

BIOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL PICUDO
(*Metamasius* spp.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN UNA
PLANTACIÓN COMERCIAL DE PIÑA (*Ananas comosus*) (L.) Merr.
CUTRIS, SAN CARLOS.

JAKELINE MARÍA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Trabajo final de graduación presentado a la Escuela de Agronomía como
requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en
Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2010

BIOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL PICUDO
(*Metamasius* spp.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN UNA
PLANTACIÓN COMERCIAL DE PIÑA (*Ananas comosus*) (L.) Merr.
CUTRIS, SAN CARLOS.

JAKELINE MARÍA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Aprobado por miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Joaquín Durán Mora MSc.

Asesor interno

Ing. Agr. Reynerio Barahona Flores. PM.

Asesor externo
Departamento de Investigaciones
SFCo. Piña. CR

Ing. Agr. Adriana Obando Santamaria MSc.

Jurado

Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez MGA.

Jurado

Ing Agr. Fernando Gómez Sánchez. MAE.

Coordinador
Trabajos Finales de graduación

Ing. Agr. Arnoldo Gadea Rivas. MSc.

Director de Escuela de Agronomía

2010

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la vida y bendecirme con una familia que me guió con buenos consejos y palabras de aliento. A Él no solamente le dedico la presente tesis, sino que también pongo en sus manos mi carrera como profesional en el campo de la agronomía.

A mis padres:

Por haberme educado y ayudado a crecer como persona, gracias por cumplir a cabalidad el papel de padres. A mi madre, por ser comprensiva y generosa; a mi padre, por inculcarme el amor por la agricultura y brindarme su apoyo.

A mis hermanas:

Rosaura, Marisol, Tania y Stepanie, por crecer a mi lado, por apoyarme y ayudarme cuando lo necesité, porque me brindaron la tranquilidad de siempre poder contar con alguien de confianza.

A Diego Rojas Aragonés:

Por su apoyo incondicional durante mi carrera universitaria. Gracias por estar en los buenos y los malos momentos a mi lado, gracias Diego.

AGRADECIMIENTO

Primero que todo agradezco a Dios por darme la vida y la salud para salir adelante en mis estudios.

A mis padres y mis hermanas, por estar a mi lado siempre, a mi sobrina Camila por llenarme con su luz durante los días en los que desarrollé este proyecto.

A Diego Rojas Aragonés, por su ayuda incondicional durante los años que hemos estado juntos; gracias a ellos mi carga fue más ligera y llevadera.

A mis tíos Carlos y Osvaldo Rodríguez Campos y a Ana Rojas Aragonés por su apoyo brindado, gracias a ellos he llegado a lograr lo que al inicio de mi carrera lo apreciaba como un sueño.

A Gerardo Rodríguez Rojas, María Rosa Rodríguez Alvarado y Keilor Rodríguez Rodríguez, gracias por toda la hospitalidad brindada durante este tiempo.

Agradezco al personal de Finca Muelle, en especial al personal administrativo, al departamento de Investigación y al de Servicios agrícolas, por su ayuda durante el desarrollo del proyecto. También agradezco al Ing. Reynerio Barahona Flores, por su apoyo como asesor de tesis; a los Ing. Fernando Ferreira de Sene, Adriana Obando Santamaria, Marcelo Elizondo Barquero, por su ayuda tanto en el desarrollo del proyecto como en la revisión del trabajo escrito.

A los profesores del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Ing. Joaquín Durán Mora por su apoyo como asesor de tesis, por el tiempo que dedicó para ayudarme; a la Ing. Zulay Castro Jiménez por la revisión del documento y por darme los inicios en el cultivo de piña, en el cual desarrollé mi proyecto.

A mis compañeros del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en especial a las generaciones 2004-2005, quienes me hicieron disfrutar de la etapa universitaria.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	6
RESUMEN	12
ABSTRACT	14
1. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Objetivo general	17
1.2. Objetivos específicos	17
2. REVISIÓN DE LITERATURA	18
2.1. Generalidades del cultivo de piña	18
2.2. Descripción taxonómica	18
2.3. Descripción morfológica	18
2.3.1. Tallo	18
2.3.2. Hojas	18
2.3.3. Raíces	19
2.3.4. Inflorescencia y fruta	19
2.3.5. Corona.....	20
2.4. Organismos plaga de importancia en el cultivo de la piña	20
2.4.1. Sinfílidos (<i>Scutigerella inmaculata</i>)	20
2.4.2. <i>Dysmicoccus neobrevipes</i> Beardsley (Hemiptera).....	21
2.4.3. <i>Castnia licus</i> (Drury) (Lepidoptera).....	22
2.4.4. <i>Spodoptera</i> sp. (Lepidoptera)	22
2.4.5. <i>Elaphria nucicolora</i> (Lepidoptera) gusano soldado.....	22
2.4.6. <i>Strymon basilides</i> Geyer (Lepidoptera)	22
2.5. Coleópteros	23
2.5.1. Características morfológicas de los coleópteros.....	23
2.5.2. Ciclo biológico de los coleópteros	23
2.5.3. Características morfológicas de la familia Curculionidae	24
2.5.4. Generalidades de <i>Metamasius</i>	26
2.6. Otros coleópteros plaga	29

2.6.1.	<i>Agriotes</i> spp. gusano alambre (Coleóptera)	29
2.6.2.	<i>Phyllophaga</i> spp. (Coleoptera)	30
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1.	Localización	31
3.2.	Material experimental	31
3.2.1.	Campo	31
3.2.2.	Vivero	32
3.2.3.	Condiciones controladas	32
3.3.	Variables evaluadas	33
3.3.1.	Ciclo de vida del picudo (<i>Metamasius</i> spp.)	33
3.3.2.	Etapa de huevo	35
3.3.3.	Etapa de larva	35
3.3.4.	Etapa de pupa	36
3.3.5.	Etapa de adulto	37
3.3.6.	Caracterización del daño de <i>Metamasius</i> spp.	38
3.3.7.	Estratificación de <i>Metamasius</i> spp.	39
3.4.	Estadística utilizada	40
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1.	Duración y características de las fases del ciclo biológico de <i>Metamasius</i> spp. realizado en la zona de Cutris, San Carlos.	41
4.1.1.	Etapa de huevo	41
4.1.2.	Etapa de larva	44
4.1.3.	Etapa de pupa	47
4.1.4.	Etapa de adulto	48
4.1.5.	Mortalidad de los diferentes estadios de <i>Metamasius</i> spp. en ambiente controlado	56
4.2.	Caracterización de los daños de <i>Metamasius</i> spp., en el cultivo de <i>A. comosus</i>, Cutris, San Carlos.	57
4.2.1.	Descripción de daño causado por adulto de <i>Metamasius</i> spp.	57
4.2.2.	Caracterización del daño realizado por larvas de <i>Metamasius</i> spp.	66
4.3.	Estratificación del <i>Metamasius</i> spp.	68
4.3.1.	Nivel de daño causado por <i>Metamasius</i> spp. en diferentes etapas del cultivo	68
4.3.2.	Ubicación de los diferentes estadios de <i>Metamasius</i> spp. en los diferentes estratos de la planta según etapa del cultivo.	73
5.	CONCLUSIONES	78
6.	RECOMENDACIONES	81
7.	LITERATURA CITADA	83
8.	ANEXOS	87

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Duración de los diferentes estadíos del ciclo biológico de <i>Metamasius</i> spp. (T°med: 26,60 °C). Cutris, San Carlos, 2009-2010.	41
2	Porcentaje de mortalidad de los diferentes estadíos de <i>Metamasius</i> spp. Cutris, San Carlos, 2009-2010.	56
3	Porcentaje de daño de picudo en plantas de piña por hectárea. Cutris. San Carlos, 2009.	70

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Daño en fruta de <i>A. comosus</i> de <i>M. dimidiatipennis</i> (Jekel), (A): adulto realizando el daño; (B): corte longitudinal, adulto saliendo del agujero realizado al alimentarse (Carvajal, D. 2009).....	29
2	Encierro de cría para larvas, pupas y huevos de <i>Metamasius</i> spp. (Rodríguez, J. 2010).....	34
3	Producción de huevos de <i>Metamasius</i> spp. (A): adultos encerrados en recipientes para la obtención de huevos; (B): huevo recién ovipositado en hoja de piña colocado en plato Petri. (Rodríguez, J. 2010).	35
4	Cría de larva de <i>Metamasius</i> spp. Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).....	36
5	Pupas de <i>Metamasius</i> spp. en plato Petri. (A): pupas cubiertas con marquiset; (B): pupas sin cubierta de marquiset (Rodríguez, J. 2010).....	37
6	Plantas de piña inoculadas con larvas y adultos de <i>Metamasius</i> spp. (Rodríguez, J. 2010).....	38
7	Muestreo de <i>Metamasius</i> spp., realizado en plantación de piña. Cutris San Carlos. (A): destructivo; (B): visual. (Rodríguez, J. 2009).....	40
8	Posturas de <i>Metamasius</i> spp., ovipositadas entre la cutícula del haz y el mesófilo de la hoja de la planta de piña. (A): capturada con cámara digital a través de un estereoscopio con lente de 3X; (B): capturada con una cámara digital sin aumento. Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).	42

9	Cambio en la coloración del huevo de <i>Metamasius</i> spp. según aumentan los días después de ovipositado (ddo). (A): 1 ddo; (B) 2 ddo; (C): 4 ddo; (D): 5 ddo. (capturadas con cámara digital a través de un estereoscopio con lente de 4,5 X). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).....	43
10	Larva de <i>Metamasius</i> spp. (A): larva joven de 6, días después de eclosionar (dde); (B): larva joven, 11 dde; (C): larva adulta, 26 dde, (Capturadas a través de un estereoscopio con lente de 4,5X); (D): larva adulta, 26 dde, vista frontal. Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).	45
11	Espiráculos de larva de <i>Metamasius</i> spp., 26 días después de eclosionar (Capturada con cámara digital a través de estereoscopio con aumento de 4,5X). (Rodríguez, J. 2010).	46
12	Larva de <i>Metamasius</i> spp. (A): larva de corta edad alimentándose de hoja de planta de piña; (B): larvas adultas alimentándose de tallo de planta de piña (Rodríguez, J. 2009).	47
13	Etapa de pupa de <i>Metamasius</i> spp. (A): larva construyendo su pupa; (B): pupa completamente formada; (C): imago (Capturadas a través de un estereoscopio con aumento de 2x); (D): Adulto recién emergido, (Rodríguez, J. 2010).....	48
14	<i>Metamasius dimidiatipennis</i> ., obtenidos en condiciones controladas. (Capturadas con cámara digital a través de un estereoscopio con lente de 1X). Cutris. (A): Vista dorsal, (B): Vista ventral, (Rodríguez, J 2010).	49
15	<i>Metamasius dimidiatipennis</i> , obtenidos en condiciones controladas. (A): Vista dorsal, (B): Vista ventral. (Capturadas con cámara digital a través de un estereoscopio con aumento de 1X). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).....	50

16	<i>Metamasius</i> spp., obtenidos en condiciones controladas. (A): Vista dorsal, (B): Vista Ventral. (Capturadas con cámara digital a través de un estereoscopio con aumento de 1X). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).....	51
17	<i>Metamasius hemipterus</i> , colectado en campo. (A): Vista dorsal, (B): Vista ventral (Capturadas con cámara digital sin aumento). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).	52
18	Adultos de <i>Metamasius</i> spp. escondido en las axilas de las hojas de la planta de <i>A. comosus</i> (Capturada con cámara digital). Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2009).....	53
19	Adultos de <i>Metamasius</i> spp. apareándose 3 horas después de emerger de la pupa (Capturada con cámara digital). Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).	54
20	Temperatura y precipitación año 2009 y 2010. Cutris. San Carlos. Estación meteorológica.....	55
21	Raspadura fresca o reciente causada por adulto de <i>Metamasius</i> spp. en planta de piña (Capturada con cámara digital). Cutris, San Carlos, 2009. (Rodríguez, J. 2009).....	58
22	Raspadura vieja causada por <i>Metamasius</i> spp. en planta de piña (Capturada con cámara digital). Cutris, San Carlos, 2009. (Rodríguez, J. 2009).....	58
23	Diferencia entre la gomosis fresca y vieja causada por el daño del adulto de <i>Metamasius</i> spp. A, gomosis por daño reciente (horas después del daño); B, gomosis vieja (dos días después del daño) (Capturadas con cámara digital). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).....	59
24	Daño en las puntas de las hojas ocasionado por <i>Metamasius</i> spp. (Capturada con cámara digital). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2009).....	60

25	Daño ocasionado por <i>Metamasius</i> spp. en corona recién emergida, reflejado en flor en cono y en fruta lista para cosechar. (A): Ausencia de corona en cono (52 días después de forzamiento), vista frontal; (B): Corte longitudinal; vivero; (C): ausencia de corona en piña de cosecha, vista frontal; (D): Corte longitudinal, planta empacadora (Capturada con cámara digital). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).....61
26	Daño en corona de fruta adulta. (A): Vista frontal; (B): Corte longitudinal. Planta empacadora (Capturada con cámara digital). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).....62
27	Daño en flor de 60 días después de forzamiento por <i>Metamasius</i> spp. Vivero (Capturada con cámara digital). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).....63
28	Daño de <i>Metamasius</i> spp. en fruta adulta. (A): fruta deforme, vista frontal del daño; (B): corte longitudinal (Capturadas con cámara digital). Planta empacadora. Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).....64
29	Daño de <i>Metamasius</i> spp. en fruta. (A): daño visible en la cáscara; (B): corte longitudinal (Capturadas con cámara digital). Planta empacadora. Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).....65
30	Daño por postura de <i>Metamasius</i> spp. (A): postura cicatrizada vista del haz de la hoja; (B): vista del envés de la hoja; (C): postura reciente vista del haz de la hoja, vista sin aumento del haz de la hoja; (D): Postura reciente. (Capturadas con cámara digital a través de un estereoscopio con lente de: (A) y (B): 2X;(C): 3X; (D): 4X). Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2009).66
31	Daño de larva de <i>Metamasius</i> spp. (A, B): túnel lineal en tallo bajo; (C, D): túneles en hoja de piña; larva alimentándose en

	de la hoja de piña (Capturadas con cámara digital). (Rodríguez, J. 2009).....	67
32	Daño causado por larva de <i>Metamasius</i> spp. en fruto joven (Capturada con cámara digital). Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2009).....	68
33	Porcentaje total de plantas muestreadas de <i>A. comosus</i> que presentaron daños por <i>Metamasius</i> spp. en diferentes etapas del cultivo. Cutris. San Carlos. 2009.....	69
34	Porcentaje de las plantas muestreadas de <i>A. comosus</i> en etapa vegetativa (siembra- forzamiento) que presentan daños de <i>Metamasius</i> spp. Cutris. San Carlos. 2009. (*Periodo no evaluado).	71
35	Porcentaje de las plantas muestreadas de <i>A. comosus</i> en etapa productiva (post-forzamiento) que presentan daños por <i>Metamasius</i> spp. Cutris. San Carlos. 2009.....	72
36	Porcentaje de diferentes estadios de <i>Metamasius</i> spp. en diferentes estratos en la planta de <i>A. comosus</i> en terreno en preparación (rastros). Cutris. San Carlos. 2009.....	73
37	Porcentaje de diferentes estadios de <i>Metamasius</i> spp. en diferentes estratos en la planta de <i>A. comosus</i> en etapa productiva (post- forzamiento). Cutris. San Carlos. 2009.....	74
38	Porcentaje de diferentes estadios de <i>Metamasius</i> spp. en diferentes estratos en la planta de <i>A. comosus</i> en etapa vegetativa (siembra- forzamiento). Cutris. San Carlos. 2009.....	75
39	Porcentaje de diferentes estadios de <i>Metamasius</i> spp. en diferentes estratos en la planta de <i>A. comosus</i> en etapa de semillero. Cutris. San Carlos. 2009.	76

40	Montículos de rastrojos de plantas de <i>A. comosus</i> . (A): vista lejana del área; (B): Muestreo de los montículos. Cutris, San Carlos (Rodríguez, J. 2009).	77
41	Identificación de estratos en la planta de <i>A. comosus</i> utilizados para muestrear en el campo y vivero. (Rodríguez, J 2010)	89
42	Escala de severidad del daño causado por <i>Metamasius</i> spp. en la planta y la fruta de la planta de <i>Ananas comosus</i> . Rodríguez, J. 2010.	91
43	Temperatura en el cuarto de cría. 2010. Cutris. San Carlos.	91
44	<i>Metamasius dimidiatipennis</i> , vista dorsal. San José. Costa Rica. (Lezama, H 2010).....	92
45	<i>Metamasius dimidiatipennis</i> , vista lateral. San José. Costa Rica. (Lezama, H 2009).....	92
46	<i>Metamasius hemipterus</i> , colectado en Cutris, San Carlos , vista dorsal. San José. Costa Rica. (Lezama, H 2009).....	93
47	<i>Metamasius hemipterus</i> , colectado en Cutris, San Carlos , vista dorsal. San José. Costa Rica. (Lezama, H 2009).....	93

RESUMEN

La investigación se realizó en una finca dedicada a la producción de piña para la exportación, ubicada en Bella Vista de Cutris, San Carlos, Costa Rica. El objetivo fue estudiar aspectos relacionados con el ciclo de vida, el comportamiento e impacto sobre la producción causada por el picudo (*Metamasius* spp.) en el cultivo de piña (*A. comosus*).

