso, asequibilidad y reportes de efectividad reportados según las encuestas a productores y recolectores de fruta tecnificada de la HRS durante los años 2014: <<Caracterización Técnica a productores de Guayaba Tecnificada en los municipios de Vélez, Barbosa y Puente Nacional en Santander, y Moniquirá en Boyacá>> (anexo A), y 2015: <<Caracterización Técnica a productores exitosos de Guayaba tecnificada 2015>>, componente “Caracterización de densidades de siembra en la HRS”, *Manejo y control de insectos plaga durante un año* (anexo B), llevadas a cabo entre el 12 y 28 de agosto de los años 2014 y 2015. Para el año 2014 se entrevistaron 14 sistemas productivos sobre un universo de 45 sistemas tecnificados de producción de guayaba en la HRS (Castellano et al., 2011) usando el cálculo de muestra para poblaciones finitas (N=45, n=9), y para el año 2015 se escogieron los 6 sistemas productivos tecnificados con mayores producciones registradas durante 2014 (Pulido Blanco, 2014). Por último, para facilitar la consecución y asegurar repetitividad de la concentración se usaron hongos entomopatógenos de casas comerciales asequibles en Colombia, y que estuvieran reportados sobre estados biológicos de las plagas de estudio.

**Tabla 1.** Identificación de tipos de alternativas de manejo a ser seleccionadas.

Tipo de Alternativa de Manejo	Alternativa	Observaciones
Cultural	Plateo y Poda de Formación	Solo en fase de campo
	Químico más frecuente usado por productores de la región	Control positivo
Química	Producto biológico comercial	
	<sup>1</sup> Hongo Entomopatógeno	
	Agua	Control negativo

\*Aunque se ha constatado que el uso feromonas es una estrategia muy útil como manejo de las poblaciones de sesidos, sobre todo la hormona Z,Z octadecadienol acetato ODDA como atrayente de machos de *Carmenta* y *Synanthedon* (Nielsen and Balderston 1973;

Eichlin 1992; Eichlin y Kinnee 2002, citados por Pucchi, 2005), la dificultad en su consecución la descartó.

1: La selección de Hongo entomopatógeno se realizará a partir de la exploración en laboratorio de la eficiencia de muerte de cada uno de los hongos sobre 10 larvas de último instar de cada plaga expuesta a aspersion con una concentración de  $1 \times 10^4$  ufc/mL. Fuente: autor.

## **1.7.2 Experimentación general**

Debido a la dificultad de establecer un experimento en campos comerciales tecnificados donde se hallen porcentajes de infestación significativos (resultados obtenidos por Pulido Blanco en el 2014 arrojan infestaciones máximas del 50%, 95% de estas heridas caducas, en cultivos tecnificados comerciales con 4 ciclos, 2 años de producción), se optó por dividir el estudio en fases para hallar las alternativas previa consulta en literatura para no redundar en la investigación con estudios precedentes:

### **1.7.2.1 Fase de laboratorio, general**

Se realizó en las instalaciones del laboratorio de entomología del Centro de Investigación Tibaitatá, sede Cimpa, Barbosa, Santander, de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia, región andina, subregión Hoya del río Suárez, ecorregión: sur de Santander; departamento: Santander (Durán, Burbano, & Valens, 2014); municipio de Barbosa, a los  $5^{\circ}56'51''$  N y  $73^{\circ}36'24''$  W. En el laboratorio se mantuvieron los ejemplares emulando las condiciones de campo de temperatura ( $25 \pm 3$  °C), humedad relativa ( $60\% \pm 10\%$ ) y luz oscuridad (fotofobia larval) con fotoperiodo 0:24 (Pulido Blanco, 2013). Para el anillador y taladrador se amplía la metodología y resultados en los capítulos II y III respectivamente.

### **1.7.2.2 Fase de Campo en cultivo comercial, general**

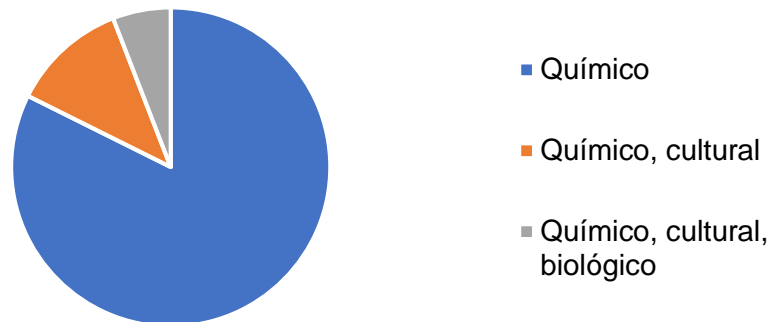
Se realizó en la finca <<El Paraíso>>, sector Los Guayabos, vereda Aco y Peña Blanca, Vélez, Santander a los  $5^{\circ}58'30''$  N y  $73^{\circ}39'44''$  W, temperatura media de 26 °C, 61% Hr media, 0,81 atmósferas y 1917 msnm, bajo el convenio interno de Corpoica TV15-P24. Los árboles donde se situaron las plagas confinadas en aros de bordar No. 5, están sembrados en un lote tecnificado bajo sistema tres bolillo, distancia de siembra de 5x5 m, guayaba ecotipo <<Regional Roja>>, individuos de 5 años de edad, estacionados por demanda de fruta. Para el anillador y taladrador se amplía la metodología y resultados en los capítulos II y III respectivamente.



## 1.8 RESULTADOS CAPITULO I

### 1.8.1 Selección de alternativas de manejo

La encuesta <<Caracterización Técnica a productores de Guayaba Tecnificada 2014>> arrojó que los 14 sistemas productivos entrevistados realizan control químico para las plagas anillador y taladrador (figura 9) (anexo A). En todos los casos se usa un producto organofosforado de contacto cuyo principio activo es el S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato.



**Figura 9.** Clase de manejo realizado para las plagas anillador y taladrador durante el año 2014 en 14 sistemas productivos de la HRS. Fuente: graficado a partir de los datos de Corpoica, 2014.

El control biológico reportado corresponde a un formulado con base en *Beauveria bassiana*. El control cultural corresponde en un 100% a podas con doble propósito: formación y fitosanitaria (anexo A).

Por su parte la encuesta <<Caracterización Técnica a productores exitosos de Guayaba Tecnificada 2015>>, componente “Caracterización de densidades de siembra en la HRS”, *Manejo y control de insectos plaga durante un año*, arrojó que todos los productores manejaban las plagas objeto de estudio con aplicaciones periódicas de S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato (anexo B). Por ende, se escoge como control químico de estrategia de manejo esta molécula. Nuevamente el sistema de poda correspondió a una poda combinada de formación y fitosanitaria, tal como se observa en el anexo B, tabla *Tipo de poda que realiza*

durante un año. Se toma esta técnica, más el ploteo rutinario del árbol como estrategia de manejo cultural.

Para las estrategias de manejo biológicas se toman los hongos entomopatógenos reportados por Pulido Blanco (2013, 2014) y Carabalí et al. (2015) sobre los estados biológicos de pupa del anillador y larva del taladrador en la HRS: *Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana* y *B. brongniartii*, a una concentración de  $1 \times 10^8$  ufc/mL,  $1 \times 10^{10}$  ufc/mL y  $1 \times 10^7$  ufc/mL respectivamente. Estos entomopatógenos son mundialmente reconocidos como controladores biológicos consuetudinarios (Lacey et al., 2015).

Cabe resaltar, que en la encuesta del año 2015 los productores reportan un producto con base en la molécula *Espinosad*, altamente efectivo sobre el complejo de moscas de las frutas *Anastrepha* spp., y con resultados empíricos de campo sin comprobar sobre el anillador de la guayaba. Tomando en consideración estas comunicaciones personales se incluyó el producto registrado ante el ICA para las moscas de la fruta de la guayaba con esta molécula (ICA, 2018). Finalmente, se tomó al agua destilada como control negativo (tabla 2).

**Tabla 2.** Identificación de alternativas de manejo seleccionadas para llevar a cabo las evaluaciones en campo y laboratorio.

Tipo de Estrategia	Estrategia de Manejo	Laboratorio	Campo	Observaciones
Cultural	Poda de Formación y Ploteo S-1,2		X	
Química	di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato*	X	X	Control positivo
Biológica	<i>Lecanicillium lecanii</i>	X	**	®Agrosavia
	<i>Beauveria bassiana</i>	X	**	
	Mezcla de <i>B. bassiana</i> y <i>B. brongniartii</i>	X	**	
	Espinosad (mezcla de Espinosa A y D)*	X	**	
	Agua destilada y desionizada.	X	X	Control negativo

\*Se lista el nombre químico IUPAC de la molécula y no su nombre comercial. Las moléculas corresponden a: *Beauveria bassiana* (comercialmente ADRAL® WP, de venta a nivel Nacional), Mezcla de *B. bassiana* y *B. brongniartii* (comercialmente BEAUVERIPLANT, venta a nivel Nacional), y *Lecanicillium lecanii* (comercialmente LECABIOL® Agrosavia), a una concentración de  $1 \times 10^8$  ufc/mL,  $1 \times 10^{10}$  ufc/mL y  $1 \times 10^7$  ufc/mL respectivamente. Los tratamientos Espinosad (mezcla de Espinosa A y D) y S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato corresponden a los productos comerciales SUCCES GF 120\* 0.02 CB de Dow AgroSciences® y MALATHION 57% EC de Adama.

\*\* : dos estrategias biológicas serán escogidas para la fase de campo con base en sus resultados. Fuente: autor.

### **1.8.2 Experimentación general**

Los experimentos en campo y laboratorio con el anillador y taladrador se presentan, respectivamente, en los capítulos II y III.

## 1.9 PRODUCTOS

Dentro del desarrollo de esta tesis de grado se han conseguido los siguientes productos (tabla 3):

**Tabla 3.** Productos obtenidos con ocasión de la tesis de grado.

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Medio</b>	<b>Nombre, fecha y lugar del evento</b>	<b>Modalidad</b>	<b>Estado actual</b>	<b>Evidencia</b>
<b>Pulido Blanco, VP., Insuasty, O., Sarmiento-Naizaque, ZX., Ramírez, J.</b>	<i>Carmenta theobromae</i> Busck (Lepidoptera : Sesiidae) guava's limiting pest: biology, life cycle and natural enemies.	Revista Colombiana de Entomología – RCdE	Tunja, 11 de septiembre del 2018	Artículo de investigación	No aceptado	Enlace 1
<b>Pulido Blanco, VP., Insuasty, O., Sarmiento-Naizaque, ZX., Ramírez, J.</b>	Guava borer worm (Lepidoptera : Cossidae), a limiting pest in guava: biology, lifecycle and management alternatives	Revista Heliyon	Tunja, 01 de agosto del 2018	Artículo de investigación	Publicado	Enlace 2
<b>Carabali, M., Insuasty Burbano, O. I., Pulido Blanco, V. C., Canacuan, D.</b>	Insectos plagas de importancia económica en el cultivo de la guayaba y sus estrategias de control	Libro: ISBN 978-958-740-200-1	Bogotá, noviembre del 2015	Libro resultado de investigación	Impreso	Enlace 3
<b>Pulido Blanco, VC., Insuasty, O</b>	“Incidencia de <i>Carmenta theobromae</i> y <i>Simplicivalva ampliphilobiana</i> en <i>Psidium guajava</i> , dependiente	Ponencia	Medellín, 29, 30 y 31 de julio del 2015	Ponencia Oral	Presentado	Anexo C. Congresos

	del sistema de cultivo: Tecnificado vs Silvo-Pastoril”					
<b>Pulido Blanco, VC., Insuasty, O</b>	“Enemigos naturales de <i>Carmenta theobromae</i> Eichlin y <i>Simplicivalva ampliophilovi</i> a Davis, de guayaba ( <i>Psidium guajava</i> L) en Santander, Colombia”	Poster	Medellín, 29, 30 y 31 de julio del 2015	Poster	Presentado	Anexo C. Congresos
<b>Pulido Blanco, VC., Insuasty, O</b>	Alternativas de manejo de <i>Carmenta theobromae</i> (Lepidoptera : Sesiidae), y <i>Simplicivalva ampliophilobia</i> (Lepidoptera : Cossidae) en guayaba	Poster	Manizales , 27, 28 y 29 de julio del 2016	Poster	Presentado	Anexo C. Congresos

Nota: en todas las autorías Pulido Blanco, VC se identificó como estudiante de la Maestría en Ciencias Biológicas de la UPTC.

Enlace

1:

<http://revistas.univalle.edu.co/index.php/SOCOLEN/authorDashboard/submission/6951>.

Enlace 2: <https://www.heliyon.com/article/e01252/>

Enlace 3: <https://docplayer.es/57859558-Insectos-plagas-de-importancia-economica-en-el-cultivo-de-la-guayaba-y-sus-estrategias-de-control.html>

Fuente: autor.

## 1.10 CONCLUSIONES

- La alternativa de manejo identificada en el núcleo productivo de guayaba de la HRS, entre Santander y Boyacá, como control químico son los productos organofosforados de contacto cuyo principio activo es el S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato.
- La alternativa de manejo identificada en el núcleo productivo de guayaba de la HRS, entre Santander y Boyacá, como control biológico son los productos formulados con base en cepas comerciales de *Beauveria bassiana*. A esta se añade los hongos *Lecanicillium lecanii* y *B. brongniartii* con base en infestaciones previas sobre los estados biológicos de las plagas reportados en literatura, y la alternativa con base en la molécula *Espinosad*, cuyos efectos sin comprobar son reportados por los productores.
- La alternativa de manejo identificada en el núcleo productivo de guayaba de la HRS, entre Santander y Boyacá, como control cultural es la poda de doble propósito: fitosanitaria y de formación. A esta se añade el plateo de los árboles como práctica consuetudinaria en los cultivos de guayaba de la zona de estudio.
- Actualmente, la alternativa de manejo más usada por los productores de guayaba en la HRS para el manejo de poblaciones del anillador y taladrador de la guayaba es el control químico con S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato, seguido del control biológico con cepas de *B. bassiana*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aluja, M. (1994). Bionomics and management of *Anastrepha*. Annual review of entomology, 39(1), 155-178.
- Amate, J., García, T. C., & Vega, P. B. (2000). Biología en condiciones controladas de especies de noctuidos plaga (Lepidoptera: Noctuidae). Boletín de sanidad vegetal. Plagas, 26(2), 193-202.
- Arevalo, H. (2010). Notas y noticias entomológicas NNE 2010. In U. D. C. A. y Ambientales (Ed.), Notas y noticias entomológicas, 30(3): 4.
- Asociación Hortofrutícola de Colombia, A. (2014). Cadena agroalimentaria de la guayaba y su industria Acta de Reunión N.o 005.: Asohfrucol.
- Avila, G. (2003). Manejo integrado de plagas – MIP. Manejo integrado de plagas.
- Begum, S., Hassan, S. I., Siddiqui, B. S., Shaheen, F., Ghayur, M. N., & Gilani, A. H. (2002). Triterpenoids from the leaves of *Psidium guajava*. Phytochemistry, 61(4), 399-403.
- Carabalí, A., Insuasty, O., Pulido, V., & Canacuan, D. (2015). Insectos Plagas de Importancia Económica en el cultivo de la Guayaba y sus Estrategias de Control. Bogotá: Corpoica. 76 pp.
- Carrillo, H. C., Rebolledo, A., Bolaños, M., & Ríos Rojas, L. (2012). Poda, nutrición y riego en huertos tecnificados de guayaba, variedad Palmira ICA. Cali: Corpoica. 20 pp.
- Castellanos, O., Fúquene, A., Fonseca, S., Ramírez, D., Giraldo, P., Valencia, M., & Vargas, D. (2011). Estudio de la cadena productiva de la Guayaba-Bocadillo en la Hoya del Río Suarez. Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad Biogestión. Proyecto de Desarrollo Local y Comercio En Colombia-Delco. Universidad Nacional de Colombia.
- Corpoica, C. C. d. I. A. (2015). Siembra, Cadena Productiva de la guayaba: proyectos. Retrieved from <http://www.siembra.gov.co/siembra/Agenda.aspx>
- Coser, S. M., da Silva Ferreira, M. F., Ferreira, A., Mitre, L. K., Carvalho, C. R., & Clarindo, W. R. (2012). Assessment of genetic diversity in *Psidium guajava* L. using different approaches. Scientia Horticulturae, 148, 223-229.
- Cottrell, T. E., & Shapiro-Ilan, D. I. (2006). Susceptibility of the peachtree borer, *Synanthedon exitiosa*, to *Steinernema carpocapsae* and *Steinernema riobrave* in laboratory and field trials. J Invertebr Pathol, 92(2), 85-88. doi: 10.1016/j.jip.2006.03.004
- Davis, S. R., Gentili-Poole, P., & Mitter, C. (2008). A revision of the Cossulinae of Costa Rica and cladistic analysis of the world species (Lepidoptera: Cossidae). Zoological Journal of the Linnean Society, 154(2), 222-277.
- De Granada, E. G. (1987). Estudio anatómico y de los procesos de crecimiento del fruto del Guayabo (*Psidium guajava* L.). Agronomía Colombiana, 4(1-2), 23-30.

- Dhaliwal, G. S., Dhawan, A. K., Singh, R. (2007). Biodiversity and ecological agriculture: Issues and perspectives. *Indian Journal of Ecology*, 34(2), 100-109.
- Eilenberg, J., Hajek, A., & Lomer, C. (2001). Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*, 46(4), 387-400.
- Food and Agriculture Organization (fao). (2017). *Glosario de términos fitosanitarios*.
- Gómez Santos, R. (1998). *Capacitación técnica para la producción y comercialización de la Guayaba*.
- Gómez, S., Villamizar, Q., Prada, F., Bayona, A., Bautista, D., & Kopp, S. (1999). Desarrollo técnico y agroindustrial de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en Colombia. Informe Corpoica Estación Experimental Cimpa (Barbosa, Santander).
- González, A., Altesor, P., Sellanes, C., & Rossini, C. (2012). Aplicación de Feromonas Sexuales en el Manejo de Lepidopteros Plaga de Cultivos Agrícolas. *Temas Selectos de Ecología Química de Insectos*. El Colegio de la Frontera Sur. Chiapas, México, 343-360.
- Gutiérrez, R. M. P., Mitchell, S., & Solis, R. V. (2008). *Psidium guajava*: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of ethnopharmacology*, 117(1), 1-27.
- Harms, K. E., & Aiello, A. (1995). Seed-boring by tropical clearwing moths (Sesiidae): Aberrant behavior or widespread habit? *Journal of the Lepidopterists Society*, 49(1), 43-48.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2018). Registros nacionales de plaguicidas químicos de uso agrícola, agosto 30 de 2018. Recuperado de: <https://www.ica.gov.co/getdoc/d3612ebf-a5a6-4702-8d4b-8427c1cdaeb1/REGISTROS-NACIONALES-PQUA-15-04-09.aspx>
- Insuasty, O., Monroy, R., Díaz, A., & Bautista, J. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en Santander. Corpoica-ICA Imprenta nacional de Colombia, 40.
- Khadhri, A., El Mokni, R., Almeida, C., Nogueira, J., & Araújo, M. E. M. (2014). Chemical composition of essential oil of *Psidium guajava* L. growing in Tunisia. *Industrial Crops and Products*, 52, 29-31.
- Lacey, L., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D., Frutos, R., Brownbridge, M., & Goettel, M. (2015). Insect pathogens as biological control agents: back to the future. *J Invertebr Pathol*, 132, 1-41.
- Lee, C.-M., Bae, Y.-S., & Arita, Y. (2004). Morphological description of *Synanthedon bicingulata* (Staudinger, 1887) in life stages (Lepidoptera, Sesiidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 7(2), 177-185.
- Melgarejo, L. M., Romero, H. M., Insuasty, O., Hernández, M. S., Fernández-Trujillo, J. P., Solarte, M. E., . . . Jiménez, A. (2010). Desarrollo de productos funcionales promisorios a partir de la guayaba (*Psidium guajava* L.) para el fortalecimiento de la cadena productiva.
- Mendoza Lopez, M. R., Luis Aguilar, A., Castillo Orta, S. F., & Vidales Fernández, I. (2005). Diagnóstico del manejo actual del cultivo de Guayaba en la región



- Oriente de Michoacán. Centro de Investigaciones del Pacífico. Publicación especial, (1).
- Mishra, R. K., Pandey, B. K., Muthukumar, M., Pathak, N., & Zeeshan, M. (2013). Detection of *Fusarium* wilt pathogens of *Psidium guajava* L. in soil using culture independent PCR (ciPCR). *Saudi J Biol Sci*, 20(1), 51-56. doi: 10.1016/j.sjbs.2012.10.007
- Navarro, R., Clavijo, J., Vidal, R., & Delgado, N. (2004). Nuevo insecto perforador del fruto del cacao de importancia economica en Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Maracay (Venezuela).
- Nunez-Bueno, L. (1999). La Mosca Suramericana de las frutas, *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) en Colombia. *The South American Fruit Fly, Anastrepha fraterculus* (Wied.); advances in artificial rearing, taxonomic status and biological studies, 202 p. Proceedings of the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Chile.
- Núñez Bueno, L., & Pardo Enciso, F. (1996). Las Moscas de las frutas (Cartilla ilustrada No. 49).
- Núñez, L., Santos, R., Guarín, G., & León, G. (2004). Moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) y parasitoides asociados con *Psidium guajava* L. y *Coffea arabica* L. en tres municipios de la Provincia de Vélez (Santander, Colombia). Parte 2: Identificación y evaluación de parasitoides del Orden Hymenoptera. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu*, 5(1), 13-21.
- Olarte Espinosa, W. (1972). Control fitosanitario en plantaciones de guayaba. Santafé de Bogotá.
- Pachanawan, A., Phumkhachorn, P., & Rattanachaiksom, P. (2008). Potential of *Psidium guajava* supplemented fish diets in controlling *Aeromonas hydrophila* infection in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of bioscience and bioengineering*, 106(5), 419-424.
- Palacio-Cortés, A. M., Valente, F., Saad, E. B., Tröger, A., Francke, W., & Zarbin, P. H. G. (2015). (1R,2S,6R)-Papayanol, Aggregation Pheromone of the Guava Weevil, *Conotrachelus psidii*. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. doi: 10.5935/0103-5053.20150040
- Parra-Coronado, A. (2014). Maduración y comportamiento poscosecha de la guayaba. (*Psidium guajava* L.). Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 14.
- Pimentel, D., Wilson, C., McCullum, C., Huang, R., Dwen, P., Flack, J., ... Cliff, B. (1997). Economic and environmental benefits of biodiversity. *BioScience*, 47(11), 747-757.
- Pommer, C. V., & Murakami, K. R. (2009). Breeding guava (*Psidium guajava* L.) *Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species* (pp. 83-120): Springer.
- Proficol. (2010). Malathion 57 EC. *Proficol Andina*, 1(1), 6.
- Delgado, N. (2007). Caracterización morfológica de los Sesiidae (Insecta: Lepidoptera) perforadores del fruto del cacao (*Theobroma cacao* L.), presentes en la región costera del estado Aragua, Venezuela. *ENTOMOTROPICA*, 20(2), 97-111.

- Pulido Blanco, VC. (2013). Biología Y Hábitos De Los Gusanos Barrenador, Enrollador Y Anillador Del Tallo En Árboles De Guayaba E Incidencia, Daños Y Estrategias De Manejo Integrado Del Picudo En El Norte Del Valle. INFORME DE META. Barbosa: Corpoica. 95 pp.
- Pulido Blanco, VC. (2014). Estudios E Indicadores Epidemiológicos De Plagas Emergentes (Anillador, Taladrador Y Enrollador) En El Cultivo De La Guayaba. INFORME DE META. Barbosa: Corpoica. 100 pp.
- Quintero, E. M., Lopez, I. C., & Kondo, T. (2012). Manejo integrado de plagas como estrategia para el control de la mosca del botón floral del maracuyá *Dasiops inedulis* Steyskal (Diptera: Lonchaeidae). *Rev Corpoica Cienc Tecnol Agropecu*, 13, 31-40.  
Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/W3587E/w3587e03.htm>.
- Rodríguez, M., Burbano, R. A. I., & Rodríguez, O. A. M. (2006). Aspectos biológicos y duración de los estadios del picudo de la guayaba (*Conotrachelus psidii* Marshall).
- Sánchez, M. d. C., Navarro, R., Marín, C., Moizant, R. C., & Fuentes, V. (2011). Duración de la fase adulta y emergencia de machos y hembras del perforador del fruto de cacao en Choroní y Maracay, estado Aragua. *Agronomía Tropical*, 61(3), 241-251.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Hidalgo, SEDAGRO. (2016). Guayaba. Hidalgo crece contigo. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Recuperado de: <http://sedagro.hidalgo.gob.mx/?p=6986>
- Sermeño, J. M., Rivas, A. W., & Menjivar, R. A. (2001). Manual Técnico Manejo Integrado de Plagas: Proyecto Vifinex.
- Shapiro-Ilan, D. I., Cottrell, T. E., Mizell, R. F., Horton, D. L., & Zaid, A. (2015). Field suppression of the peachtree borer, *Synanthedon exitiosa*, using *Steinernema carpocapsae*: Effects of irrigation, a sprayable gel and application method. *Biological Control*, 82, 7-12. doi: 10.1016/j.biocontrol.2014.12.003
- Siembra. (2018). Cadena agroalimentaria de la Guayaba. Demanda por departamentos 2015. Recuperado de: <http://www.siembra.gov.co/siembra/Agenda.aspx>
- Simmonds, M., & Preedy, V. R. (2015). *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*: Academic Press. Primera edición. 286 pp.
- Singh, P., & Jain, V. (2005). Fruit growth attributes of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Allahabad Safeda under agroclimatic conditions of Chhattisgarh. Paper presented at the I International Guava Symposium 735.
- Solarte Quintero, A. F. (2014). Caracterización morfológica, molecular y patogénica de *Pestalotiopsis* sp. Agente causante de la enfermedad del clavo en la guayaba (*Psidium guajava*) y evaluación in-vitro de biofungicidas. Universidad Nacional de Colombia.
- Solomon, J. D., & Dix, M. (1979). Selected bibliography of the clearwing borers (Sesiidae) of the United States and Canada: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.
- Toro-Meza, J., & Salazar-Castro, R. (1986). El cultivo del guayabo en Colombia. *Boletín Técnico*.

- Valdez-Carrasco, J., Hernández-Livera, R. A., Nieto-Hernández, R., Castillo-Márquez, L. E., & Llanderal-Cázares, C. (2005). Identificación de instares larvales de *Comadia redtenbacheri* (Hamm)(Lepidoptera: Cossidae). *Agrociencia*, 39(5), 539-544.
- Villamizar C, G. R. (2000). Avances tecnológicos de la agroindustria de la guayaba. In I. C. E. E. Cimpa (Ed.), *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria* (Vol. 1, pp. 70): Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Yam-Tzec, J., Villaseñor Perea, C. A., Romantchik Kriuchkova, E., Soto Escobar, M., & Peña Peralta, M. Á. (2010). Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales características en la postcosecha. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(4), 74-82.
- Yepes, R., & Vélez, A. (1989). Contribución al conocimiento de las moscas de las frutas (Tephritidae) y sus parasitoides en el departamento de Antioquia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*; Vol. 42, núm. 2 (1989); 73-98 2248-7026 0304-2847.

## 2. Capítulo II. ALTERNATIVAS DE MANEJO BIOLÓGICAS, CULTURALES Y QUÍMICAS DEL GUSANO ANILLADOR DE LA GUAYABA *Carmenta theobromae* (Busck, 1910) (Lepidoptera: Sesiidae) EN LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ, COLOMBIA

### RESUMEN CAPITULO II

El ataque de *Carmenta theobromae* es preocupante en los dos mayores núcleos productivos de guayaba en Colombia: la Hoya del río Suárez – HRS- y el Norte del valle del Cauca – NVC- (Carabalí et al., 2015). Se ha reportado la presencia del insecto plaga en 98% de las fincas muestreadas en la HRS (n=124), con aproximadamente 10 árboles infestados sobre 40 observados, y hasta 96 larvas simultáneas por árbol. A pesar que los aspectos de biología básica y ciclo de vida del anillador de la guayaba están resueltos, no existen estrategias de manejo de las poblaciones del insecto plaga para Colombia. Con este propósito se realizó un diseño de bloques completos al azar con variable respuesta en el número de larvas muertas por alternativa y unidad de respuesta en cada una de las larvas evaluadas bajo condiciones de laboratorio y campo. Las alternativas de manejo evaluadas fueron Espinosad (mezcla de Espinosa A y D); S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato (químico, control positivo); *Lecanicillium lecanii*; *Beauveria bassiana*; Mezcla de *B. bassiana* y *B. brongniartii*, y agua destilada (control negativo). Se realizaron ANOVAS con prueba de comparación de medias de Tukey a una significancia del 5%. En laboratorio las mejores alternativas fueron *B. bassiana*, *L. lecanii* y el control químico. En campo comercial la virulencia de *B. bassiana* mejoró y, junto a la poda y plateo, se destacaron como las mejores alternativas. Se desalienta el uso del control químico por los problemas que ocasiona a los ecosistemas, la salud vegetal, animal y humana.

**Palabras claves:** *Carmenta theobromae*, guayaba, alternativas de manejo.

## SUMMARY CHAPTER II

The attack of *Carmenta theobromae* is worrisome in the two largest productive centers of guava in Colombia: the Hoya del río Suárez - HRS- and the North of the Cauca valley - NVC- (Carabalí et al., 2015). The presence of the insect pest has been reported in 98% of the farms sampled in the HRS (n = 124), with approximately 10 trees infested over 40 observed, and up to 96 simultaneous larvae per tree. Although the basic biology and life cycle aspects of the guava banding are solved, there are no management strategies for the plague insect populations for Colombia. For this purpose, a randomized complete block design with variable response in the number of dead larvae per alternative and response unit in each of the larvae evaluated under laboratory and field conditions was performed. The management alternatives evaluated were Spinosad (mixture of Espinosa A and D); S-1,2 di (ethoxycarbonyl) ethyl 0,0-dimethyl phosphorodithioate (chemical, positive control); *Lecanicillium lecanii*; *Beauveria bassiana*; Mixture of *B. bassiana* and *B. brongniartii*; distilled water (negative control). ANOVAS were performed with Tukey's mean comparison test at a significance of 5%. In the laboratory, the best alternatives were *B. bassiana*, *L. lecanii* and the chemical control. In the commercial field the virulence of *B. bassiana* improved and, together with the pruning and silverside, they stood out as the best alternatives. The use of chemical control is discouraged because of the problems it causes ecosystems, plant, animal and human health.

**Keywords:** *Carmenta theobromae*, guava, management alternatives.

## 2.1 INTRODUCCIÓN

La familia Sesiidae (Boisduval, 1828) (Lepidoptera) está compuesta por 151 géneros y 1370 especies, con 50 subespecies (Laštůvka & Laštůvka, 2001; Jin et al., 2008), distribuidas en todo el mundo por debajo de los 66°33', con la mayoría de las especies en las zonas subtropical y tropical (Kollár & Bakay, 2015). Sus dos principales características son sus adultos con alas hialinas conocidos como <<*clearwing moths*>>, miméticos batesianos de himenópteros (Laštůvka & Laštůvka, 2001), y sus larvas de interés agrícola por ser insectos xilófagos que barrenan madera viva (troncos, ramas y raíces) de hospederos arbustivos, arbóreos y herbáceos (Lacey et al., 2015; Solomon & Dix, 1979).