El ciclo de vida del picudo fue estudiado bajo condiciones controladas, en el cual se determinó el desarrollo y la duración de las diferentes etapas del *Metamasius* spp. En un vivero, las plantas fueron inoculadas con adultos y larvas de picudo para determinar y describir el daño causado por ellos. En el campo se realizaron evaluaciones en diferentes etapas del cultivo, donde se determinó la ubicación del insecto en los diferentes estratos de la planta.

Los resultados indican que el ciclo de vida de picudo (*M. dimidiatipennis* y *M. hemipterus*) fue de 69,0–111,0 días en total. $3,1 \pm 1,4$ días (etapa de huevo), $19,1 \pm 3,6$ días (etapa de larva), $23,9 \pm 4,6$ días (etapa de pupa) y la etapa adulta fue de 41,4 días hasta el final del experimento.

El daño del adulto de *Metamasius* spp. se centralizó en hojas tiernas. Cuando el daño es reciente, es una raspadura profunda acuosa y seca (de color café) si está cicatrizada. Un daño similar pero a menor escala se puede encontrar cuando la hembra oviposita.

También se encontraron daños en las puntas de las hojas, cuando el cultivo estaba en su etapa inicial o en la corona desde que inicia su emergencia hasta cuando está completamente formada. En la fruta, el adulto se alimenta en las orillas de los frutículos, dejando mordeduras o huecos pequeños.

Cuando la larva se alimenta, causa galerías lineales en las hojas y el tallo. Un daño similar puede verse en la fruta si es atacado por la larva.

Respecto a la estratificación en la planta, el adulto de *Metamasius* spp. generalmente vive, se alimenta y oviposita en las hojas centrales y en la parte inferior de las hojas (axilas).

La larva se encuentra principalmente en el tallo inferior de la planta y prefiere pupar principalmente en el pedúnculo, seguido por el tallo interior. La etapa de cultivo donde se contabilizó la mayor cantidad de picudo fue en preparación, seguido por el vegetativo, la fase de producción y por último en semilleros. Sin embargo, la etapa donde la mayoría de daños son severos es la etapa productiva por consiguiente es la etapa más afectada por la plaga.

Palabras claves: *Ananas comosus*, piña, picudo, *Metamasius* spp., ciclo de vida, biología, estratificación, daño.

ABSTRACT

The research was conducted in a farm dedicated to the production of pineapple for export, which is located in Bella Vista de Cutris, San Carlos, Costa Rica. The objective was to study aspects regarding the life cycle, behavior and impacts on production caused by the Weevil (*Metamasius* spp.) in the pineapple crop (*A. comosus*).

The Weevil's life cycle was studied under controlled conditions, in which the raising of the different stages of the *Metamasius* spp. and the length of each stage were determined. In the green house, plants were inoculated with adult weevils and larvae to determine and describe the damage caused by them. In the field, evaluations at different crop stages were made to determine the location of the insect.

The results indicate that the Weevil (*M. hemipterus* y *M. dimidiatipennis*). total life cycle was of 69,0–111,0 days. The egg stage was 3,1 days ($\pm 1,4$), larva stage 19,1 days ($\pm 3,6$), pupae stage 23,9 days ($\pm 4,6$) and adult stage was 41,4 days till the end of the experiment.

The damage of the adult *Metamasius* spp. was focused on tender leaves. Damage when recent, is a deep and watery scratch, and a dried and brown bruise when old. When the adult female lays its egg, similar bruises can be found but at a smaller scale. Damage was also found in the leave tips when crops were in their initial stage or in the crowns whet it started to emerge, or even when it was fully formed. In fruit, the adults fed from the borders of the frutícules, leaving small bites o holes.

When the larva feeds, it causes lineal galleries in the leaves and stem. A similar damage can be seen in the fruit if the larva reaches it.

Regarding the stratification of the adult *Metamasius* spp. in the plant, it generally lives, feeds and oviposits in the plant's center leaves and in its lower section (axils). The larva is mostly located in the plant's lower stem and prefers to build its pupal cocoon specially in the peduncle, followed in location at the inner stem.

The crop stage that presented the highest weevil count was the tillage stage, followed by the vegetative stage, the production stage and finally in the shoot (seeds) stage. However, the stage where the most severe damage occurred was in the productive stage; which is the most affected stage by the plague.

Keywords: *Ananas comosus*, pineapple weevil, *Metamasius* spp., life cycle, biology.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr., es considerado una de las actividades socioeconómicas de mayor importancia en Costa Rica, sobre todo por las divisas económicas generadas debido a las exportaciones de fruta fresca.

A nivel mundial, los Estados Unidos es el mayor comprador de piña fresca. De las 1,4X10⁶ toneladas métricas de piña costarricense que se exportaron en el año 2008, el 43% tuvo como destino EE.UU., 50% se dirigió a diferentes países Europeos (Bélgica, Italia, Holanda, Reino Unido, España, Alemania) y el 7% restante a otros países. Para el año 2007, el 83% de la totalidad de piña importada a nivel mundial procedió de Costa Rica (Elizondo 2008 y 2009).

Según PROCOMER (2009), citado por Mayorga (2010), la piña se consolidó como el principal producto de exportación agrícola de Costa Rica, sobrepasando los productos tradicionalmente exitosos como el banano y el café.

La fuerte demanda y la sostenida remuneración ha sido el principal motivador de la expansión de este cultivo en Costa Rica. Por lo tanto, las prácticas agrícolas para asegurar la producción son extremadamente importantes, y además, el mercado de compra de fruta internacional es altamente exigente y competitivo.

Las plagas constituyen una limitación severa en la producción de cultivos debido a que las pérdidas anuales que causan son significativas. Los coleópteros de la familia Curculionidae presentan tres géneros de importancia como plaga para el cultivo de piña, *Metamasius dimidiatipennis* (Jakel), *Metamasius hemipterus* (Oliver) y *Rhynchophorus palmarum* (Linnaeus).

El picudo (*Metamasius* spp.) fue considerado durante mucho tiempo plaga de menor importancia en el cultivo de la piña (Castañeda 2003). Sin embargo, en el 2009, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica hizo un llamado a los productores a prestarle atención a la plaga y utilizar medidas de control en las plantaciones (Porras 2009)¹.

¹ Porras, S. 2009. *Metamasius* spp. en piña. (Comunicación personal). San Carlos, Costa Rica, Servicio Fitosanitario del Estado, MAG

La larva del picudo de *Metamasius* spp. hace galerías en el tallo reduciendo el rendimiento y ocasionando la muerte de las plantas. Además, se observan con menos frecuencia, daños dentro del pedúnculo floral y en la fruta. El adulto causa raspaduras en el follaje de la planta y en la fruta (Coto y Saunders 2004).

La investigación del *Metamasius* spp. en Costa Rica es limitada, por lo tanto es imprescindible realizar más estudios sobre la biología de esta plaga en el país, con la finalidad de generar propuestas para su adecuado manejo.

1.1. Objetivo general

Evaluar la biología y comportamiento del picudo (*Metamasius* spp.) en una plantación de piña (*A. comosus*).

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el ciclo de vida de picudo (*Metamasius* spp.) bajo condiciones controladas.
- Caracterizar cada una de las etapas del ciclo de vida de picudo (*Metamasius* spp.) bajo condiciones controladas.
- Caracterizar el daño de picudo (*Metamasius* spp.) en el cultivo de piña de acuerdo a los distintos estadios del insecto y a diferentes etapas fenológicas del cultivo.
- Establecer modelos de estratificación de la población de picudo (*Metamasius* spp.) dentro del cultivo de piña.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de piña

La planta de piña presenta desarrollo herbáceo, es considerado un cultivo perenne de porte pequeño, con una altura no mayor a 1,5 metros; posee un tallo central redondeado, conformado por 40-50 hojas lanceoladas, envoltentes, dispuestas en forma espiral (Coppens y Leal 2003).

El tallo se continúa en el pedúnculo floral, luego en el eje central de la inflorescencia y la fruta, hasta terminar en el ápice formando la corona. En toda la longitud del tallo brotan retoños e hijos, que son uno de los medios propagativos de la planta (Cortés 1994).

La fruta es compuesta y puede alcanzar pesos que varían de 1,25 a 3,5kg cuando la planta alcanza su madurez fisiológica (Coppens y Leal 2003).

2.2. Descripción taxonómica

Según Jiménez (1999), la piña pertenece al Reino Vegetal, es una planta monocotiledónea de la clase Liliopsida, orden Bromeliales, familia Bromeliaceae, del género *Ananas* y de la especie *comosus*.

2.3. Descripción morfológica

2.3.1. Tallo

El tallo de la piña es engrosado, tiene una longitud de 25-50cm y un grosor de dos a cinco centímetros en la base y de cinco a ocho centímetros en la parte más robusta. La porción subterránea del tallo puede ser encorvada o erecta, dependiendo del tipo de semilla que se utilice y del tipo de suelo donde se cultive. Se caracteriza por tener entrenudos cortos, de uno a diez milímetros, el más largo es el que se encuentra en la región media del tallo (Guido 1983).

2.3.2. Hojas

Las hojas están dispuestas alrededor del tallo formando una espiral, las cuales varían en número según el cultivar, pero generalmente ronda entre 40-50. Son

lanceoladas en la punta y muy elongadas, varían entre 60-120cm de longitud. La presencia de espinas es diferente según la variedad del cultivo (Coppens y Leal 2003).

Según Jiménez (1996), las hojas retienen el 7,0% del total de agua absorbida por las raíces, debido a que están cubiertas de tricomas, protegiéndolas de la pérdida del agua. Además contienen estomas ubicados en el envés de las hojas, los cuales controlan la transpiración por medio de las células guardianes o buliformes.

2.3.3. Raíces

Las plantas de piña recién cultivadas poseen raíces primarias de corta vida. Al desaparecer éstas, la planta desarrolla en su mayoría raíces fibrosas y raíces adventicias secundarias. En general, las raíces que están en contacto con el suelo son cortas y huecas (Jiménez 1996).

Según Coppens y Leal (2003), las raíces de la planta de piña tienen la capacidad de absorber agua y minerales del suelo y, en condiciones idóneas de suelo, pueden extenderse lateralmente de uno a dos metros y profundizar 0,85m.

2.3.4. Inflorescencia y fruta

La inflorescencia comienza en el ápice del tallo, con forma de cono, seguidamente pasa por varias etapas, produciendo flores de color lavanda. Se producen de diez a 200 flores por inflorescencia y se abren inicialmente las de la base. El desarrollo de la fruta es partenocárpico, es decir, no necesita ser polinizado para desarrollarse, sin embargo puede ocurrir polinización cruzada (Coppens y Leal 2003).

Según Jiménez (1999), cada fruta está formada por las siguientes estructuras: una bráctea por fruta, un sépalo por bráctea, y una flor de tres pétalos. La inflorescencia se desarrolla en cuatro etapas: pétalo temprano, dos tercios de medio pétalo, pétalo tardío y finalmente pétalo pasado.

La parte comestible de la fruta se desarrolla a partir de los ovarios y la fusión de las bases de los pétalos y brácteas. Cada “ojo” es la parte superior de un frutículo originado de una sola flor (Jiménez 1999).

2.3.5. Corona

La corona, comienza en el ápice de la fruta y se origina del meristemo terminal de la planta, se presenta desde el mismo momento en que aparece la inflorescencia. Se desarrolla mientras dura la formación del fruto y una vez maduro entra en estado de reposo hasta su plantación (Reina *et al.* 1994)

2.4. Organismos plaga de importancia en el cultivo de la piña

Según Zamora y Túa (2000), los daños producidos por los insectos-plaga son considerados uno de los principales problemas que afectan los sistemas de producción, generando una disminución en los rendimientos de cosecha (kilogramos por hectárea) y afectando además, en muchos casos, la calidad de la fruta y disminuyendo la cantidad de fruta de calidad exportable.

Un grupo de organismos plaga de importancia en el cultivo de la piña, se encuentran los sinfílicos, que pertenecen al Orden Scutigeromorpha, Familia Myriapoda, (*Scutigerella immaculata*).

Dentro de los órdenes de insectos plaga importantes en el cultivo de piña se encuentran los Hemiptera (*Dysmicoccus brevipes* Cockerell y *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley); Lepidópteros (*Castnia licus* Drury, *Strymon basilides* Geyer, *Spodoptera* sp., *Elaphria nucicolora*); Dípteros (*Ceratitis capita* Wiedemann), y los del Orden Coleóptera (Familia Elateridae: *Agriotes* spp., Familia Scarabaeidae: *Phyllophaga* spp., Familia Curculionidae: *Metamasius hemipterus sericus* Oliver, *Metamasius dimidiatipennis* Jekel).

2.4.1. Sinfílicos (*Scutigerella immaculata*)

Fernández *et al.* (2006) describe a los sinfílicos como animales de cuerpo pequeño (2,2-1,0mm), delgados y blancos, con pares bucales horizontales que se proyectan hacia adelante. El adulto tiene doce pares de patas y antenas largas y

anuladas con alrededor de 60 anillos para el caso del adulto y posee órganos sensoriales en el ápice. La cabeza tiene forma acorazonada y presenta un aparato bucal masticador, no poseen ojos, pero sí un órgano sensorial en la base de las antenas.

El sinfílido de la piña pertenece a la familia Myriapoda, género *Scutigera* especie *inmaculata*, son descritos como pequeños ciempiés que se mueven muy rápido en el suelo y devoran el ápice de las raíces, con lo que se afecta la absorción de elementos nutritivos y, por tanto, se afecta el crecimiento y los rendimientos finales, además favorecen la entrada de patógenos (Boletines de ... 2004).

Según Angulo (2001), citado por Arroyo (2008), la reacción de la planta hacia el ataque de sinfílicos da origen a un desarrollo de las raíces en forma de “escoba”, un sistema radical mucho más reducido y susceptible al ataque de los hongos y, como resultado, tiene lugar la paralización del crecimiento de las plantas.

2.4.2. Dysmicoccus neobrevipes Beardsley (Hemiptera)

La cochinilla *Dysmicoccus neobrevipes*, es llamada comúnmente cochinilla harinosa o cochinilla gris (Coto y Saunders 2004).

Según Grimaldi y Engel (2005) citado por Lezama (2010), *Dysmicoccus neobrevipes*, pertenece al orden Hemiptera, suborden Sternorrhyncha².

La cochinilla gris es considerada la segunda especie en importancia asociada con el virus del “wilt” en piña. Esta plaga se encuentra en las partes aéreas de la planta (Bartholomew *et al.* 2003).

Ninfas y adultos succionan la savia de la planta, provocando amarillamiento, pérdida de vigor y baja de rendimiento en la producción (Broadley y Wassman 1993).

² Lezama, H. 2010. Descripción de *Metamasius* spp. Museo de Insectos, Universidad de Costa Rica. (correo electrónico). San José.

2.4.3. *Castnia licus* (Drury) (Lepidoptera)

Castnia licus, es el barrenador común del tallo y pertenece al orden Lepidóptera, familia Castniidae (Coto y Saunders 2004).