La mayoría de las investigaciones en esta familia se centran en los aspectos biológicos de los <<*Dogwood borer*>>, larvas del género *Synanthedon* encontradas en múltiples hospederos vegetales, especialmente especies maderables, de las zonas templadas septentrional y austral (Olarite-Espinosa, 1972; Harms & Aiello, 1995; Lee et al., 2004). El manejo de los <<*Dogwood borer*>> se basa en el uso de antagonistas naturales, sobre todo nematodos del género *Steinernema* (Cottrell & Shapiro-Ilan, 2006; Shapiro-Ilan et al., 2015) y parasitoides himenópteros y dípteros (Bąkowski et al., 2013; Kollár & Bakay, 2015).

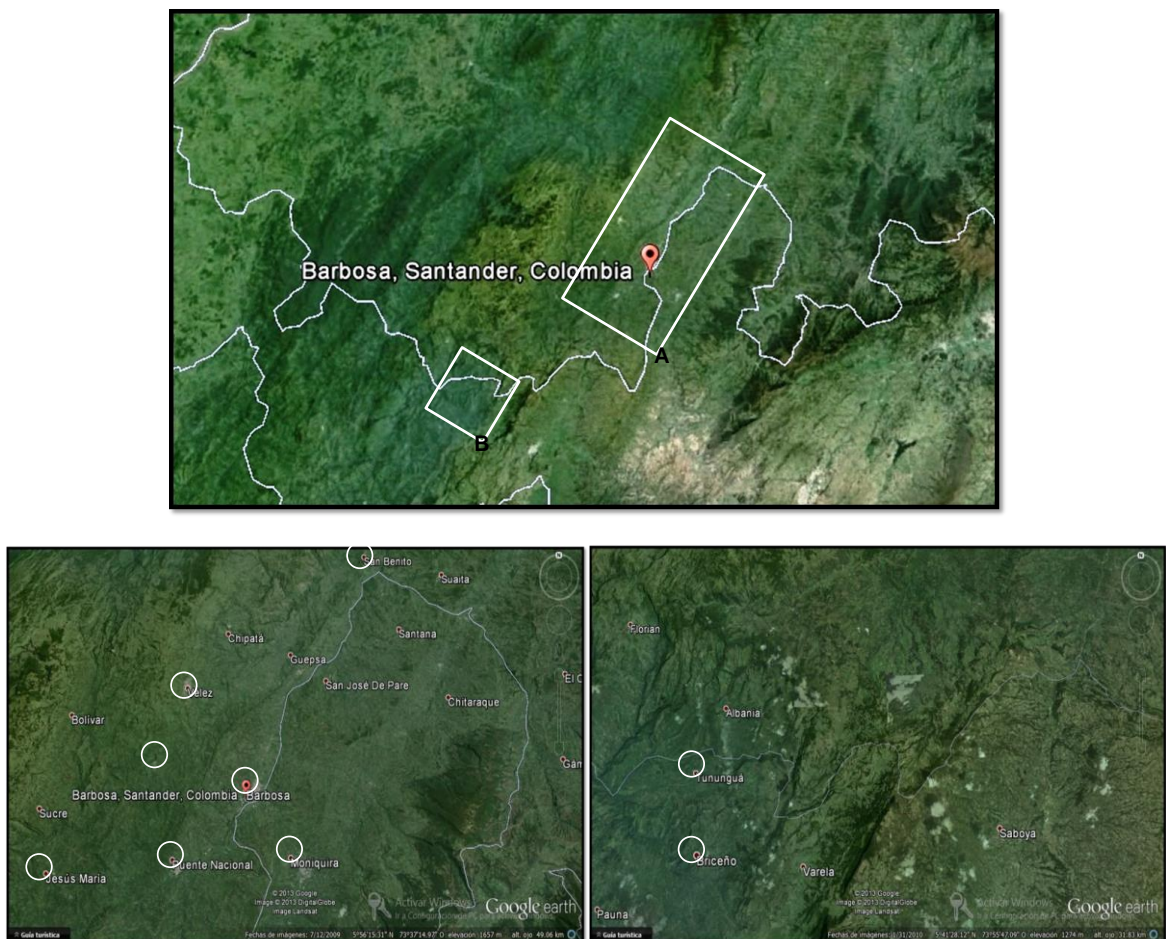
Hacia la zona tropical, en las últimas décadas, destaca la presencia del género *Carmanta* (Edwards, 1881), con las especies *C. foraseminis* y *C. theobromae* (Delgado, 2007). Los estados larvarios de estas plagas han sido reportados atacando inicial y principalmente frutos de cacao (Carabalí et al., 2015; Capriles de Reyes, 1977; Delgado, 2007, 2018), y posteriormente árboles de guayaba (Carabalí et al., 2015; Gómez Santos, 1998; Sarmiento-Naizaque et al., 2016; Pulido Blanco, 2013, 2014;) y mirto (Carabalí et al., 2015; Pulido Blanco, 2013, 2014) en Venezuela y Colombia. El ataque de *C. theobromae* es preocupante en los dos mayores núcleos productivos de guayaba en Colombia: la Hoya del río Suárez – HRS- y el Norte del valle del Cauca – NVC- (Carabalí et al., 2015). Se ha reportado la presencia del insecto plaga en 98% de las fincas muestreadas en la HRS (n=124), con aproximadamente 10 árboles infestados sobre 40 observados, y hasta 96 larvas simultáneas por árbol (Pulido Blanco, 2013, 2014).

A pesar que los aspectos de biología básica y ciclo de vida del anillador de la guayaba *C. theobromae*, están resueltos (Sarmiento-Naizaque et al., 2016; Pulido Blanco, 2013, 2014; Pulido Blanco et al., 2018 en prensa), eh incluso se conocen reportes de enemigos naturales presentes en los núcleos de guayaba de HRS y NVC (Carabalí et al., 2015; Pulido Blanco, 2013, 2014), así como el uso, no tan efectivo, de una feromona (Delgado, 2007; Navarro et al., 2004; Sánchez et al., 2011; González et al., 2012), no existen estrategias de manejo de las poblaciones del insecto plaga para Colombia. Esto último es el propósito de la presente investigación.

## 2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.2.1 Lugar de ejecución

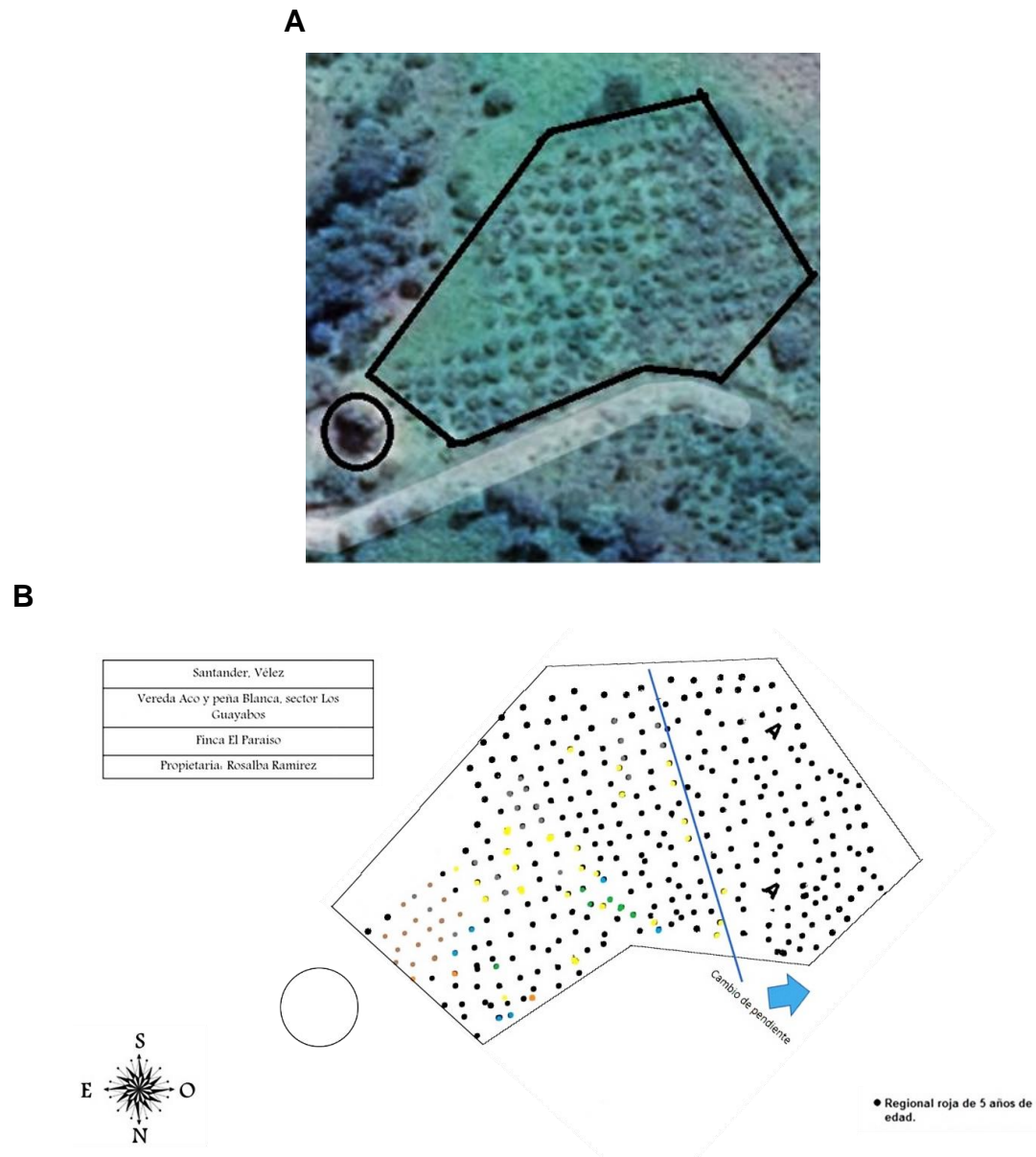
Se realizó colecta de especímenes en lotes silvo-pastoriles de guayaba ubicados en la HRS, Provincia de Vélez, Santander, Colombia, municipios de Vélez, Jesús María, Guavatá, Puente Nacional, San Benito, Chipatá, Güepsa y Barbosa; y en los municipios de Moniquirá, Provincia de Ricaurte, y Briceño y Tununguá en el Occidente de Boyacá –OB- (anexo D) (figura 10). Se escogieron lotes silvo-pastoriles y no tecnificados debido a que los primeros presentan altos porcentajes de infestación (Pulido Blanco, 2013).



**Figura 10.** Zonas de colecta de larvas y pupas de *C. theobromae*. Superior centro: A. Hoya del Río Suárez. B. Occidente de Boyacá. Inferior Izquierda: municipios de la HRS donde se

realizaron colectas. Inferior derecha: municipios del OB donde se realizaron colectas. Fuente: Pulido Blanco, 2013.

El trabajo experimental en campo se realizó en Vélez, Santander, sector <<Los Guayabos>>, vereda Aco y Peña Blanca, finca <<El Paraíso>>, ubicado a los  $5^{\circ}58'27''$  N y  $73^{\circ}39'45''$  W, sobre los 1905 msnm (figura 11).



**Figura 11.** Finca en tecnificación <<El Paraíso>>, Vélez, Santander. A. Vista superior del lote de guayaba donde se llevó a cabo el experimento en campo con larvas confinadas de



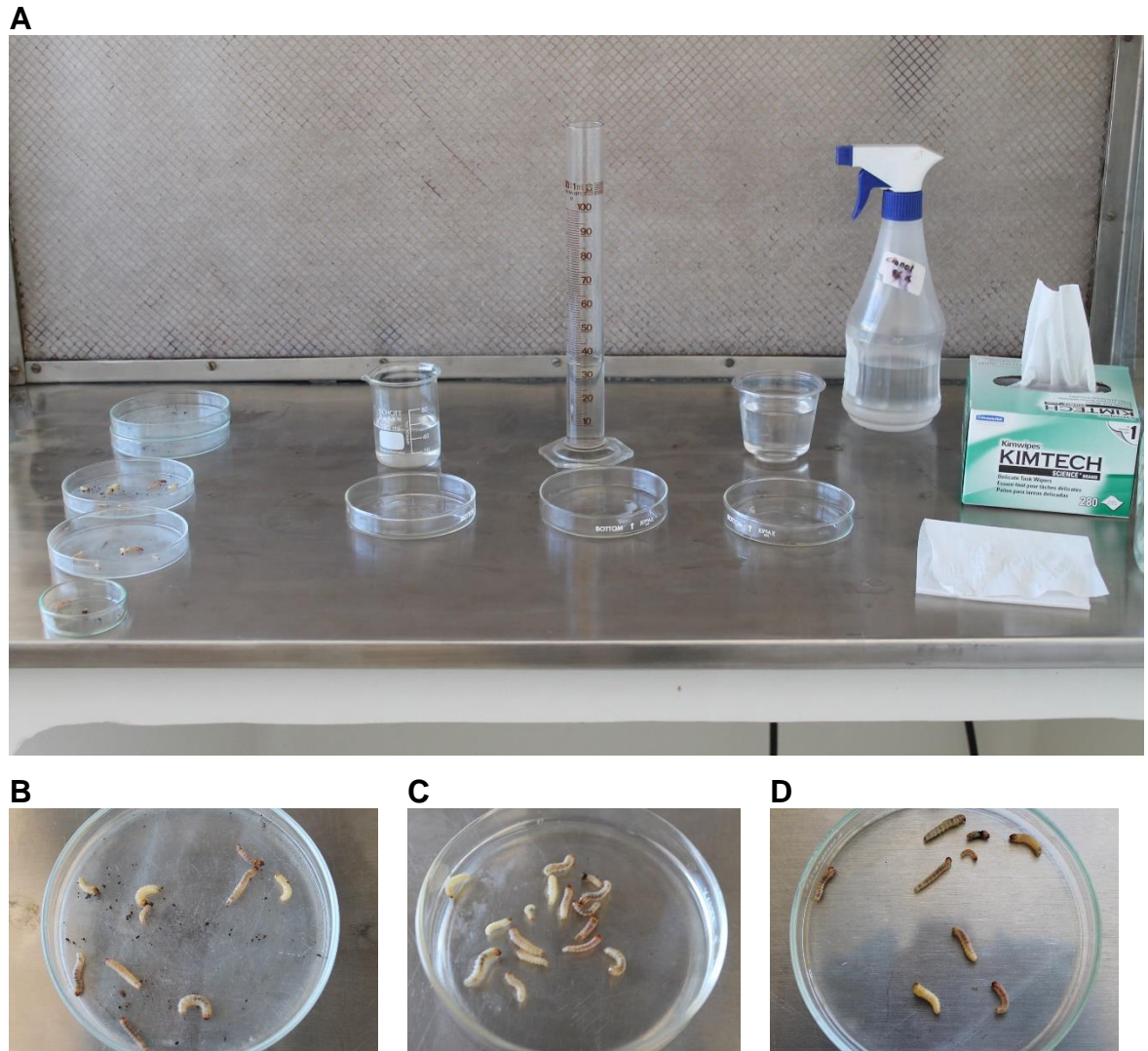
*C. theobromae*. Fuente: Google Earth. B. Mapa del lote experimental. Cada uno de los puntos es un árbol de guayaba. Fuente: autor.

Los estudios en laboratorio se llevaron a cabo en el CI Tibaitatá sede Cimpa, ubicado a los 5°56'51'' N y 73°36'24'' W, laboratorio de entomología agrícola.

## **2.2.2 Materiales**

### **2.2.2.1 Larvas de *C. theobromae***

Las larvas fueron colectadas entre el 27 de marzo del 2015 y el 04 de mayo del 2016. Las colectas de larvas de I a VI instar se hicieron por medio de captura directa en sitios de medra con pinzas entomológicas, en heridas que mostraran actividad reciente (figura 1A). También se colectaron pupas para obtener larvas neonatas en laboratorio. Este material biológico fue transportado en cavas acondicionadas a 22°C, 70% Hr, e ingresadas a laboratorio emulando las condiciones de campo: 25°C  $\pm$  3°C y 60% Hr  $\pm$  10, con fotoperiodo 0:24 (Pulido Blanco, 2013, 2014). Todas las larvas ingresadas fueron desinfectadas en cabina de flujo laminar siguiendo la metodología de Pulido Blanco (2013, 2014) y Sarmiento-Naizaque et al (2016): lavado con NaClO al 0,5% v/v durante 5 segundos, seguido de dos lavados con agua destilada y desionizada por 30 segundos (figura 12).



**Figura 12.** Proceso de desinfección de larvas de *Carmenta theobromae* en laboratorio. A. Materiales para la desinfección (de izquierda a derecha): larvas de I a VI instar, hipoclorito de sodio al 0,5% v/v, agua destilada y desionizada, paños secos. B. Larvas de I a VI instar de *C. theobromae* con residuos de campo. C. Larvas embebidas con NaClO durante 5 segundos. D. Larvas limpias y secas. Fuente: autor.

Las larvas desinfectadas fueron medidas con reglilla entomológica bajo estereomicroscopio y pesadas con balanza Sartorius® CPA3235 (d=0,001 g) (anexo E) (figura 13). Para su medición, algunas larvas fueron inmovilizadas con frío siguiendo el protocolo de Lorea (2004). Se bloqueó el tamaño de la larva entre los tratamientos.



**Figura 13.** Medición de larvas del anillador de la guayaba. Larva de V instar, vista a 4 aumentos, inmovilizada con frío. La reglilla permanece sobre una superficie a 4°C. Fuente: autor.

El total de colectas fue registrado en bitácora de laboratorio (anexo F) y reportado al instituto Alexander von Humboldt por medio del Permiso para Colectas del Ministerio del Medio Ambiente.

#### 2.2.2.2 Dieta para *C. theobromae*

Las larvas medidas y asignadas a los tratamientos fueron depositadas en dieta merídica de cacao preparada con base a la dieta de Santos et al (2014) y Greene et al (1976), variando el ingrediente principal, el antibiótico, la fuente de grasa y la concentración de agua (tabla 4).

**Tabla 4.** Dieta merídica para *Carmentia theobromae*. Fuente: autor.

Grupo 1 de ingredientes	Cantidad aproximada a preparar		
	4 kilos	2 kilos	1 kilo
Concha de cacao" (g)	800	400	200
Aceite de linaza (cm <sup>3</sup> )*	2	1	0,5
Metilparabeno (g)	4	2	1
Agar-agar (g)	77	38,5	19,5

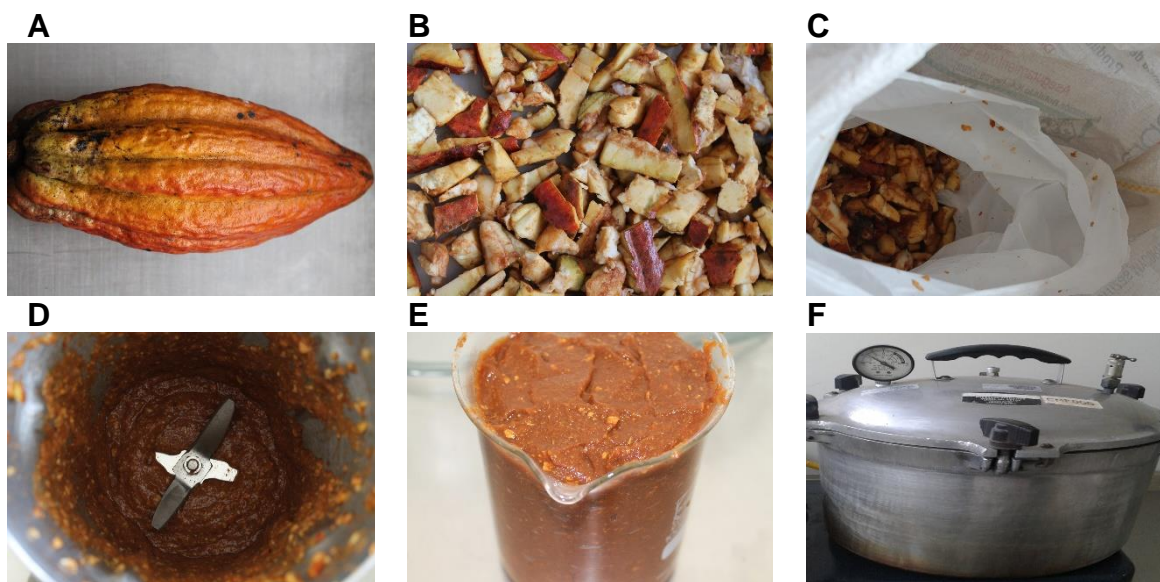
Agua destilada (cm <sup>3</sup> )	3200	1600	800
<b>Grupo 2 de ingredientes</b>			
Ácido Sórbico (g)	9,2	4,6	2,3
Ácido Ascórbico (g)	9,84	4,92	2,46
Complejo B (cm <sup>3</sup> )	0,736	0,368	0,184
Antibiótico (Cloranfenicol) (g)	1,076	0,535	0,269
Agua destilada (cm <sup>3</sup> )	307,6	153,8	76,9

“: se refiere al exocarpo del fruto de *Theobroma cacao* L. Los valores de la cantidad aproximada a preparar de este ingrediente incluyen el agua que naturalmente compone el exocarpo.

\*Se puede reemplazar por colesterol u otra fuente de grasa. Fuente: autor.

### 2.2.2.2.1 Forma de preparación

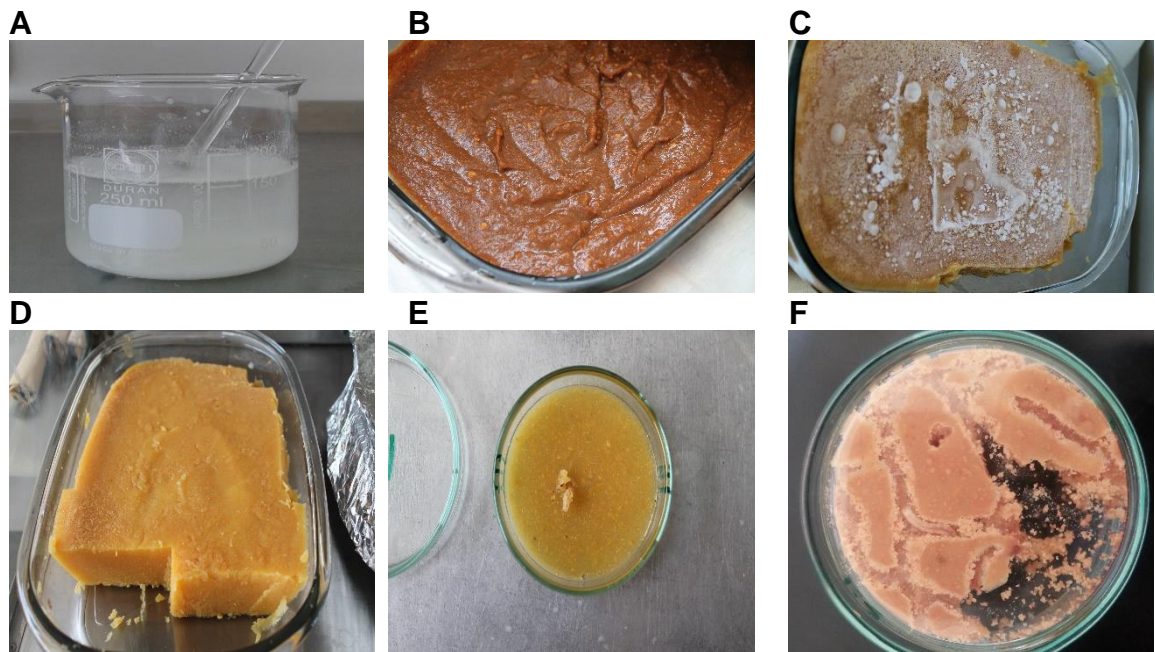
Grupo 1 de ingredientes: Se usa una mazorca pintona de cacao, preferiblemente de un árbol con historial de ataques por la plaga o por una especie cercana como *C. foraseminis*. Se corta el fruto, se separa la concha y se corta en cuadritos. Antes de pasar la concha de cacao por una licuadora de mínimo 350 vatios de potencia, se aconseja realizar un macerado hasta obtener trozos de concha menores o iguales a 1 cm<sup>2</sup>. Se procede a licuar la concha de cacao con la cantidad de agua destilada correspondiente. A la pasta resultante se adiciona el metilparabeno y el aceite de linaza. Se mezcla vigorosamente la mezcla y se procede a esterilizar a 121°C, 15 psi por 20 min (figura 1).



**Figura 14.** Preparación del grupo 1 de la dieta merídica para *Carmenta theobromae*. A. mazorca de cacao proveniente de un árbol que haya sido atacado por *Carmenta* spp. B. Cubos de cáscara de cacao. C. Maceración previa al licuado. D. Licuado de la concha de cacao. E. Pasta de cocha de cacao con metilparabeno y aceite de linaza. F. Esterilización a 121°C, 15 psi por 20 min. Fuente: autor.

Grupo 2 de ingredientes: al agua destilada se agregan en orden el antibiótico, el ácido sórbico, el ácido ascórbico y el complejo B en solución. Esta mezcla debe permanecer atemperada.

El grupo 1, esterilizado, se mezcla bajo cámara de flujo laminar con el grupo dos en un recipiente de borosilicato o vidrio (refractario) estéril. La temperatura al momento de realizar la mezcla de los grupos NO debe ser superior a 60°C o se inactivaría el cloranfenicol. La dieta se puede servir directamente en cajas de Petri de 60 x 15 mm, cuidando la temperatura (figura 2).



**Figura 15.** Grupo 2 de la dieta merídica para *Carmenta theobromae*. A. grupo 2: antibiótico, ácido ascórbico, sórbico y complejo B en solución. B. Mezcla del grupo 1 y 2 en recipiente de borosilicato. Es importante cuidar la temperatura del grupo 1: por debajo de 60°C. B. Dieta bajo refrigeración a 0°C. Esta dieta se puede dejar en el recipiente o servirla en cajas de Petri. C. Dieta servida en cubos. E. Dieta servida en cajas de Petri con una larva recién ingresada. F. Larva de *C. theobromae* consumiendo la dieta. Fuente: autor

Bajo refrigeración (0°C), la dieta tiene viabilidad de dos meses.

### 2.2.2.3 Selección de alternativas de manejo

Se tomaron las alternativas de manejo halladas y listadas en la Tabla 2. La preparación de las alternativas se realizó con base a las indicaciones de los fabricantes, tal como se indica en la tabla 5.

**Tabla 5.** Preparación de la dosis de las alternativas bajo especificaciones del fabricante. En todos los casos se prepararon 250 cm<sup>3</sup> de solución.

Alternativa	Dosis fabricante	Dosis aforada a 250 cm <sup>3</sup>	Observaciones
<b>Espinosad (mezcla de Espinosa A y D)*</b>	1L producto / 1,5L Agua (relación 1:1,5)	100 cm <sup>3</sup> de producto y 150 cm <sup>3</sup> de agua	Dosificación para moscas de las frutas del género <i>Anastrepha</i> spp.
<b>S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato*</b>	1L de producto / 4L de agua (relación 1:4)	50 cm <sup>3</sup> de producto y 200 cm <sup>3</sup> de agua	Dosificación para frutales: moscas de las frutas, géneros <i>Anastrepha</i> y <i>Ceratitidis</i> spp
<b>Mezcla de <i>B. bassiana</i> y <i>B. brongniartii</i></b>	200-400 g de producto / 200 L de agua. Tomamos como media 300 g	0,375 g de producto disueltos en 250 cm <sup>3</sup> de agua.	Dosificación para frutales y Hortalizas: distintas plagas
<b><i>Lecanicillium lecanii</i></b>	500 g de producto / 200 L de agua	0,625 g de producto disueltos en 250 cm <sup>3</sup> de agua.	Dosificación para frutales: moscas blancas, especies <i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i>
<b><i>Beauveria bassiana</i></b>	200 cm <sup>3</sup> de producto / 200L de agua (relación 1:1000)	0,25 cm <sup>3</sup> de producto y 249, 75 cm <sup>3</sup> de agua.	Dosificación para café: broca del café <i>Hypothenemus hampei</i>

<b>Agua</b>	250 cm <sup>3</sup> de agua	250 cm <sup>3</sup> de agua	A partir de destilación en equipo Schott Gerate®, modelo I.
-------------	-----------------------------	-----------------------------	---

\*Se lista el nombre químico IUPAC de la molécula y no su nombre comercial. Las moléculas corresponden a: *Beauveria bassiana* (comercialmente ADRAL® WP, de venta a nivel Nacional), Mezcla de *B. bassiana* y *B. brongniartii* (comercialmente BEAUVERIPLANT, venta a nivel Nacional), y *Lecanicillium lecanii* (comercialmente LECABIOL® Agrosavia), a una concentración de 1x10<sup>8</sup> ufc/mL, 1x10<sup>10</sup> ufc/mL y 1x10<sup>7</sup> ufc/mL respectivamente. Los tratamientos Espinosad (mezcla de Espinosa A y D) y S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato corresponden a los productos comerciales SUCCES GF 120\* 0.02 CB de Dow AgroSciences® y MALATHION 57% EC de Adama. Fuente: autor.

## 2.2.3 Experimento

### 2.2.3.1 Fase de laboratorio

Se realizó un diseño de bloques completos al azar con variable respuesta en el número de larvas muertas por alternativa y unidad de respuesta en cada una de las larvas de *C. theobromae* evaluadas. Se bloqueó el tamaño, y por ende la edad (Dyar, 1890), de las larvas colectadas. La unidad experimental estuvo conformada por 5 larvas de *C. theobromae*, seis tratamientos y dos replicas, para un total de 30 larvas por replica y 60 larvas por el experimento (tabla 6).

**Tabla 6.** Diseño experimental en las fases de laboratorio y campo para alternativas de manejo del gusano anillador *Carmenta theobromae* en la HRS, Colombia.

Fase	Diseño	Unidad de respuesta	Unidad experimental	Tratamientos	Bloque	Repeticiones	Total
Laboratorio	Bloques completos al azar	Larva muerta	5 larvas	Seis: Espinosad (mezcla de Espinosa A y D); S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato; <i>Lecanicillium lecanii</i> ; <i>Beauveria bassiana</i> ; Mezcla de <i>B. bassiana</i> y <i>B. brongniartii</i> ; agua destilada y desionizada.	Longitud de las larvas	2	60

<b>Campo</b>	Bloques completos al azar con medidas repetidas en el tiempo	Larva muerta	3 larvas	Cinco: S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato; <i>Lecanicillium lecanii</i> ; <i>Beauveria bassiana</i> ; poda y plateo de los árboles experimentales; agua destilada y desionizada.	Longitud de las larvas	6	90
--------------	--	--------------	----------	--	------------------------	---	----

Fuente: autor.

### 2.2.3.1.1 Distribución de los tratamientos

Teniendo en cuenta el tamaño y masa de las larvas reportadas en el anexo E, se obtuvieron tres bloques en el experimento (tabla 7).

**Tabla 7.** Bloqueo del tamaño de las larvas de *Carmentia theobromae* en laboratorio.

Larva	Tamaño en milímetros	Masa en gramos	Observaciones
80	17	0.078	Bloque 1
94	16	0.089	Bloque 1
83	15	0.055	Bloque 1
88	15	0.063	Bloque 1
89	15	0.072	Bloque 1
102	15	0.078	Bloque 1
117	15	0.064	Bloque 1
103	15	0.072	Bloque 1
106	15	0.092	Bloque 1
119	15	0.096	Bloque 1
122	15	0.046	Bloque 1
81	14	0.072	Bloque 1
123	14	0.058	Bloque 1
131	14	0.056	Bloque 1
140	14	0.057	Bloque 1
96	14	0.048	Bloque 1
98	14	0.07	Bloque 1
111	14	0.052	Bloque 1
125	14	0.06	Bloque 1
90	13	0.055	Bloque 1
118	13	0.053	Bloque 2
105	13	0.065	Bloque 2



114	13	0.056	Bloque 2
121	13	0.047	Bloque 2
91	12	0.045	Bloque 2
99	12	0.048	Bloque 2
110	12	0.034	Bloque 2
113	12	0.029	Bloque 2
115	12	0.036	Bloque 2
127	12	0.042	Bloque 2
128	12	0.025	Bloque 2
134	12	0.053	Bloque 2
138	12	0.049	Bloque 2
86	11	0.02	Bloque 2
87	11	0.022	Bloque 2
124	11	0.033	Bloque 2
97	11	0.038	Bloque 2
129	11	0.036	Bloque 2
93	10	0.034	Bloque 2
92	10	0.04	Bloque 2
101	10	0.027	Bloque 3
120	10	0.035	Bloque 3
82	9	0.011	Bloque 3
112	9	0.015	Bloque 3
116	9	0.014	Bloque 3
135	9	0.023	Bloque 3
104	9	0.026	Bloque 3
84	8	0.026	Bloque 3
109	8	0.012	Bloque 3
107	8	0.028	Bloque 3
108	8	0.021	Bloque 3
126	8	0.01	Bloque 3
137	8	0.019	Bloque 3
79	7	0.007	Bloque 3
85	7	0.006	Bloque 3
141	7	0.006	Bloque 3
130	6	0.005	Bloque 3
142	6	0.004	Bloque 3
100	5	0.004	Bloque 3
139	4	0.001	Cambio por la larva 139 del anexo E - Bloque 3
136	5	0.001	Muerta
132	6	0.001	Muerta

133	2	0.001	Muerta
-----	---	-------	--------

Fuente: autor.

Estas larvas se distribuyeron en las alternativas como se señala en la tabla 8.

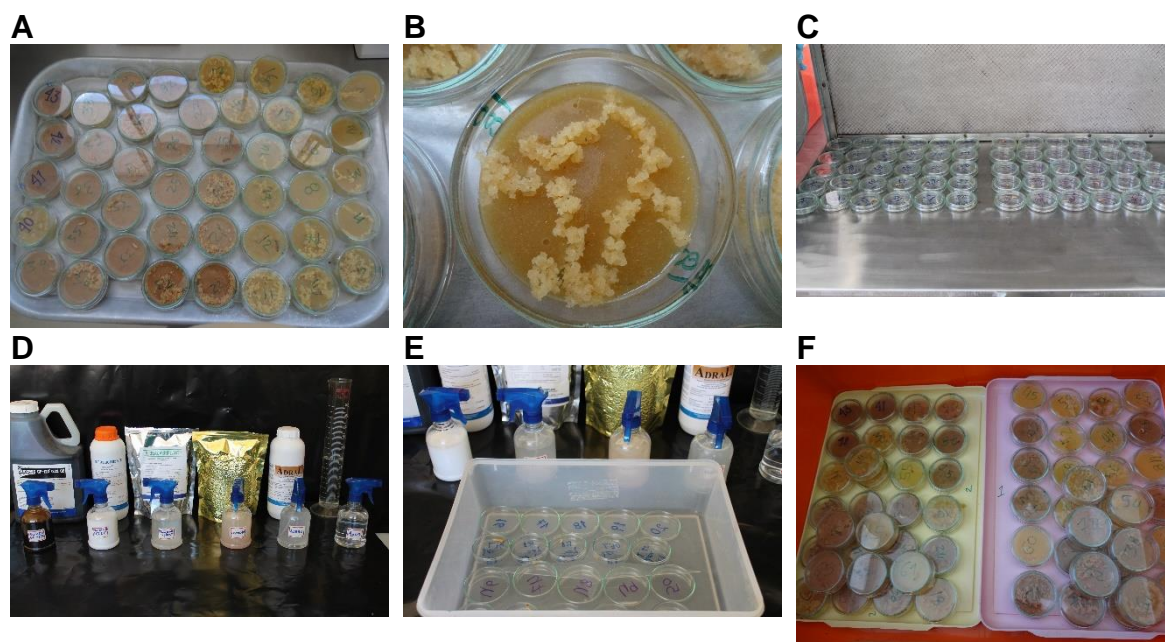
**Tabla 8.** Distribución de las larvas en los tratamientos de estudio de alternativas de manejo de *Carmenta theobromae* en laboratorio.

R	Espinosad (mezcla de Espinoso A y D)	S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato	Mezcla de <i>B. bassiana</i> y <i>B.</i> <i>brongniartii</i>	<i>Lecanicillium</i> <i>lecanii</i>	<i>B.</i> <i>bassiana</i>	A
1	80	117	83	122	103	94
	123	96	111	140	131	90
	118	92	105	93	99	110
	124	130	85	87	97	129
	79	107	108	109	141	104
2	119	88	106	102	89	81
	121	125	98	114	113	91
	115	127	134	128	86	138
	120	116	135	100	142	101
	84	82	112	137	139	126

R.: repetición. A.: Agua. Fuente: autor.

### 2.2.3.1.2 Experimentación

Se asperjaron 10 larvas a punto de formación de gota con Espinosad (mezcla de Espinosa A y D), bajo indicaciones de fabricante (DowAgroScience, 2017); 10 larvas con S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato (control positivo), bajo indicaciones de fabricante (ADAMA, 2018); 10 larvas con *Lecanicillium lecanii*, bajo indicaciones de fabricante (Cotes et al., 2016); 10 larvas con *Beauveria bassiana*, bajo indicaciones de fabricante (BIO-CROP, 2010); 10 larvas con mezcla de *B. bassiana* y *B. brongniartii*, bajo indicaciones de fabricante (SANOPLANT, 2009) y 10 larvas con agua destilada a punto de formación de gota (control negativo), usando atomizadores convencionales (figura 16).



**Figura 16.** Evaluación de alternativas de manejo de *Carmenta theobromae* en laboratorio. A. Larvas de anillador en dieta de cacao listas para el experimento. B. Verificación del estado de la larva. Nótese el consumo de la dieta en forma de anillo. C. Cajas de Petri individualizadas para asegurar la aspersión de los individuos de anillador según el diseño comprometido. D. Alternativas de estudio. E. Aspersión de los tratamientos de estudio por alternativa. F. Seguimiento individualizado de las unidades de respuesta. Fuente: autor.

Todos los tratamientos fueron llevados a cabo al tiempo, a  $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  y  $60\% \text{ Hr} \pm 10\%$ . Cada tres días se hizo observación de individuos muertos, consignando los cambios en bitácora en medio físico y base de datos digital (anexo F).

### 2.2.3.2 Fase de Campo

Se realizó un diseño de bloques completos al azar con medidas repetidas en el tiempo, con variable respuesta en el número de larvas muertas por tratamiento y unidad de respuesta en cada una de las larvas de *C. theobromae* evaluadas. Se bloqueó la edad de las larvas colectadas, la posición de los árboles donde reposaron los tratamientos y el efecto borde. La unidad experimental estuvo conformada por 3 larvas de anillador, con 6 réplicas, 5 tratamientos, 15 larvas por replica, para un total de 90 larvas evaluadas (tabla 6).

#### 2.2.3.2.1 Distribución de los tratamientos

Teniendo en cuenta el tamaño y masa de las larvas reportadas en el anexo G, se obtuvieron tres bloques en el experimento (tabla 9).

**Tabla 9.** Bloqueo del tamaño de las larvas de *Carmenta theobromae* en campo.

Larva	Tamaño en milímetros	Masa en gramos	Observaciones
66	5	0.001	Bloque 1
83	6	0.001	Bloque 1
21	5	0.002	Bloque 1
45	6	0.002	Bloque 1
18	6	0.004	Bloque 1
24	6	0.004	Bloque 1
63	6	0.004	Bloque 1
96	4	0.005	Bloque 1
5	6	0.005	Bloque 1
54	6	0.005	Bloque 1
15	8	0.005	Bloque 1
67	6	0.007	Bloque 1
10	8	0.008	Bloque 1
48	8	0.008	Bloque 1
76	10	0.008	Bloque 1
3	7	0.009	Bloque 1
22	7	0.01	Bloque 1
58	7	0.01	Bloque 1
91	9	0.01	Bloque 1
34	8	0.012	Bloque 1
61	9	0.013	Bloque 1
90	9	0.013	Bloque 1
97	10	0.015	Bloque 1
36	11	0.015	Bloque 1
55	9	0.017	Bloque 1
26	10	0.017	Bloque 1
40	10	0.019	Bloque 1
89	9	0.02	Bloque 1
7	10	0.021	Bloque 1
25	8	0.022	Bloque 1
35	10	0.022	Bloque 2
16	12	0.022	Bloque 2
14	11	0.023	Bloque 2
23	11	0.024	Bloque 2

12	11	0.026	Bloque 2
42	11	0.026	Bloque 2
44	11	0.026	Bloque 2
73	11	0.026	Bloque 2
94	13	0.027	Bloque 2
13	10	0.029	Bloque 2
50	12	0.029	Bloque 2
98	13	0.029	Bloque 2
87	12	0.031	Bloque 2
6	12	0.032	Bloque 2
32	12	0.032	Bloque 2
43	12	0.032	Bloque 2
62	11	0.033	Bloque 2
28	14	0.033	Bloque 2
68	12	0.035	Bloque 2
52	12	0.036	Bloque 2
4	14	0.036	Bloque 2
64	13	0.038	Bloque 2
29	11	0.042	Bloque 2
19	12	0.043	Bloque 2
99	14	0.047	Bloque 2
2	15	0.047	Bloque 2
39	12	0.048	Bloque 2
86	18	0.049	Bloque 2
93	16	0.05	Bloque 2
74	13	0.052	Bloque 2
51	13	0.053	Bloque 3
92	12	0.055	Bloque 3
88	15	0.056	Bloque 3
31	15	0.057	Bloque 3
72	15	0.058	Bloque 3
33	17	0.059	Bloque 3
53	16	0.061	Bloque 3
95	14	0.063	Bloque 3
38	15	0.065	Bloque 3
49	16	0.065	Bloque 3
27	15	0.066	Bloque 3
20	13	0.067	Bloque 3
71	15	0.068	Bloque 3
60	16	0.073	Bloque 3

59	15	0.074	Bloque 3
57	16	0.074	Bloque 3
101	15	0.076	Bloque 3
37	18	0.076	Bloque 3
1	17	0.077	Bloque 3
9	17	0.081	Bloque 3
70	17	0.082	Bloque 3
56	18	0.088	Bloque 3
100	18	0.089	Bloque 3
8	18	0.092	Bloque 3
69	16	0.097	Bloque 3
75	18	0.097	Bloque 3
11	16	0.105	Bloque 3
41	22	0.171	Bloque 3
46	14	0.6	Bloque 3
47	15	0.6	Bloque 3

Fuente: autor.

A partir de los resultados en laboratorio se priorizaron las dos mejores alternativas de manejo, más los controles positivos y negativos y el tratamiento de campo en poda de formación y plateo (tabla 2). Estas larvas se distribuyeron en las alternativas como se señala en la tabla 10.

**Tabla 10.** Distribución de las larvas en los tratamientos de estudio de alternativas de manejo de *Carmenta theobromae* en campo.

R.	A.	S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato	<i>Lecanicillium lecanii</i>	<i>B. bassiana</i>	Poda y Plateo
1	66	63	83	24	21
	35	16	14	23	12
	101	57	37	1	9
2	76	48	10	67	15
	93	74	86	39	2
	51	92	88	31	72
3	26	40	89	7	25
	28	43	68	62	52
	71	60	59	20	27
4	54	45	96	18	5
	42	44	73	94	13

	8	100	70	56	69
	3	22	58	91	34
<b>5</b>	99	64	4	19	29
	11	75	46	47	41
	55	61	90	36	97
<b>6</b>	50	87	98	6	32
	33	53	95	38	49

R.: repetición. A.: agua. Fuente: autor.

### 2.2.3.2.2 Experimentación

Las larvas fueron contenidas en aros de bordar plásticos número 10, individualizados y rotulados, protegidos con angeo de poro de 560  $\mu$ m y recubiertos con polisombra, excepto en el tratamiento cultural (tabla 2) junto a dieta merídica de concha de cacao (figura 17). Los árboles donde se situaron las plagas confinadas en aros de bordar están sembrados en un lote tecnificado bajo sistema tres bolillo (figura 11), distancia de siembra de 5x5 m, guayaba ecotipo <<Regional Roja>>, individuos de 5 años de edad al momento del experimento, estacionados por demanda de fruta.



**Figura 17.** Larva de *Carmenta theobromae* en aro de bordar bajo condiciones de campo.  
Fuente: autor.

Las larvas de *C. theobromae* fueron asperjadas con los controles positivo y negativo, sumado a los dos mejores tratamientos resultantes de la fase de



laboratorio. Se distribuyeron los aros al azar en cada uno de los árboles de cada réplica (figura 18).



**Figura 18.** Evaluación de alternativas de manejo de *Carmenta theobromae* en campo. A. Larvas de *Carmenta theobromae* confinadas en aros de bordar junto a dieta. B. Aro

marcado listo para aspersión. C. Disposición de los tratamientos. D. Repetición del bioensayo en un árbol de guayaba. Fuente: autor.

Todas las aspersiones se realizaron con atomizadores de mano simulando la aspersión con bomba de espalda manual.

#### **2.2.4 Análisis estadístico**

Se realizaron ANOVAS con prueba de comparación de medias de Tukey a una significancia del 5%, verificando los supuestos del modelo, con el software SPSS STATICS v.19, IBM®. La hipótesis nula indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en el manejo de infestación de las plagas.

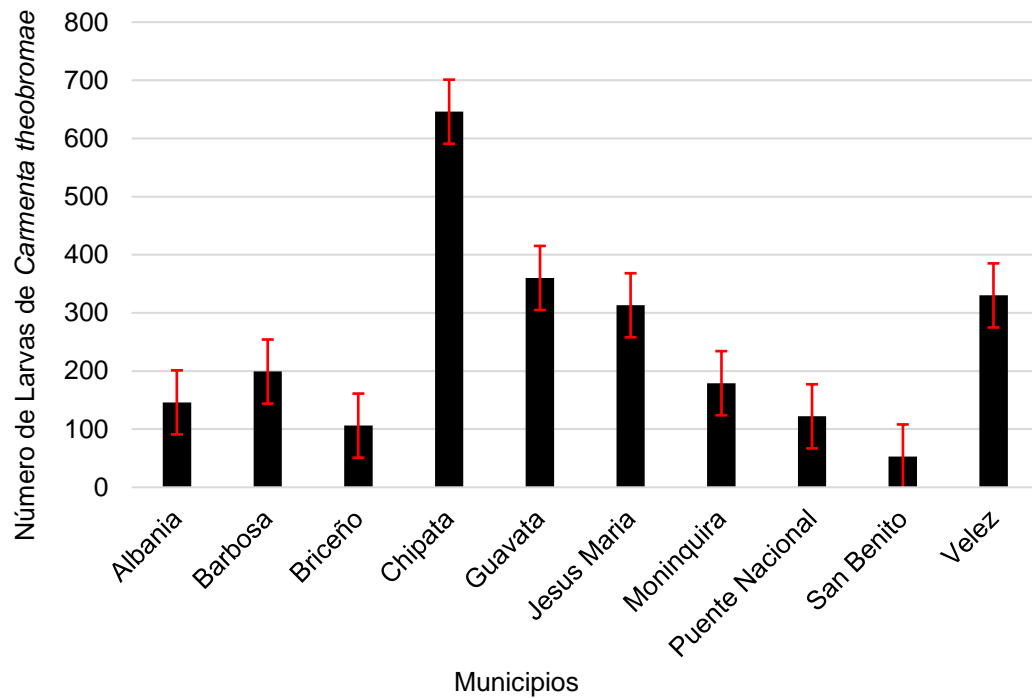
Se generaron los gráficos de rigor para el análisis de variables, incluyendo siempre los testigos. Los datos atípicos fueron analizados con pruebas Q y T al 95% de confianza para su rechazo.

## 2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.3.1 Colectas

En total se colectaron 2313 estados biológicos del anillador de la guayaba, correspondientes a 2152 larvas entre el I y VI instar (93%) y 161 pupas (7%), entre el 27 de marzo del 2015 y el 04 de mayo del 2016. No obstante, se evidenció alta mortalidad en las larvas del I al III instar, tal como se espera para lepidópteros con curva de supervivencia tipo II (estrategas de la r) (Pulido Blanco, 2014), donde los primeros instares son los más vulnerables (Zalucki et al., 2002). Esta situación impidió tener un número elevado de individuos simultáneos, con un máximo registrado de 141 individuos aptos para experimentación en fase de laboratorio. Además, el corto ciclo de vida de 110 a 120 días (Pulido Blanco, 2013), más el fuerte verano ocasionado por el fenómeno <<El niño>> durante junio del 2015 a abril del 2016 (IDEAM, 2016), afectaron el número de individuos colectados durante este periodo, llegando a registrarse dos salidas de colecta fallidas (anexo D). Esta situación denota que a pesar de que *C. theobromae* medra en un sitio resguardado del medio ambiente (Pulido Blanco, 2013, 2014), cambios bruscos de temperatura, y principalmente humedad, afectan los primeros estados del ciclo de vida de la plaga. Respecto a esto las colectas del 25 de noviembre del 2015, y del 28 de abril del 2016, donde en un mismo árbol se colectaron 90 y 92 larvas (anexo D), demarcan el carácter focal de la plaga, cuyas altas concentraciones se podrían deber a la reducción de los hábitats aptos para su supervivencia debido al descenso de la humedad relativa por el fuerte verano entre noviembre del 2015 y febrero del 2016 en la HRS (CONtexto-Ganadero, 2016).

Los meses con el mayor número de larvas colectadas fueron junio y abril del 2015, y el mes con el menor número fue febrero del 2016, estando un mes cerca de la prevalencia del estado de larva reportado por Pulido Blanco (2014). Así mismo, en este estudio se colectaron más larvas en el periodo 2015-2016 que lo reportado por Pulido Blanco (2013, 2014), aunque con un aumento del número de pupas colectadas. Finalmente, el municipio donde se encontraron el mayor número de larvas fue Chipatá, caracterizado por tener una humedad relativa 12 puntos porcentuales de media mayor que los municipios de Vélez, Jesús María, Albania y Sucre (Alcaldía de Chipatá, 2002); y el municipio con el menor número de larvas colectadas fue San Benito, donde la guayaba es un producto menor en guayabetales silvestres en la cota cercana al río, cuya zona de vida corresponde a matorral seco (Alcaldía de San Benito, 2004) (figura 19).



**Figura 19.** Municipios donde se colectaron larvas de I a VI instar de *Carmenta theobromae*. Fuente: autor.

No se colectaron individuos de *C. theobromae* en el OB, pero si un sésido sin identificar (figura 20). Esto demuestra que los nichos tróficos, siempre que estén disponibles, serán ocupados por especies con analogías tróficas (Rogg, 2000).



**Figura 20.** Individuo de la familia Sesiidae (Lepidoptera), plaga de árboles de guayaba en el Occidente de Boyacá, sin identificar. Fuente: autor.

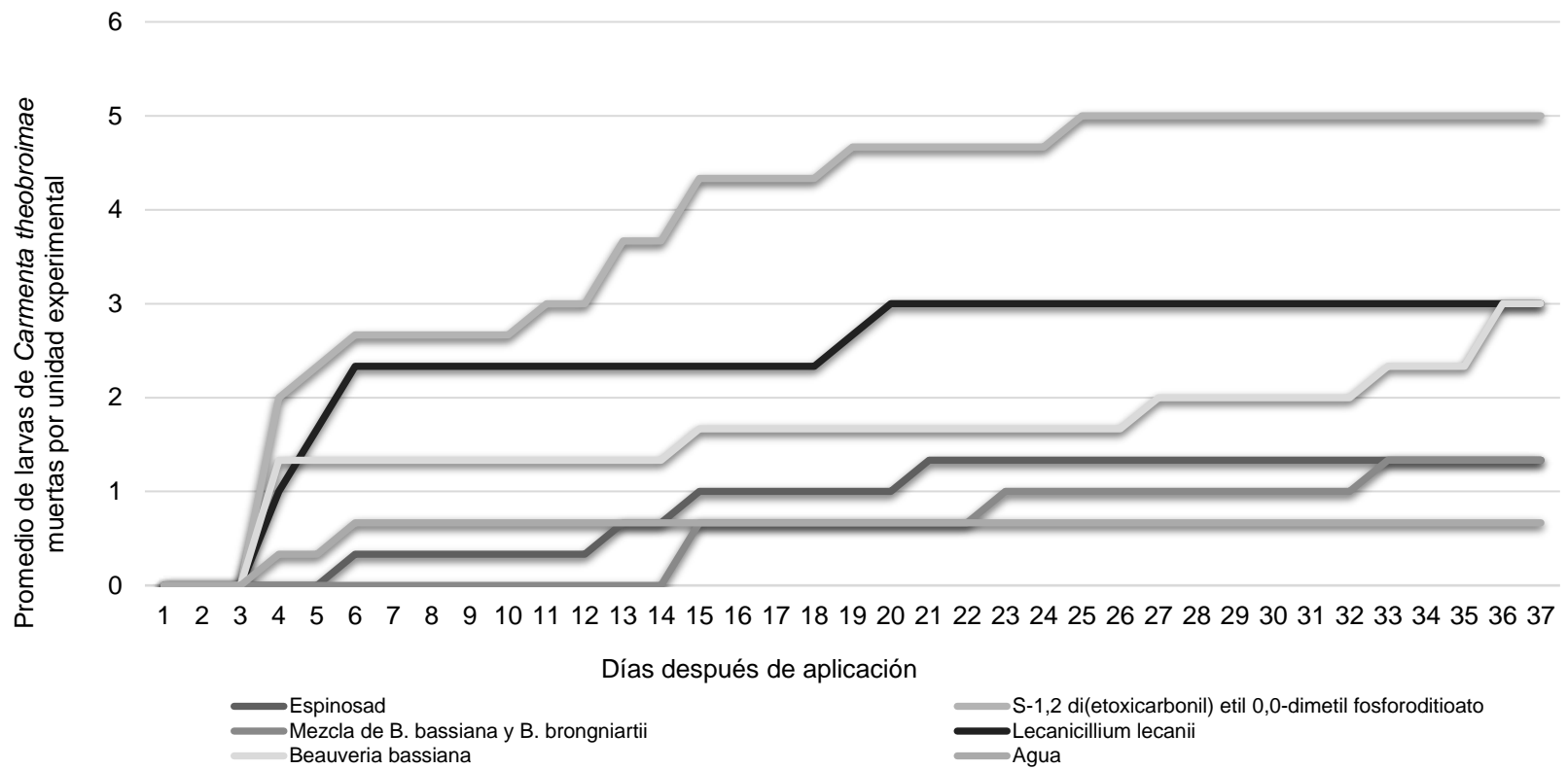
### **2.3.2 Experimentación**

Moore y Prior (1993) afirman que: <<la utilización de un agente biológico en el campo debe obedecer a procesos de selección previos en laboratorio en los cuales se estudien características relevantes para la aplicación y uso eficiente en el campo>> (Vélez & Montoya, 1993). Esto es especialmente cierto para los hongos entomopatógenos, cuyos resultados de laboratorio muchas veces no se ven refrendados en campo (Motta-Delgado & Murcia-Ordoñez, 2011). Además, como señala Barrios et al (2016), el trabajo de campo debe tener un proceso de selección de los hongos que evalué su eficacia en laboratorio. Bajo estos argumentos, se llevó a cabo la fase de laboratorio.

#### **2.3.2.1 Alternativas de manejo de *C. theobromae* bajo condiciones de laboratorio**

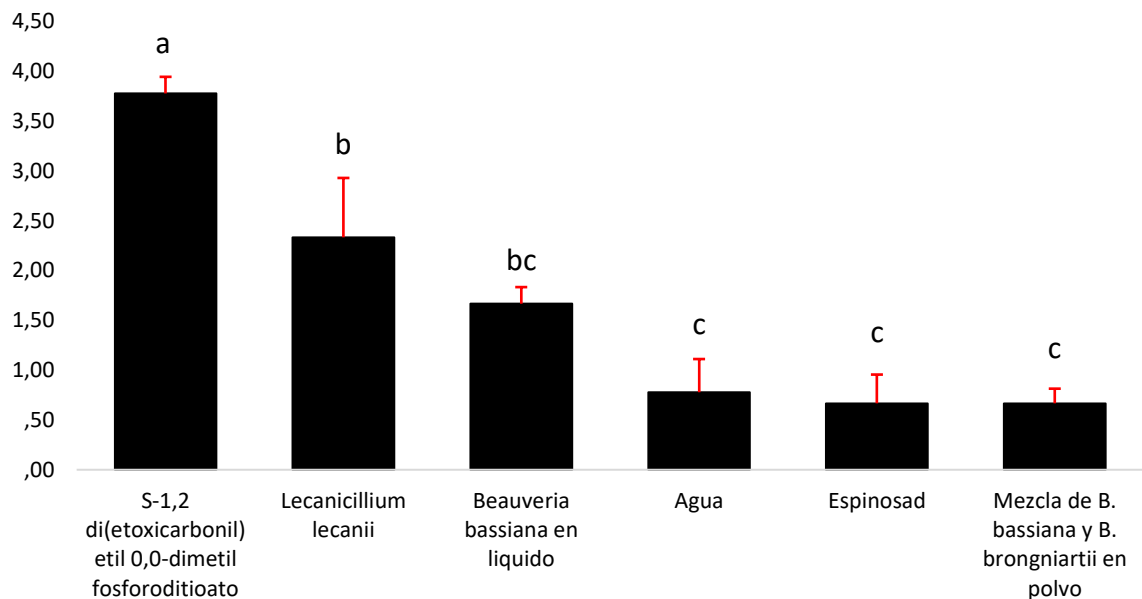
Se cumplieron todos los supuestos del modelo. Hay diferencias estadísticamente significativas entre las alternativas de manejo de *C. theobromae* bajo condiciones de laboratorio tras 37 días de evaluación de larvas muertas post aplicación de las alternativas de estudio ( $n=160$ ;  $p\_value=0,000$ ;  $\alpha=0,05$ ; anexos H e I).

Todas las alternativas de estudio mostraron efecto en términos del número de larvas muertas a partir del tercer día posterior a la inoculación por aspersion, con dos deltas entre los días 3 y 6, y 14 y 22 (figura 21).



**Figura 21.** Larvas muertas de *C. theobromaie* bajo condiciones de laboratorio al cabo de 37 días de evaluación, según el tratamiento empleado. Fuente: autor.

El tratamiento químico S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato (control positivo) reportó, en promedio, el mayor número de larvas muertas tras 37 días de evaluación, con un 75,6% del total de los individuos asperjados muertos, seguido, con diferencias estadísticamente significativas, por el tratamiento con el hongo *Lecanicillium lecanii* con un 46,6% de los individuos asperjados muertos. Finalmente destaca el tratamiento de *Beauveria bassiana* en vehículo líquido, con un 33,4% de los individuos asperjados muertos, el cual fue estadísticamente diferente al control positivo, pero no al hongo *L. lecanii* (anexos H e I, figura 22). Los tratamientos Espinosad y Mezcla de *B. bassiana* y *B. brongniartii* en polvo no tuvieron diferencias estadísticamente significativas con el agua (control negativo), y por ende fueron descartados para la siguiente evaluación experimental (anexos H e I, figura 22).



Alternativas de manejo de *Carmenta theobromae* en laboratorio

**Figura 22.** Promedio de larvas muertas de *C. theobromae* por réplica. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (n=60; F=14,727,  $\alpha$ =5%). Fuente: autor.

El tratamiento químico S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato (control positivo), es ampliamente usado en Colombia, especialmente en la HRS, para el control efectivo y barato del picudo de la guayaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae), principal plaga del frutal, y verdadera limitante de la producción de bocadillo (Insuasty et al., 2007; Pulido Blanco 2013, 2014).

Si bien estos resultados refuerzan la tesis que el uso de insecticidas de síntesis química persiste por su efectividad (Morales & Elizondo, 2002; Ruiz-Sánchez et al., 2009), se han demostrado efectos tóxicos del S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato por bio acumulación en especies animales y vegetales como, por ejemplo, la carpa de río *Cyprinus carpio carpio* (Yonar, 2013), el pepino (Lofty et al., 2013), y en especies de microorganismos nativos en suelos colombianos (Chaves-Bedoya et al., 2013). Pero el problema con esta molécula va más allá de su uso sostenido. Se ha demostrado que el S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato contamina las aguas superficiales, subterráneas, el suelo e incluso el aire de forma persistente con pocas aplicaciones (Montenegro, 2001). Lo más preocupante es que sus efectos no se restringen a los organismos del agroecosistema y ecosistemas aledaños, sino que se extienden al hombre: se ha demostrado su asociación con el incremento en el riesgo de cáncer de tiroides (Lerro et al., 2015). Por ende, se debe restringir su uso al máximo, más si se trata de un programa de MIP (Martínez-Haro et al., 2008; Osteen & Fernandez-Cornejo, 2013).

Por otra parte, cabe resaltar que si bien el tratamiento de *L. lecanii*, en registro como LECABIOL® WG (Agrosavia), está formulado para el control de mosca blanca en algodón, su uso y registro puede extenderse, con las investigaciones pertinentes, hacia otros ordenes como Lepidóptera, con mención en los Sesiidae. En este sentido, Pulido Blanco (2013, 2014) reporta parasitación natural de pupas de *C. theobromae* por *L. lecanii* en la HRS, por lo que su potencial uso no debe descartarse, máxime cuando los resultados experimentales de laboratorio demostraron que tiene una efectividad cercana al 50% sobre larvas de distintos instares de *C. theobromae*.

Por último, el tratamiento con *B. bassiana* no mostró el grado de efectividad esperado en laboratorio, el cual para sesiidos relacionados a *C. theobromae* ha llegado hasta el 76% de control, como en el caso de *Synanthedon myopaeformis* en manzana (Cossentine et al., 2010, 2013). Esto puede deberse a la alta especificidad que muestran algunas patosistemas, donde el hospedero ejerce una presión de selección sobre genotipos del patógeno, conllevando a la formación de formas hospedero-específicas (Motta-Delgado & Murcia-Ordoñez, 2011).