Esta plaga excava túneles en el tallo de la planta de piña, perjudicando severamente su crecimiento y produciendo amarillamiento general de la misma o su putrefacción (Coto y Saunders 2004).

2.4.4. *Spodoptera* sp. (Lepidoptera)

Spodoptera sp. al igual que *Elaphria nucicolora* es conocido comúnmente como gusano soldado. Según Chacón (2007), citado por Calvo y Garza (2007), este nombre común corresponde correctamente a *Spodoptera* sp. y pertenece al orden Lepidóptera, familia Noctuidae.

Estas larvas se caracterizan por ser polífagas, presentan comportamiento gregario, la larva de *Spodoptera* sp. se caracteriza por el daño causado al alimentarse, dejando mordeduras superficiales en el fruto (Coto y Saunders 2004).

2.4.5. *Elaphria nucicolora* (Lepidoptera) gusano soldado

Elaphria nucicolora, es llamado comúnmente gusano soldado, pertenece a la familia Noctuidae y a la subfamilia Amphipyrinae.

El estadio larval es polífago, se caracteriza porque el daño normalmente es en la fruta, dejando señas de grandes bocados en cáscara y pulpa (Arias 2004).

Las larvas permanecen ocultas durante el día y salen en la noche a alimentarse (Calvo y Garza 2007).

2.4.6. *Strymon basilides* Geyer (Lepidoptera)

La mariposa *Strymon basilides*, de la familia Lycaenidae, es conocida comúnmente como tecla, gusano barrenador de la piña y gusano rosado de la piña (Coto y Saunders 2004).

La mariposa oviposita en las flores de la piña. Cuando las larvas emergen penetran por el canal estilar, y con su alimentación producen daño en forma de galería en la parte externa de la pulpa de la fruta (Jiménez 1996).

La fruta infestada presenta pequeños orificios, tapizados por los excrementos que la misma larva expulsa hasta el exterior. Cuando el ataque se realiza en frutas pequeñas, éstas se secan, se tornan de color negro y se caen, o se quedan momificados en la planta. En frutas grandes y con poca infestación se presentan pudriciones parciales (Coto y Saunders 2004).

2.5. Coleópteros

El orden Coleóptera, comprende más de 250 000 especies, generalmente poseen cuerpo endurecido. Se pueden encontrar de variados tamaños, desde muy grandes hasta muy pequeños, sin embargo, predominan los de tamaño medio. En este orden existen muchas plagas importantes de la agricultura y especies forestales (Coronado y Márquez 1980).

Para el cultivo de la piña los coleópteros de mayor importancia son los pertenecientes a la familia Curculionidae.

2.5.1. Características morfológicas de los coleópteros

Según Coronado y Márquez (1980), los coleópteros adultos poseen aparato bucal de tipo masticador, provisto de mandíbulas fuertes. Poseen ojos bien desarrollados, a diferencia de los ocelos, los cuales generalmente no están presentes. Las antenas pueden ser acodadas, lameladas, filiformes y aserradas.

En el tórax se localiza el primer par de alas, endurecido y con forma de estuche que protege el segundo par de alas, las cuales tienen consistencia membranosa y son utilizadas para volar. El primer par de alas recibe el nombre de élitros, las alas membranosas pueden estar reducidas o ausentes. Poseen patas con número variable de segmentos en los tarsos. El abdomen consta de diez segmentos, el último es retráctil (Coronado y Márquez 1980).

2.5.2. Ciclo biológico de los coleópteros

Los coleópteros son insectos con metamorfosis completa (huevo, larva, pupa y adulto) y algunos con hipermetamorfosis (metamorfosis con un número mayor de fases que la ordinaria) (Coronado y Márquez 1980).

2.5.3. Características morfológicas de la familia Curculionidae

Los curculiónidos se caracterizan por tener forma oval, alargada, cilíndrica y algunos son robustos, de color negro, gris, café, verde y rojizo, con una longitud que varía desde 0,1cm a 3,5cm; cabeza más o menos esférica prolongándose en un pico que lleva en el extremo el aparato bucal; ojos redondos, generalmente; la antena puede ser recta, geniculada, moniliforme o claviforme, de diez a doce segmentos; el protórax tan ancho o más que la cabeza (Coronado y Márquez 1980).

Lavia *et al.* (1999), cita que la característica principal de los Curculiónidos es la presencia de una proyección anterior de la cabeza, denominada rostro, *rostrum* o pico, en cuyo ápice se localiza el aparato bucal masticador; el rostro presenta distinta longitud según el grupo y además lleva las antenas.

Según Durán *et al.* (1998) los insectos pertenecientes a la Familia Curculionidae presentan un desarrollo de tipo holometábolo o metamorfosis completa. Los huevos presentan forma elipsoidal y alargada; su corion es liso o casi liso, los mismos son depositados aisladamente en los tejidos vegetales previamente perforados por la hembra.

Las larvas ápodas presentan coloración entre blanca y marfil, presentan una cápsula cefálica bien diferenciada, con mandíbulas muy desarrolladas; completan su desarrollo tras cuatro o cinco mudas. En su último estadio, cuando la larva está preparada para empupar, produce un capullo muy característico con las fibras de la planta hospedante, revestido interiormente por una capa impermeable originada por la solidificación de una mucosidad segregada por la prepupa (Durán *et al.* 1998).

Una vez formado el imago en el interior del capullo, y sin desprender el exuvio pupal, permanece inmóvil en fase de maduración por un período que varía según la especie, el mismo puede prolongarse más de diez días. Durante esta etapa endurece los tegumentos y espera el momento adecuado para emerger (Durán *et al.* 1998).

2.5.3.1. *Rhynchophorus palmarum*

Según Hagley (1963) y Griffith (1978) citados por Mexzón et al (1994). el *Rhynchophorus palmarum* L. es catalogado como una plaga importante para los cultivos de palma aceitera y cocotero en América Tropical.

a) Distribución:

Según EPPO (2005), la distribución de *R. palmarum* se concentra en los trópicos, en México, en algunos países del Caribe y de América Central y de América del sur.

b) Daño

El insecto causa un daño directo por el desarrollo de las larvas que cavan galerías en el tallo (EPPO, 2005).

Hagley (1963) y Griffith (1978) citados por Mexzón et al (1994) consideran a *R. palmarum* como el principal vector de la enfermedad del anillo rojo en la palma aceitera.

c) Ciclo biológico:

En el estudio realizado por Mexzón *et al.* (1994), señala que el ciclo del *R. palmarum* tiene una duración de 120 días distribuidos en cuatro etapas de desarrollo: el huevo de 3,5 días, la larva de 60,5 días, la pupa de 16 días y el adulto de 42 días.

Los huevos son colocados individualmente de uno a dos milímetros en el interior de los tejidos vegetales blandos, cerca al zona apical de la palmera, protegido con una secreción cerosa marrón (EPPO 2005).

d) Comportamiento reproductivo:

Mexzón et al. (1994), mencionan que en la cópula el macho de *R. palmarum* sube sobre la hembra, la rodea con las patas y se sujeta con las espinas de las tibias; se inclina hacia atrás y curva el abdomen hacia abajo para buscar la copulación.

Según Mexzón et al. (1994), la hembra se alimenta y puede ovipositar mientras el macho intenta la cópula. Respecto a la disputas por pareja entre machos, éstas

existen pero no son agresivas, se observaron machos tratando de copular con hembras muertas.

2.5.4. Generalidades de *Metamasius*

Según Saunders (1998) citado por Vargas (2008), los adultos pertenecientes a la Familia Curculionidae pueden volar y desplazarse distancias importantes, ovipositan en los tallos de las plantas, dándose allí mismo el desarrollo de las larvas. Este efecto causa la muerte de la planta debido a la destrucción de los tejidos y a la entrada de hongos patógenos por la herida causada.

Dentro del género *Metamasius*, los insectos plaga más relevantes para el cultivo de piña son: *Metamasius hemipterus sericus* (Oliver), y *Metamasius dimidiatipennis* (Jekel).

2.5.4.1. *Metamasius hemipterus sericus* (Oliver)

El *Metamasius hemipterus sericus* es conocido comúnmente como gorgojo del tallo de la caña podrida, gorgojo de la cepa, picudo sedoso de la caña, o gorgojo rayado (Coto y Saunders 2004).

Según Giblin *et al.* (1994), Sosa *et al.* (1997), Vaurie (1996) citados por León *et al.* (2005) este insecto es considerado como una plaga secundaria en el cultivo de caña; sin embargo ha sido asociado a muchos otros hospederos, entre ellos la piña.

Según Alpízar (2002), el *M. hemipterus* puede volar 30 metros aproximadamente y las poblaciones del mismo incrementan cuando se presentan días secos intercalados con algunas lluvias; en épocas lluviosas las poblaciones del mismo tienden a disminuir.

a) Distribución

El *Metamasius hemipterus sericus*, se encuentra desde el sur de Estados Unidos hasta América del Sur, y al oeste de África (Camerún, Gabón).

b) Daño

El adulto come las frutas dañadas y otros materiales vegetales dulces o en descomposición. La larva perfora la base del tallo para alimentarse del tejido,

produciendo la muerte de la planta o permitiendo la entrada de patógenos a la misma (Coto y Saunders 2004).

Algunos patógenos como *Erwinia* sp., *Pseudomonas* sp., *Fusarium* sp. y *Ceratocystes* sp. se han encontrado en estiletes y extremidades de *M. hemipterus* (Alpízar 2002).

Coto y Saunders (2004), consideran al *M. hemipterus* como posible vector de la bacteria *Erwinia* sp., que penetra la planta por las heridas causadas por el insecto, provocando la muerte de la misma, y caracterizada por una pudrición acuosa y maloliente.

c) Ciclo de vida

Coto y Saunders (2004), describen el ciclo del *Metamasius hemipterus* de la siguiente forma:

- **Huevo:** tiene una duración de cuatro días, y en la cual es depositado en perforaciones realizadas por la hembra en el tallo de la planta.
- **Larva:** tiene una duración de 30 días, es blanca y ápada con el extremo más ancho que el posterior.
- **Pupa:** este estadio tarda diez días, empupa en la planta hospedante, en un capullo grueso que teje a partir de fibras que va enrollando a partir de su último instar larval.
- **Adulto:** puede vivir hasta 60 días.

Guagliumi (1962), citado por León *et al.* (2005) determinaron que desde la postura hasta la salida del gorgojo pueden transcurrir 180 días o más. Los adultos tienen gran longevidad. En regiones templadas existe solamente una generación anual, mientras que en regiones del trópico húmedo el ciclo puede ser más corto y con más de una generación al año.

Mexón (1998), citado por León *et al.* (2005), determinó en Costa Rica el ciclo de vida de *M. hemipterus* y encontró que la etapa de huevo fue de tres a cinco días, la de larva de 42 a 48 días, pupa de catorce a 16 días y la longevidad del adulto de 60 a 90 días.

Por otro lado, Alpízar (2002), citado por León *et al.* (2005) estableció en Costa Rica el ciclo de *M. hemipterus*, y reporta que la etapa de huevo tuvo una duración de 21-35 días, la etapa de larva de 30 a 60 días, la etapa de pupa de 21-28 días y la longevidad de los adultos entre 60 y 90 días.

2.5.4.2. *Metamasius dimidiatipennis* (Jekel)

Según Castañeda (2003), el *Metamasius dimidiatipennis* es una plaga de menor importancia para el cultivo de piña, sin embargo para Salas *et al.* (1996), se puede considerar una plaga potencial para el cultivo de piña.

a) Distribución

El insecto se encuentra en el sur de México, América Central, Norte de Brasil, y en la costa este de América del Sur (Coto y Saunders 2004).

b) Daño

Según Salas *et al.* 1996, las larvas se alimentan de la base y la raíz de la planta y con menor frecuencia dentro del pedúnculo floral y la fruta, en algunos casos también se puede encontrar daños causados por el adulto sobre las partes aéreas de las plantas.

Para ChemTica Internacional (s.f.), la plaga ataca el cultivo durante todo su ciclo y después de la cosecha. Al causar daños en la planta la plaga reduce el rendimiento de la misma y puede causar su muerte, además, afecta la calidad de la fruta.

Para Carvajal (2009), el adulto se alimenta de la fruta madura formando un agujero en las orillas los frutículos de la piña. En la Figura 1 se muestra el insecto realizando el daño y el daño en sí³.

Según Góngora (2009), el picudo adulto se alimenta de la corona de la fruta cuando aun está en estado de flor, produciendo que la fruta crezca sin corona y deforme⁴.

³ Carvajal, D. 2009. Daño de *M. dimidiatipennis* en piña. (Comunicación personal). Río Frío. Costa Rica.

⁴ Góngora, R. 2009. Daño de *M. dimidiatipennis* en piña. (Comunicación personal). Cutris. San Costa Rica.

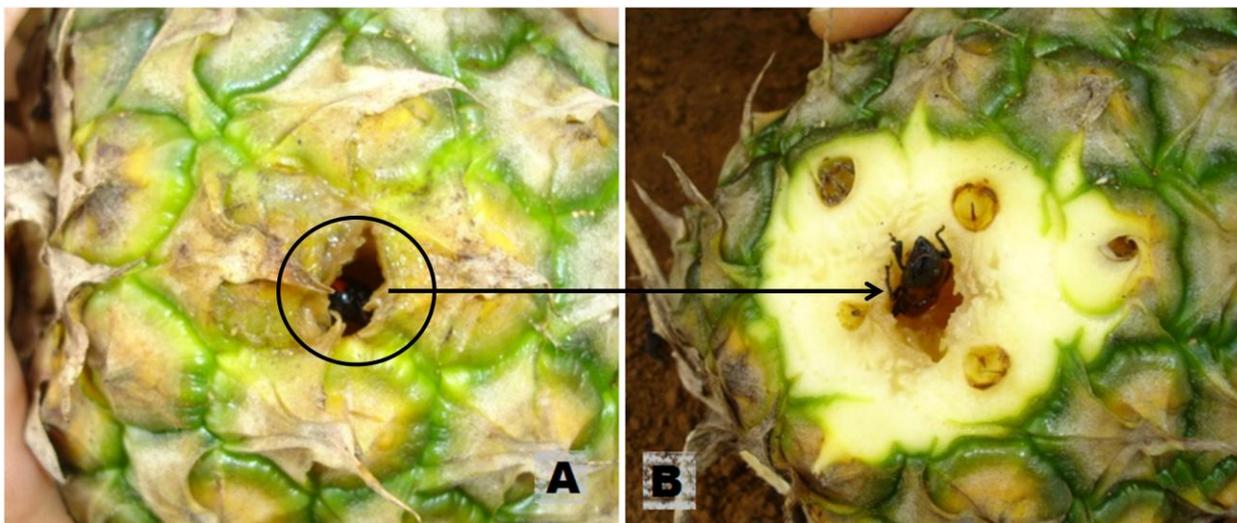


Figura 1. Daño en fruta de *A. comosus* de *M. dimidiatipennis* (Jekel), (A): adulto realizando el daño; (B): corte longitudinal, adulto saliendo del agujero realizado al alimentarse (Carvajal, D. 2009).

c) Ciclo de vida

Según Chentica Internacional (s.f.), el ciclo de vida del *M. dimidiatipennis*, tiene una duración de entre dos y cuatro meses.

Coto y Saunders (2004) consideran que este insecto tiene un ciclo similar al de *Metamasius hemipterus*, descrito anteriormente.

2.6. Otros coleópteros plaga

2.6.1. *Agriotes* spp. gusano alambre (Coleóptera)

El género *Agriotes* spp., conocido de forma común como gusano alambre, pertenece al orden Coleóptera y a la familia Elateridae. Las larvas de este coleóptero son alargadas, cilíndricas, cuerpo endurecido y de color amarillo marrón a café (Boletines de ... 2004).

Los adultos son alargados y, cuando se les coloca de espaldas, pueden dar un salto de varios centímetros y producir al mismo tiempo un fuerte “cric”. Las larvas siempre viven en el suelo y se alimentan de las raíces hasta transformarse en pupas. El estadio larval el cual es el más problemático para los cultivos dura de tres a cuatro semanas (Boletines de ... 2004).