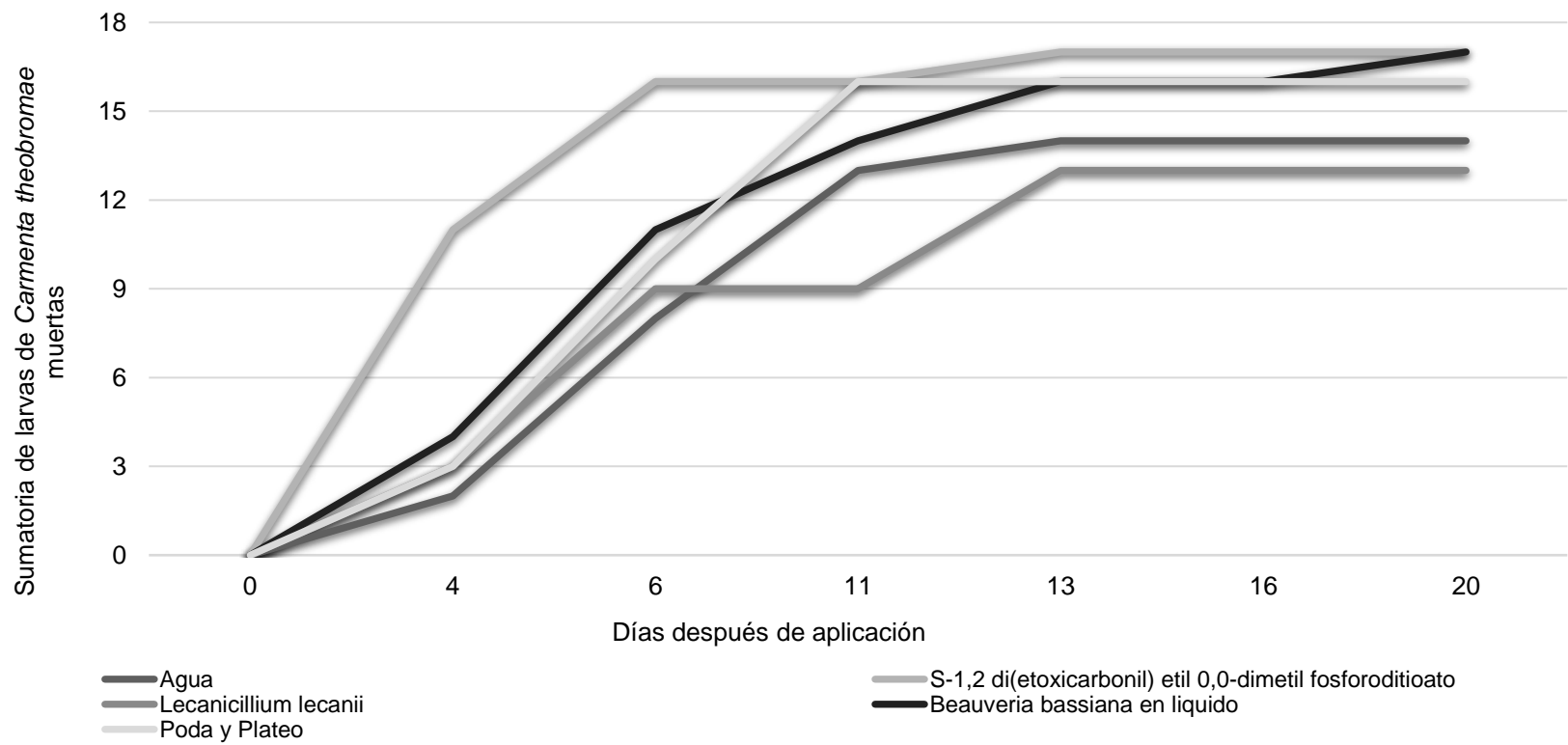
### **2.3.2.2 Alternativas de manejo de *C. theobromae* bajo condiciones de campo**

Se cumplieron todos los supuestos del modelo. Hay diferencias estadísticamente significativas entre las alternativas de manejo de *C. theobromae* bajo condiciones de campo tras 19 días de evaluación de larvas muertas post inoculación por aspersión ( $n=90$ ;  $p\_value=0,013 < \alpha=0,05$ ; anexos J y K).



Bajo condiciones de campo los tratamientos de estudio de alternativas de control de *C. theobromae* mostraron un efecto inmediato en el número de larvas muertas. Esta situación se sostuvo hasta el día 4, con un incremento en el número de larvas muertas por unidad experimental, el cual decayó en el día 7. Esta situación podría deberse a la falta de disponibilidad de agua, la cual en condiciones de laboratorio era suministrada constantemente por la dieta, fuente de comida y sustrato. Al respecto Motta-Delgado & Murcia-Ordoñez (2011), señalan que para que tenga lugar las manifestaciones epizooticas de los hongos se necesita la confluencia de una serie de factores bióticos y abióticos. En campo entre los factores abióticos que afectan la supervivencia y virulencia de los hongos están los rayos UV, la temperatura, la humedad relativa y la presencia de trazas de fungicidas (Motta-Delgado & Murcia-Ordoñez, 2011). Así mismo, altas exposiciones de las larvas a desecación afectan el contenido de los nutrientes de los insectos que, como hospederos de los hongos, disminuyen la oferta de recursos (Motta-Delgado & Murcia-Ordoñez, 2011).

Así, se verifica que en condiciones de campo el comportamiento general de los tratamientos fue más precoz que en laboratorio, con la mitad de la duración del experimento bajo condiciones controladas (figura 23, anexo J).

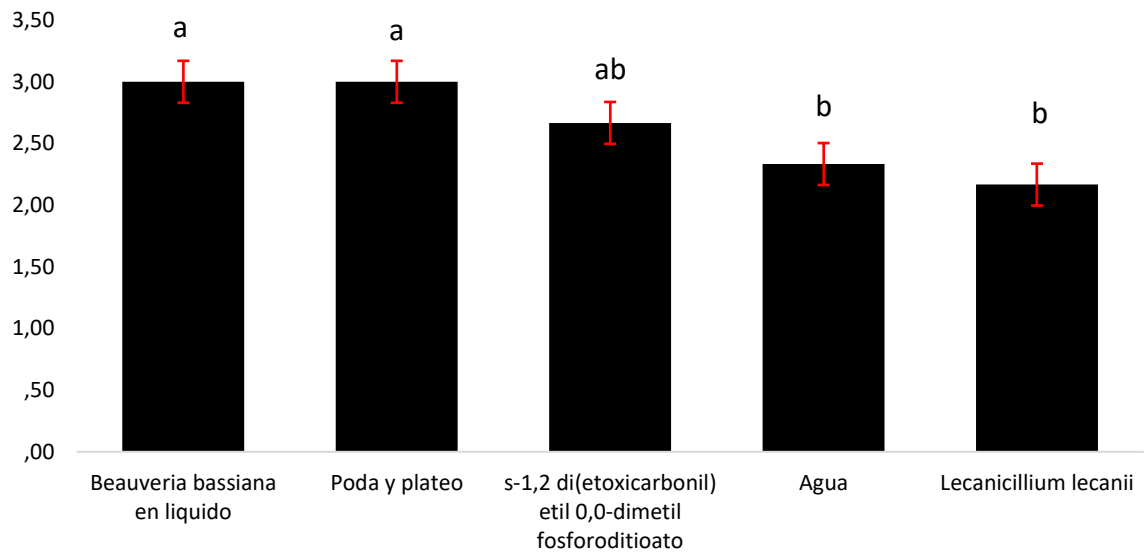


**Figura 23.** Larvas muertas de *C. theobromae* bajo condiciones de campo al cabo de 19 días de evaluación, según el tratamiento empleado. Fuente: autor.

*B. bassiana* en vehículo líquido y el tratamiento de poda y plateo registraron los mayores valores de larvas muertas post aspersión, con el 60% del total de los individuos asperjados muertos, sin tener diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento químico S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato, el cual registró 53,4% de los individuos asperjados muertos al cabo de 19 días de evaluación. Esta situación refleja que el uso de hongos entomopatógenos, en conjunción con condiciones adversas para el establecimiento de plagas, es una alternativa que ha dado el salto desde la teoría, y su validación en condiciones experimentales, a la realización de verdaderos bioinsecticidas que compiten y sobrepasan los efectos de los pesticidas de síntesis química (De Faria & Wraight, 2007). Cabe mencionar que el entomopatógeno más exitoso en términos de rango de hospederos y productos comerciales registrados a nivel mundial es *B. bassiana* (De Faria & Wraight, 2007).

Por otro lado, la modificación del hábitat de las plagas por medio de la poda se posiciona cada vez más como una práctica exitosa de las BPAs (Guzmán, 2006, Martínez-Acosta, 2012). Chirinos & Geraud-Pouey (2011) señalan que en Venezuela la combinación de la poda con la liberación de controladores biológicos es una práctica frecuente en aproximadamente el 6% de los cultivadores de guayaba del país, mientras que Torres y Cotes (1999) demostraron que la combinación de hongos entomopatógenos tenía un efecto sinérgico que potenciaba la letalidad de los formulados contra larvas de *Premnotrypes vorax* en papa. No obstante, el estudio de métodos culturales asociados con hongos entomopatógenos se ha centrado más en la virulencia de las cepas empleadas que en el discernimiento de los mecanismos que permiten sinergias. Como se puede verificar en la figura 24, el tratamiento de poda y plateo tuvo uno de los mejores comportamientos en campo: superior a *B. bassiana* y a la par del control químico convencional. Este tratamiento basa su accionar en la afectación de las dos principales variables abióticas que precisan los insectos para vivir, sobre todo en los estados de huevo y larva: temperatura y humedad (Zalucki et al., 2002). Las podas aumentan la temperatura y reducen la humedad en las ramas y el tronco que quedan expuestos a la luz solar (Meneses, 1988) mientras que lo propio hace el plateo en la base del árbol. Lo anterior, ocasiona condiciones desfavorables para la ovipostura de los insectos, la cual depende de la elección de un hospedante que reúna las condiciones necesarias para asegurar el ciclo de las larvas (Lawton 1983, Thompson 1988, Hanks et al. 1993, Hanks 1999, Suárez et al., 2005). Así, este tratamiento afecta de forma continua el establecimiento de las plagas cerca de su sustrato.

El tratamiento del hongo *L. lecanii* registro un comportamiento bajo al compararlo con el tratamiento negativo (figura 24, anexos J y K). Al respecto, Ayala y colaboradores (2005) señalan que las cepas de *L. lecanii* suelen ser susceptibles a los cambios bruscos de temperatura y humedad en condiciones de campo, llegando incluso a la inactivación de su virulencia.



Alternativas de manejo de *Carmentia theobromae* en campo

**Figura 24.** Promedio de larvas muertas de *C. theobromae* por réplica. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $n=90$ ;  $F=3,939$ ,  $\alpha=5\%$ ). Fuente: autor.

El aumento de la virulencia del tratamiento de *B. bassiana* en vehículo líquido, al pasar de laboratorio a campo, contrasta con lo reportado por Cardenas y colaboradores (2008), quienes registraron una disminución en la virulencia de cepas propias de *B. bassiana* sobre *Hypothenemus hampei* seleccionadas en laboratorio y evaluadas en campo. Si bien Cardenas y colaboradores (2008) reconocen que las interacciones del entomopatógeno y el hospedero con el ambiente son desconocidas, se debe adicionar que estas pueden ser, en términos del control, de doble vía: tanto negativas como positivas. Así como los factores ambientales pueden inhibir la patogenicidad de los hongos entomopatógenos, mecanismos sin establecer en este estudio debieron mejorar la patogenicidad de la cepa fúngica.

Por último, el uso de aros de bordar para confinar las larvas fue un planteamiento necesario debido a que ninguno de los 14 sistemas productivos tecnificados de guayaba entrevistados permitió infestar artificialmente los árboles del cultivo. Así mismo, se descartó una investigación sobre árboles infestados naturalmente a causa de que el diseño debería corresponder a uno no-experimental con variables ex-post-facto, sin aleatoriedad y con el ruido del estado inicial de los individuos evaluados (Tam et al., 2008).

## 2.4 CONCLUSIONES

- Bajo condiciones de laboratorio el tratamiento químico S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato (control positivo) reportó, en promedio, el mayor número de larvas muertas tras 37 días de evaluación, seguido por el tratamiento con el hongo *Lecanicillium lecanii* y el tratamiento de *Beauveria bassiana* en vehículo líquido. Los tratamientos Espinosad y Mezcla de *B. bassiana* y *B. brongniartii* en polvo no tuvieron diferencias estadísticamente significativas con el agua (control negativo), y por ende fueron descartados para la siguiente evaluación experimental.
- Bajo condiciones de campo el tratamiento de *B. bassiana* en vehículo líquido y el tratamiento de poda y ploteo registraron los mayores valores de larvas muertas post aspersión, pero sin tener diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento químico S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato. La paridad estadística de los controles biológicos, culturales y químico es un argumento a favor en el uso de los primeros en detrimento del tercero, máxime cuando los efectos nocivos de la molécula S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato han sido comprobados en el aire, el agua y el suelo agrícolas, además de su asociación con el cáncer de tiroides en humanos.
- Bajo condiciones de campo los efectos de muerte de los tratamientos se exacerbaron por la conjunción de condiciones adversas para las larvas, como fueron una menor disponibilidad de sustrato y agua.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADAMA. (2018). Malathion 57%. ADAMA Colombia. Recuperado de: <https://www.adama.com/colombia/es/crop-protection/insecticide/malathion.html>
- Alcaldía Municipal de Chipatá Santander. (2002). Esquema de Ordenamiento Territorial Chipatá Santander 2002. Climatología. Recuperado de: <http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/C/chipata - santander - eot - 2002/chipata - santander - eot - 2002.asp>
- Alcaldía Municipal de San Benito Santander. (2004). Esquema de Ordenamiento Territorio del Municipio de San Benito. Informe Final: Documento Técnico de Soporte. Recuperado de: [http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/Documentos%20PDF/eot-san%20benito-santander-2004-documento%20t%C3%A9cnico-\(140%20p%C3%A1g%20-%201.760%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/Documentos%20PDF/eot-san%20benito-santander-2004-documento%20t%C3%A9cnico-(140%20p%C3%A1g%20-%201.760%20kb).pdf)
- Ayala-Zermeño, M. A., Mier, T., Robles, J. S., & Toriello, C. (2005). Variabilidad intraespecífica del crecimiento de *Lecanicillium lecanii* (= *Verticillium lecanii*) por efecto de la temperatura. *Revista Mexicana de Micología*, 20, 93-97.
- Bąkowski, M., Piekarska-Boniecka, H., Dolańska-Niedbała, E., & Michaud, J. P. (2013). Monitoring of the red-belted clearwing moth, *Synanthedon myopaeformis*, and its parasitoid *Liotryphon crassiseta* in apple orchards in yellow Moericke traps. *Journal of insect science*, 13(1).
- Barrios, T., Enrique, C., Bustillo, P., Enrique, A., Ocampo, R., Lorena, K., ... & Lorena Alvarado M, H. (2016). Eficacia de hongos entomopatógenos en el control de *Leptopharsa gibbicarina* (Hemiptera: Tingidae) en palma de aceite. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(1), 22-27.
- BIO-CROP. (2010). ADRAL® w.p. Insecticida Biológico. Ficha Técnica. Recuperado de: [http://bio-crop.com/wp-content/uploads/2016/09/ADRAL-W.P.-Ficha\\_Tecnica-BIO-CROP2.pdf](http://bio-crop.com/wp-content/uploads/2016/09/ADRAL-W.P.-Ficha_Tecnica-BIO-CROP2.pdf)
- Capriles de Reyes, R. (1977). Enfermedades y plagas en el cacaotero. En: 6to día de campo en cacao. Estación Experimental Caucahua. CENIAP
- Carabalí, A., Insuasty, O., Pulido, V., & Canacuan, D. (2015). Insectos Plagas de Importancia Económica en el cultivo de la Guayaba y sus Estrategias de Control.
- Chaves-Bedoya, G., Ortiz-Moreno, M. L., & Ortiz-Rojas, L. Y. (2013). Effect of agrochemicals on soil microorganisms of a rice culture. *Acta Agronómica*, 62(1), 66-72.
- Chirinos, D. T., & Geraud Pouey, F. (2011). El manejo de plagas agrícolas en Venezuela. *Análisis y reflexiones sobre algunos casos*. *Interciencia*, 36(3).
- CONtexto-Ganadero. (2016). El río Suárez se está secando, ¿cómo afectará al sector pecuario? Recuperado de:

<http://www.contextoganadero.com/regiones/el-rio-suarez-se-esta-secando-como-afectara-al-sector-pecuario>

- Cossentine, J. E., Judd, G. J. R., Bissett, J. D., & Lacey, L. A. (2010). Susceptibility of apple clearwing moth larvae, *Synanthedon myopaeformis* (Lepidoptera: Sesiidae) to *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. *Biocontrol Science and Technology*, 20(7), 703-707.
- Cossentine, J., Aurelian, V. M., & Judd, G. J. (2013). 41 *Synanthedon myopaeformis* (Borkhausen), Apple Clearwing Moth (Lepidoptera: Sesiidae). *Biological Control Programmes in Canada 2001–2012*, 285.
- Cotes, A. M., Moreno-Velandia, C. A., Espinel, C., Villamizar, L., & Gómez, M. (2016, June). Biological control of tomato *Fusarium* wilt and whiteflies with two fungal biopesticides. In V International Symposium on Tomato Diseases: Perspectives and Future Directions in Tomato Protection 1207 (pp. 129-138).
- De Faria, M. R., Wraight, S. P. (2007). Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Biological Control*, 43(3), 237-256.
- Delgado, N. (2007). Caracterización morfológica de los Sesiidae (Insecta: Lepidoptera) perforadores del fruto del cacao (*Theobroma cacao* L.), presentes en la región costera del estado Aragua, Venezuela. *ENTOMOTROPICA*, 20(2), 97-111.
- Delgado, N. (2018). Taxonomía y bioecología de los perforadores (Lepidoptera: Sesiidae) del fruto del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región centro-costera del estado Aragua.
- Dow AgroScience. (2017). Success GF-120 0.02 CB. Etiqueta Web – Colombia. Dow AgroSciences LLC 9330 Zionsville Road, Indianapolis, IN 46268-1054, EE.UU. Recuperado de: [https://www.dowagro.com/content/dam/hdas/dowagro\\_colombia/pdfs/0901b8\\_0380994f6f.pdf](https://www.dowagro.com/content/dam/hdas/dowagro_colombia/pdfs/0901b8_0380994f6f.pdf)
- Dyar, H. G. (1890). The number of molts of lepidopterous larvae. *Psyche: A Journal of Entomology*, 5(175-176), 420-422.
- Gómez Santos, R. (1998). Capacitación técnica para la producción y comercialización de la Guayaba.
- Google Earth. (2018). Mapa de 5°58'27" N y 73°39'45" W. Recuperado de: <https://earth.app.goo.gl/ornGGU>
- Greene, G. L., Leppla, N. C., & Dickerson, W. A. (1976). Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *Journal of Economic Entomology*, 69(4), 487-488.
- Guzmán, M. (2012). Control biológico y cultural de la Sigatoka negra. In Trabajo presentado en el 45 Congreso Brasileiro de Fitopatologia. Brazilian Phytopathological Society, Manaus, AM. Tropical Plant Pathology (Vol. 37).
- Hanks, L.M., Paine, T.D. & Millar, J.G. (1993) Host species preference and larval performance in the wood-boring beetle *Phoracantha semipunctata* F. *Oecologia* 95: 22-29.
- IDEAM. (2016). Impacto del fenómeno “El Niño” 2015-2016 en los nevados y alta montaña en Colombia. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental

Grupo de suelos y tierras. IDEAM. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/132669/Impacto+de+El+Ni%C3%B1o+en+la+alta+monta%C3%B1a+colombiana.pdf/dd41d158-0944-41d5-917e-44fdb524e8ea>

- Jin Q., Wang S.X., Li H.H. (2008): Catalogue of the family Sesiidae in China (Lepidoptera: Sesiidae). *Shilap-Revista de Lepidopterologia*, 36 (144): 507–526.
- Kollár J., Bakay L. (2015): The Currant Clearwing moth *Synanthedon tipuliformis* (Clerck, 1759) as a new pest for pawpaw (*Asimina triloba* L.) in Slovakia – short communication. *Plant Protect. Sci.*, 51: 153–155.
- Laštůvka, Z., Laštůvka, A. (2001). *The Sesiidae of Europe*. Apollo Books Aps.
- Lawton, J.H. (1983) Plant architecture, and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology* 28: 23-39.
- Lerro, C. C., Koutros, S., Andreotti, G., Friesen, M. C., Alavanja, M. C., Blair, A., ... & Zhang, Y. (2015). Organophosphate insecticide use and cancer incidence among spouses of pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Occup Environ Med*, 72(10), 736-744.
- Lorea, L. (2004). Guía para la Captura y Conservación de Insectos. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Control Biológico. Santiago del Estero, Argentina.
- Martínez-Acosta, A., Castañeda-Sánchez, D., Bornacelly -Horta H., Merchán-Vargas V. La poda temprana, práctica en el manejo integral de la Sigatoka negra en banano. In XVII Reunião Internacional ACORBAT. Joinville, Brasil. p. 690-697. (Anais, Vol. 2). 2006
- Montenegro, R. A. (2001). Informe sobre los riesgos sanitarios y ambientales del malatión. Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina. Córdoba, Argentina, 1-37.
- Moore, D., Prior, C. (1993). The potential of mycoinsecticides. *Biocontrol News and Information* 14(2): 31-40.
- Morales, C., Elizondo, A. (2002). Efectividad de insecticidas químicos en el control de Thrips palmi Karny en el cultivo de la papa. *Fitosanidad*, 6(3), 41-45.
- Motta-Delgado, P. A., & Murcia-Ordoñez, B. (2011). Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 6(2).
- Pulido Blanco, VC. (2013). Biología Y Hábitos De Los Gusanos Barrenador, Enrollador Y Anillador Del Tallo En Árboles De Guayaba E Incidencia, Daños Y Estrategias De Manejo Integrado Del Picudo En El Norte Del Valle. INFORME DE META. Barbosa: Corpoica. 95 pp.
- Pulido Blanco, VC. (2014). Estudios E Indicadores Epidemiológicos De Plagas Emergentes (Anillador, Taladrador Y Enrollador) En El Cultivo De La Guayaba. INFORME DE META. Barbosa: Corpoica. 100 pp.
- Rogg, H. (2000). Manejo integrado y control biológico de plagas y enfermedades. Promoción de Exportadores Agrícolas No Tradicionales. Quito, Ecuador. Proexant. ISBN: 9978-41-243-3.



- Ruiz-Sánchez, E., Aguilar Ochoa, O., Cristóbal Alejo, J., Tún Suárez, J. M., Latournerie Moreno, L., & Pérez Gutiérrez, A. (2009). Comparison of the effectiveness of one botanical insecticide and two chemical insecticides for the control of pepper weevil (*Anthonomus eugenii* Cano)(Coleoptera: Curculionidae) on habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Fitosanidad*, 13(2), 117-120.
- SANOPLANT. (2009). Beauveriplant®. Ficha técnica. Recuperado de: [https://issuu.com/sanoplant/docs/ficha\\_tecnica\\_bauveriplant](https://issuu.com/sanoplant/docs/ficha_tecnica_bauveriplant)
- Santos, A. M., Uribe, L. A., Ruiz, J. C., Tabima, L., Gómez, J. A., & Villamizar, L. F. (2014). Nucleopoliedrovirus de *Spodoptera frugiperda* SfNPV003: compatibilidad con agroquímicos y estabilidad en condiciones de almacenamiento. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(2).
- Sarmiento-Naizaque, Z., Insuasty, O., Martínez, J., Barreto-Triana, N. (2016). Aspectos biológicos del anillador de la guayaba *Carmenta theobromae* (Lepidoptera: Sesiidae) en Santander, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(2).
- Solomon, J. D., & Dix, M. (1979). Selected bibliography of the clearwing borers (Sesiidae) of the United States and Canada: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.
- Suarez, L. H., Aguilar, A. V., & Gonzáles, W. L. (2005). Patrones de infestación por insectos xilófagos en renovales de *Nothofagus obliqua* Mirb. y *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.(Fagales: Nothofagaceae). *Revista chilena de historia natural*, 78(1), 23-32.
- Tam, J., Vera, G., Oliveros, R. (2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación. *Pensamiento y acción*. 5:145-154.
- Thompson, J.N. (1988) Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insect. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 47: 3-14.
- Torres, L. & Cotes, A. (1999). Evaluación de la actividad biocontroladora de hongos entomopatógenos contra *Premnotrypes vorax* (Coleoptera: Curculionidae) mediante su utilización individual y combinada. *Revista Colombiana de Entomología*, 25(3-4), 121-129.
- Vélez A., Montoya R. (1993). Supervivencia del hongo *Beauveria bassiana* bajo radiación solar en condiciones de laboratorio y campo. *Cenicafé* 44 (3): 111-122.
- Zalucki, M. P., Clarke, A. R., & Malcolm, S. B. (2002). Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera. *Annual review of entomology*, 47(1), 361-393.

### 3. Capitulo III. ALTERNATIVAS DE MANEJO BIOLÓGICAS, CULTURALES Y QUÍMICAS DEL GUSANO TALADRADOR DE LA GUAYABA *Simplicivalva ampliophilobia* Davis, Gentili-Poole & Mitter, 2008 (*Lepidoptera: Cossidae*) EN LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ, COLOMBIA

#### RESUMEN CAPITULO III

*Simplicivalva ampliophilobia* Davis, Gentili-Poole & Mitter (2008), barrena los árboles de guayaba en el principal núcleo productivo del frutal en Colombia: la Hoya del río Suárez – HRS-. Aunque se conocen aspectos de su biología, ciclo de vida e incluso registros de sus enemigos naturales en la HRS, al momento no existen estrategias de manejo de las poblaciones del insecto plaga para Colombia. Con este propósito se realizó un diseño de bloques completos al azar con variable respuesta en el número de larvas muertas por alternativa y unidad de respuesta en cada una de las larvas evaluadas bajo condiciones de laboratorio y campo. Las alternativas de manejo evaluadas fueron Espinosad (mezcla de Espinosa A y D); S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato (químico, control positivo); *Lecanicillium lecanii*; *Beauveria bassiana*; Mezcla de *B. bassiana* y *B. brongniartii* y agua destilada (control negativo). Se realizaron ANOVAS con prueba de comparación de medias de Tukey a una significancia del 5%. El mejor tratamiento para el control de larvas de *S. ampliophilobia* en condiciones de laboratorio fue el Espinosad, con aproximadamente 91,3% del total de larvas asperjadas muertas, seguido, sin diferencias estadísticamente significativas, por el tratamiento S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato (control positivo), con 88,8% del total de larvas asperjadas muertas. En campo no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las estrategias biológicas comerciales (espinosad), químicas (S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato) y culturales (poda y plateo), corroborando la tendencia creciente a la disminución en la brecha entre los pesticidas y los bioplaguicidas que, en términos de efectividad de manejo de poblaciones de *S. ampliophilobia* bajo las condiciones de la HRS, no tendrían contraste.

**Palabras claves:** *Simplicivalva ampliophilobia*, guayaba, alternativas de manejo.

### SUMMARY CHAPTER III

*Simplicivalva ampliophilobia* Davis, Gentili-Poole & Mitter (2008), drills the guava trees in the main core of the product in Colombia: the Hoya del río Suárez - HRS-. Although aspects of its biology, life cycle and even records of its natural enemies are known in the HRS, at the moment there are no management strategies for plague insect populations for Colombia. For this purpose, a randomized complete block design was performed with variable response in the number of dead larvae by alternative and response unit in each of the larvae evaluated in the laboratory and field conditions. The management alternatives evaluated were Spinosad (mixture of Espinosa A and D); S-1,2 di (ethoxycarbonyl) ethyl 0,0-dimethyl phosphorodithioate (chemical, positive control); *Lecanicillium lecanii*; *Beauveria bassiana*; *B. bassiana* and *B. brongniartii* Mix, and distilled water (negative control). ANOVAS was performed with Tukey's means comparison test at a significance of 5%. The best treatment for the control of *S. ampliophilobia* larvae in laboratory conditions was the Spinosad, with approximately 91.3% of the total dead sprayed larvae, followed, without statistically significant differences, by the S-1,2 di treatment (ethoxycarbonyl) ethyl 0,0-dimethyl phosphorodithioate (positive control), with 88,8% of the total larvae sprinkled with dead. In the field there were no statistically significant differences in commercial (spinosad), chemical (S-1,2 di (ethoxycarbonyl) ethyl 0,0-dimethyl phosphorodithioate) and cultural (pruning and silvery) commercial strategies, corroborating the tendency to in the gap between pesticides and biopesticides, in the terms of management of *S. ampliophilobia* populations under the conditions of the HRS, they would not have contrast.

**Keywords:** *Simplicivalva ampliophilobia*, guava, management alternatives.

### 3.1 INTRODUCCIÓN

La familia Cossidae (Leach, 1815) (Lepidoptera) está compuesta por 110 géneros (Pitkin et al., 2004; Savela, 2006) y alrededor de 1.000 especies (Penco & Yakovlev, 2015, van Nieukerken et al., 2011). De distribución geográfica cosmopolita, han sido registrados en Australia, Asia, África, Europa, Madagascar y América, desde Estados Unidos hasta la Patagonia (Schoorl, 1990; Gentili, 1989; Pastrana, 2004; Penco & Yakovlev, 2015). Son polillas heteróceras conocidas como <<*carpenter moths*>>, debido a que las larvas de muchas especies, de varios centímetros de longitud, horadan sus plantas hospedadoras dejando profundas galerías (Penco & Yakovlev, 2015).

Los interés en investigación de la familia Cossidae se centran en sus aspectos taxonómicos, que son fragmentarios (Penco & Yakovlev, 2015), y agronómicos, como plagas de varias especies importantes para el hombre (Davis *et al.*, 2008). Aunque la mayoría de las investigaciones se realizan sobre especies paleárticas, como *Zeuzera pyrina* (Nigro et al., 2013), neárticas, como *Comadia redtenbacheri* (Castro-Torres & Llanderal-Cázares, 2015), o australes como *Chilecomadia valdiviana* (Herrera et al., 2016), no es posible extrapolar las estrategias de manejo con base en ciclos de vida con diapausa (Pulido Blanco, 2013, 2014).

Una especie recientemente descrita para la ciencia, de interés agronómico, en el neotrópico es *Simplicivalva ampliophilobia* Davis, Gentili-Poole & Mitter (2008). Descrita en Costa Rica (Davis *et al.*, 2008), su larva, que alcanza los 5 cm de longitud, barrena los árboles de guayaba en el principal núcleo productivo del frutal en Colombia: la Hoya del río Suárez – HRS- (Pulido Blanco, 2013, 2014). Aunque se conocen aspectos de su biología, ciclo de vida (Pulido Blanco, 2013, 2014; Pulido Blanco et al., 2018 en prensa), eh incluso, registros de sus enemigos naturales en la HRS (Carabalí et al., 2015; Pulido Blanco, 2013, 2014), al momento no existen estrategias de manejo de las poblaciones del insecto plaga para Colombia. Esto último es el propósito de la presente investigación.

## 3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.2.1 Lugar de ejecución

Se realizó colecta de especímenes en lotes silvo-pastoriles de guayaba ubicados en la HRS, Provincia de Vélez, Santander, Colombia, municipios de Vélez, Jesús María, Guavatá, Puente Nacional, San Benito, Chipatá, Güepa y Barbosa; y en los municipios de Monquirá, Provincia de Ricaurte, y Briceño y Tununguá en el Occidente de Boyacá –OB- (anexo L) (figura 10). Se escogieron lotes silvo-pastoriles y no tecnificados debido a que los primeros presentan altos porcentajes de infestación (Pulido Blanco, 2013).