2.6.2. *Phyllophaga* spp. (Coleoptera)

El género *Phyllophaga* spp. comúnmente llamado gallina ciega, joboto, jogoto, entre otros, pertenece a la Familia Scarabaeidae. Este género posee cuatro especies consideradas insectos plaga de importancia en Centroamérica, que a continuación se mencionan: *P. menetriesi*, *P. vicina*, *P. elenans* y *P. parvisetis* (King 1994).

Las larvas de este género viven en el suelo, se alimentan de materia orgánica y raíces, el daño se distribuye generalmente en parches y se observa con mayor agresividad en los meses de junio a octubre (Coto y Saunders, 2004).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

La investigación se realizó en una finca dedicada a la producción de piña, ubicada en Bella Vista de Cutris, provincia de Alajuela, la cual se encuentra a una altura de 80 msnm, latitud de 10°30'10" y longitud de 84°30'15". La temperatura promedio es de 24°C, con una mínima de 19°C y una máxima de 31°C; y con precipitaciones anuales promedio de 2400mm.

3.2. Material experimental

La investigación de la biología y distribución espacial del picudo (*Metamasius* spp.) se estableció en diferentes condiciones del cultivo de la piña (campo, vivero y condiciones controladas). Por lo mismo, el material experimental utilizado se detallará a continuación según condición del cultivo.

El muestreo en campo para determinar la estratificación se realizó en las semanas 32-36 del año 2009. Por otro lado, el desarrollo del ciclo biológico y la descripción del daño causado por *Metamasius* spp. se realizaron de la semana 51 del 2009 hasta semana once del 2010.

3.2.1. Campo

En campo se evaluaron determinados periodos (Anexo A) de edad de la planta de las diferentes etapas de los ciclos del cultivo de piña (preparación, vegetativa o post-siembra, productiva o post-forzamiento y semilleros).

Etapas:

I. Preparación

Se utilizaron terrenos con más de un ciclo de producción, debido a que el insecto de interés se aloja en los rastrojos de la planta de piña y, posteriormente, en la nueva plantación.

II. Vegetativa (Post-siembra)

Desarrollo cultivo:

Se utilizaron áreas con rangos de tres edades después de la siembra (de uno a tres periodos, de cuatro a cinco periodos y de seis a siete periodos).

III. Productiva (Post-forzamiento):

Se realizaron evaluaciones en áreas con uno, dos y tres periodos después de forzamiento. Solamente se realizaron en estas áreas debido a que en el premuestreo realizado dos semanas antes, con la finalidad de definir los lotes que se evaluarían, solamente estos presentaron incidencia de *Metamasius* spp.

El muestreo se realizó durante cuatro periodos en diferentes lotes con edades similares una vez por semana, de los cuales se realizaron un total de nueve muestreos para la etapa de post-forzamiento.

IV. Semilleros

Se realizaron evaluaciones en áreas con 2,75 periodos post-siembra. Los bloques evaluados se eligieron según los datos obtenidos en el premuestreo, eligiendo los lotes que presentaron más incidencia de picudo.

Los semilleros son áreas que después de la primera cosecha (PC) se manejan en el campo, con la finalidad de obtener los rebrotes de las plantas para utilizarlos como material de siembra.

3.2.2. Vivero

En un vivero, con un área de 50m² y completamente cerrado con sarán, se almacenaron doce plantas de piña de tres edades (dos periodos post-siembra, 1,5 periodos post-forzamiento, cinco periodos post-forzamiento), sembradas en maceteros de plástico, con 30cm de diámetro y 27,5cm de altura.

3.2.3. Condiciones controladas

A partir de 70 adultos, 50 larvas y 20 pupas, los cuales fueron colectados en el campo y presentaron actividad visible, se reprodujeron los diferentes estadios del picudo. En un cuarto de cría con un área de seis metros cuadrados, con buena ventilación, baja iluminación, temperatura ambiente y acceso restringido.

Durante el desarrollo del experimento se registró la temperatura del cuarto de cría, con un sensor de temperatura, modelo: HOBO Pro Series Temp (C) 1998 ONSET, marca: Onset.

3.3. Variables evaluadas

- **Duración de los estadios de desarrollo del picudo:**

La duración de los estadios de desarrollo del picudo correspondió a los tiempos en que se produce los cambios de la metamorfosis del picudo (huevo, larva, pupa y adulto).

- **Caracterización de las etapas del ciclo de vida del picudo.**

La caracterización de las etapas del ciclo de vida del picudo correspondió a la observación y descripción de los cambios físicos y morfológicos ocurridos en los especímenes evaluados, en las diferentes etapas del ciclo de vida.

- **Caracterización del daño causado por el picudo:**

La caracterización del daño causado por el picudo correspondió a la observación y descripción de los daños causados por este insecto en la planta y fruta de piña (*A. comosus*).

- **Estratificación del nivel poblacional:**

La estratificación del nivel poblacional se determinó de acuerdo a la ubicación de los diferentes estadios del picudo en los estratos del cultivo, en diferentes periodos fenológicos.

Para la estratificación según la ubicación del daño, se clasificó el daño en leve, moderado y severo, descritos detalladamente en el Anexo E.

Los sectores en los que se estratificó la planta fueron: tallo inferior, tallo medio, tallo superior, pedúnculo, fruta, y corona (en el Anexo D, se ilustra la ubicación).

3.3.1. Ciclo de vida del picudo (*Metamasius* spp.)

El ciclo del picudo se determinó en condiciones controladas en un cuarto de cría. Para ello, los 140 especímenes tomados del campo se acondicionaron y trasladaron al cuarto de estudio para su respectiva evaluación (estadios).

En cada fase del picudo se utilizó un recipiente apropiado, donde se depositaron los especímenes obtenidos en campo o los obtenidos en condiciones controladas, según el caso.

Para cada individuo, se determinó su ciclo mediante los cambios morfológicos que pudieron observarse a simple vista o en forma más detallada con un estereoscopio, marca Premiere, modelo SMZ-05, con lente de 0,7X a 4,5X.

Los huevos, larvas y pupas del picudo se colocaron en platos Petri de vidrio con quince centímetros de diámetro y 1,5cm de altura y se almacenaron en encierros de cría (Figura 2).

Los adultos de picudo para la reproducción se colocaron en recipientes de plástico con 30cm de diámetro y 27,5cm de altura. Los adultos a los que se deseaba medir la longevidad se colocaron en recipientes de plástico con 9,5cm de diámetro y 15,5cm de altura.

El encierro de cría mantenía ciertas características para fácil manipulación y observación de los especímenes, como ventanas de vidrio transparente y entradas con cubiertas con malla antiáfidos (Figura 2).



Figura 2. Encierro de cría para larvas, pupas y huevos de *Metamasius* spp. (Rodríguez, J. 2010).

3.3.2. Etapa de huevo

Para realizar el estudio de la etapa de huevo, se utilizó material colectado en condiciones controladas, producto de la reproducción de los adultos en cautiverio (Figura 3).

El alimento (plantas de piña) proveniente de los frascos donde se encontraban los adultos se revisó periódicamente en las mañanas y en las tardes.

Los huevos que se encontraron en las plantas se trasladaron con un trozo de hoja en el que estaban ovipositados, para no alterarlos, a platos Petri con papel toalla al que se humedeció con agua potable, debido a que es importante mantener un ambiente húmedo en los frascos, para evitar la deshidratación del huevo.

Durante el estudio de esta etapa se contabilizó el tiempo (en días) que tarda en emerger la larva de los huevos obtenidos en cautiverio y los cambios morfológicos que le ocurrieron durante el proceso, por ejemplo cambios en la coloración.

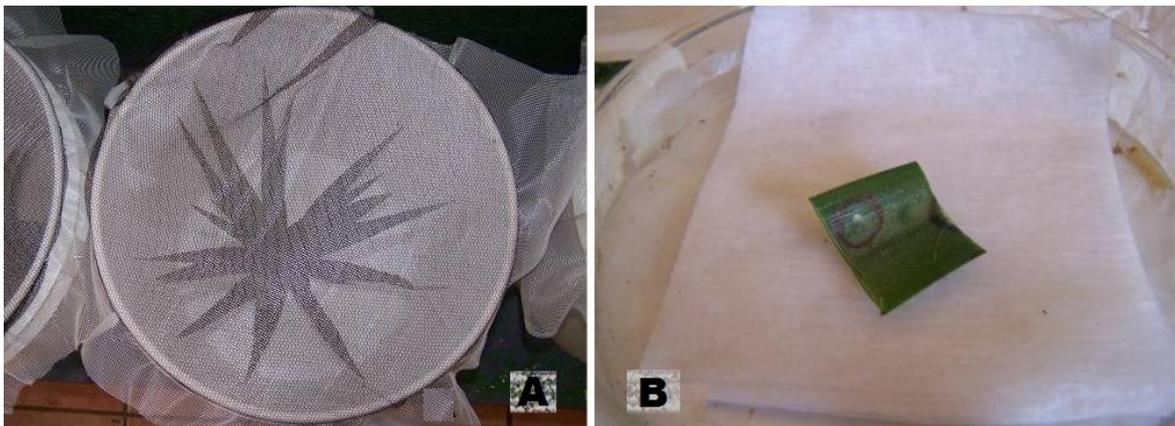


Figura 3. Producción de huevos de *Metamasius* spp. (A): adultos encerrados en recipientes para la obtención de huevos; (B): huevo recién ovipositado en hoja de piña colocado en plato Petri. (Rodríguez, J. 2010).

3.3.3. Etapa de larva

Las larvas obtenidas en condiciones controladas (cuarto de estudio) se alimentaron con trozos de tallo tierno en sus primeros momentos de vida.

Cuando las larvas alcanzaron un estado maduro, se les proporcionó trozos de tallo de piña más maduros, con la finalidad de proporcionar suficiente material para que la larva construyera su capullo (Figura 4).

La medición de la longitud, grosor y otras características físicas como cambio de color de las larvas, se realizó diariamente desde el momento de la emergencia de las larvas hasta el momento que pasaron a estado de pupa; además, se evaluó el tiempo (en días) transcurrido en esta etapa.



Figura 4. Cría de larva de *Metamasius* spp. Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

3.3.4. Etapa de pupa

Para esta etapa se recolectaron larvas de *Metamasius* spp. del campo.

Como alimento se les proporcionó trozos de tallo de piña. En el momento en que las larvas pasaron a la etapa de pupa se mantuvieron en los platos Petri (Figura 5).

Durante el cambio de estadio, se registró el tiempo incurrido desde el último estadio.

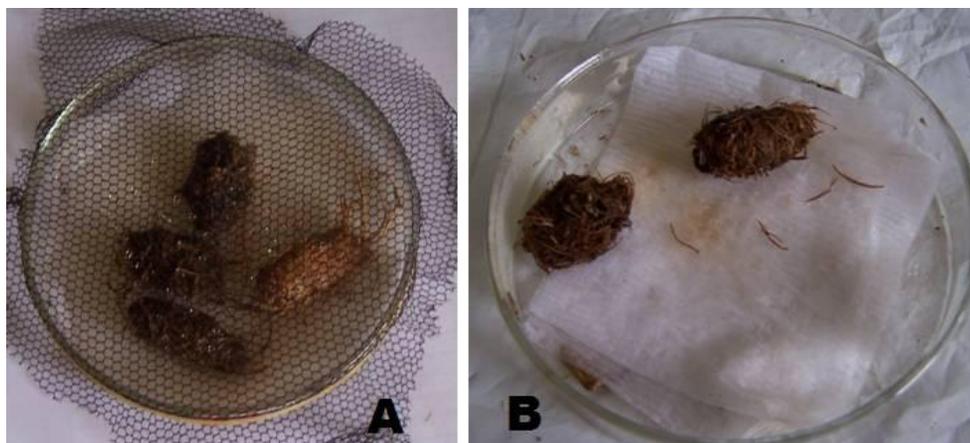


Figura 5. Pupas de *Metamasius* spp. en plato Petri. (A): pupas cubiertas con marquiset; (B): pupas sin cubierta de marquiset (Rodríguez, J. 2010).

3.3.5. Etapa de adulto

La etapa de adulto del *Metamasius* spp. se estudió a partir de la emergencia de las pupas criadas en cautiverio.

Los adultos con edades similares obtenidos en el cuarto de estudio se colocaron en grupos de tres a cinco adultos, en frascos plásticos con tapas de tela marquiset, además se colocó papel filtro humedecido con agua en el fondo para mantener la humedad.

Se les proporcionó como alimento una planta de piña joven. La planta se revisó a diario para buscar huevos y se cambió cada tres días para mantenerlo siempre en estado fresco. En esta etapa se determinó la longevidad del adulto.

Además se evaluaron cambios morfológicos que ocurrieron durante la etapa; la longitud del insecto se midió desde el ápice del pygidium al ápice del *rostrum* y las medidas del ancho del insecto se tomaron de la parte más ancha del insecto.

Por otra parte se colocaron cinco grupos de cuatro adultos de ambos sexos, separados de acuerdo a diformismo sexual (dos hembras y dos machos) en frascos, para incentivar la fecundación y oviposición con la finalidad de poder analizar la etapa de huevo.

Es importante mencionar que, debido a que el tiempo permitido para el desarrollo del presente proyecto no fue suficiente para completar la etapa del

análisis de longevidad del adulto de *Metamasius* spp., la misma fue truncada antes de finalizar.

3.3.6. Caracterización del daño de *Metamasius* spp.

El daño causado por el picudo en la planta y fruta de *A. comosus*, se caracterizó en condiciones de vivero.

Para el ensayo se realizó una inoculación con dos diferentes estadios de picudo, colocando cinco larvas y adultos por planta. Las larvas utilizadas se extrajeron de la plantación de piña de la finca.

La inoculación con las larvas y adultos se llevó a cabo en el centro apical de la planta (cogollo o corona). Las plantas inoculadas se cubrieron con bolsas de tela marquiset con el fin de evitar la migración de los insectos hacia otro sitio y a la vez evitar la interferencia de organismos ajenos al experimento (Figura 6).

Para determinar el daño, se realizaron observaciones el día dos y ocho después la inoculación de la planta. A los 18 días después de la inoculación se realizó un muestreo destructivo. Estos muestreos se realizaron según el formato de la hoja de evaluación que se muestra en el Anexo C.



Figura 6. Plantas de piña inoculadas con larvas y adultos de *Metamasius* spp. (Rodríguez, J. 2010).

3.3.7. Estratificación de *Metamasius* spp.

Mediante un muestreo previo se determinaron las áreas que presentaban infestación con *Metamasius* spp. Este muestreo se efectuó en áreas en diferentes etapas: preparación (rastros), vegetativa (siembra-forzamiento), productiva (post-forzamiento) y semillero.

Se evaluaron los perímetros de las áreas que, según evaluaciones realizadas por el departamento de Servicios Agrícolas de la finca, presentaban posiblemente contaminación con picudo. Para este muestreo se evaluó daño y presencia de picudo en la planta y se seleccionaron las áreas que más contaminación presentaron.

Después de esta evaluación se determinaron las áreas que se evaluarían semanalmente durante un mes, hasta concluir con la etapa en estudio.

Para el caso de las áreas en etapa de terreno en preparación se evaluaron 34 puntos de un metro cuadrado por hectárea de terreno, distribuidos en zig-zag en el interior del bloque, analizando todos los rastros que se encontraron dentro del punto.

Para el caso de las etapas: vegetativa, productiva y semillero, se evaluaron los perímetros de los bloques, esto correspondió a un 3,51% del total de las plantas del bloque, aproximadamente 2418,5 plantas/ha.

Con la finalidad de observar los daños que se encuentran en el interior de la planta (daños profundos) se realizó el muestreo destructivo (Figura 7), el cual consiste en destrozarse las plantas seccionando cada una de sus partes.



Figura 7. Muestreo de *Metamasius* spp., realizado en plantación de piña. Cutris San Carlos. (A): destructivo; (B): visual. (Rodríguez, J. 2009).

En la estratificación las variables evaluadas fueron:

- Severidad del daño: severo, moderado y leve (descritos de forma detallada en el Anexo E).
- Número de larvas de picudo.
- Número de pupas de picudo.
- Número de adultos y/o daño de picudo.

3.4. Estadística utilizada

El procesamiento de datos se realizó mediante las funciones estadísticas de Excel 2007, utilizando concretamente cálculos de promedios, máximos, mínimos, y desviación estándar.

Además mediante estadística descriptiva se analizaron los cambios morfológicos de los diferentes estadios del picudo durante su ciclo de vida y la descripción de los daños causados por el insecto en el cultivo de piña.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Duración y características de las fases del ciclo biológico de *Metamasius* spp. realizado en la zona de Cutris, San Carlos.

Como se puede observar en el Cuadro 1, el periodo huevo-adulto de *Metamasius* spp. se completó en un tiempo promedio de 46,3 días.

La longevidad de los adultos hasta el día que concluyó el experimento fue de 36-47 días (Prom: 41,4 días), para obtener un total del ciclo de vida del insecto de 69,0-111,0 días (Prom: 87,7 días).

Cuadro 1. Duración de los diferentes estadios del ciclo biológico de *Metamasius* spp. (T°med: 26,60 °C). Cutris, San Carlos, 2009-2010.

Estadio	Duración en días		
	Mínima	Máxima	Promedio ± SD
Huevo	1,0	5,0	3,1 ± 1,4
Larva	15,0	25,0	19,1 ± 3,6
Pupa	17,0	34,0	23,9 ± 4,6
Total huevo- adulto	33,0	64,0	46,3
Adulto	36,0	47,0	41,4
Total	69,0	111,0	87,7

Fuente: Rodríguez, J. 2010.

4.1.1. Etapa de huevo

Como se observa en el Cuadro1, la etapa de huevo osciló en 1,0-5,0 días con un promedio de 3,2[±]1,4 días; esta fue la etapa de más corta duración.

Este resultado se asemeja a los presentados por Coto y Saunders (2004), quienes indican una duración en la etapa de huevo para *Metamasius hemipterus* de cuatro días, y con Mexón (1998) citado por León *et al.* (2005), quienes indican una duración para esta etapa de tres a cinco días.

Como se observa en la Figura 8, el huevo es ovipositado individualmente por la hembra, entre la cutícula del haz de la hoja y el mesófilo de la misma, principalmente en la parte más tierna de las hojas, probablemente con la finalidad de que durante el desarrollo del huevo éste se encuentre protegido del ambiente exterior y de los posibles depredadores y, a la hora de emerger, la larva disponga de alimento para su desarrollo.

Un comportamiento semejante al observado en este estudio es el que menciona la EPPO (2005), donde menciona que el *Rhynchophorus palmarum* coloca sus huevos individuales a una profundidad de uno a dos milímetros en la zona apical de la palmera.

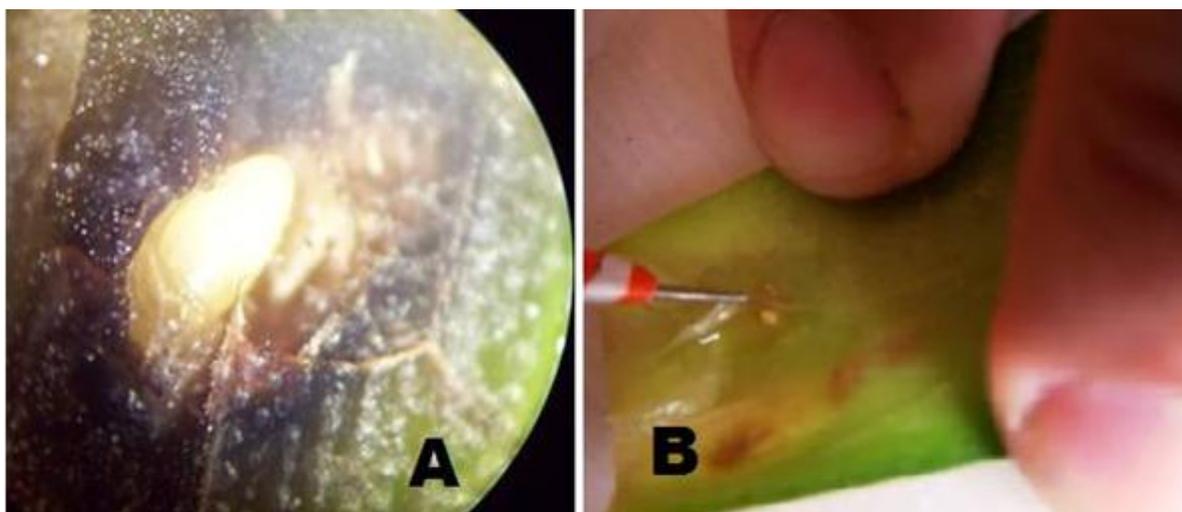


Figura 8. Posturas de *Metamasius* spp., ovipositadas entre la cutícula del haz y el mesófilo de la hoja de la planta de piña. (A): capturada con cámara digital a través de un estereoscopio con lente de 3X; (B): capturada con una cámara digital sin aumento. Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

Desde el momento de la eclosión, el huevo presenta cambios en su coloración. Este inicia blanco crema translúcido y termina crema oscuro translucido. Cercano a la eclosión se observaron pequeñas estrías debido a la formación de la larva (Figura 9).

No se observaron cambios en la morfología y el tamaño del huevo del picudo, el cual presentó forma ovalada y un largo promedio de 0,20cm y 0,06cm de ancho.

Durante el desarrollo del experimento se observó que cuando la larva está lista para emerger, muerde el huevo para permitir su salida, y además para alimentarse, la larva consumió totalmente el cascarón del huevo del cual emergió.

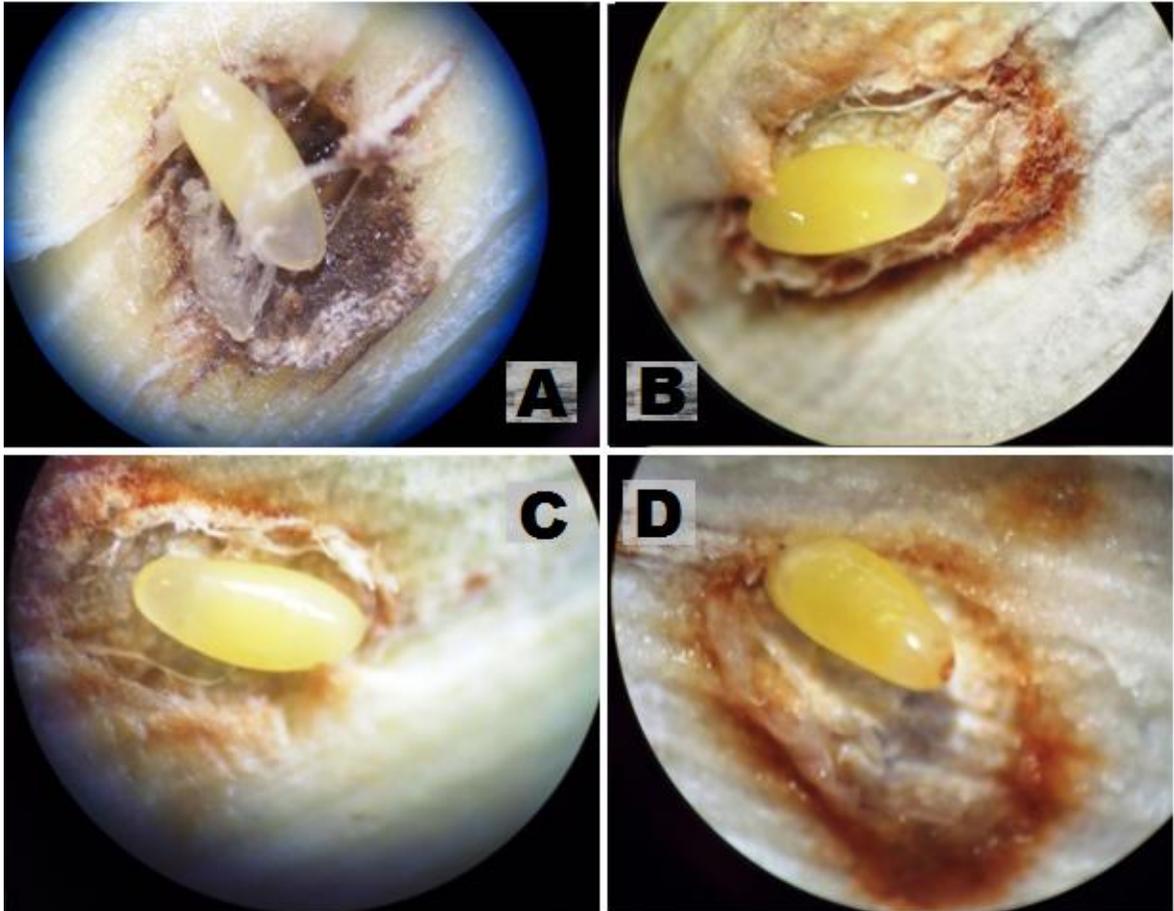


Figura 9. Cambio en la coloración del huevo de *Metamasius* spp. según aumentan los días después de ovipositado (ddo). (A): 1 ddo; (B) 2 ddo; (C): 4 ddo; (D): 5 ddo. (capturadas con cámara digital a través de un estereoscopio con lente de 4,5 X). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

4.1.2. Etapa de larva

Coto y Saunders (2004), Mexón (1998) citado por León *et al.* (2005), y Alpízar (2002), citado por León *et al.* (2005) indican una duración de la etapa larval de *M. hemipterus* de 30 días, 42-48 días y 30-60 días respectivamente.

Estos resultados son diferentes a los resultados obtenidos en el presente estudio, en el cual la etapa de larva osciló entre $19,1 \pm 3,6$ días (Cuadro 1).

Durante el desarrollo de este estudio, se observó que la larva de *Metamasius* spp. se caracteriza por ser una larva apoda, con aparato bucal masticador (mandíbulas) bien desarrollado desde su emergencia, dato que concuerda con lo citado por Duran *et al.* (1998).

Al evaluar el desarrollo del ciclo de picudo, se observó que la larva posee una cápsula cefálica grande bien diferenciada de color café claro en sus inicios de vida y, conforme aumenta su madurez, la misma se torna café más oscuro.

Además, se observó una mancha en forma de "V" en la parte frontal sobre la cabeza, la cual se hace más evidente según la larva madura. El tórax de la larva y los espiráculos oscurecen conforme aumenta su edad, además de que los vellos en su cuerpo son más evidentes entre más madura es la larva (Figuras 10 y 11).

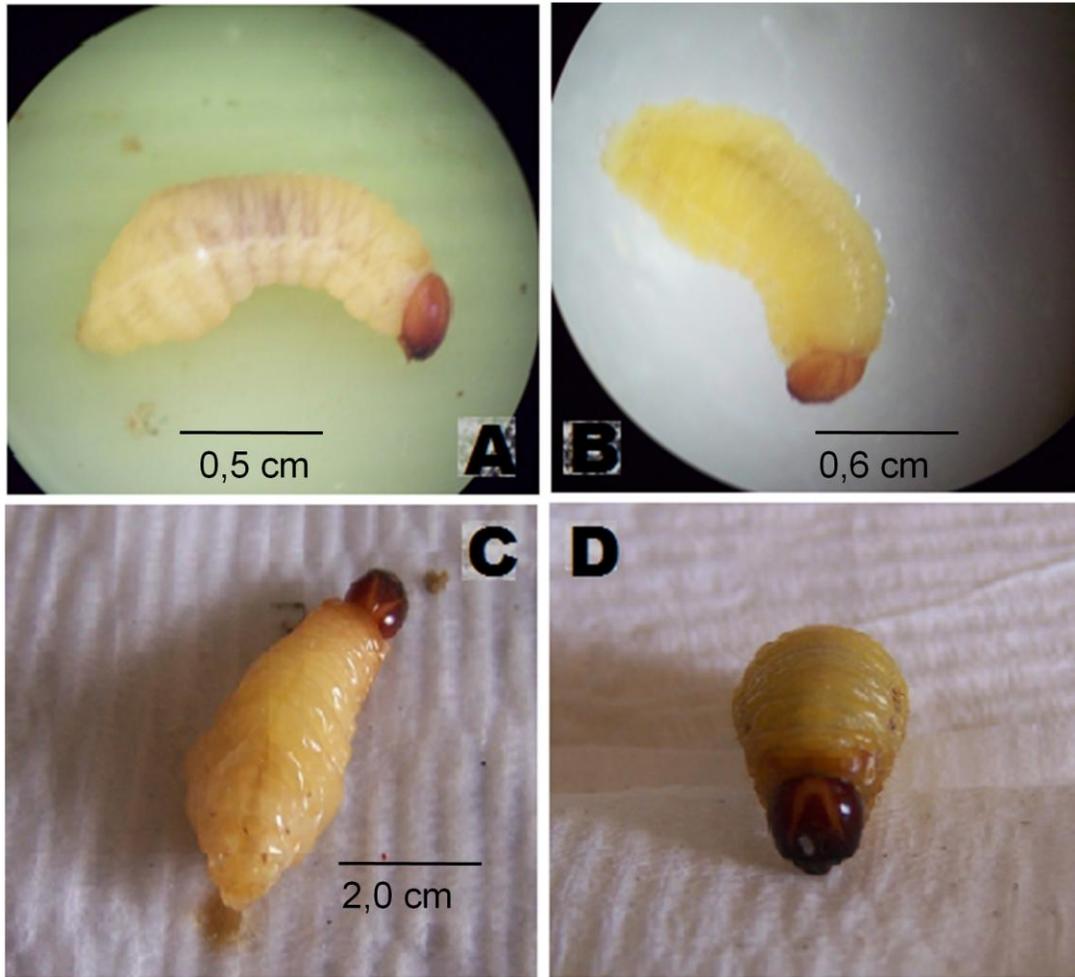


Figura 10. Larva de *Metamasius* spp. (A): larva joven de 6, días después de eclosionar (dde); (B): larva joven, 11 dde; (C): larva adulta, 26 dde, (Capturadas a través de un estereoscopio con lente de 4,5X); (D): larva adulta, 26 dde, vista frontal. Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

Los resultados obtenidos muestran que el día de su eclosión la larva de *Metamasius* spp. mide entre 0,15-0,2cm de largo y 0,1-0,05cm de ancho. La misma llega a medir 1,2-2,5cm de largo y 0,5-0,6cm de ancho cuando está lista para iniciar a formar su pupa.



Figura 11. Espiráculos de larva de *Metamasius* spp., 26 días después de eclosionar (Capturada con cámara digital a través de estereoscopio con aumento de 4,5X). (Rodríguez, J. 2010).

Respecto a sus hábitos alimenticios se observó que la larva de picudo se alimenta del tallo de la planta de piña y, al inicio de su vida, de las hojas de la planta formando galerías lineales (Figura 12).

Esto concuerda en parte con lo mencionado por Salas *et al.* (1996) y por Coto y Saunders (2004), quienes indican que la larva se alimenta de la base del tallo de la planta, sin embargo ninguno de los dos autores indica que la larva cause daño en las partes aéreas de la planta.

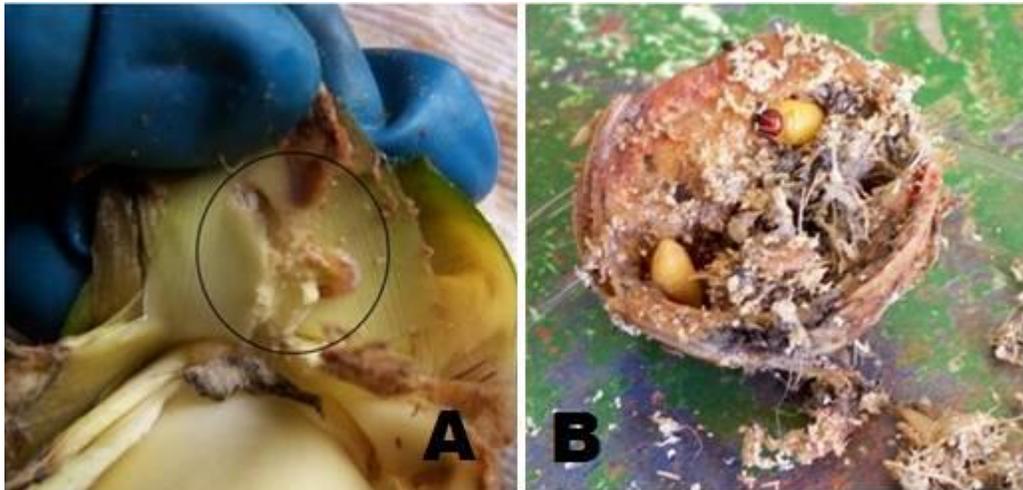


Figura 12. Larva de *Metamasius* spp. (A): larva de corta edad alimentándose de hoja de planta de piña; (B): larvas adultas alimentándose de tallo de planta de piña (Rodríguez, J. 2009).