El trabajo experimental en campo se realizó en Vélez, Santander, sector <<Los Guayabos>>, vereda Aco y Peña Blanca, finca <<El Paraíso>>, ubicado a los 5°58'27" N y 73°39'45" W, sobre los 1905 msnm (figura 11).

Los estudios en laboratorio se llevaron a cabo en el CI Tibaitatá sede Cimpa, ubicado a los 5°56'51" N y 73°36'24" W, laboratorio de entomología agrícola.

### 3.2.2 Materiales

#### 3.2.2.1 Larvas de *S. ampliophilobia*

Las larvas fueron colectadas entre el 27 de marzo del 2015 y el 04 de mayo del 2016. Las colectas de larvas de I a VI instar se hicieron por medio de captura directa en sitios que mostraran actividad reciente (figuras 1C, 25A). También se colectaron pupas para obtener larvas neonatas en laboratorio. Todas las capturas implicaban la destrucción del árbol de guayaba para lograr la extracción de los individuos (figura 25 B, C).

**A**



**B**



**C**



**D**



**E**

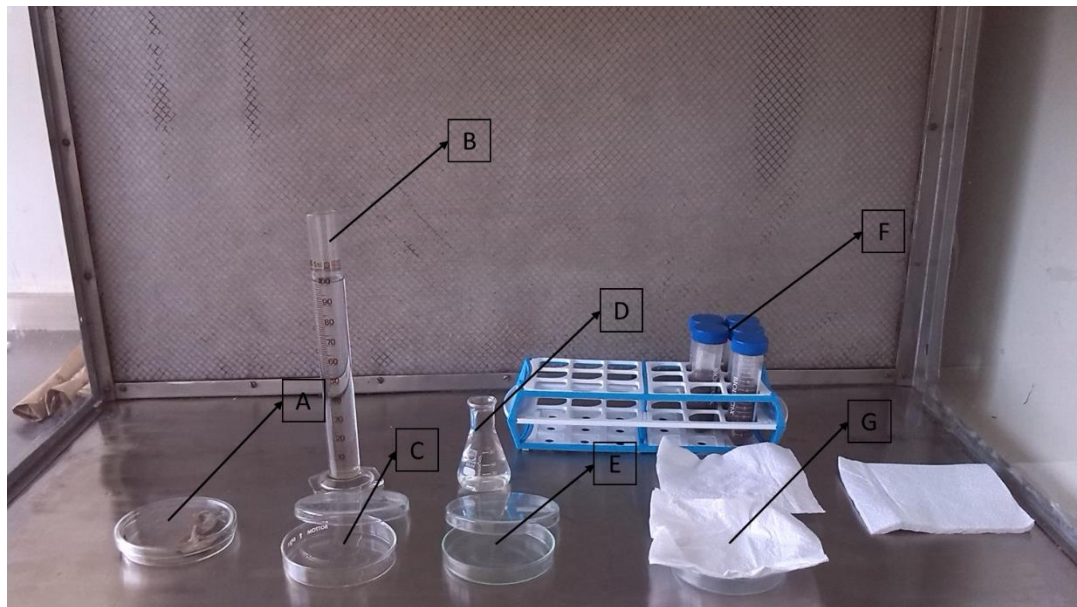


**F**



**Figura 25.** Extracción de larvas de *Simplicivalva ampliophilobia*. A. identificación de la presencia de una larva al interior de un árbol por la presencia de un orificio operculado y excretas en la base del tronco. B. Muestreo destructivo para la extracción de una larva. C. Uso de cuña metálica para acceder al canal horadado por la larva. D. Seguimiento de segmentos de guayaba para la recuperación de larvas en laboratorio. E. larva al interior de un árbol de guayaba. F. larvas recién extraídas en sustrato de aserrín de guayabo. Fuente: autor.

Este material biológico fue transportado en cavas acondicionadas a 22°C, 70% Hr, e ingresadas a laboratorio emulando las condiciones de campo: 25°C ± 3°C y 60% Hr ± 10, con fotoperiodo 0:24 (Pulido Blanco, 2013, 2014). Todas las larvas ingresadas fueron desinfectadas en cabina de flujo laminar siguiendo la metodología de Pulido Blanco (2013, 2014) y Sarmiento-Naizaque et al (2016): lavado con NaClO al 0,5% v/v durante 5 segundos, seguido de dos lavados con agua destilada y desionizada por 30 segundos (figura 12).



**Figura 26.** Limpieza de larvas de *Simplicivalva ampliophilobia* en laboratorio. A. Caja de Petri con larvas de campo. B. Probeta con agua destilada. C. caja de Petri para lavado con NaClO al 0,5% v/v. D. Matraz Erlenmeyer con NaClO al 0,5% v/v. E. caja de Petri para enjuagues con agua destilada. F. Tubos para centrifuga con 20 cm<sup>3</sup> de dieta para las larvas. G. Servilletas estériles para secado de las larvas. Fuente: autor.

Las larvas desinfectadas fueron medidas con reglilla entomológica bajo estereomicroscopio y pesadas con balanza Sartorius® CPA3235 (d=0,001 g) (anexo M) (figura 27). Para su medición, algunas larvas fueron inmovilizadas con

frío siguiendo el protocolo de Lorea (2004). Se bloqueó el tamaño de la larva entre los tratamientos.



**Figura 27.** Medición de larvas del taladrador de la guayaba. A. Medición de longitud de larva de VI instar. B. Medición de masa de prepupa. Fuente: autor.

El total de colectas fue registrado en bitácora de laboratorio (anexo F) y reportado al instituto Alexander von Humboldt por medio del Permiso para Colectas del Ministerio del Medio Ambiente.

### 3.2.2.2 Dieta para *S. ampliophilobia*

Con el ánimo de encontrar una dieta para mantener las larvas de taladrador antes y durante el experimento de alternativas de manejo, se probaron tres dietas merídicas para insectos xilófagos reportadas como exitosas por la literatura, más un testigo propuesto en este estudio (tabla 11):



**Zp:** dieta semi sintética de García del Pino & Haro (1986) para *Zeuzera pyrina* L, modificada con aserrín de guayabo.

**CL:** dieta semi sintética de Iglesias et al. (1989) para Coleópteros lignícolas, modificada con aserrín de guayabo.

**Hg:** dieta semi sintética de Vargas et al. (2001) para *Hypsipyla grandella* Zeller, modificada con aserrín de guayabo y cloranfenicol.

**C:** Testigo: dieta semi sintética de aserrín de guayabo, agar-agar y nipagina.

**Tabla 11.** Dietas merídicas de guayaba para el mantenimiento de larvas de *Simplicivalva ampliophilobia* en laboratorio.

Componente	Zp	CL	Hg	C: testigo
Aserrín de guayabo fresco	100 g	44 g	2 g	20 g
Leche en polvo	570 g			
Levadura de cerveza	70 g	11 g	15 g	
Sacarosa	40 g		30 g	
Acido ascórbico	7 g	0,6 g		
Agar	24 g	10 g	20 g	15 g
Celulosa	140 g			
Nipagina*	3 g	1g	1 g	1,4 g
Cloranfenicol	0,25 g		0,1 g	
Agua destilada	1100 cm <sup>3</sup>	200 cm <sup>3</sup>	850 cm <sup>3</sup>	1000 cm <sup>3</sup>
Germen de Trigo		44 g	120 g	
Acido benzoico		1 g		
Sales de Wesson			10 g	

<b>Mezcla de Vitaminas</b>	15 g
<b>Caseína</b>	20 g
<b>Ácido sórbico</b>	2 g
<b>Sémola de maíz</b>	22 g

\*: la nipagina se prepara disolviendo el Metil Paraben ó Metil p-hidroxibenzoato en 5 cm<sup>3</sup> de etanol al 70% v/v. Fuente: autor.

Para el cálculo de los componentes de las dietas modificadas de la tabla 11 se tuvo en cuenta:

Serrín de Guayabo: Claro & Ruiz (2007) determinaron que el componente holídico primario de una dieta debe estar sobre el 2% de la composición de esta.

Agar-Agar: lo recomendado por todas las casas comerciales para un litro de medio de cultivo son 15 g de medio.

Nipagina: ó Metil Paraben ó Metil p-hidroxibenzoato, se agrega desde 1g a 325 ml de medio (Shorey y Hale, 1965), 1,07 g a 402 mL de medio (Greene et al., 1976), hasta 1,25 g en 212 mL de medio en trabajos más recientes (ICRISAT diet, en Romero et al., 2012). Su valor parece ser discrecional del investigador, pero a partir del trabajo de Osuna (1998), donde obtuvo medios axénicos con 1,1 g en 800 ml de medio, su valor se sitúa en 1,375 g (1,4 g) para un litro.

Se realizó un diseño unifactorial completo al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, con unidad de respuesta en una larva por tubo, 3 larvas por unidad experimental y variable respuesta en la supervivencia de las larvas en la dieta. En total se usaron 52 larvas para el experimento, debidamente medidas y pesadas (tabla 12).

**Tabla 12.** Relación de masa y longitud en las larvas del experimento de dietas merídicas para mantenimiento de larvas en laboratorio.

Larva	Longitud (cm)	Masa (g)
1	4,5	1,377
2	5	1,473
3	2,3	0,209
4	3	0,516
5	3	0,604
6	4	1,014
7	3	0,375
8	2	0,182

9	2,3	0,208
10	2,3	0,260
11	2	0,104
12	3	0,493
13	1,8	0,242
14	3,6	0,785
15	4	1,273
16	2,5	0,496
17	1,2	0,065
18	4	1,215
19	3,5	1,052
20	3,6	1,284
21*	3,5	1,194
22	3	0,939
23	2,3	0,305
24	3	1,320
25	1,2	0,065
26*	3	0,638
27	1	0,047
28	3	1,098
29	2,5	0,528
30	2,5	0,452
31	3,5	0,895
32	2,3	0,420
33	0,8	0,017
34	4	1,434
35	1,5	0,148
36	2,5	0,419
37	3	0,766
38	3	0,447
39	3	0,526
40	2,2	0,185
41	2,6	0,355
42	3	0,415
43	2,2	0,270
44	3	0,565*
45	3	0,773*
46	3	0,635
47	4	1,277
48	2,6	0,650
49	3	1,031
50	3	0,602**
51	2,3	0,577
52	4	1,388

\*: prepupa, excluida del experimento. \*\*: Larva levemente lastimada. Fuente: autor.

Las larvas fueron distribuidas en las dietas bloqueando la edad de la larva acorde a su tamaño (Dyar, 1890) (tabla 13), y mantenidas en tubos para centrífuga de 50 cm<sup>3</sup>, en gradillas según la distribución experimental (figura 28).

**Tabla 13.** Distribución de las larvas en los tratamientos de estudio del experimento de dietas merídicas para el mantenimiento de larvas de taladrador en laboratorio.

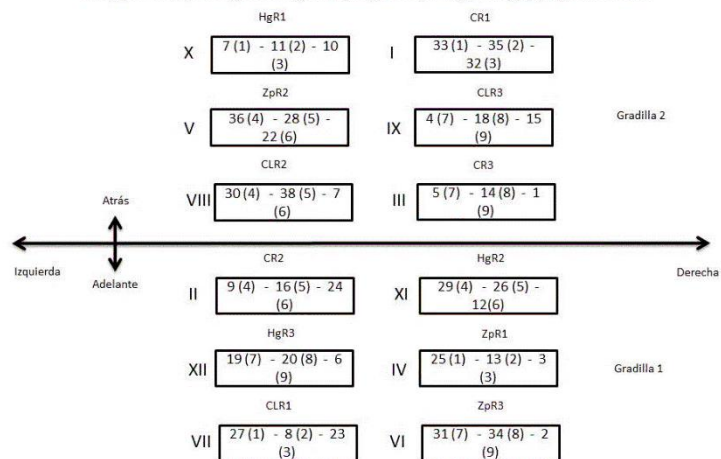
<b>Dieta</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Replica</b>	<b>Larva</b>	<b># tubo</b>
<b>C</b>	Pequeño	1	<b>33</b>	1
	Pequeño	1	<b>35</b>	2
	Medio	1	<b>32</b>	3
	Medio	2	<b>9</b>	4
	Medio	2	<b>16</b>	5
	Medio	2	<b>24</b>	6
	Grande	3	<b>5</b>	7
	Grande	3	<b>14</b>	8
	Grande	3	<b>1</b>	9
	Pequeño	4	<b>41</b>	10
	Pequeño	4	<b>39</b>	11
	Medio	4	<b>40</b>	12
<b>CL</b>	Pequeño	1	<b>27</b>	1
	Pequeño	1	<b>8</b>	2
	Medio	1	<b>23</b>	3
	Medio	2	<b>30</b>	4
	Medio	2	<b>38</b>	5
	Medio	2	<b>7</b>	6
	Grande	3	<b>4</b>	7
	Grande	3	<b>18</b>	8
	Grande	3	<b>15</b>	9
	Pequeño	4	<b>50</b>	10
	Pequeño	4	<b>47</b>	11
	Medio	4	<b>48</b>	12
<b>Hg</b>	Pequeño	1	<b>17</b>	1
	Pequeño	1	<b>11</b>	2
	Medio	1	<b>10</b>	3
	Medio	2	<b>29</b>	4
	Medio	2	<b>26</b>	5
	Medio	2	<b>12</b>	6

	Grande	3	19	7
	Grande	3	20	8
	Grande	3	6	9
	Pequeño	4	52	10
	Pequeño	4	46	11
	Medio	4	49	12
Zp	Pequeño	1	25	1
	Pequeño	1	13	2
	Medio	1	3	3
	Medio	2	36	4
	Medio	2	28	5
	Medio	2	22	6
	Grande	3	31	7
	Grande	3	34	8
	Grande	3	2	9
	Pequeño	4	51	10
	Pequeño	4	43	11
	Medio	4	42	12

Fuente: autor.

## A

C: Testigo: dieta aserrín de guayabo. Zp: dieta (García del Pino y Haro, 1986) para *Zeuzera pyrina*. CL: dieta (Iglesias *et al.*, 1989) para Coleópteros lignícolas. Hg: dieta (Vargas *et al.*, 2001) para *Hypsipyla grandella* Zeller



## B



C



**Figura 28.** Distribución experimental de los tratamientos de dietas merídicas para el matentimiento de larvas de *Simplicivalva ampliophilobia* en laboratorio. Fuente: autor.

La evaluación se realizó cada 3 días, anotando el nivel de consumo de medio, el estado general de la larva, el estado general del medio y cualquier novedad de relevancia (etología, cambios en las condiciones, etc). Se registró el porcentaje de supervivencia de las larvas por tratamiento. Los ejemplares muertos fueron fijados en etanol al 96% v/v de pureza, previo tratamiento térmico (3 minutos en agua a 100°C para desdoblamiento de proteínas e interrupción de la descomposición), rotulados y conservados en refrigeración a 4°C ± 1°C.

### 3.2.2.3 Selección de alternativas de manejo

Se tomaron las alternativas de manejo halladas y listadas en la Tabla 2. La preparación de las alternativas se realizó con base a las indicaciones de los fabricantes, tal como se indica en la tabla 5.

### 3.2.3 Experimento

#### 3.2.3.1 Fase de laboratorio

Se realizó un diseño de bloques completos al azar con variable respuesta en el número de larvas muertas por alternativa y unidad de respuesta en cada una de las larvas de *S. ampliphilobia* evaluadas. Se bloqueó el tamaño, y por ende la edad (Dyar, 1890), de las larvas colectadas. La unidad experimental estuvo conformada por 3 larvas de *S. ampliphilobia*, seis tratamientos y cuatro replicas, para un total de 18 larvas por replica y 72 larvas por el experimento (tabla 14).

**Tabla 14.** Diseño experimental en las fases de laboratorio y campo para alternativas de manejo del gusano taladrador *Simplicivalva ampliohilobia* en la HRS, Colombia.

Fase	Diseño	Unidad de respuesta	Unidad experimental	Tratamientos	Bloque	Repeticiones	Total
Laboratorio	Bloques completos al azar	Larva muerta	3 larvas	Seis: Espinosa D (mezcla de Espinosa A y D); S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato; <i>Lecanicillium lecanii</i> ; <i>Beauveria bassiana</i> ; Mezcla de <i>B. bassiana</i> y <i>B. brongniartii</i> ; agua destilada y desionizada.	Longitud de las larvas	4	72
Campo	bloques completos al azar con medidas repetidas en el tiempo	Larva muerta	3 larvas	Cinco: S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato; <i>Lecanicillium lecanii</i> ; <i>Beauveria bassiana</i> ; poda y plateo de los árboles experimentales;	Longitud de las larvas	4	60

Fuente: autor.

### 3.2.3.1.1 Distribución de los tratamientos

Teniendo en cuenta el tamaño y masa de las larvas reportadas en el anexo E, se obtuvieron tres bloques en el experimento (tabla 15).

**Tabla 15.** Bloqueo del tamaño de las larvas de *Simplicivalva ampliophilobia* en laboratorio.

<b>Nº Larva</b>	<b>Diametro (mm)</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>Observacion</b>
87	15.86	0.088	Bloque 1
16	15.96	0.141	Bloque 1
41	16.22	0.117	Bloque 1
92	17.46	0.160	Bloque 1
105	18.05	0.150	Bloque 1
97	18.77	0.138	Bloque 1
76	19.10	0.219	Bloque 1
29	19.20	0.266	Bloque 1
138	19.42	0.127	Bloque 1
142	19.54	0.218	Bloque 1
109	19.70	0.159	Bloque 1
106	19.80	0.155	Bloque 1
115	19.96	0.205	Bloque 1
26	20.08	0.324	Bloque 1
68	20.20	0.212	Bloque 1
104	20.39	0.233	Bloque 1
55	20.67	0.199	Bloque 1
74	20.82	0.253	Bloque 1
63	21.02	0.302	Bloque 1
129	21.22	0.240	Bloque 1
141	21.26	0.210	Bloque 2
140	21.29	0.235	Bloque 2
137	21.56	0.187	Bloque 2
103	22.07	0.156	Bloque 2
56	22.75	0.264	Bloque 2
94	22.87	0.304	Bloque 2
75	23.02	0.251	Bloque 2
108	23.10	0.333	Bloque 2



117	23.39	0.540	Bloque 2
66	23.56	0.353	Bloque 2
144	23.61	0.499	Bloque 2
1	23.73	0.561	Bloque 2
90	23.84	0.305	Bloque 2
114	23.98	0.464	Bloque 2
125	24.32	0.299	Bloque 2
50	24.36	0.410	Bloque 2
99	24.45	0.330	Bloque 2
133	24.45	0.436	Bloque 2
136	24.60	0.360	Bloque 2
127	24.80	0.406	Bloque 2
131	25.02	0.223	Bloque 3
58	25.17	0.373	Bloque 3
85	26.91	0.460	Bloque 3
123	26.93	0.532	Bloque 3
120	27.14	0.701	Bloque 3
113	27.75	0.497	Bloque 3
143	28.18	0.510	Bloque 3
134	28.30	0.423	Bloque 3
135	29.33	0.569	Bloque 3
65	29.63	0.713	Bloque 3
126	30.75	0.787	Bloque 3
112	30.85	0.576	Bloque 3
118	30.94	0.682	Bloque 3
111	31.78	0.856	Bloque 3
121	32.55	0.809	Bloque 3
122	32.72	0.866	Bloque 3
107	33.68	1.152	Bloque 3
139	34.61	1.130	Bloque 3
101	36.94	1.295	Bloque 3
88	41.13	1.201	Bloque 3

Fuente: autor.

Estas larvas se distribuyeron en las alternativas como se señala en la tabla 16.

**Tabla 16.** Distribución de las larvas en los tratamientos de estudio de alternativas de manejo de *Simplicivalva ampliophilobia* en laboratorio.

R	Espinosad (mezcla de Espinoso A y D)	S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato	Mezcla de <i>B.</i> <i>bassiana</i> y <i>B.</i> <i>brongniartii</i>	<i>Lecanicillium</i> <i>lecanii</i>	<i>B.</i> <i>bassiana</i>
	87	16	41	92	105
<b>1</b>	50	99	133	136	127
	131	58	85	123	120
	97	76	29	138	142
<b>2</b>	144	1	90	114	125
	113	143	134	135	65
	109	106	115	26	68
<b>3</b>	94	75	108	117	66
	126	112	118	111	121
	104	55	74	63	129
<b>4</b>	141	140	137	103	56
	122	107	139	101	88

R.: repetición.

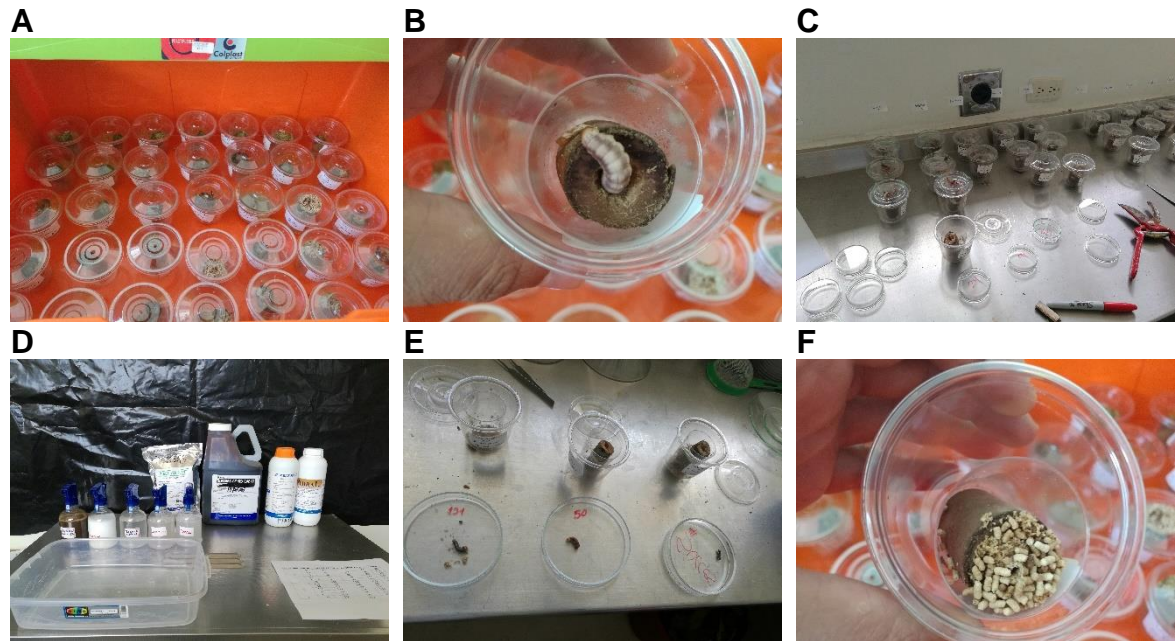
El tratamiento de agua se obtuvo de las larvas supervivientes del experimento de dietas merídicas listadas en la tabla 13, columna larva. Los números no son consecutivos con este experimento

Fuente: autor.

### 3.2.3.1.2 Experimentación

Se asperjaron 12 larvas a punto de formación de gota con Espinosad (mezcla de Espinoso A y D), bajo indicaciones de fabricante (DowAgroScience, 2017); 12 larvas con S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato (control positivo), bajo indicaciones de fabricante (ADAMA, 2018); 12 larvas con *Lecanicillium lecanii*, bajo indicaciones de fabricante (Cotes et al., 2016); 12 larvas con *Beauveria bassiana*, bajo indicaciones de fabricante (BIO-CROP, 2010); 12 larvas con mezcla de *B.*

*bassiana* y *B. brongniartii*, bajo indicaciones de fabricante (SANOPLANT, 2009) y 12 larvas con agua destilada a punto de formación de gota (control negativo), usando atomizadores convencionales (figura 29).



**Figura 29.** Evaluación de alternativas de manejo de *Simplicivalva ampliophilobia* en laboratorio. A. Larvas en dieta holídica de guayabo. Se usó esta dieta debido a los resultados de dietas merídicas. B. Detalle de larva antes de entrar a la dieta. C. Extracción de larvas de la dieta holídica y asignación a los tratamientos de estudio. D. Tratamientos de estudio. E. Larvas asperjadas con tratamientos de estudio en laboratorio. F. Seguimiento de supervivencia de larvas post aspersión. Fuente: autor.

Todos los tratamientos fueron llevados a cabo al tiempo, a  $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  y  $60\% \text{ Hr} \pm 10\%$ . Cada tres días se hizo observación de individuos muertos, consignando los cambios en bitácora en medio físico y base de datos digital (anexo F).

### 3.2.3.2 Fase de Campo

Se realizó un diseño de bloques completos al azar con medidas repetidas en el tiempo, con variable respuesta en el número de larvas muertas por tratamiento y unidad de respuesta en cada una de las larvas de *S. ampliophilobia* evaluadas. Se bloqueó la edad de las larvas colectadas, la posición de los árboles donde reposaron los tratamientos y el efecto borde. La unidad experimental estuvo conformada por 3

larvas de taladrador, con 4 réplicas, 5 tratamientos, 15 larvas por replica, para un total de 60 larvas evaluadas (tabla 14).

### 3.2.3.2.1 Distribución de los tratamientos

Teniendo en cuenta el tamaño y masa de las larvas reportadas en el anexo N, se obtuvieron tres bloques en el experimento (tabla 17).

**Tabla 17.** Bloqueo del tamaño de las larvas de *Simplicivalva ampliophilobia* en campo.

Larva	Longitud (mm)	Masa (g)	Bloque
0	7	0.065	Descartada
1	10	0.04	Bloque 1
2	11	0.074	Bloque 1
3	11	0.052	Bloque 1
4	11	0.046	Bloque 1
5	11	0.06	Bloque 1
6	11	0.044	Bloque 1
7	11	0.052	Bloque 1
8	11	0.059	Bloque 1
9	12	0.148	Bloque 1
10	12	0.127	Bloque 1
11	12	0.061	Bloque 1
12	12	0.058	Bloque 1
13	12	0.081	Bloque 1
14	12	0.055	Bloque 1
15	12	0.11	Bloque 1
16	13	0.138	Bloque 1
17	13	0.081	Bloque 1
18	14	0.06	Bloque 1
19	15	0.113	Bloque 1
20	15	0.13	Bloque 1
21	15	0.096	Bloque 2
22	15	0.108	Bloque 2
23	15	0.103	Bloque 2
24	16	0.089	Bloque 2
25	17	0.11	Bloque 2
26	18	0.119	Bloque 2
27	18	0.094	Bloque 2

<b>28</b>	18	0.166	Bloque 2
<b>29</b>	19	0.113	Bloque 2
<b>30</b>	19	0.266	Bloque 2
<b>31</b>	19	0.096	Bloque 2
<b>32</b>	19	0.201	Bloque 2
<b>33</b>	19	0.182	Bloque 2
<b>34</b>	20	0.195	Bloque 2
<b>35</b>	20	0.229	Bloque 2
<b>36</b>	20	0.179	Bloque 2
<b>37</b>	20	0.141	Bloque 2
<b>38</b>	20	0.249	Bloque 2
<b>39</b>	20	0.172	Bloque 2
<b>40</b>	20	0.209	Bloque 2
<b>41</b>	21	0.348	Bloque 3
<b>42</b>	21	0.167	Bloque 3
<b>43</b>	22	0.255	Bloque 3
<b>44</b>	22	0.294	Bloque 3
<b>45</b>	22	0.239	Bloque 3
<b>46</b>	23	0.293	Bloque 3
<b>47</b>	24	0.214	Bloque 3
<b>48</b>	24	0.313	Bloque 3
<b>49</b>	25	0.382	Bloque 3
<b>50</b>	25	0.385	Bloque 3
<b>51</b>	25	0.325	Bloque 3
<b>52</b>	28	0.427	Bloque 3
<b>53</b>	28	0.391	Bloque 3
<b>54</b>	28	0.335	Bloque 3
<b>55</b>	28	0.683	Bloque 3
<b>56</b>	30	0.547	Bloque 3
<b>57</b>	30	0.406	Bloque 3
<b>58</b>	30	0.441	Bloque 3
<b>59</b>	35	0.834	Bloque 3
<b>60</b>	55	0.25	Bloque 3

Fuente: autor.

A partir de los resultados en laboratorio se priorizaron las dos mejores alternativas de manejo, más los controles positivos y negativos y el tratamiento de campo en poda de formación y plateo (tabla 2). Estas larvas se distribuyeron en las alternativas como se señala en la tabla 18.

**Tabla 18.** Distribución de las larvas en los tratamientos de estudio de alternativas de manejo de *Simplicivalva ampliophilobia* en campo.

R	Espinosad (mezcla de Espinosa A y D)	S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato	Mezcla de <i>B. bassiana</i> y <i>B. brongniartii</i>	Poda y plateo	Agua
1	68	62	69	76	78
	71	6	115	105	98
	82	95	101	103	113
2	20	18	77	121	99
	36	70	102	59	79
	64	63	111	38	11
3	66	74	109	8	28
	35	67	94	96	97
	114	106	100	119	110
4	75	58	104	1	3
	73	34	72	107	118
	49	116	120	108	22

R.: repetición. Fuente: autor.

### 3.2.3.2.2 Experimentación

Las larvas fueron contenidas en aros de bordar plásticos número 10, individualizados y rotulados, protegidos con angeo de poro de 560 um y recubiertos con polisombra, excepto en el tratamiento cultural (tabla 2) junto a dieta holídica de guayabo. Los árboles donde se situaron las plagas confinadas en aros de bordar están sembrados en un lote tecnificado bajo sistema tres bolillo (figura 11), distancia

de siembra de 5x5 m, guayaba ecotipo <<Regional Roja>>, individuos de 5 años al momento del experimento, estacionados por demanda de fruta.

Las larvas de *S. ampliophilobia* fueron asperjadas con los controles positivo y negativo, sumado a los dos mejores tratamientos resultantes de la fase de laboratorio. Se distribuyeron los aros al azar en cada uno de los árboles de cada réplica (figura 30).

**A**



**B**



**C**



**Figura 30.** Evaluación de alternativas de manejo de *Simplicivalva ampliophilobia* en campo. A. Cavas con los tratamientos de estudio separados según el diseño experimental. Se muestran dos de las cuatro repeticiones. B. Larva de *S. ampliophilobia* al interior del aro de bordar junto a dieta holídica de guayaba. C. Distribución de las unidades experimentales en campo. Nótese la rotulación que permite el seguimiento individual. Fuente: autor.

Todas las aspersiones se realizaron con atomizadores de mano simulando la aspersión con bomba de espalda manual.

### **3.2.4 Análisis estadístico**

Se realizaron ANOVAS con prueba de comparación de medias de Tukey a una significancia del 5%, verificando los supuestos del modelo, con el software SPSS STATISTICS v.19, IBM®. La hipótesis nula indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en el manejo de infestación de las plagas.

Se generaron los gráficos de rigor para el análisis de variables, incluyendo siempre los testigos. Los datos atípicos fueron analizados con pruebas Q y T al 95% de confianza para su rechazo.



### 3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.3.1 Colectas

En total se colectaron 441 estados biológicos del taladrador de la guayaba, correspondientes a 239 larvas entre el I y VI instar (54,2%), 200 pupas (45,35%) y dos adultos (captura esporádica) (0,45%), entre el 21 de noviembre del 2013 y el 16 de mayo del 2016. No obstante, se evidenció alta mortalidad en las larvas del I al III instar, tal como se espera para lepidópteros con curva de supervivencia tipo II (estrategas de la r) (Pulido Blanco, 2014), donde los primeros instares son los más vulnerables (Zalucki et al., 2002). Se registró una disminución mucho más acusada de estados biológicos de esta plaga que los observados para el anillador, debido a la falta de solapamiento de estados biológicos y un ciclo de vida univoltino muy prolongado con una sola generación por año (Pulido Blanco, 2013).

Por otro lado, aproximadamente el 98% de las larvas y pupas se encontraron en una única finca, remarcando el carácter focal de la plaga. Esta finca, ubicada a los 5°52'57" N y 73°43'07" W, con 1765 msnm, se caracteriza por ser un guayabetal silvestre de 5 hectáreas, con árboles de entre 5 a 12 años rodeado de cultivos en tecnificación. Estos cultivos vecinos no muestran signos de presencia de la plaga, lo que refuerza el manejo de los cultivos como una estrategia de manejo de poblaciones del insecto plaga.

Cabe notar que el monitoreo, y más aún la colecta, de insectos xilófagos demanda habitualmente la destrucción de los árboles hospederos de la plaga (Pulido Blanco, 2013). Si bien en el estudio de este tipo de plagas se viene probando técnicas de ultrasonido, xilohigrometría y resistografía (Atienza, 2012; Mantilla-Carrasco et al., 2012), ningún método indirecto ha probado tener la robustez de los monitoreos destructivos (Basterra et al., 2009). Por ello, para este estudio nos vimos obligados a sacrificar más de 400 árboles de guayaba por medio de soqueo con motosierra con un esfuerzo de trabajo de más de 10 personas durante 3 años. Este hecho remarca la dificultad de evaluar insectos xilófagos (González et al., 2010), más cuando se evalúa sus estados larvarios (Glare et al., 2011). Una forma de paliar las pérdidas de estos árboles fue el pago por individuos de taladrador al productor dueño del guayabetal. No obstante, con el antecedente de daño acusado del taladrador sobre los árboles, y de ineficacia de las evaluaciones con métodos indirectos, se decidió no infestar árboles de guayaba para la experimentación y reemplazarlo por larvas confinadas en aros de bordar.

El mes que más se colectaron larvas y pupas de taladrador fue mayo, concordando con los datos de ciclo de vida reportados por Pulido Blanco (2013, 2014) y Carabalí et al (2015), como el mes donde se colectan el mayor número de larvas de últimos instares.

No se colectaron individuos de *S. ampliophilobia* en el OB, pero si un Buprestidae sin identificar (figura 31). Esto demuestra que los nichos tróficos, siempre que estén disponibles, serán ocupados por especies con analogías tróficas (Rogg, 2000).



**Figura 31.** Individuo de la familia Buprestidae (Coleoptera), plaga de árboles de guayaba en el Occidente de Boyacá, sin identificar. Fuente: autor.

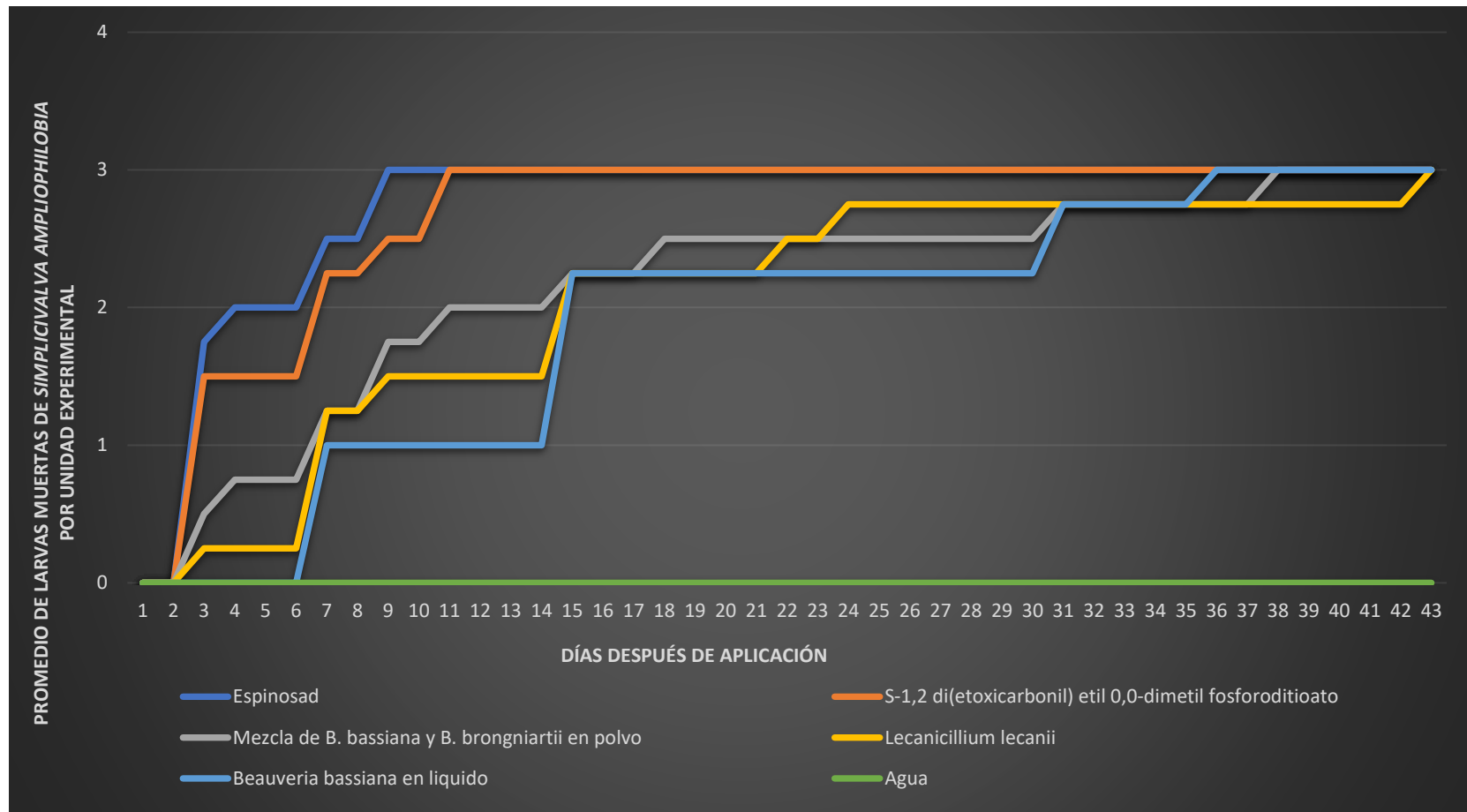
### 3.3.2 Experimentación

El manejo integrado de plagas (MIP) ha sido considerado como <<una solución promisoría de los problemas causados por insectos dentro de una perspectiva de agricultura sostenible>> (Alcázar & palacios, 2016). No obstante, la adopción de MIP en Latinoamérica es marginal (Alcázar & palacios, 2016). Una de las razones de la poca aceptación del uso de este concepto son los pocos resultados positivos en validaciones de laboratorio a campo, sobre todo cuando se ven involucrados agentes de control biológico vivos. Se entiende la validación como la <<confirmación, a través del examen y el aporte de evidencias objetivas, de que se cumplen los requisitos particulares para su uso previsto>> (Medina-García & Grisales-Marín, 2017). En este sentido, es preciso obtener resultados en laboratorio que permitan prever el comportamiento de las alternativas de manejo en campo. Con ello se logra enfocar los esfuerzos en las alternativas más promisorias, ahorrando recursos en su validación.

### 3.3.2.1 Alternativas de manejo de *S. ampliophilobia* bajo condiciones de laboratorio

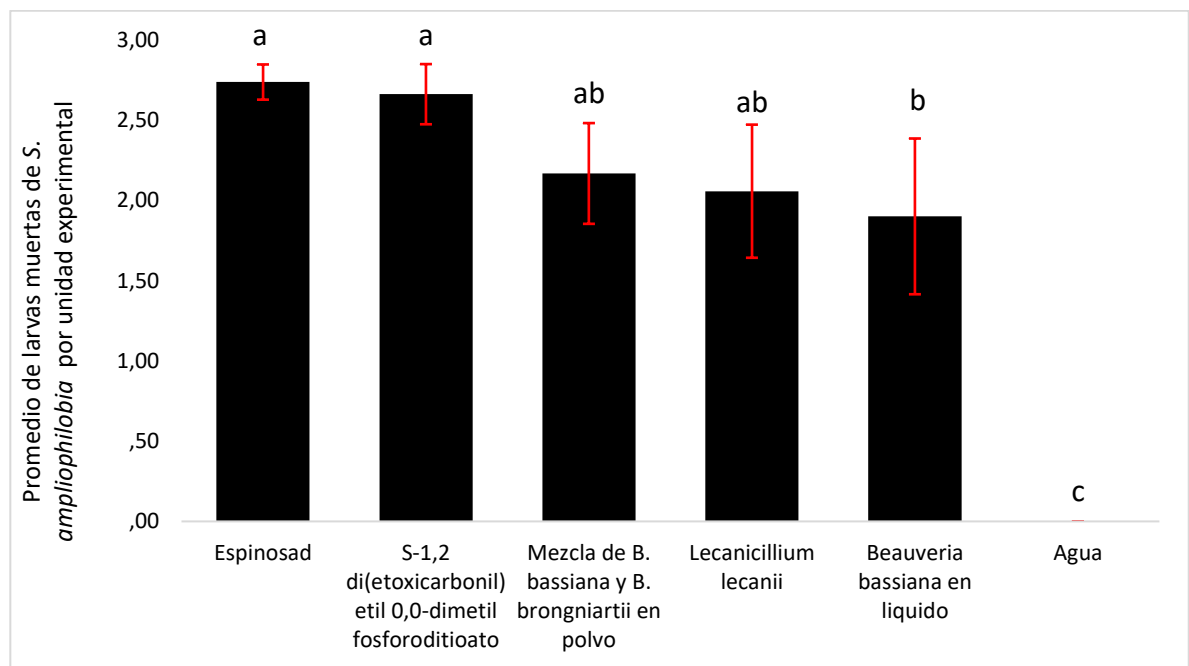
Se cumplieron todos los supuestos del modelo. Hay diferencias estadísticamente significativas entre las alternativas de manejo de *S. ampliophilobia* bajo condiciones de laboratorio, tras 42 días de evaluación post inoculación por aspersión (n=60; p\_value=0,000;  $\alpha=0,05$ ; anexos O y P).

Al igual que el caso de evaluación de alternativas de control de *C. theobromae*, el taladrador *S. ampliophilobia* mostró una respuesta temprana en términos de número de larvas muertas por unidad experimental, en casi todos los tratamientos, exceptuando el control negativo agua. Esta respuesta se dio entre el segundo y sexto día, con un nuevo evento de muerte de larvas entre los días 10 y 16 días de evaluación. Cabe resaltar que la respuesta en términos de larvas muertas por unidad experimental, dependiente de los tratamientos de estudio, estuvo supeditada al rango de segundo al décimo quinto día. Se verificó en laboratorio que los eventos de muerte posteriores a este periodo obedecieron a inanición por inapetencia, por lo que se recomienda obviar una evaluación que se extienda por encima de los 20 días de seguimiento (figura 32).



**Figura 32.** Larvas muertas de *S. ampliophilobia* bajo condiciones de laboratorio al cabo de 43 días de evaluación, según el tratamiento empleado. Fuente: autor.

El mejor tratamiento para el control de larvas de *S. ampliophilobia* en condiciones de laboratorio fue el Espinosad, con aproximadamente 91,3% del total de larvas asperjadas muertas, seguido, sin diferencias estadísticamente significativas, por el tratamiento S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato (control positivo), con 88,8% del total de larvas asperjadas muertas. Los tratamientos Mezcla de *B. bassiana* y *B. brongniartii* en polvo y *L. lecanii* no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos (figura 33). El tratamiento de *B. bassiana* en vehículo líquido obtuvo el menor número de larvas de *S. ampliophilobia* muertas entre las alternativas; no obstante, con un valor del 63,4% su comportamiento fue mejor que el reportado para *C. theobromae* en este mismo estudio bajo las mismas condiciones. Lo anterior es muestra de una mayor susceptibilidad de los individuos de *S. ampliophilobia* a los agentes de control biológico. El agua no produjo ninguna muerte.



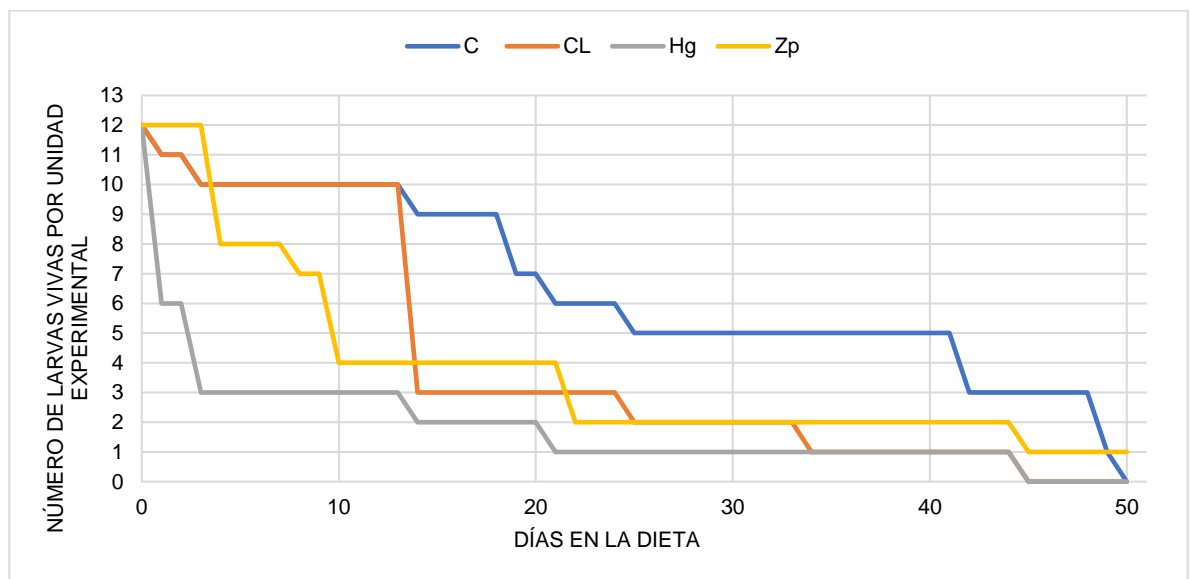
**Figura 33.** Promedio de larvas muertas de *S. ampliophilobia*. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (n=60; F=43,266,  $\alpha=5\%$ ). Fuente: autor.

La búsqueda y uso de agentes de control biológico microbiales tiene especial interés por la potencialidad de sus impactos benéficos a nivel económico y ambiental (Acebo et al.,2012; Suárez & Alba, 2013). Sin embargo, una de sus mayores limitantes son los resultados experimentales donde no se logra sobrepasar el efecto de los plaguicidas de síntesis química (Bettioli et al., 2014). Este trabajo contribuye a la superación de ese paradigma mostrando que una alternativa como

el Espinosad, molécula de origen orgánico, tiene mejores resultados experimentales que la molécula de síntesis química con mayor uso en la HRS para el manejo de *S. ampliophilobia* (Pulido Blanco, 2014). El producto a base de la molécula Espinosad está registrado por el ICA (2018) para el control de poblaciones de Tephritidos en guayaba (Insuasty et al., 2012), mango y café en la HRS, así como la molécula es mundialmente reconocida como una seria alternativa para el control de esta misma familia en un el espectro de frutales tropicales con interés comercial (Pelz et al., 2005; Yee & Alston, 2006). Por tanto, su uso no solo contribuiría al control de poblaciones de *S. ampliophilobia*, sino, simultáneamente, al manejo de moscas de las frutas, especialmente al complejo de *Anastrepha* spp y a la mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* (Insuasty et al., 2012).

### Dieta para *S. ampliophilobia*

La dificultad del mantenimiento de larvas de insectos xilófagos como *S. ampliophilobia* bajo condiciones de laboratorio quedó patente en este estudio. No sólo las larvas presentan una altísima fotosensibilidad que impide su manipulación con luz natural, desde la extracción del interior de árboles de guayaba hasta los seguimientos periódicos de los experimentos, sino que sus altos requerimientos nutricionales, de humedad y temperatura impidieron encontrar un medio de cultivo formulado, con base en el aserrín de guayabo, que las supliera durante su estancia en laboratorio (figura 34, anexo Q).

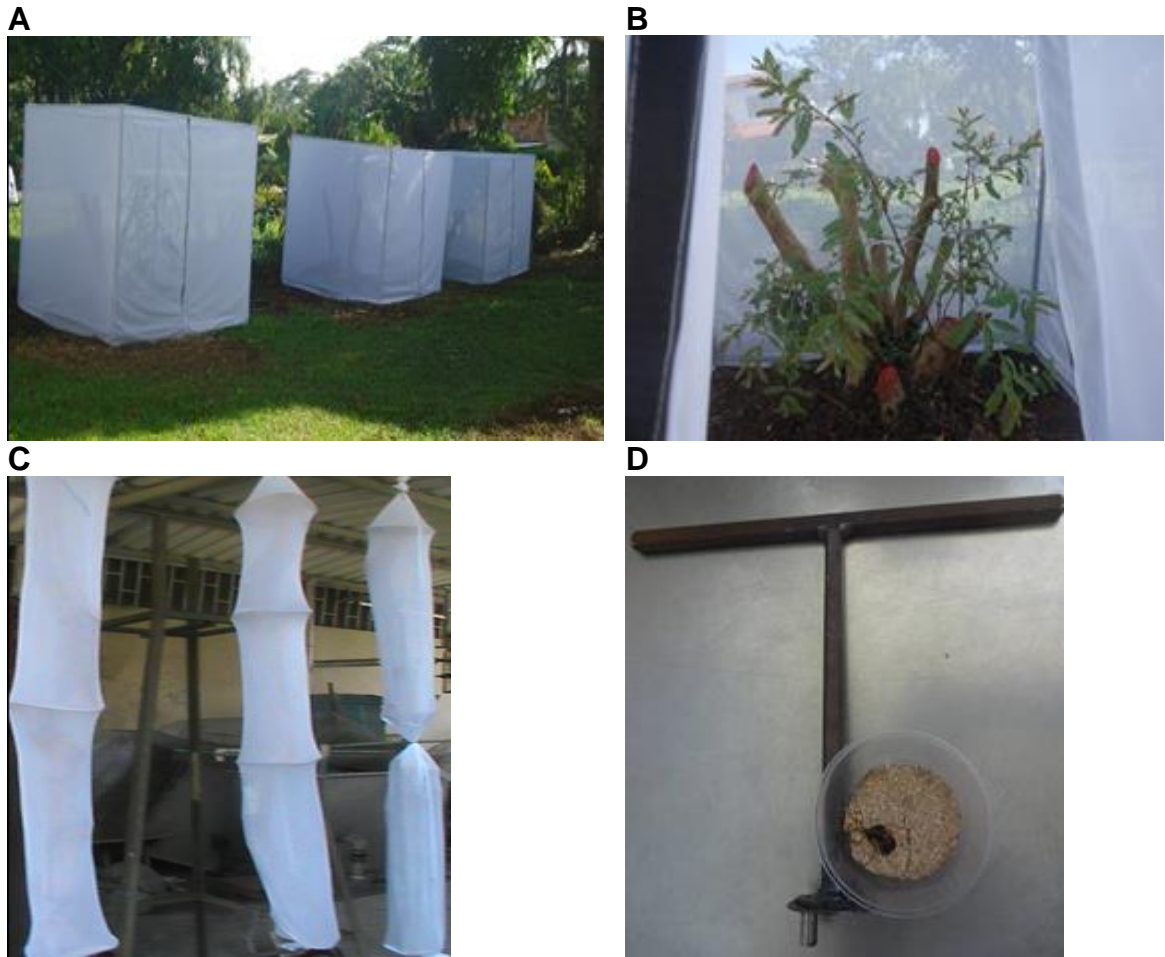


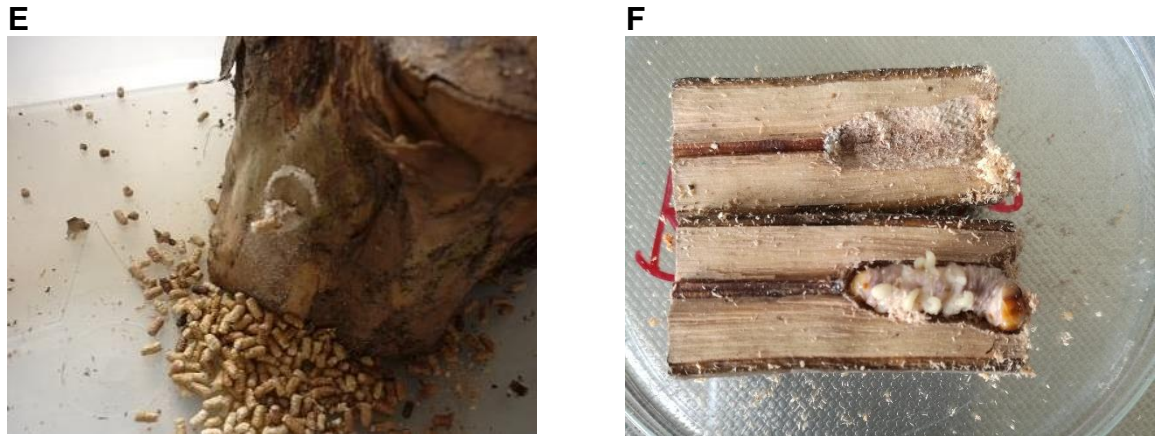
**Figura 34.** Resultado del experimento de dietas merídicas para el mantenimiento de larvas de *S. ampliophilobia* en laboratorio. Zp: dieta semi sintética de García del Pino & Haro (1986) para *Zeuzera pyrina* L, modificada con aserrín de guayabo. CL: dieta semi sintética de Iglesias et al. (1989) para Coleópteros lignícolas, modificada con aserrín de guayabo.

Hg: dieta semi sintética de Vargas et al. (2001) para *Hypsipyla grandella* Zeller, modificada con aserrín de guayabo y cloranfenicol. C: Testigo: dieta semi sintética de aserrín de guayabo, agar-agar y nipagina. Fuente: autor.

Ninguna dieta merídica logro el mantenimiento de los individuos de la unidad experimental duante 50 días en laboratorio. Es más, se presentó mortalidad de larvas antes de 5 días. Teniendo en cuenta que el ciclo de vida del taladrador reportado por Pulido Blanco (2013, 2014) para el estado de larva es de aproximadamente 10 meses, la muerte de todas las larvas antes de 50 días descarta la recomendación de las dietas probadas en este estudio.

Ante este resultado, y con el ánimo de mantener las larvas se probaron distintos métodos en laboratorio y campo, los cuales se muestran en la figura 35.





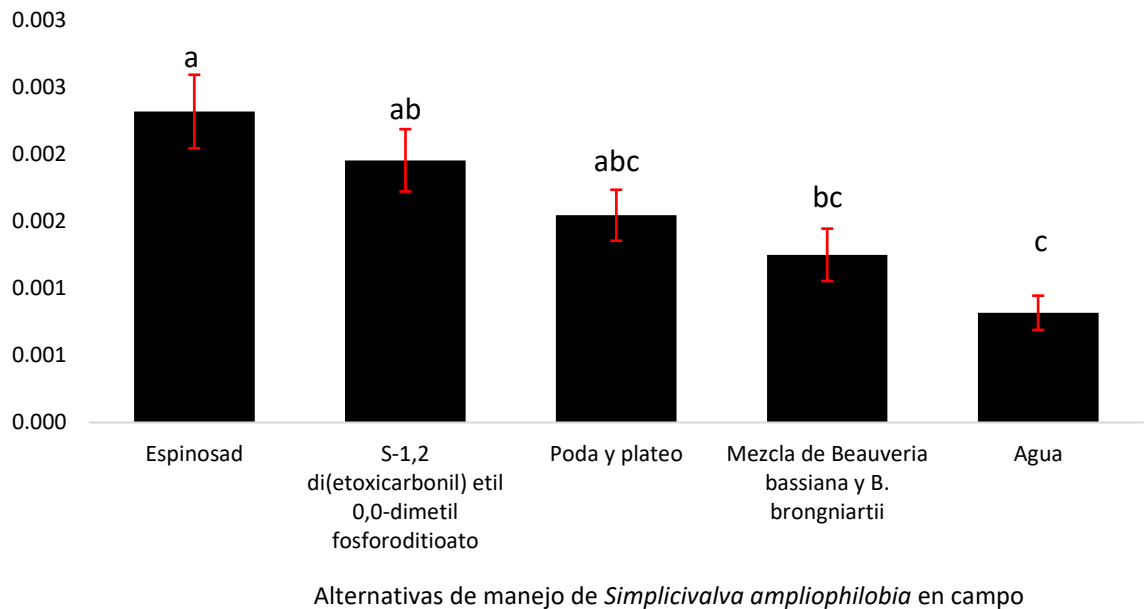
**Figura 35.** Métodos, con dieta holídica, para mantener larvas de *S. ampliophilobia* en laboratorio y campo. A. Mariposario. B. Detalle de guayaba al interior del mariposario con el ánimo de ser infestado con larvas de taladrador. C. mangas con angeo que contienen segmentos de guayaba. D. Aserrín de guayaba prensado. E. Segmento tronco de guayaba. F. Segmento de rama de guayaba. Fuente: autor.

Los únicos dos métodos que permitieron obtener la supervivencia de larvas, la formación de pupas y la emergencia de adultos fueron el uso de segmentos de árboles de guayaba, tanto tronco como ramas. Por la facilidad de uso y ergonomía se escogió el método de segmento de ramas de guayaba de 3 cm de radio. Para evitar estrés en la alimentación de las larvas los segmentos fueron cambiados cada nueve días, con la subsecuente reubicación de la larva que estaba en evaluación de alternativas de manejo.

### 3.3.2.2 Alternativas de manejo de *S. ampliophilobia* bajo condiciones de campo

Se cumplieron todos los supuestos del modelo. Hay diferencias estadísticamente significativas entre las alternativas de manejo de *S. ampliophilobia* bajo condiciones de campo tras 22 días de evaluación ( $n=60$ ;  $p\_value=0,000 < \alpha=0,05$ ; anexos R y S). No obstante, según la prueba de Tukey ( $\alpha=5\%$ ) las diferencias se dan entre las alternativas y el control negativo agua; exceptuando la alternativa de Mezcla de *B. bassiana* y *B. brongniartii*; es decir, entre las alternativas propiamente dichas no hay diferencias estadísticamente significativas (figura 36).



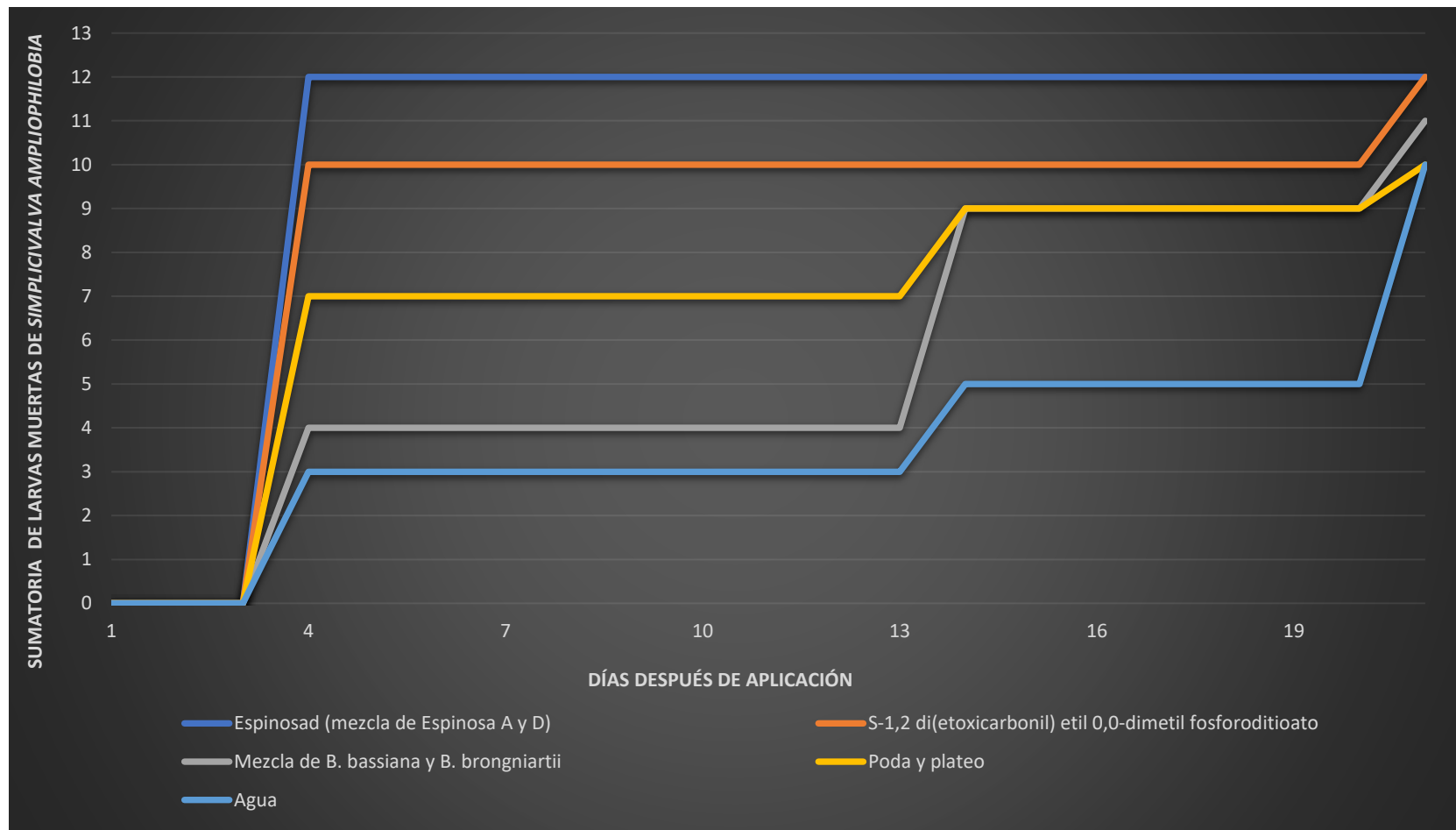


**Figura 36.** Promedio de larvas muertas de *Simplicivalva ampliophilobia* por réplica. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $n=60$ ;  $F=7,821$ ,  $\alpha=5\%$ ). Fuente: autor.

Estos resultados, que a primera vista parecen inusuales, plantean que entre estrategias biológicas comerciales (espinosad), químicas (S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato) y culturales (poda y plateo), no hay diferencias estadísticas que permitan privilegiar un método sobre otro, corroborando la tendencia creciente a la disminución en la brecha entre los pesticidas y los bioplaguicidas (Bettiol et al., 2014), que, en términos estadísticos de efectividad de manejo de poblaciones de *S. ampliophilobia* bajo las condiciones de la HRS, no tendrían contraste.