4.1.3. Etapa de pupa

El Cuadro 1 muestra que la duración de la etapa de pupa fue de 17-34 días con un promedio de $24 \pm 4,6$ días, resultados semejantes a los obtenidos por Alpizar (2002), citado por León *et al.* (2005), quien indica una duración para la etapa de pupa de *M. hemipterus* de 21-28 días.

Por otro lado, los datos obtenidos son menores que los indicados por Coto y Saunders (2004) de diez días y Mexón (1998) citado por León *et al.* (2005) de catorce a 16 días.

Se observó que los insectos manipulados en este estudio utilizaron para la creación de sus pupas fibra presente en el tallo de la planta de piña y papel toalla. Gracias a lo observado se puede considerar que este insecto tiene gran capacidad de adaptación y es capaz de construir su pupa con diferentes materiales.

El proceso de construcción de la pupa o capullo tardó de tres a ocho días en completarse. Según los resultados obtenidos, el tamaño de la pupa varía entre 1,1-2,2cm de largo y 0,5-3,0cm de ancho, generalmente es de color café claro y esto puede variar según el material que use para construir su pupa.

Durante el estudio se observó que la larva dentro de la pupa se enrosca y permanece dentro de ella hasta convertirse en imago y, finalmente, emerge como

adulto realizando un agujero en la pupa. En la Figura 13 se muestran imágenes de algunos sucesos que ocurren durante la etapa.

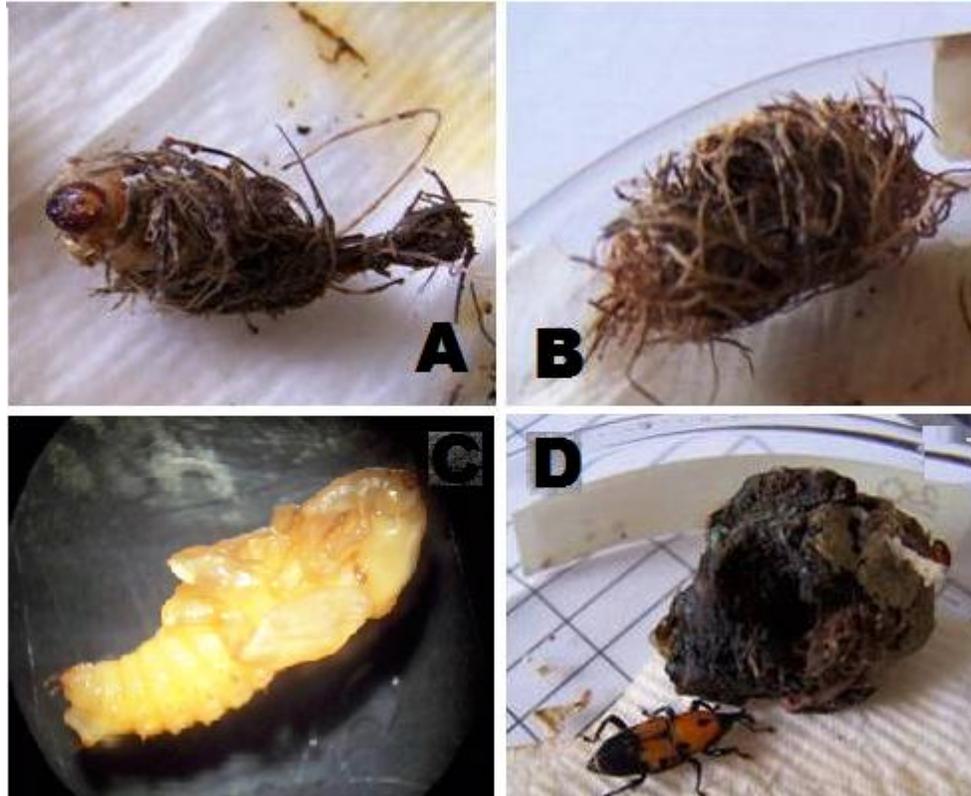


Figura 13. Etapa de pupa de *Metamasius* spp. (A): larva construyendo su pupa; (B): pupa completamente formada; (C): imago (Capturadas a través de un estereoscopio con aumento de 2x); (D): Adulto recién emergido, (Rodríguez, J. 2010).

4.1.4. Etapa de adulto

En el experimento se recolectaron cuatro tipos diferentes de picudos, los cuales presentaban coloraciones muy variables. Los insectos con diferentes coloraciones fueron enviados al Museo de Insectos de la Universidad de Costa Rica e identificados según su especie (Blanco y Lezama 2010)⁵.

⁵ Blanco, H., Lezama, H. 2010. Identificación de adultos del picudo de la piña. Museo de Insectos, Universidad de Costa Rica. (correo electrónico). San José.

Dentro de las insectos con diferentes coloraciones se encontraron picudos: color negro aterciopelado con pequeñas manchas rojizas, variables en su tamaño y forma, con un exoesqueleto ventral negro metálico en su totalidad, identificado como *Metamasius dimidiatipennis* (Figura 14) (Blanco 2010)⁶.

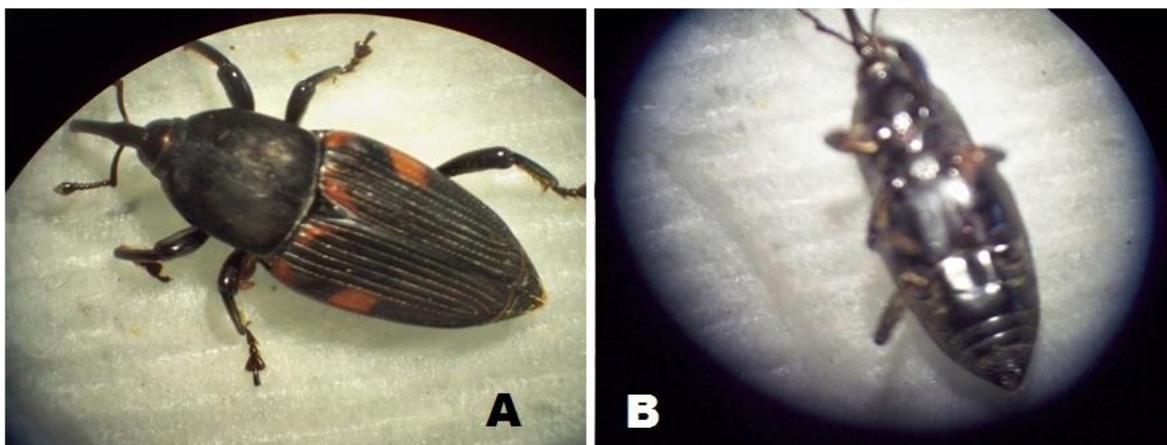


Figura 14. *Metamasius dimidiatipennis*., obtenidos en condiciones controladas. (Capturadas con cámara digital a través de un estereoscopio con lente de 1X). Cutris. (A): Vista dorsal, (B): Vista ventral, (Rodríguez, J 2010).

En el estudio también se obtuvieron picudos con cabeza y tórax de coloración rojiza y pequeñas manchas negras en cabeza y tórax; algunos no presentaban mancha en la cabeza. Además, se trabajó con picudos que, a diferencia de los descritos anteriormente, presentaban el área abdominal naranja claro; y una mancha rojiza, ambos identificados como *Metamasius dimidiatipennis* (Figura 15) (Blanco 2010)⁷.

⁶ Blanco, H. 2010. Identificación de adultos del picudo de la piña. Museo de Insectos, Universidad de Costa Rica. (correo electrónico). San José.

⁷ Blanco, H. 2010. Identificación de adultos del picudo de la piña. Museo de Insectos, Universidad de Costa Rica. (correo electrónico). San José.



Figura. 15 *Metamasius dimidiatipennis*, obtenidos en condiciones controladas. (A): Vista dorsal, (B): Vista ventral. (Capturadas con cámara digital a través de un estereoscopio con aumento de 1X). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

Dentro de los adultos estudiados se observaron algunos con el área dorsal color negro aterciopelado y el área ventral negro metalizado, identificado como *M. dimidiatipennis*. Según Lezama (2010), hasta el momento se ha interpretado que la forma oscura (sin los puntos en el tercio anterior de los élitros), corresponde a *M. dimidiatipennis* y a menudo se encuentran en Costa Rica⁸.

Además se encontraron especímenes con el área dorsal color negro azulado (tornasol), con manchas rojizas y con el área ventral color negro metalizado (Figura 16), identificado como *M. dimidiatipennis*. (Blanco 2010)⁹.

⁸ Lezama, H. 2010. de adultos del picudo de la piña. Museo de Insectos, Universidad de Costa Rica. (correo electrónico). San José.

⁹ Blanco, H. 2010. Identificación de adultos del picudo de la piña. Museo de Insectos, Universidad de Costa Rica. (correo electrónico). San José.



Figura 16. *Metamasius* spp., obtenidos en condiciones controladas. (A): Vista dorsal, (B): Vista Ventral. (Capturadas con cámara digital a través de un estereoscopio con aumento de 1X). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

También se manejaron adultos con el área dorsal de color negro aterciopelado con pequeñas manchas amarillas, con el área ventral negro metálico, con manchas amarillas, las extremidades también presentan manchas amarillas, el mismo fue identificado como *Metamasius hemipterus* (Figura 17) (Blanco 2010)¹⁰.

¹⁰ Lezama, H. 2010. Identificación de adultos del picudo de la piña. Museo de Insectos, Universidad de Costa Rica. (correo electrónico). San José.



Figura 17. *Metamasius hemipterus*, colectado en campo. (A): Vista dorsal, (B): Vista ventral (Capturadas con cámara digital sin aumento). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

En el estudio realizado se determinó que el insecto posee una longitud promedio de 1,64cm (1,50-1,90cm), y con un ancho promedio de 0,49cm (0,45-0,50cm).

Debido a que el tiempo permitido para el desarrollo del presente proyecto no fue suficiente para evaluar la longevidad del adulto, no se obtuvieron resultados exactos. Hasta el día evaluado se manejó un dato de 36-47 días de longevidad.

Sin embargo se puede deducir que los adultos de *Metamasius* spp. pueden vivir durante mucho tiempo, resultado que concuerda con lo mencionado por Guagliumi (1962) citado por León *et al.* (2005), quien menciona que los adultos tienen gran longevidad.

Otra característica importante del comportamiento del adulto de *Metamasius* spp. es el hecho de que se refugia en las axilas de las hojas (Figura 18), lugar donde se protege de las inclemencias del tiempo, y posiblemente también de enemigos naturales, además esto dificulta su alcance con insecticidas.

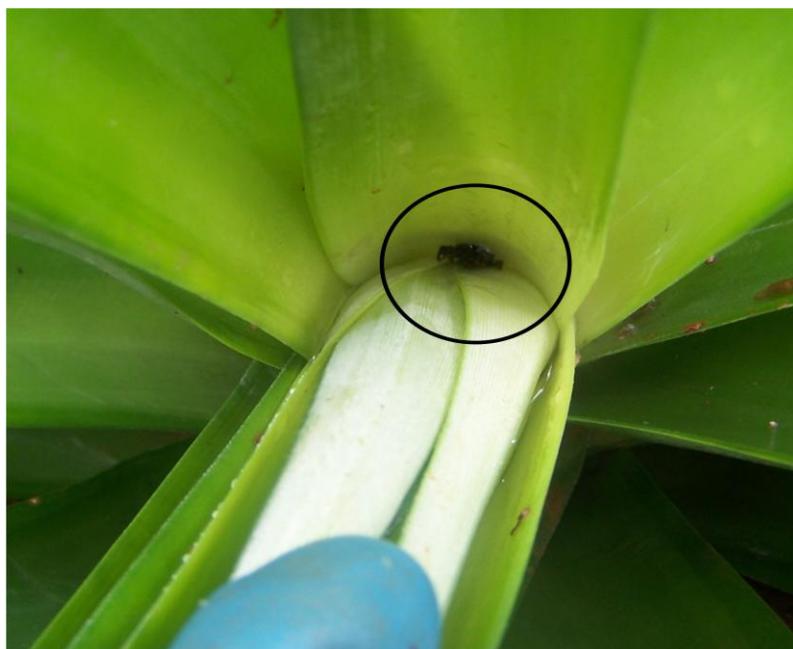


Figura 18. Adultos de *Metamasius* spp. escondido en las axilas de las hojas de la planta de *A. comosus* (Capturada con cámara digital). Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2009).

4.1.4.1. Comportamiento reproductivo

Durante el estudio realizado se observó que el adulto emerge de la pupa sexualmente activo, pues al colocar dos adultos de diferente género recién emergidos, se aparearon casi de inmediato.

Se observó que en la cópula el macho sube sobre la hembra, la rodea con las patas y se sujeta con las espinas de las tibias; se inclina hacia atrás y curva el abdomen hacia abajo para buscar la copulación (Figura 19).

Ademas se observó que durante la cópula la hembra puede continuar su alimentacion y caminar con el macho sobre ella sin ningún problema evidente.

Otra de las observaciones realizadas durante el estudio es el hecho de que algunos machos intentaron copular con hembras muertas.

El comportamiento reproductivo observado en el presente estudio es idéntico al que describe Mexzón (1994), en su estudio, el mismo además menciona haber observado a machos tratando de copular con hembras muertas.



Figura 19. Adultos de *Metamasius* spp. apareándose 3 horas después de emerger de la pupa (Capturada con cámara digital). Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

En la Figura 20, se muestra el comportamiento de la temperatura y la precipitación durante el tiempo en el que se realizó el experimento.

Durante el desarrollo del experimento, las temperaturas en la zona fueron muy fluctuantes, en la estación meteorológica de la finca se registraron para este periodo temperaturas que variaron entre los 18,0-34,0°C; la precipitación tuvo un comportamiento similar, registrándose mediciones de 0,6-131,4mm.

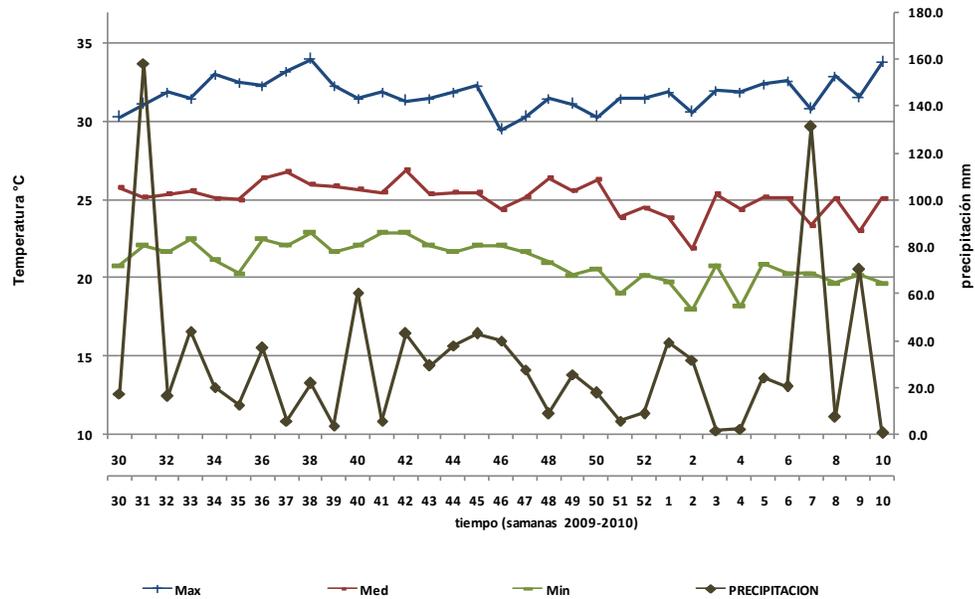


Figura 20. Temperatura y precipitación año 2009 y 2010. Cutris. San Carlos. Estación meteorológica.

Debido a que el estudio del desarrollo del ciclo se realizó en un lugar en el cual no se contaba con un ambiente controlado, en el cual se experimentó una cambiante temperatura y precipitación, se considera que esta es una importante razón por la cual los resultados de la duración de cada uno de los estadios obtenidos presentaron una desviación estándar significativa, pues esta característica puede ser la causante de alargar o disminuir la duración en cada una de las etapas del desarrollo del insecto.

Otra situación importante que puede haber afectado la desviación estándar es que se trabajó con dos diferentes especies de *Metamasius* spp., según análisis de museo de insectos de la Universidad de Costa Rica se lograron identificar a nivel de especie: *M. dimidiatipennis* y *M. hemipterus*, esto trae como consecuencia un aumento en la desviación estándar, pues naturalmente las diferentes especies tardan tiempos diferentes en completar las etapas de su ciclo.

4.1.5. Mortalidad de los diferentes estadíos de *Metamasius* spp. en ambiente controlado

Durante el desarrollo del estudio del ciclo de vida de *Metamasius* spp., se llevó el registro de la mortalidad de cada uno de los estadíos evaluados.

En el Cuadro 2 se muestran los datos obtenidos, contabilizando la mayor mortalidad para la etapa de huevo (72,4%) y la menor para la etapa de adulto (6,9%), esto posiblemente se debe al hecho de que el hábitat natural de los huevos se alteró, pues para observar su desarrollo se retiró parcialmente la cutícula de la hoja, dejándolo ligeramente expuesto al ambiente y aumentando así el riesgo a la deshidratación.

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de los diferentes estadíos de *Metamasius* spp. Cutris, San Carlos, 2009-2010.

Estadío	Total evaluados	Vivos	Muertos	Mortalidad (%)
huevos	58	16	42	72,4
larva	60	43	17	28,3
pupa	53	48	5	9,4
adultos	58	54	4	6,9

Fuente: Rodríguez, J. 2010.

Por otra parte, el hecho de que el huevo presente un tamaño que dificulta su manipulación (pequeño) lo hace más susceptible a los daños físicos o al traumatismo a la hora de su manejo durante el experimento.

La mayor sobrevivencia durante el experimento por parte del adulto de *Metamasius* spp., se debe posiblemente al hecho de que posee un tamaño que permite su fácil manipulación, además al poseer un cuerpo endurecido el cual es resistente a los daños físicos.

4.2. Caracterización de los daños de *Metamasius* spp., en el cultivo de *A. comosus*, Cutris, San Carlos.

Durante la etapa del experimento desarrollada en el vivero se obtuvo una alta mortalidad de las larvas con las cuales se inocularon las plantas, teniendo una mortalidad del 60% de las larvas por el ataque de hormigas; sin embargo, las larvas que sobrevivieron fueron suficientes para causar el daño que se deseaba observar.

En el campo se observó que los daños en la plantación no son localizados, es decir se encuentran plantas dañadas dispersas por la plantación.

4.2.1. Descripción de daño causado por adulto de *Metamasius* spp.

4.2.1.1. Raspaduras en las hojas:

Las raspaduras en las hojas es un tipo de daño que se hace evidente con este tipo de insectos debido a que una de las características de la familia Curculionidae es el poseer un pico que lleva en el ápice un aparato bucal masticador (Lavia *et al.* 1999).

Durante el estudio se observó que las raspaduras en la planta ocasionadas por picudo se concentran en las áreas tiernas de la planta, siendo más afectadas en su totalidad las hojas medias de la planta, y la parte baja de las hojas sazonas o con tejido maduro.

Cuando la raspadura es reciente se torna acuosa (Figura 21), y cuando tiene más de 24 horas es color café, posiblemente debido a la oxidación del tejido (Figura 22).

La raspadura profunda en las hojas, es producida por el insecto, debido a que posee al final del *rostrum* o pico un aparato bucal masticador capaz de causar el daño descrito anteriormente.

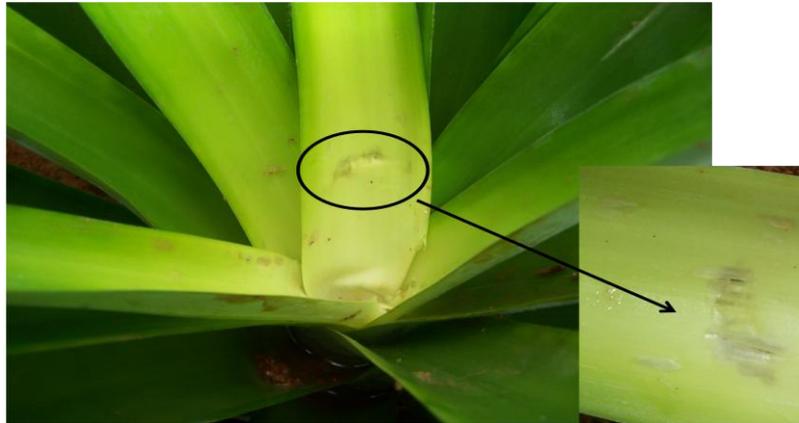


Figura 21. Raspadura fresca o reciente causada por adulto de *Metamasius* spp. en planta de piña (Capturada con cámara digital). Cutris, San Carlos, 2009. (Rodríguez, J. 2009).



Figura 22. Raspadura vieja causada por *Metamasius* spp. en planta de piña (Capturada con cámara digital). Cutris, San Carlos, 2009. (Rodríguez, J. 2009).

En diversas ocasiones se observó que la planta, al sufrir daños por picudo, responde con una producción de gomosis, siendo de color translúcido cuando el daño es reciente y ámbar oscuro debido a la oxidación, según la antigüedad del daño (Figura 23).

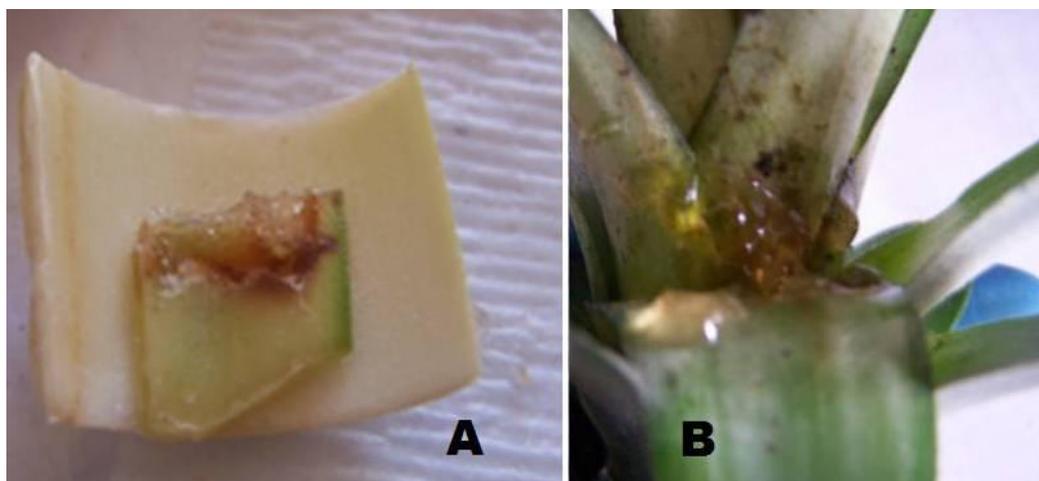


Figura 23. Diferencia entre la gomosis fresca y vieja causada por el daño del adulto de *Metamasius* spp. A, gomosis por daño reciente (horas después del daño); B, gomosis vieja (dos días después del daño) (Capturadas con cámara digital). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

4.2.1.2. Daños en las puntas de las hojas:

El insecto se alimenta de las puntas de las hojas de la parte central de la planta sobre todo cuando el cultivo se encuentra en etapa vegetativa y las puntas de las hojas aun son tiernas (Figura 24).



Figura 24. Daño en las puntas de las hojas ocasionado por *Metamasius* spp. (Capturada con cámara digital). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2009).

4.2.1.3. Daños en la corona al inicio de su formación:

Durante el estudio desarrollado en el vivero, se determinó que el insecto se alimenta de la corona de la fruta en su estado inicial (flor), sin embargo el daño es completamente evidente hasta que la fruta está formada por completo, pues el fruto crece deforme (sin corona) (Figura 25).



Figura 25. Daño ocasionado por *Metamasius* spp. en corona recién emergida, reflejado en flor en cono y en fruta lista para cosechar. (A): Ausencia de corona en cono (52 días después de forzamiento), vista frontal; (B): Corte longitudinal; vivero; (C): ausencia de corona en piña de cosecha, vista frontal; (D): Corte longitudinal, planta empacadora (Capturada con cámara digital). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

El adulto, al alimentarse del meristemo apical de la planta, detiene el crecimiento de la corona, pero no impide el llenado del fruto; por consiguiente, la fruta crece, pero sin corona. Esto ocurre porque, como menciona Jiménez (1999), la parte comestible de la fruta se desarrolla a partir de los ovarios y la fusión de las bases de los pétalos y brácteas.

Este daño concuerda con el descrito por Góngora¹¹ (2009), quien menciona que el picudo adulto se alimenta de la corona cuando está iniciando su crecimiento y hace que la fruta crezca deforme.

En la sección A y B de la Figura 25 se observa que la corona fue erradicada desde que inició su formación. Aunque el daño sea profundo, este no impide el desarrollo de la fruta; en la sección C y D de la Figura 25 se muestra la fruta adulta en la cual el daño se refleja claramente.

Además, se determinó que cuando la fruta está sazona, el picudo adulto también se alimenta de las puntas de la corona causando deformidad en la corona (Figura 26).

Ambos daños se consideran como daño severo, debido a que son motivo de rechazo de fruta por aspectos de calidad externa.



Figura 26. Daño en corona de fruta adulta. (A): Vista frontal; (B): Corte longitudinal. Planta empacadora (Capturada con cámara digital). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

¹¹ Góngora, R. 2009. Daño de *M. dimidiatipennis* en piña. (Comunicación personal). Cutris. San Costa Rica.

4.2.1.4. Daño en la fruta:

Coto y Saunders (2004) manifiestan que el adulto de picudo se alimenta de frutas dañadas y otros materiales vegetales dulces o en estado de descomposición, sin embargo, esto difiere con lo observado en la presente investigación, en la cual al ofrecer a los picudos adultos piña madura, con catorce grados brix y una acidez de 0,61% como alimento, la mayoría de los insectos se alimentaron de la corona. Solamente se observó el 14,28% alimentándose de la fruta, produciendo un agujero o mordisco profundo semejante al daño producido por tecla, pero de mayor tamaño y más redondeado. Esto señala una preferencia al tejido verde por parte de los adultos de *Metamasius* spp.

En este estudio se observó que cuando el fruto es joven, el insecto en su estado adulto se alimenta de las flores de piña, pero también daña la piel de la fruta, causando raspaduras profundas, gomosis, y deformación en la fruta (Figura 27 y 28).



Figura 27. Daño en flor de 60 días después de forzamiento por *Metamasius* spp. Vivero (Capturada con cámara digital). Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).



Figura 28. Daño de *Metamasius* spp. en fruta adulta. (A): fruta deforme, vista frontal del daño; (B): corte longitudinal (Capturadas con cámara digital). Planta empacadora. Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

Según las observaciones realizadas durante el desarrollo del presente estudio, se determinó que, en algunos casos, el adulto de *Metamasius* spp. se alimenta de la fruta sazona, concentrándose el daño en las orillas de los frutículos de la piña, donde al alimentarse deja un agujero. Con este daño, la fruta queda inaceptable para la exportación (Figura 29).

Esta mordedura en la fruta coincide con el tipo de daño causado por picudo adulto que menciona Carvajal (2009), la cual describe y muestra imágenes de un daño idéntico al observado en la finca durante el desarrollo del experimento.

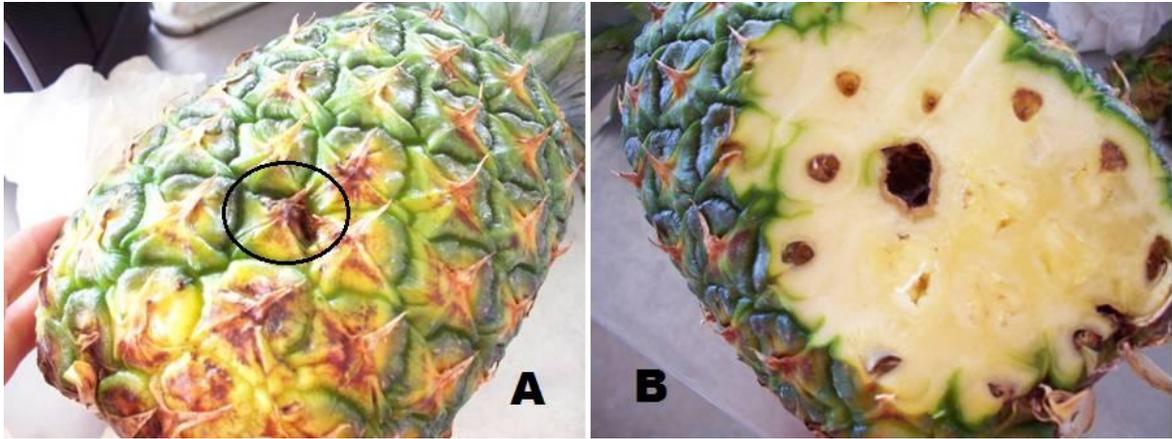


Figura 29. Daño de *Metamasius* spp. en fruta. (A): daño visible en la cáscara; (B): corte longitudinal (Capturadas con cámara digital). Planta empacadora. Cutris, San Carlos. (Rodríguez, J. 2010).

4.2.1.5. Daño ocasionado por la hembra al realizar las posturas:

Durante el estudio realizado, se determinó que la hembra de *Metamasius* spp. coloca los huevos en raspaduras que realiza previo a la oviposición en el haz de la hoja. Estas raspaduras se observan como pecas o pequeñas manchas cloróticas cuando son recientes y color café cuando ha cicatrizado (Figura 30).

Posiblemente la hembra de picudo oviposita el huevo entre la cutícula del haz de la hoja y el mesófilo de la misma, con la finalidad de que el huevo se encuentre protegido del ambiente exterior y de los posibles depredadores.

Para el manejo de picudo en la finca se podría tomar en cuenta estas pecas o manchas características y así determinar si posteriormente se iniciaría un nuevo ciclo de vida de *Metamasius* spp. y poder realizar el manejo pertinente.