Con base en el grado de efectividad de las alternativas empleadas en este estudio, y teniendo en cuenta el rápido efecto sobre *S. ampliophilobia* en laboratorio, los eventos de muerte en campo pueden ser directamente endilgados a las alternativas dentro del periodo de los cinco primeros días post inoculación, tiempo suficiente para los efectos de los plaguicidas, las moléculas orgánicas e, incluso, para la formación de los apresorios de los hongos entomopatógenos. Como se observa en la figura 37, el segundo y tercer eventos de muerte en campo, a los 13 y 20 días respectivamente, corresponden más a la pérdida de las cualidades de sustrato de la dieta holídica que a la residualidad de las aspersiones.

Finalmente, es patente que el Espinosad, en sinergia con métodos culturales como la poda y plateo, acarrearán condiciones adversas para el establecimiento de poblaciones de la plaga en campo, tan o más efectivas que el manejo químico en sí.



**Figura 37.** Larvas muertas de *Simplicivalva ampliophilobia* bajo condiciones de campo al cabo de 22 días de evaluación, según el tratamiento empleado. Fuente: autor.

Se anota que nuevamente el hongo entomopatógeno con base en *B. bassiana* y *B. brongniartii* perdió efectividad en su paso de laboratorio a campo, reafirmando las observaciones de Asaff et al (2002), Lozano et al (2000), García et al (2015), quienes advierten que su efecto depende del contacto del hongo con el hospedero, son susceptibles a la radiación solar y dependen del agua disponible para activar, mantener y finalizar su ciclo biológico. En este sentido, los hongos entomopatógenos se mostraron ampliamente afectados por las condiciones de alta radiación y poca pluviosidad durante el periodo de fuerte verano ocasionado por el fenómeno <<El niño>> durante junio del 2015 a abril del 2016 (IDEAM, 2016).

### 3.4 CONCLUSIONES

- El mejor tratamiento para el control de larvas de *S. ampliophilobia* en condiciones de laboratorio fue el Espinosad, seguido por el tratamiento químico S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato. Este trabajo contribuye a la superación del paradigma del control químico, mostrando que una alternativa como el Espinosad, molécula de origen orgánico, tiene mejores resultados experimentales que la molécula de síntesis con mayor uso en la HRS para el manejo de *S. ampliophilobia*.
- Ninguna dieta merídica logro el mantenimiento de los individuos de la unidad experimental duante 50 días en laboratorio. Teniendo en cuenta que la larva del takladrador medra en el iterior del árbol durante 10 meses, la muerte de todas las larvas antes de 50 días descarta la recomendación de las dietas probadas en este estudio, y reafirma el uso de dietas holídicas como los sustratos más baratos, aequibles y nutricionalemnte completos para suplir las necesidades de insectos xilófagos en laboratorio.
- Las estrategias biológicas comerciales (epinosad), químicas (S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato) y culturales (poda y plateo), no tienen diferencias estadísticas en el número de larvas muertas de *S. ampliophilobia* en campo, corroborando la tendencia creciente a la disminución en la brecha entre los pesticidas y los bioplaguicidas. Este es un fuerte argumento para privilegiar el uso de sinergias de métodos de manejo culturales y biológicos enmarcados en el MIP, en contraposición al uso de agentes químicos de manejo cuyos efectos nocivos están fuertemente documentados, y cuyo uso se hace cada día más prohibido.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acebo, Y., Hernández, A., Heydrich, M., El Jaziri M., Hernández, A. (2012). Management of black pod rot in cacao (*Theobroma cacao* L.): a review. *Fruits* 67(1): 41-48.
- Alcázar, J., Palacios, M. (2016). La enseñanza del manejo integrado de plagas en el cultivo de la papa: La experiencia del CIP en la Zona Andina del Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 9(1), 1-23.
- Asaff, T., Reyes, V., López, L., De la Torre, M. (2002). Guerra entre insectos y microorganismos: una estrategia natural para el control de plagas. *Avance y perspectiva*, 21, 291-295.
- Atienza, L. (2012). Diagnóstico de estructuras atacadas por insectos xilófagos mediante ultrasonidos usando la técnica del impulso eco. *Facultat Nàutica de Barcelona. Proyecto Final de Carrera. Ing. Téc. Náutica, esp en Propulsión y Servicios del Buque. Barcelona. 118 pp.*
- Basterra, L. A., Acuña, L., Casado, M., Ramón-Cueto, G., & López, G. (2009). Diagnóstico y análisis de estructuras de madera mediante técnicas no destructivas: aplicación a la Plaza Mayor de Chinchón (Madrid). *Informes de la Construcción*, 61(516), 21-36.
- Bettiol, W., Rivera, M. C., Mondino, P., Montealegre, J. R., & Colmenarez, Y. (2014). Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe. *Embrapa Meio Ambiente-Livro científico (ALICE)*.
- Carabalí, A., Insuasty, O., Pulido, V., & Canacuan, D. (2015). Insectos Plagas de Importancia Económica en el cultivo de la Guayaba y sus Estrategias de Control.
- Castro-Torres, R., Llanderal-Cázares, C. (2015). Principales caracteres morfológicos para el reconocimiento de *Comadia redtenbacheri* Hammerschmidt (Lepidoptera: Cossidae). *Entomología Mexicana*, 2, 798-803.
- Claro, R., Ruiz, N. (2007). Aceptación de una dieta Artificial por larvas de la mariposa *Battus polydamas polydamas* (Lepidoptera: Papilionidae). *Universidad Nacional de Colombia*.
- Davis, S. R., Gentili-Poole, P., & Mitter, C. (2008). A revision of the Cossulinae of Costa Rica and cladistic analysis of the world species (Lepidoptera: Cossidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 154(2), 222-277.
- Dyar, H. G. (1890). The number of molts of lepidopterous larvae. *Psyche: A Journal of Entomology*, 5(175-176), 420-422.
- García del Pino, F., Haro, A. (1986). Cultivo en el laboratorio en una dieta artificial del taladro de la madera, *Zeuzera pyrína* L. (Lepidoptera Cossidae). *Bol. Serv. Plagas*, 12: 281-289.
- García, M., García, S., Gordillo, J., Martínez, R. (2015). Hongos entomopatógenos como una alternativa en el control biológico. *Kuxulkab'*, 15(27).

- Gentili, P. (1989). Revisión sistemática de los Cossidae (Lep.) de la patagonia andina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 45(1-4): 3-75.
- Glare, T. R., Reay, S. D., & Etxebeste, I. (2011). Options for control of scolytid beetles that attack pines. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 6(051), 1-17.
- Gonzalez, E., Gallego, D., Gutiérrez, J. L. L., Closa, S., Muntaner, L., & Núñez, L. (2010). Propuesta de una metodología para la determinación de los niveles de infestación por *Cerambyx cerdo* (Linnaeus 1758)(Coleoptera: Cerambycidae). Evaluación de los niveles de infestación en Mallorca, año 2009. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 36(2), 157-164.
- Greene, G.L.; Lepla, N.C.; Dickerson, W.A. (1976). Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *J. Econ. Entomol.* 69(4):487-488.
- Herrera, H., Barros-Parada, W., Flores, M. F., Francke, W., Fuentes-Contreras, E., Rodríguez, M., ... & Bergmann, J. (2016). Identification of a novel moth sex pheromone component from *Chilecomadia valdiviana*. *Journal of chemical ecology*, 42(9), 908-918.
- IDEAM. (2016). Impacto del fenómeno “El Niño” 2015-2016 en los nevados y alta montaña en Colombia. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental Grupo de suelos y tierras. IDEAM. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/132669/Impacto+de+El+Ni%C3%B1o+en+la+alta+monta%C3%B1a+colombiana.pdf/dd41d158-0944-41d5-917e-44fdb524e8ea>
- Iglesias, C., Notario, J., Baragaño, R. (1989). Evaluación de las condiciones de cría y datos bionómicos de coleópteros lignícolas de tocón de pino. *Bol. San. Veg. Plagas* 15 (1): 9-16.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2018). Registros nacionales de plaguicidas químicos de uso agrícola, agosto 30 de 2018. Recuperado de: <https://www.ica.gov.co/getdoc/d3612ebf-a5a6-4702-8d4b-8427c1cdaeb1/REGISTROS-NACIONALES-PQUA-15-04-09.aspx>
- Insuasty, O., Monroy, R., Díaz, A., & Bautista, J. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en Santander. Corpoica-ICA Imprenta nacional de Colombia, 40.
- Lozano, M., Rodríguez, M., Vásquez, N., Gutiérrez, G. (2000). Efecto de *Metarhizium anisopliae* sobre plagas rizófagas de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) en Colombia. *Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas*, 56, 58-64.
- Mantilla-Carrasco, E. V., Rocha-Teixeira, A., Pires-Azevedo-Jr, A., & Eustáquio-Moreira, L. (2012). Metodología para análisis de la integridad de estructuras históricas de madera atacadas por insectos xilófagos por medio del ultrasonido. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 6(16), 17-25.
- Medina-García, J, Grisales-Marín, C. (2017). Validación de la prueba de patogenicidad in vitro del Hongo Entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Colombia: Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10596/13027>
- Nigro, F., Boscia, D., Antelmi, I., & Ippolito, A. (2013). Fungal species associated with a severe decline of olive in southern Italy. *Journal of plant pathology*, 95(3).

- Pastrana, J.A. 2004. Los lepidópteros argentinos: sus plantas hospedadoras y otros sustratos alimenticios. Sociedad Entomológica Argentina ediciones, Buenos Aires, 334 pp.
- Pelz, K. S., Isaacs, R., Wise, J. C., & Gut, L. J. (2005). Protection of fruit against infestation by apple maggot and blueberry maggot (Diptera: Tephritidae) using compounds containing spinosad. *Journal of economic entomology*, 98(2), 432-437.
- Penco, F., Yakovlev, R. (2015). Lista comentada de los Cossidae (Lepidoptera) de Argentina [Commented list of Cossidae (Lepidoptera) of Argentina]. *Historia natural*, 79-94.
- Pitkin, B., Jenkins, P. (2004): Butterflies and Moths of the World, Generic Names and their Type-species – Cossidae. Recuperado de: <http://www.nic.funet.fi/pub/sci/bio/life/insecta/lepidoptera/ditrysia/cossoidea/cossoidea/index.html>
- Pulido Blanco, VC. (2013). Biología Y Hábitos De Los Gusanos Barrenador, Enrollador Y Anillador Del Tallo En Árboles De Guayaba E Incidencia, Daños Y Estrategias De Manejo Integrado Del Picudo En El Norte Del Valle. INFORME DE META. Barbosa: Corpoica. 95 pp.
- Pulido Blanco, VC. (2014). Estudios E Indicadores Epidemiológicos De Plagas Emergentes (Anillador, Taladrador Y Enrollador) En El Cultivo De La Guayaba. INFORME DE META. Barbosa: Corpoica. 100 pp.
- Romero, L., Arevalo, A., Duarte, W., Mejía, R. (2012). Susceptibilidad de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) a la proteína Cry1Ac incorporada a dietas Merídicas. *Revista U.D.C.A.. Actualidad y Divulgación científica* 15 (2): 381-389.
- Savelle, M. (2006) Lepidoptera and Some Other Life Forms – Cossidae. Recuperado de: <http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/butmoth/search/GenusList3.dsml?searchPageURL=index.dsml&FAMILYqtype>equals&FAMILY=Cossidae&sort=GENUS>
- Schoorl, J. (1990). A phylogenetic study on Cossidae (Lepidoptera: Ditrysia) based on external adult morphology. *Zoologische Verhandelingen*, 263: 4-295.
- Shorey, H.H.; Hale, R.L. (1965). Mass-Rearing of the larvae of nine Noctuid species on simple artificial medium. *J. Econ. Entomol.* 58(3):522-524.
- Suárez, L., Alba, R. (2013). Aislamiento de microorganismos para el control biológico de *Moniliophthora roreri*. *Acta Agronómica* 62(4): 370-378
- van Nieukerken E.J., Kaila L., Kitching I.J., Kristensen N.P., Lees D.C., Minet J., Mitter C., Mutanen M., Regier J.C., Simonsen T.J., Wahlberg N., Yen S.-H., Zahir R., Adamski D., Baixeras J., Bartsch D., Bengtsson B.A., Brown J.W., Bucheli S.R., Davis D.R., De Prins J., De Prins W., Epstein M.E., Gentili-Poole P., Gielis C., Hattenschwiler P., Hausmann A., Holloway J.D., Kallies A., Karsholt O., Kawahara A., Koster J.C., Kozlov M. V., Lafontaine J. D., Lamas G., Landry J.-F., Lee S., Nuss M., Park K.-T., Penz C., Rota J., Schmidt B. C., Schintlmeister A., Sohn J. C., Solis M. A., Tarmann G. M., Warren A. D., Weller S., Yakovlev R.V., Zolotuhin V. V., Zwick A. (2011). Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. En: Zhang, Z.Q. (Ed.), *Animal biodiversity: An outline of*



- higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148: 212-221.
- Vargas, C., Shannon, P., Taveras, R., Soto, F., Hilje, L. (2001). Un nuevo método para la cría masiva de *Hypsipyla grandella*. *Catie, manejo integrado de plagas*. No 62 p. I-IV.
- Yee, W. L., & Alston, D. G. (2006). Effects of spinosad, spinosad bait, and chloronicotinyl insecticides on mortality and control of adult and larval western cherry fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of economic entomology*, 99(5), 1722-1732.
- Zalucki, M. P., Clarke, A. R., & Malcolm, S. B. (2002). Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera. *Annual review of entomology*, 47(1), 361-393.

## CONCLUSIONES GENERALES

Los trabajos de evaluación de insectos xilófagos, en este caso el anillador *Carmenta theobromae* Busk (1910) (Lepidoptera: Sesiidae) y taladrador *Simplicivalva ampliophilobia* Davis, Gentili-Poole & Mitter (2008) (Lepidoptera; Cossidae), se dificultan desde los monitoreos, pasando por las extracciones o colectas, hasta llegar a las mismas evaluaciones, debido al nicho que ocupan, la especificidad con su hospedero, las condiciones del hábitat y las altas demandas alimenticias. Por estas razones la cría de insectos xilófagos en laboratorio ha sido un impedimento recurrente para las evaluaciones de manejo de poblaciones en laboratorio y campo.

La superación de las diferencias en efectividad, precios y asequibilidad entre bioplaguicidas y pesticidas han disminuido la brecha que aún persiste a favor de las moléculas de síntesis química. Cada vez es más factible el uso de moléculas orgánicas, agentes de control biológico o sus derivados para el manejo integrado de plagas en agroecosistemas.

El manejo cultural de cultivos, específicamente las prácticas de poda y ploteo, no sólo contrinuyen a la formación de los árboles, el diseño de los cultivos, la arquitectura de las plantas y la inducción de la producción sino, al unísono, son fuente de condiciones adversas para el establecimiento de plagas en los mismos árboles. Los métodos culturales son miembros obligados de las asociaciones de de estrategias de manejo de insectos plaga, ya sea con métodos biológicos, químicos u otros culturales.

Se debe revisar el espectro de manejo de la molécula Espinosad y del hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii*. Este trabajo es una contribución a una futura ampliación de los espectros de estos bioplaguicidas sobre el anillador y el taladrador de la guayaba.

Los riesgos sobre la salud humana, animal, ecosistémica y del cultivo son mayores a los beneficios que reporta el uso de moléculas de síntesis química para el manejo de unas pocas plagas que pueden, y adquieren, resistencia. Se recomienda el uso sinérgico de estrategias de manejo culturales y biológicas en detrimento de las químicas con base en esta realidad.

## ANEXOS

### **Anexo A. Caracterización Técnica a productores de Guayaba Tecnificada en 2014**

*Fecha de la encuesta:* 15 a 20 de septiembre del 2014.

*Ubicación:* municipios de Vélez, Barbosa, Puente Nacional y Moniquirá, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia.

*Propósito:* caracterización técnica a productores de guayaba tecnificada.

*Universo:* 45 productores de guayaba tecnificada de los municipios de Vélez, Barbosa, Puente Nacional, en Santander, y Moniquirá en Boyacá.

*Muestra calculada:* 9 productores de guayaba tecnificada de los municipios de Vélez, Barbosa, Puente Nacional, en Santander, y Moniquirá en Boyacá.

*Método de cálculo:* muestreo normalizado para poblaciones finitas (z estandar)

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{Z^2 pq}}$$

donde,

n = tamaño de la muestra,

N = tamaño de la población,

Z = valor de la distribución normal al 95% de confianza (1,96),

pq = varianza de la población. Este valor es desconocido y, para efectos de la formula, se calcula como el mayor valor de varianza posible entre las proporciones probabilísticas p (casos afirmativos) y q (casos negativos): 0,50 x 0,50; es decir, 0,25.

e = error muestral declarado del 5%.

*Muestra medida:* 14 productores de guayaba tecnificada de los municipios de Vélez, Barbosa, Puente Nacional, en Santander, y Moniquirá en Boyacá.

Resultados citados en esta tesis:

*...«De acuerdo a lo manifestado por los encuestados la distribución de los ataques de plagas es generalizada para mosca de la fruta y por focos para los demás insectos. El principal control que se*

realiza es usando insecticidas en donde el 90% son piretroides y un 10% usan organofosforados (Malathion).

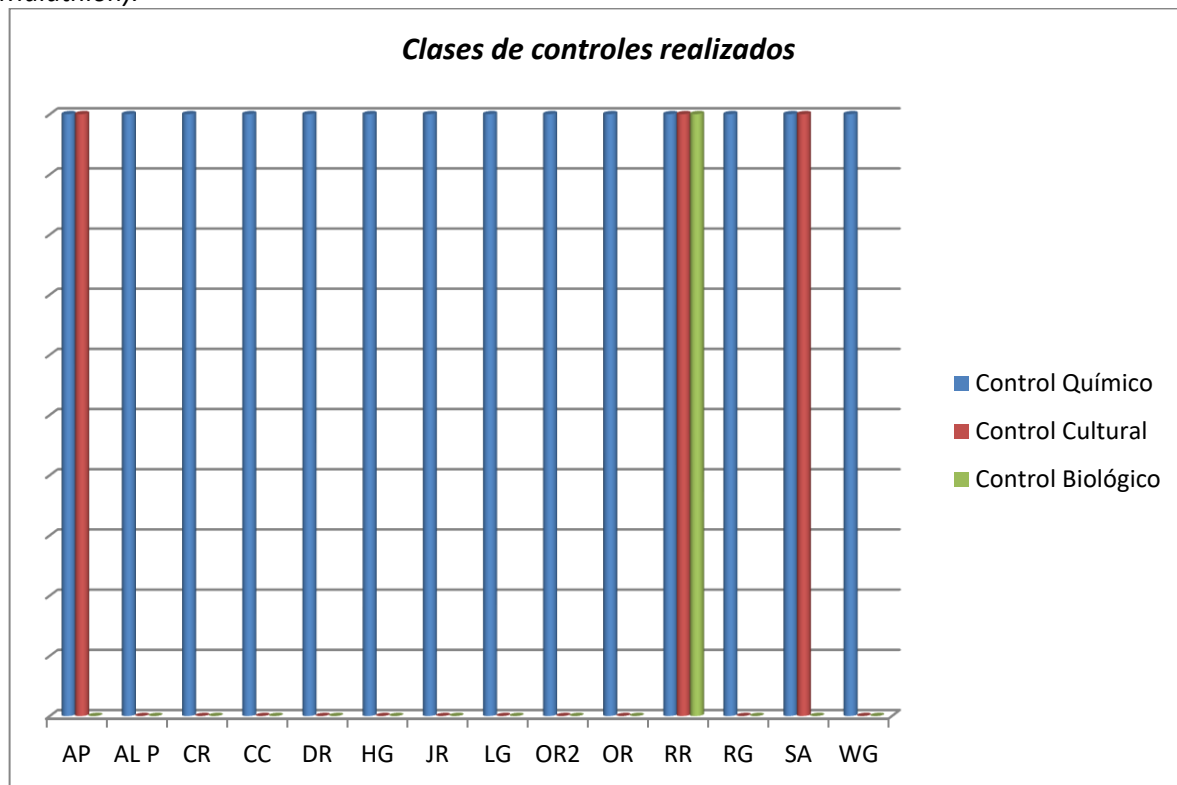


Gráfico 11. El principal control que realizan los entrevistados es el químico el cual es común para todos. El control cultural lo realizan el 21% de los encuestados (3 predios) y el control solo se realiza en un lote.

Otros controles como el cultural y el biológico son menos usados; para el primer caso el 21% de los encuestados se hace control cultural de plagas y la frecuencia es de cada 3 semanas. Este control consiste en el RE-RE o recolección de frutos atacados por picudo. En solo un lote (7%), se hace control biológico y este se realiza cada 6 meses. Para este control se utiliza hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*) los cuales se aplican en la zona de ploteo.

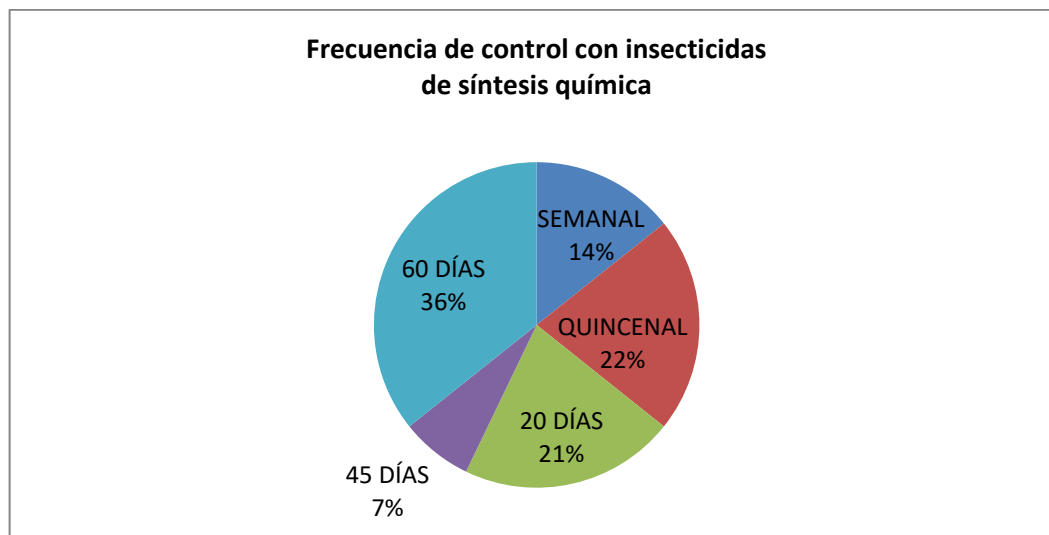


Gráfico 12. La frecuencia de aplicación es en promedio de cada 36 días. El rango oscila entre 7 a 60 días. Para los lotes donde se aplica el insecticida semanalmente ésta se realiza después de floración hasta los primeros dos meses y posteriormente hacen aplicaciones cada 20 días de acuerdo a lo expresado por los entrevistados.

Respecto a enfermedades solo se destacó de importancia económica la peca de la guayaba *Pestalotia versicolor* y la roya de las mirtáceas *Puccinia psidii*. Para el primer caso históricamente los agricultores la conocen hasta el hecho de que en la agroindustria del bocadillo, se recibe fruta con ataques de esta enfermedad hasta del 50% en la superficie de la fruta; teniendo en cuenta que esta enfermedad solo ataca la epidermis y en el proceso en que la fruta se pasa por la despulpadora la epidermis no pasa por la malla, los agricultores no ven a esta enfermedad como muy agresiva dentro de sus cultivos y al parecer las aplicaciones que hacen para controlar insectos vectores y roya están sirviendo para controlar este hongo».

## **Anexo B. Caracterización Técnica a productores exitosos de Guayaba Tecnificada en 2015**

*Fecha de la encuesta:* 2 al 30 de agosto del 2015.

*Ubicación:* municipios de Vélez, Barbosa, Puente Nacional y Moniquirá, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia.

*Propósito:* caracterización técnica a productores exitosos de guayaba tecnificada

*Universo:* 45 productores de guayaba tecnificada de los municipios de Vélez, Barbosa, Puente Nacional, en Santander, y Moniquirá en Boyacá.

*Muestra:* 6 productores de guayaba tecnificada de los municipios de Vélez, Barbosa, Puente Nacional, en Santander, y Moniquirá en Boyacá.

*Muestra calculada:* muestra determinista para estudios de casos exitosos. Se tomaron los 6 productores con mejores índices en rendimiento y calidad de frutas, correspondientes al cuartil 1.

Resultados citados en esta tesis:

**«Manejo y control de insectos plaga durante un año: Caracterización preliminar de los principales insectos plaga del cultivo de guaya (Tabla 14).**

*Tabla 14. Consolidado de las prácticas y los insumos para el manejo de los principales insectos plaga del cultivo de guayaba, reportadas por los productores exitosos entrevistados*

	Productor 1	Productor 2	Productor 3	Productor 4	Productor 5	Productor 6
Tipo de Plaga	Picudo Moscas de la fruta Anillador Taladrador Trips Áfidos Hormiga Loca	Picudo Moscas de la fruta Anillador Taladrador Trips Áfidos Chinche	Trips Áfidos	Picudo Moscas de la fruta Anillador Taladrador Trips Áfidos Hormiga Loca	Picudo Moscas de la fruta Anillador Taladrador Trips Áfidos	Picudo Moscas de la fruta Anillador Taladrador Trips Áfidos
Nombre del producto	Orthene: Proclaim Practica cultural Clorpirifos -Lorsban 2	Cipermetrina -Clotión Succes 120	Vertimec	Orthene: Proclaim Practica cultural Clorpirifos -Lorsban 2	Malathion- Roxion Práctica cultural	Engeo- Malathion- Roxion
Periodicidad	aplicaciones cada 8 días	15 días 1 vez al mes	Mensual	aplicaciones cada 8 días	Cada 15 días	Cada dos meses
Valor unitario	17.000- 35.000 22.000	18.000- 24.000 70.000	15.000	17.000- 35.000 22.000	160.000	140.000
Costo total	52.000 22.000= 74000 x 2= 148000	42.000 70.000= 114000 x 2=	180.000 x 2=	52.000 22.000= 74000 x 2= 148000	160.000 x 2=	140.000 x 2=

Debido a que el tercer productor manifestó no tener conocimiento sobre el control de plagas en su cultivo, los análisis se basaron en los cinco productores restantes. En todos los lotes se reportó la presencia de los insectos plagas picudo (*Conotrachelus psidii*), moscas de la fruta (complejo *Anastrepha*), anillador (*Carmenta theobromae*), taladrador (*Simplicivalva ampliophilobia*), trips (*Selenothrips sp*) y áfidos (*Aphis sp*). Dado que el picudo es la principal limitante del

*cultivo de la guayaba (Insuasty, 2007), todos los productores basan el control de los insectos plaga en la formulación que usan habitualmente para manejo del picudo: insecticidas organofosforados de contacto más un piretroide. Para el caso del anillador y el taladrador suman prácticas culturales de poda, con lo que logran reducir a menos del 5% de infestación las plagas. En el caso de moscas de las frutas reportaron la adopción de un insecticida con base en el metabolito secundario del actinomiceto Saccharopolyspora spinosa, con buenos resultados prácticos, pero sin cuantificar o registrar. Las aplicaciones de los formulados se realizan desde 2 aplicaciones cada 8 días (40%), pasando por cada 15 días (40%), hasta cada dos meses (20%). El costo anual de las aplicaciones, para una hectárea, es en promedio de 240.000 COP, teniendo en cuenta la duración de las presentaciones de los productos».*

### Anexo C. Congresos en los que se han presentado avances y resultados del trabajo de grado





## Anexo D. Colectas de estados biológicos del anillador de la guayaba

*Registro de colectas del anillador de la guayaba Carmenta theobromae, durante el periodo 2014 a 2016.*



Colectas realizadas bajo las disposiciones de la normativa Decreto 1376 del 27 de Junio del 2013, modalidad Marco de recolección, sin acceso a material genético ni fines comerciales, entre Corpoica (ahora AGROSAVIA) y el MINAMBIENTE.

Año	Fecha	Departamento	Municipio	Plaga	Estado	Cantidad
2016	4-may	Santander	Albania	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	11
	4-may	Santander	Albania	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	8
	28-abr	Santander	Jesus Maria	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	92
	28-abr	Santander	Jesus Maria	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	10
	25-abr	Santander	Velez, Moninquirá	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	12
	13-abr	Santander	Puente Nacional	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	16
	6-abr	Santander	Guavata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	20
	6-abr	Santander	Guavata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	34
	30-mar	Santander	Chipata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	20
	31-mar	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	2
	31-mar	Boyaca	Moninquirá	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	13
	22-mar	Santander	Puente Nacional	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	25
	22-mar	Santander	Puente Nacional	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	13
	16-mar	Santander	Jesus Maria	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	3

	16-mar	Santander	Jesus Maria	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	3
	3-mar	Santander	San Benito	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa y/o Larva	0
	10-feb	Santander	Puente Nacional	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	18
	10-feb	Santander	Puente Nacional	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	3
	10-feb	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	8
	10-feb	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	1
<b>2015</b>	22-dic	Santander	Chipata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	35
	16-dic	Santander	Chipata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	39
	9-dic	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	55
	9-dic	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	5
	1-dic	Santander	Guavata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	38
	25-nov	Santander	Jesus Maria	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	90
	18-nov	Boyaca	Moninquirá	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	55
	29-oct	Santander	Chipata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	68
	6-oct	Santander	Chipata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	132
	28-sep	Santander	Chipata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	112
	28-sep	Santander	Chipata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	3

23-sep	Santander	Guavata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	85
16-sep	Santander	Barbosa	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	60
21-ago	Santander	Guavata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	55
5-ago	Santander	Jesus Maria	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	75
30-jul	Boyaca	Moninquirá	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	87
23-jul	Santander	Chipata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	87
23-jul	Santander	Chipata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	12
23-jul	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	91
23-jul	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	4
23-jul	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Adulto	2
24-jun	Santander	Albania	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	115
24-jun	Santander	Albania	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	12
24-jun	Boyaca	Briceño	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	93
24-jun	Boyaca	Briceño	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	13
18-jun	Santander	Jesus Maria	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	17
12-jun	Santander	Chipata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	136
12-jun	Santander	Chipata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	2

	20-may	Santander	San Benito	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	53
	8-may	Santander	Guavata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	49
	21-abr	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	103
	15-abr	Boyaca	Moninquirá	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	24
	14-abr	Santander	Guavata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupas	68
	27-mar	Santander	Barbosa	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	23
	27-mar	Santander	Barbosa	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	103
<b>2014</b>	20-nov	Santander	Puente Nacional	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	10
	19-mar	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	16
	19-mar	Santander	Puente Nacional	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	12
	19-mar	Santander	Puente Nacional	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	10
	3-mar	Santander	Puente Nacional	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	11
	3-mar	Santander	Puente Nacional	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	4
	27-feb	Santander	Jesus Maria	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	9
	27-feb	Santander	Jesus Maria	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	6
	21-feb	Santander	Guavata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	5
	21-feb	Santander	Guavata	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	6

20-feb	Santander	Barbosa	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	2
20-feb	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	1
17-feb	Santander	Barbosa	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	7
12-feb	Santander	Jesus Maria	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	5
12-feb	Santander	Jesus Maria	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Larva	3
10-feb	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	21
4-feb	Santander	Barbosa	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	4
4-feb	Santander	Velez	Anillador (Lepidoptera Sesiidae)	Pupa	9

### Anexo E. Longitud y masa corporal de larvas de *Carmenta theobromae* en laboratorio

Las larvas de *C. theobromae* fueron medidas con regla entomológica, anotando su longitud en milímetros. La masa se obtuvo a partir de una balanza Sartorius® CPA3235 (d=0,001 g). Las larvas muertas fueron reemplazadas y sus consecutivos conservados.

Larva	Longitud (mm)	Masa (g)	Observaciones
1	14	0,063	Muerta
1	18	0,049	
2	10	0,034	Muerta
2	17	0,042	
3	9	0,011	Muerta
3	9	0,01	

4	12	0,027	Muerta
4	16	0,054	
5	14	0,059	Muerta
5	11	0,021	
6	13	0,047	Muerta
6	12	0,031	
7	10	0,037	Muerta
7	14	0,041	
8	13	0,048	Muerta
8	12	0,024	
9	14	0,054	Muerta
9	5	0,003	
10	10	0,042	Muerta
10	5	0,003	
11	5	0,007	Muerta
11	12	0,03	
12	16	0,068	Muerta
12	15	0,039	
13	15	0,089	Muerta
13	9	0,012	
14	13	0,041	Muerta
14	8	0,012	
15	12	0,053	Muerta
15	11	0,035	
16	12	0,065	Muerta
16	15	0,04	
17	7	0,011	Muerta
17	11	0,016	
18	13	0,05	Muerta
18	12	0,022	
19	9	0,024	Muerta
20	15	0,075	
20	13	0,035	Muerta
21	12	0,038	
21	16	0,05	Muerta
22	15	0,064	

<b>22</b>	10	0,015	Muerta
<b>23</b>	15	0,071	
<b>23</b>	7	0,008	Muerta
<b>24</b>	13	0,044	
<b>24</b>	13	0,027	Muerta
<b>25</b>	12	0,058	
<b>25</b>	11	0,037	Muerta
<b>26</b>	7	0,012	
<b>26</b>	16	0,051	Muerta
<b>27</b>	11	0,045	
<b>27</b>	15	0,056	Muerta
<b>28</b>	17	0,103	
<b>28</b>	9	0,013	Muerta
<b>29</b>	10	0,029	
<b>29</b>	8	0,038	Muerta
<b>30</b>	13	0,064	
<b>30</b>	13	0,051	Muerta
<b>31</b>	9	0,02	
<b>32</b>	12	0,051	Muerta
<b>32</b>	7	0,008	
<b>33</b>	15	0,071	Muerta
<b>33</b>	14	0,046	
<b>34</b>	15	0,043	
<b>35</b>	11	0,047	
<b>35</b>	9	0,011	
<b>36</b>	8	0,032	
<b>36</b>	3	0,002	
<b>37</b>	7	0,008	
<b>38</b>	8	0,01	Muerta
<b>38</b>	12	0,055	
<b>39</b>	5	0,01	Muerta
<b>39</b>	11	0,013	
<b>40</b>	9	0,013	
<b>41</b>	12	0,025	
<b>42</b>	11	0,024	
<b>43</b>	14	0,063	

<b>44</b>	<b>4</b>	<b>0,005</b>
<b>45</b>	<b>15</b>	<b>0,075</b>
<b>46</b>	<b>11</b>	<b>0,019</b>
<b>47</b>	<b>18</b>	<b>0,117</b>
<b>48</b>	<b>16</b>	<b>0,081</b>
<b>49</b>	<b>12</b>	<b>0,076</b>
<b>50</b>	<b>13</b>	<b>0,029</b>
<b>51</b>	<b>14</b>	<b>0,047</b>
<b>52</b>	<b>15</b>	<b>0,041</b>
<b>53</b>	<b>9</b>	<b>0,014</b>
<b>54</b>	<b>18</b>	<b>0,089</b>
<b>55</b>	<b>18</b>	<b>0,071</b>
<b>56</b>	<b>5</b>	<b>0,002</b>
<b>57</b>	<b>15</b>	<b>0,076</b>
<b>58</b>	<b>18</b>	<b>0,065</b>
<b>59</b>	<b>11</b>	<b>0,015</b>
<b>60</b>	<b>12</b>	<b>0,026</b>
<b>61</b>	<b>15</b>	<b>0,036</b>
<b>62</b>	<b>12</b>	<b>0,025</b>
<b>63</b>	<b>9</b>	<b>0,01</b>
<b>64</b>	<b>12</b>	<b>0,025</b>
<b>65</b>	<b>5</b>	<b>0,001</b>
<b>66</b>	<b>4</b>	<b>0,001</b>
<b>79</b>	<b>7</b>	<b>0,007</b>
<b>80</b>	<b>17</b>	<b>0,078</b>
<b>81</b>	<b>14</b>	<b>0,072</b>
<b>82</b>	<b>9</b>	<b>0,011</b>
<b>83</b>	<b>15</b>	<b>0,055</b>
<b>84</b>	<b>8</b>	<b>0,026</b>
<b>85</b>	<b>7</b>	<b>0,006</b>
<b>86</b>	<b>11</b>	<b>0,02</b>
<b>87</b>	<b>11</b>	<b>0,022</b>
<b>88</b>	<b>15</b>	<b>0,063</b>
<b>89</b>	<b>15</b>	<b>0,072</b>
<b>90</b>	<b>13</b>	<b>0,055</b>
<b>91</b>	<b>12</b>	<b>0,045</b>



<b>92</b>	10	0,04	
<b>93</b>	10	0,034	
<b>94</b>	16	0,089	
<b>95</b>	na	na	Muerta
<b>96</b>	14	0,048	
<b>97</b>	11	0,038	
<b>98</b>	14	0,07	
<b>99</b>	12	0,048	
<b>100</b>	5	0,004	
<b>101</b>	10	0,027	
<b>102</b>	15	0,078	
<b>103</b>	15	0,072	
<b>104</b>	9	0,026	
<b>105</b>	13	0,065	
<b>106</b>	15	0,092	
<b>107</b>	8	0,028	
<b>108</b>	8	0,021	
<b>109</b>	8	0,012	
<b>110</b>	12	0,034	
<b>111</b>	14	0,052	
<b>112</b>	9	0,015	
<b>113</b>	12	0,029	
<b>114</b>	13	0,056	
<b>115</b>	12	0,036	
<b>116</b>	9	0,014	
<b>117</b>	15	0,064	
<b>118</b>	13	0,053	
<b>119</b>	15	0,096	
<b>120</b>	10	0,035	
<b>121</b>	13	0,047	
<b>122</b>	15	0,046	
<b>123</b>	14	0,058	
<b>124</b>	11	0,033	
<b>125</b>	14	0,06	
<b>126</b>	8	0,01	
<b>127</b>	12	0,042	

<b>128</b>	12	0,025	
<b>129</b>	11	0,036	
<b>130</b>	6	0,005	
<b>131</b>	14	0,056	
<b>132</b>	6	0,001	Muerta
<b>133</b>	2	0,001	Muerta
<b>134</b>	12	0,053	
<b>135</b>	9	0,023	
<b>136</b>	5	0,001	Muerta
<b>137</b>	8	0,019	
<b>138</b>	12	0,049	
<b>139</b>	4	0,001	
<b>140</b>	14	0,057	
<b>141</b>	7	0,006	
<b>142</b>	6	0,004	

## **Anexo F. Bitacora\_de\_Laboratorio**

[1. Anexos Trabajo de Grado\Anexo 6. Bitacora de Laboratorio.pdf](#)

Debido al tamaño del documento, se presentan dos imágenes ejemplos del contenido alojado en la carpeta digital entregada del trabajo de grado:

# BITACORA DE LABORATORIO

## Manejo de plagas de la guayaba

Digitalización de los registros en bitácora física del laboratorio de Entomología Agrícola de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA.

Pulido Blanco, VC

Actividad	especie	Fecha	observación
Colecta de huevos, larvas y pupas de anillador	anillador	27 de marzo de 2015	Origen: Pozo Negro, Barbosa, Los Guayabos, Vélez Se colectaron: Huevos: Larvas: 23 larvas, de las cuales 21 son de últimos instares Pupas: 103, entre viables y parasitados. Se espera conocer las emergencias para determinar el número de pupas viables y parasitadas.
Colecta de huevos, larvas y pupas de anillador	anillador	06 de abril de 2015	Origen: Alto Grande, Jesús María Se colectaron: Huevo: Larvas: 4 larvas, todas de últimos instares Pupas: 70 entre vivas, y parasitadas

Activar Window:  
Ve a Configuración p...

Registro de avance del control químico-biológico de las larvas de anillador	Anillador	12 enero de 2016	<b>REPLICA N° 1</b>				
			<i>Tratamiento</i>	<i>N° larva viva</i>	<i>N° larva muerta</i>	<i>N° larva pupa</i>	<i>Observaciones</i>
			Success	47, 50, 46, 48	-	16	Las larvas se encuentran consumiendo la dieta normalmente
			Malathion	-	44, 28, 62, 49, 23	-	La larva 44 y 49 presentan hongo blanco a su alrededor
			Beauveria	59	-	52, 57, 9, 45	La larva 59 se encuentra en un estado de quietud
			Lecabiol	60	70, 69, 58	76	La larva 58 presenta un hongo blanco a su alrededor
			Adral	17, 27	25, 73	74	La larva 25 presenta hongo a su alrededor
			Aqua	38, 54	-	21, 15, 53	-
			<b>REPLICA N° 2</b>				
			<i>Tratamiento</i>	<i>N° larva viva</i>	<i>N° larva muerta</i>	<i>N° larva pupa</i>	<i>Observaciones</i>
			Success	31	35	51, 61, 65	-
			Malathion	-	66, 77, 43, 41, 14	-	Las larvas 66 y 41 presentan un hongo blanco a su

Activar Window:  
Ve a Configuración p...

### Anexo G. Longitud y masa corporal de larvas de *Carmenta theobromae* en campo

Las larvas de *C. theobromae* fueron medidas con regla entomológica, anotando su longitud en milímetros.

La masa se obtuvo a partir de una balanza Sartorius® CPA3235 (d=0,001 g).

<b>Larva</b>	<b>Tamaño (mm)</b>	<b>Masa (g)</b>
1	17	0.077
2	15	0.047
3	7	0.009
4	14	0.036
5	6	0.005
6	12	0.032
7	10	0.021
8	18	0.092
9	17	0.081
10	8	0.008
11	16	0.105
12	11	0.026
13	10	0.029
14	11	0.023
15	8	0.005
16	12	0.022
17	4	0.001
18	6	0.004
19	12	0.043
20	13	0.067
21	5	0.002
22	7	0.01
23	11	0.024
24	6	0.004
25	8	0.022
26	10	0.017
27	15	0.066
28	14	0.033
29	11	0.042
30	4	0.001
31	15	0.057
32	12	0.032
33	17	0.059
34	8	0.012

<b>35</b>	10	0.022
<b>36</b>	11	0.015
<b>37</b>	18	0.076
<b>38</b>	15	0.065
<b>39</b>	12	0.048
<b>40</b>	10	0.019
<b>41</b>	22	0.171
<b>42</b>	11	0.026
<b>43</b>	12	0.032
<b>44</b>	11	0.026
<b>45</b>	6	0.002
<b>46</b>	14	0.6
<b>47</b>	15	0.6
<b>48</b>	8	0.008
<b>49</b>	16	0.065
<b>50</b>	12	0.029
<b>51</b>	13	0.053
<b>52</b>	12	0.036
<b>53</b>	16	0.061
<b>54</b>	6	0.005
<b>55</b>	9	0.017
<b>56</b>	18	0.088
<b>57</b>	16	0.074
<b>58</b>	7	0.01
<b>59</b>	15	0.074
<b>60</b>	16	0.073
<b>61</b>	9	0.013
<b>62</b>	11	0.033
<b>63</b>	6	0.004
<b>64</b>	13	0.038
<b>65</b>	5	0.001
<b>66</b>	5	0.001
<b>67</b>	6	0.007
<b>68</b>	12	0.035
<b>69</b>	16	0.097
<b>70</b>	17	0.082

71	15	0.068
72	15	0.058
73	11	0.026
74	13	0.052
75	18	0.097
76	10	0.008
77	4	0.001
78	0	0
79	0	0
80	0	0
81	0	0
82	0	0
83	6	0.001
84	0	0
85	0	0
86	18	0.049
87	12	0.031
88	15	0.056
89	9	0.02
90	9	0.013
91	9	0.01
92	12	0.055
93	16	0.05
94	13	0.027
95	14	0.063
96	4	0.005
97	10	0.015
98	13	0.029
99	14	0.047
100	18	0.089
101	15	0.076

**Anexo H. Resultados *Carmenta theobromae* en laboratorio**

Tratamiento	Día despues de la aspersión	Media de larvas muertas por día
Agua	0	0
	5	0
	10	1
	15	1
	20	1
	25	1
	30	1
	35	1
	37	1
<i>Beauveria bassiana</i> en liquido	0	0
	5	1
	10	1
	15	2
	20	2
	25	2
	30	2
	35	2
	37	3
Espinosa	0	0
	5	0
	10	0
	15	1
	20	1
	25	1
	30	1
	35	1
	37	1
<i>Lecanicillium lecanii</i>	0	0
	5	2
	10	2
	15	2
	20	3
	25	3
	30	3
	35	3
	37	3
Mezcla de <i>B. bassiana</i> y <i>B. brongniartii</i> en polvo	0	0
	5	0

	10	0
	15	1
	20	1
	25	1
	30	1
	35	1
	37	1
	0	0
	5	2
	10	3
	15	4
	20	5
	25	5
	30	5
	35	5
	37	5

	0	0
	5	2
	10	3
	15	4
	20	5
	25	5
	30	5
	35	5
	37	5

**S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato**

### Anexo I. Estadísticos de *Carmenita theobromae* en laboratorio

#### ANOVA

Larvas\_muertas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	69,204	5	13,841	14,727	,000
Intra-grupos	45,111	48	,940		
Total	114,315	53			



Larvas\_muertas

HSD de Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos de estudio	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Espinosad	9	,67		
Mezcla de B. bassiana y B. brongniartii en polvo	9	,67		
Agua	9	,78		
Beauveria bassiana en liquido	9	1,67	1,67	
Lecanicillium lecanii	9		2,33	
S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato	9			3,78
Sig.		,262	,691	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,000.

**Anexo J. Resultados *Carmenita theobromae* en campo**

Tratamientos	Replica	Total por replica	Total por tratamiento
<b>Agua</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>14</b>
	<b>2</b>	<b>3</b>	
	<b>3</b>	<b>2</b>	
	<b>4</b>	<b>2</b>	
	<b>5</b>	<b>3</b>	
	<b>6</b>	<b>2</b>	
<b>S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>16</b>
	<b>2</b>	<b>2</b>	
	<b>3</b>	<b>2</b>	
	<b>4</b>	<b>3</b>	
	<b>5</b>	<b>3</b>	
	<b>6</b>	<b>3</b>	
<b><i>Lecanicillium lecanii</i></b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>13</b>
	<b>2</b>	<b>3</b>	

	<b>3</b>	<b>3</b>	
	<b>4</b>	<b>1</b>	
	<b>5</b>	<b>2</b>	
	<b>6</b>	<b>2</b>	
<b><i>Beauveria bassiana</i> en líquido (ADRAL)</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>18</b>
	<b>2</b>	<b>3</b>	
	<b>3</b>	<b>3</b>	
	<b>4</b>	<b>3</b>	
	<b>5</b>	<b>3</b>	
	<b>6</b>	<b>3</b>	
<b>Poda y Plateo</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>18</b>
	<b>2</b>	<b>3</b>	
	<b>3</b>	<b>3</b>	
	<b>4</b>	<b>3</b>	
	<b>5</b>	<b>3</b>	
	<b>6</b>	<b>3</b>	

#### Anexo K. Estadísticos de *Carmenta theobromae* en campo

##### ANOVA

Media\_de\_larvas\_muertas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3,467	4	,867	3,939	,013
Intra-grupos	5,500	25	,220		
Total	8,967	29			

**Media\_de\_larvas\_muertas**

HSD de Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos de estudio	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Lecanicillium lecanii	6	2,17	
Agua	6	2,33	2,33
s-1,2 di(etoxicarbonil) etil	6	2,67	2,67
0,0-dimetil fosforoditioato			
Beauveria bassiana en liquido	6		3,00
Poda y plateo	6		3,00
Sig.		,371	,132

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 6,000.

**Anexo L. Colectas de estados biológicos del taladrador de la guayaba**

Colectas realizadas bajo las disposiciones de la normativa Decreto 1376 del 27 de Junio del 2013, modalidad Marco de recolección, sin acceso a material genético ni fines comerciales, entre Corpoica (ahora AGROSAVIA) y el MINAMBIENTE.

Año	Fecha	Departamento	Municipio	Estado	Cantidad
	16-may	Santander	Puente Nacional	Larva	7
	18-may	Santander	San Benito	Larva	3
<b>2016</b>	20-may	Santander	Puente Nacional	Larva	13
	25-may	Santander	Jesus Maria	Larva	2
	25-may	Santander	Puente Nacional	Larva	6
<b>2015</b>	14-ago	Santander	Puente Nacional	Larva	100

	14-ago	Santander	Puente Nacional	Pupa	190
	14-ago	Santander	Puente Nacional	Larva	42
<b>2014</b>	14-may	Santander	Puente Nacional	Larva	39
	27-may	Santander	Puente Nacional	Larva	2
	8-may	Santander	Puente Nacional	Larva	14
	8-may	Santander	Puente Nacional	Pupa	6
	15-abr	Santander	Puente Nacional	Pupa	4
	2-abr	Santander	Puente Nacional	Larva	4
	21-mar	Santander	Puente Nacional	Larva	3
	12-feb	Santander	Jesus Maria	Larva	3
	4-dic	Santander	Barbosa	Adulto	2
<b>2013</b>	21-nov	Santander	Puente Nacional	Larva	1

#### **Anexo M. Longitud y masa corporal de larvas de *Simplicivalva ampliophilobia* en laboratorio**

Las larvas de *S. ampliophilobia* fueron medidas con regla entomológica, anotando su longitud en milímetros.

La masa se obtuvo a partir de una balanza Sartorius® CPA3235 (d=0,001 g).

<b>Nº Larva</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>Observacion</b>
-----------------	----------------------	-----------------	--------------------

<b>1</b>	23.73	0.561	
<b>2</b>	15.09	0.096	
<b>3</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>4</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>5</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>6</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>7</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>8</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>9</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>10</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>11</b>	10.02	0.053	
<b>12</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>13</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>14</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>15</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>16</b>	15.96	0.141	
<b>17</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>18</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>19</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>20</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>21</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>22</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>23</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>24</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>25</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>26</b>	20.08	0.324	
<b>27</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>28</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>29</b>	19.20	0.266	
<b>30</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>31</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>32</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>33</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>34</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>35</b>	22.40	0.178	
<b>36</b>	0.00	0.000	Muerta

<b>37</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>38</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>39</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>40</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>41</b>	16.22	0.117	
<b>42</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>43</b>	31.32	0.592	
<b>44</b>	20.28	0.287	
<b>45</b>	25.49	0.478	
<b>46</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>47</b>	0.00	0.000	Pupa
<b>48</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>49</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>50</b>	24.36	0.410	
<b>51</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>52</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>53</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>54</b>	17.48	0.275	
<b>55</b>	20.67	0.199	
<b>56</b>	22.75	0.264	
<b>57</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>58</b>	25.17	0.373	
<b>59</b>	23.92	0.447	
<b>60</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>61</b>	20.95	0.309	
<b>62</b>	21.42	0.275	
<b>63</b>	21.02	0.302	
<b>64</b>	12.05	0.170	
<b>65</b>	29.63	0.713	
<b>66</b>	23.56	0.353	
<b>67</b>	27.13	0.554	
<b>68</b>	20.20	0.212	
<b>69</b>	24.45	0.385	
<b>70</b>	20.02	0.300	Muerta
<b>71</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>72</b>	20.91	0.262	

<b>73</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>74</b>	20.82	0.253	
<b>75</b>	23.02	0.251	
<b>76</b>	19.10	0.219	
<b>77</b>	16.65	0.117	
<b>78</b>	26.36	0.509	
<b>79</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>80</b>	14.02	0.207	
<b>81</b>	26.63	0.312	
<b>82</b>	17.08	0.187	
<b>83</b>	29.42	0.676	
<b>84</b>	19.80	0.193	
<b>85</b>	26.91	0.460	
<b>86</b>	30.35	0.691	
<b>87</b>	15.86	0.088	
<b>88</b>	41.13	1.201	
<b>89</b>	21.84	0.205	
<b>90</b>	23.84	0.305	
<b>91</b>	22.84	0.270	
<b>92</b>	17.46	0.160	
<b>93</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>94</b>	22.87	0.304	
<b>95</b>	33.26	0.666	
<b>96</b>	16.05	0.010	
<b>97</b>	18.77	0.138	
<b>98</b>	10.07	0.064	
<b>99</b>	24.45	0.330	
<b>100</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>101</b>	36.94	1.295	
<b>102</b>	37.70	0.996	
<b>103</b>	22.07	0.156	
<b>104</b>	20.39	0.233	
<b>105</b>	18.05	0.150	
<b>106</b>	19.80	0.155	
<b>107</b>	33.68	1.152	
<b>108</b>	23.10	0.333	

<b>109</b>	19.70	0.159	
<b>110</b>	23.51	0.338	
<b>111</b>	31.78	0.856	
<b>112</b>	30.85	0.576	
<b>113</b>	27.75	0.497	
<b>114</b>	23.98	0.464	
<b>115</b>	19.96	0.205	
<b>116</b>	22.16	0.264	
<b>117</b>	23.39	0.540	
<b>118</b>	30.94	0.682	
<b>119</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>120</b>	27.14	0.701	
<b>121</b>	32.55	0.809	
<b>122</b>	32.72	0.866	
<b>123</b>	26.93	0.532	
<b>124</b>	27.80	0.626	
<b>125</b>	24.32	0.299	
<b>126</b>	30.75	0.787	
<b>127</b>	24.80	0.406	
<b>128</b>	28.95	0.561	
<b>129</b>	21.22	0.240	
<b>130</b>	25.82	0.362	
<b>131</b>	25.02	0.223	
<b>132</b>	0.00	0.000	Muerta
<b>133</b>	24.45	0.436	
<b>134</b>	28.30	0.423	
<b>135</b>	29.33	0.569	
<b>136</b>	24.60	0.360	
<b>137</b>	21.56	0.187	
<b>138</b>	19.42	0.127	
<b>139</b>	34.61	1.130	
<b>140</b>	21.29	0.235	
<b>141</b>	21.26	0.210	
<b>142</b>	19.54	0.218	
<b>143</b>	28.18	0.510	
<b>144</b>	23.61	0.499	



## **Anexo N. Longitud y masa corporal de larvas de *Simplicivalva ampliophilobia* en campo**

Las larvas de *S. ampliophilobia* fueron medidas con regla entomológica, anotando su longitud en milímetros.

La masa se obtuvo a partir de una balanza Sartorius® CPA3235 (d=0,001 g).

<b>Remarcación</b>	<b>Longitud (mm)</b>	<b>Masa (g)</b>
<b>0</b>	7	0.065*
<b>1</b>	10	0.04
<b>2</b>	11	0.074
<b>3</b>	11	0.052
<b>4</b>	11	0.046
<b>5</b>	11	0.06
<b>6</b>	11	0.044
<b>7</b>	11	0.052
<b>8</b>	11	0.059
<b>9</b>	12	0.148
<b>10</b>	12	0.127
<b>11</b>	12	0.061
<b>12</b>	12	0.058
<b>13</b>	12	0.081
<b>14</b>	12	0.055
<b>15</b>	12	0.11
<b>16</b>	13	0.138
<b>17</b>	13	0.081
<b>18</b>	14	0.06
<b>19</b>	15	0.113
<b>20</b>	15	0.13
<b>21</b>	15	0.096
<b>22</b>	15	0.108
<b>23</b>	15	0.103
<b>24</b>	16	0.089
<b>25</b>	17	0.11
<b>26</b>	18	0.119

27	18	0.094
28	18	0.166
29	19	0.113
30	19	0.266
31	19	0.096
32	19	0.201
33	19	0.182
34	20	0.195
35	20	0.229
36	20	0.179
37	20	0.141
38	20	0.249
39	20	0.172
40	20	0.209
41	21	0.348
42	21	0.167
43	22	0.255
44	22	0.294
45	22	0.239
46	23	0.293
47	24	0.214
48	24	0.313
49	25	0.382
50	25	0.385
51	25	0.325
52	28	0.427
53	28	0.391
54	28	0.335
55	28	0.683
56	30	0.547
57	30	0.406
58	30	0.441
59	35	0.834
60	55	0.25

**Anexo O. Resultados *Simplicivalva ampliophilobia* en laboratorio**

Se presentan las medias de muerte de larvas por día.

Tratamiento	0	5	10	15	20	25	30	35	40	42
Espinosad	0	2	3	3	3	3	3	3	3	3
S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato	0	1,5	3	3	3	3	3	3	3	3
Mezcla de <i>B. bassiana</i> y <i>B. brongniartii</i> en polvo	0	0,75	2	2,25	2,5	2,5	2,75	2,75	3	3
<i>Lecanicillium lecanii</i>	0	0,25	1,5	2,25	2,25	2,75	2,75	2,75	2,75	3
<i>Beauveria bassiana</i> en liquido	0	0	1	2,25	2,25	2,25	2,75	3	3	3
Agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Anexo P. Estadísticos de *Simplicivalva ampliophilobia* en laboratorio

### ANOVA Alternativas de manejo de *S. ampliophilobia* bajo condiciones de laboratorio

Media\_de\_larvas\_muertas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	19,956	5	3,991	43,266	,000
Intra-grupos	1,660	18	,092		
Total	21,617	23			

Media\_de\_larvas\_muertas

HSD de Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos de estudio	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Agua	4	,0000000		
<i>Beauveria bassiana</i> en liquido	4		1,9011628	
<i>Lecanicillium lecanii</i>	4		2,0581395	2,0581395
Mezcla de <i>B. bassiana</i> y <i>B. brongniartii</i> en polvo	4		2,1686047	2,1686047

S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato	4			2,6627907
Espinosad	4			2,7383721
Sig.		1,000	,809	,051

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

### Anexo Q. Resultados dietas meridicas *S. ampliophilobia* en laboratorio

Dieta	Tamaño	Replica	Larva	# tubo	Supervivencia	Observaciones
					(días)	
					<b>Muerta</b>	
C	Pequeño	1	33	1	3	NCM; MSC
C	Pequeño	1	35	2	42	NCM; MSC
C	Medio	1	32	3	49	ACM; MSC
C	Medio	2	9	4	19	NCM; MSC
C	Medio	2	16	5	25	NCM; MSC
C	Medio	2	24	6	1	NCM*; MC**
C	Grande	3	5	7		
C	Grande	3	14	8	42	Parasitada; MSC
C	Grande	3	1	9	19	Parasitada; MSC
Zp	Pequeño	1	25	1	14	NCM; MSC
Zp	Pequeño	1	13	2		
Zp	Medio	1	3	3	21	NCM; MSC
Zp	Medio	2	36	4	25	NCM; MSC
Zp	Medio	2	28	5	14	Parasitada; MSC
Zp	Medio	2	22	6	3	Ahogada; MSC
Zp	Grande	3	31	7	14	NCM; MSC
Zp	Grande	3	34	8	34	Parasitada; MSC
Zp	Grande	3	2	9	1	NCM; MSC***
CL	Pequeño	1	27	1	14	NCM; MSC
CL	Pequeño	1	8	2	14	NCM; MSC
CL	Medio	1	23	3	14	NCM; MSC
CL	Medio	2	30	4	45	NCM; MSC
CL	Medio	2	38	5	14	NCM; MSC
CL	Medio	2	7	6	14	NCM; MSC
CL	Grande	3	4	7	45	NCM; MSC

CL	Grande	3	18	8	21	Parasitada; MSC
CL	Grande	3	15	9	14	NCM; MSC
Hg	Pequeño	1	17	1	1	NCM; MC
Hg	Pequeño	1	11	2	3	NCM; MC
Hg	Medio	1	10	3	1	NCM; MC
Hg	Medio	2	29	4	1	NCM; MSC
Hg	Medio	2	26	5	1	NCM; MC
Hg	Medio	2	12	6	1	NCM; MC
Hg	Grande	3	19	7	3	NCM; MC
Hg	Grande	3	20	8	1	NCM; MC
Hg	Grande	3	6	9	3	NCM; MC
C	Pequeño	4	41	10	10	Parasitada; NCM; MSC
C	Pequeño	4	39	11	49	NCM; MSC
C	Medio	4	40	12	8	NCM; MSC
Zp	Pequeño	4	51	10	10	Parasitada; NCM; MSC
Zp	Pequeño	4	43	11	10	NCM; MSC
Zp	Medio	4	42	12	45	ACM; MSC
CL	Pequeño	4	50	10	4	NCM; MSC
CL	Pequeño	4	47	11	22	BCM; MSC
CL	Medio	4	48	12	22	NCM; MSC
Hg	Pequeño	4	52	10	4	Ahogada; MSC
Hg	Pequeño	4	46	11	4	Ahogada; MSC
Hg	Medio	4	49	12	4	Parasitada; MSC

### Anexo R. Resultados *Simplicivalva ampliophilobia* en campo

TRATAMIENTO	REPETICION	LARVAS MUERTAS TOTALES
Malathion	IV	57
Success	IV	46
Beauveriplant	IV	58
Beauveriplant	II	18
Poda y plateo	IV	49
Success	IV	56
Poda y plateo	I	4
Agua	I	5
Poda y plateo	I	14

Success	I	1
Beauveriplant	I	8
Malathion	II	22
Poda y plateo	II	27
Agua	IV	50
Malathion	I	12
Success	I	11
Success	II	20
Malathion	I	9
Success	I	10
Malathion	II	29
Poda y plateo	II	24
Success	II	21
Success	II	30
Malathion	III	32
Malathion	III	44
Malathion	III	37
Agua	IV	55
Malathion	IV	52
Malathion	IV	47
Success	IV	51
Poda y plateo	IV	59
Poda y plateo	III	39
Success	III	31
Beauveriplant	III	38
Success	III	36
Success	III	45
Agua	I	6
Poda y plateo	I	7
Beauveriplant	I	3
Beauveriplant	III	33
Agua	II	25
Poda y plateo	III	34
Beauveriplant	III	43
Beauveriplant	IV	48
Beauveriplant	IV	53
Agua	IV	60
Malathion	I	2
Beauveriplant	I	13
Agua	I	15

<b>Poda y plateo</b>	II	17
<b>Malathion</b>	II	19
<b>Beauveriplant</b>	II	23
<b>Agua</b>	II	26
<b>Agua</b>	III	35
<b>Agua</b>	IV	41

### Anexo S. Estadísticos *Simplicivalva ampliophilobia* en campo

#### ANOVA

Larvas\_de\_taladrador\_muertas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	30,264	4	7,566	7,821	,000
Intra-grupos	101,580	105	,967		
Total	131,843	109			

#### Larvas\_de\_taladrador\_muertas

HSD de Tukey<sup>a</sup>

Alternativa_de_manejo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Agua	22	,8182		
Mezcla de Beauveria bassiana y B. brongniartii	22	1,2500	1,2500	
Poda y plateo	22	1,5455	1,5455	1,5455
S-1,2 di(etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato	22		1,9545	1,9545
Espinosad	22			2,3182
Sig.		,110	,130	,077

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 22,000.