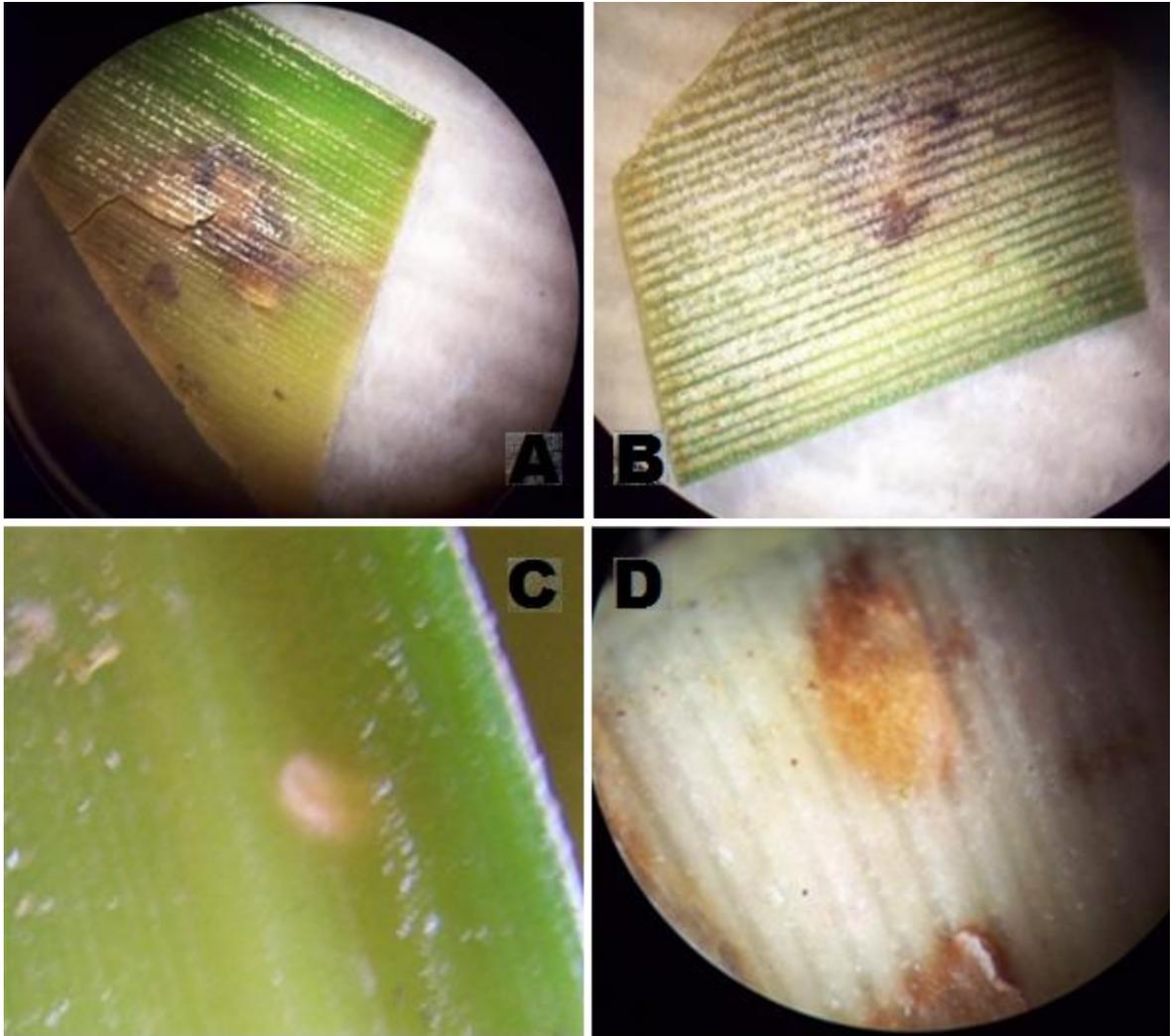


Figura 30. Daño por postura de *Metamasius* spp. (A): postura cicatrizada vista del haz de la hoja; (B): vista del envés de la hoja; (C): postura reciente vista del haz de la hoja, vista sin aumento del haz de la hoja; (D): Postura reciente. (Capturadas con cámara digital a través de un estereoscopio con lente de: (A) y (B): 2X;(C): 3X; (D): 4X). Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2009).

4.2.2. Caracterización del daño realizado por larvas de *Metamasius* spp.

El daño realizado por la larva de picudo es ocasionado cuando la misma, al alimentarse, construye galerías, las cuales tienden a ser muy lineales. El grosor

de las galerías varía desde 0,1cm a 0,5cm de ancho según sea el grosor de la larva.

Al emerger del huevo, la larva inicia su alimentación casi de inmediato. En sus primeras etapas se alimenta de la endodermis de la hoja, realizando sus primeros daños en la misma. Conforme va creciendo, esta se dirige hacia el centro del tallo de forma casi horizontal. Cuando llega al centro del mismo, continúa su alimentación casi de forma vertical para pupar en la mayoría de las veces en el tallo bajo o en el pedúnculo de la fruta (Figura 31).

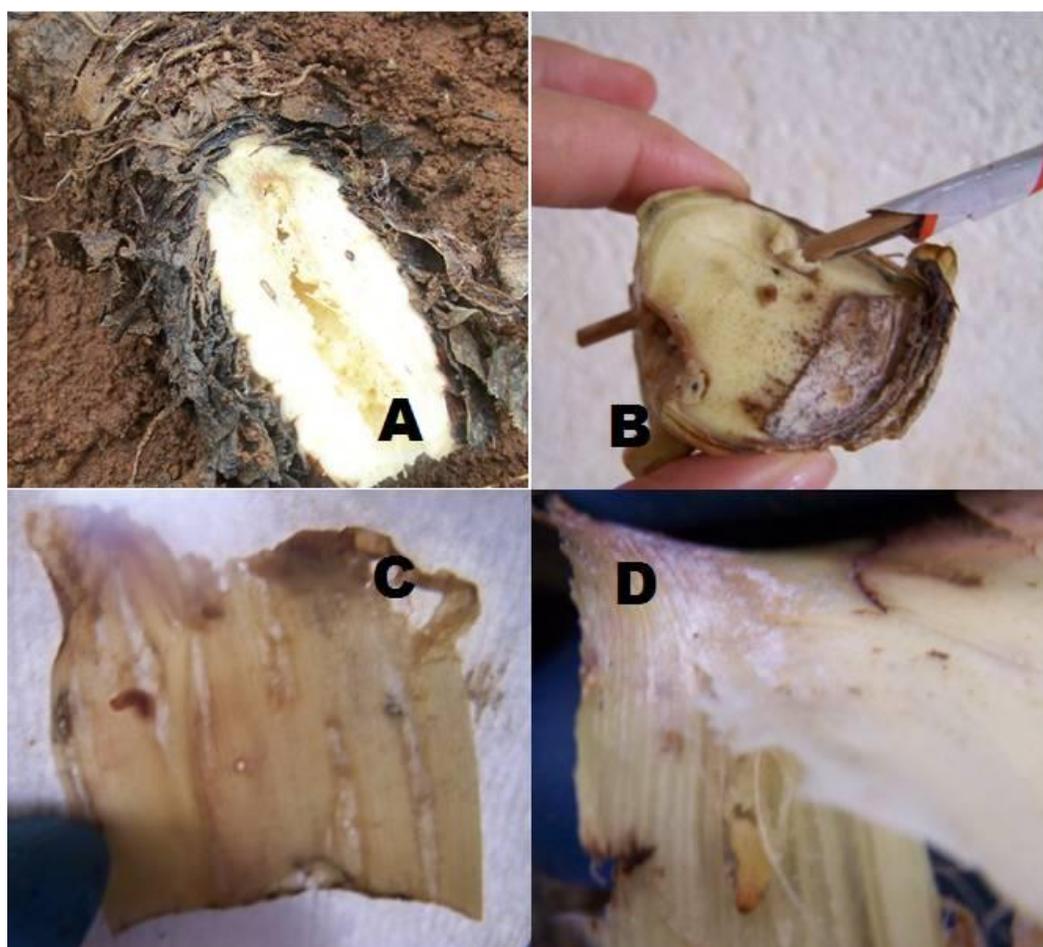


Figura 31. Daño de larva de *Metamasius* spp. (A, B): túnel lineal en tallo bajo; (C, D): túneles en hoja de piña; larva alimentándose en de la hoja de piña (Capturadas con cámara digital). (Rodríguez, J. 2009).

La larva también causa daños en el fruto si durante su desarrollo logra llegar al mismo.

Durante el experimento en el vivero, al inocular con larvas, se observó el daño en fruta de edad aproximada de 70 días después de forzamiento (ddf).

En la Figura 32 se muestra las galerías formadas por la larva en dicha fruta. La larva entró a la fruta subiendo por el pedúnculo de la fruta.



Figura 32. Daño causado por larva de *Metamasius* spp. en fruto joven (Capturada con cámara digital). Cutris. San Carlos. (Rodríguez, J. 2009).

4.3. Estratificación del *Metamasius* spp.

4.3.1. Nivel de daño causado por *Metamasius* spp. en diferentes etapas del cultivo

Dentro de la evaluación se clasificó el daño en tres diferentes niveles: severo, moderado y leve, los cuales están descritos en el Anexo E.

Las evaluaciones se realizaron en cultivo en etapa Vegetativa, Productiva, Semillero y en terreno en Preparación.

Los muestreos se realizaron en las áreas perimetrales de los bloques, poniendo énfasis en las adyacentes a las áreas boscosas, debido a que el historial

de comportamiento de la plaga en la finca señala que es ahí donde se ubica el *Metamasius* spp. en su mayoría. Además, el cultivo de piña al desarrollarse tiende a cerrar el paso entre las calles, dificultando el paso dentro de la plantación y, por consiguiente, el muestreo.

En la Figura 33 se muestra la distribución del daño o presencia de picudo en las diferentes etapas del cultivo de piña. Del total de las plantas muestreadas, se puede ver que la etapa del cultivo donde más hubo presencia de daño por *Metamasius* spp. en la planta de piña fue en la etapa de preparación, donde se presentó 63,0% de plantas dañadas del total muestreado.

Los daños encontrados en esta etapa fueron considerados leves, debido a que no representan pérdida económica para la empresa, pues no afecta la producción.

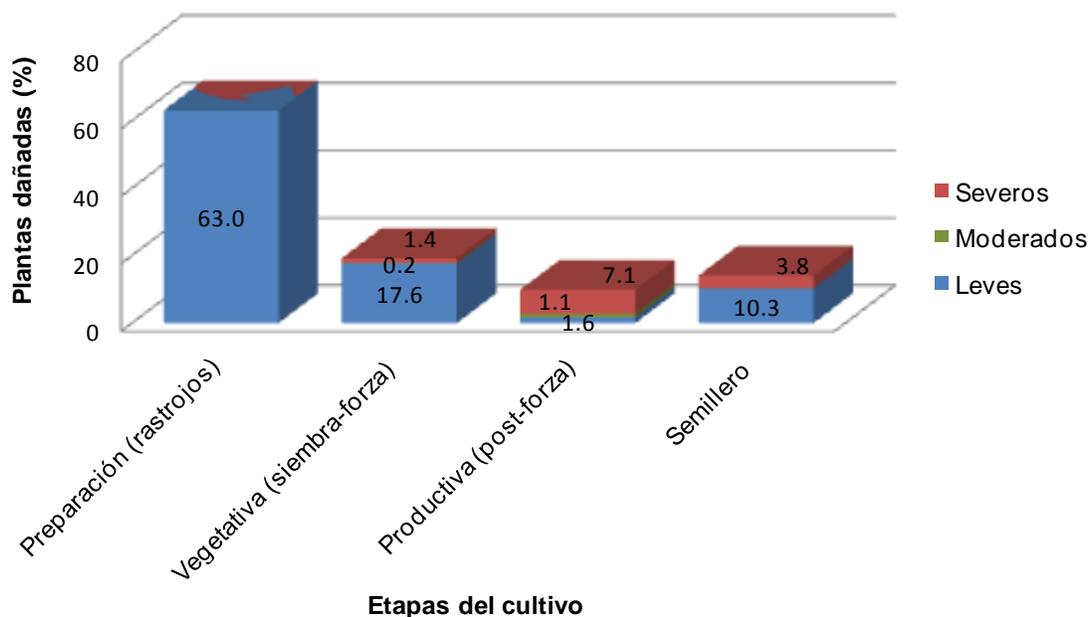


Figura 33. Porcentaje total de plantas muestreadas de *A. comosus* que presentaron daños por *Metamasius* spp. en diferentes etapas del cultivo. Cutris. San Carlos. 2009.

La etapa vegetativa presentó el 17,6% de daños leves, 0,2% de daños moderados y 1,4% de daños severos. La etapa productiva mostró 1,6% de daños leves, y un 1,1% de daños moderados y 7,1% de daños severos (Figura 33).

En la etapa de semillero 10,3% presentó daño leve y 3,8% daños severos (Figura 33).

Para una mejor percepción de los datos, el Cuadro 3 muestra el porcentaje de plantas por hectárea en las diferentes etapas evaluadas del cultivo de piña que presentaron daño leve, moderado o severo, según el caso.

La etapa donde se presentó mayor presencia de insectos fue en la etapa de cultivo en preparación en la cual se encontró que el 89,28% de las plantas presentaron daño de picudo, daño considerados severos.

En la etapa vegetativa, 4,96% de las plantas muestreadas tenían daño, siendo la mayoría daño leve. En la etapa productiva el 2,12% de las plantas tenían daño, la mayoría daño severo y finalmente en la etapa de semillero el 3,63% presentaron daño, mostrándose la mayoría como daño leve.

Cuadro 3. Porcentaje de daño de picudo en plantas de piña por hectárea. Cutris. San Carlos, 2009.

Etapa	Tipo de daño			
	Leves (%)	Moderados (%)	Severos (%)	Sin daño (%)
Preparación *	89,28	0,00	0,00	10,72
Vegetativa	4,53	0,06	0,37	95,04
Productiva	0,42	0,28	1,42	97,88
Semillero	2,64	0,00	0,99	96,37

*Presencia de *Metamasius* spp. en los rastrojos evaluados como daño severo porque en esta etapa las plantas ya perdieron su capacidad de producción.

Fuente: Rodríguez, J. 2010.

En la etapa vegetativa, como se muestra en la Figura 34, fueron evaluadas áreas que presentaban de uno a seis periodos de edad, sin incluir plantas con cinco periodos de edad.

Las áreas más afectadas fueron las que tenían uno y tres periodos de edad, con 37,8% y 39,1% respectivamente, seguidos por el segundo periodo, el cual presentó 20,6% de daño, en estos tres periodos la mayoría de daño fue leve (Figura 34).

Las áreas evaluadas con cuatro periodos de edad presentaron 2,4% de daño, en el cual se observó igual cantidad de daño moderado y severo. El cuarto y sexto periodo fueron los menos afectados por el picudo, estos presentaron respectivamente un 2,4% y 0% de daños (Figura 34).

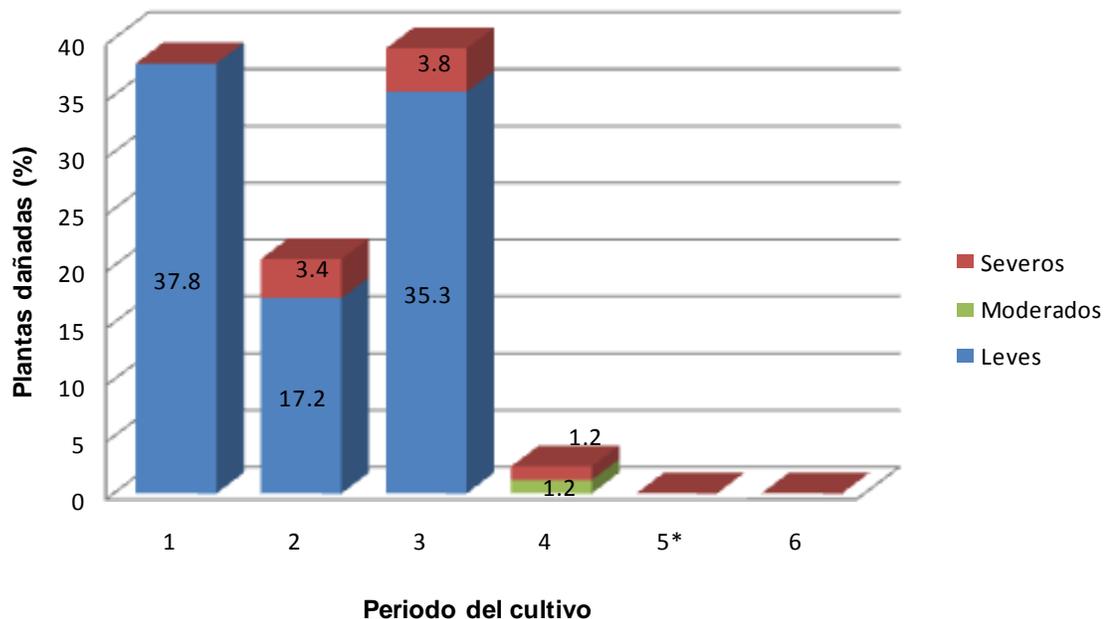


Figura 34. Porcentaje de las plantas muestreadas de *A. comosus* en etapa vegetativa (siembra- forzamiento) que presentan daños de *Metamasius* spp. Cutris. San Carlos. 2009. (*Periodo no evaluado).

Un factor que puede ser el responsable de la marcada deferencia entre las áreas con los tres primeros y los tres últimos periodos de edad, se le puede atribuir a que, al madurar la planta, el tejido de la misma ya no es tan apetecida por los insectos, los cuales migran a buscar tejidos más frescos disponibles a distancias cercanas en la finca.

En la Figura 35, se muestra que la mayoría de daños y presencia del insecto se concentró en el periodo tres de la etapa productiva, donde se presentó el 88,1% de los daños, en su mayoría severos.

En las áreas evaluadas que tenían un periodo después de forzamiento, 5,9% de plantas presentaron daños leves, mientras que para las plantas con tres periodos después de forzamiento, se encontró 2,0% y 4,0% de daños severos y moderados, respectivamente.

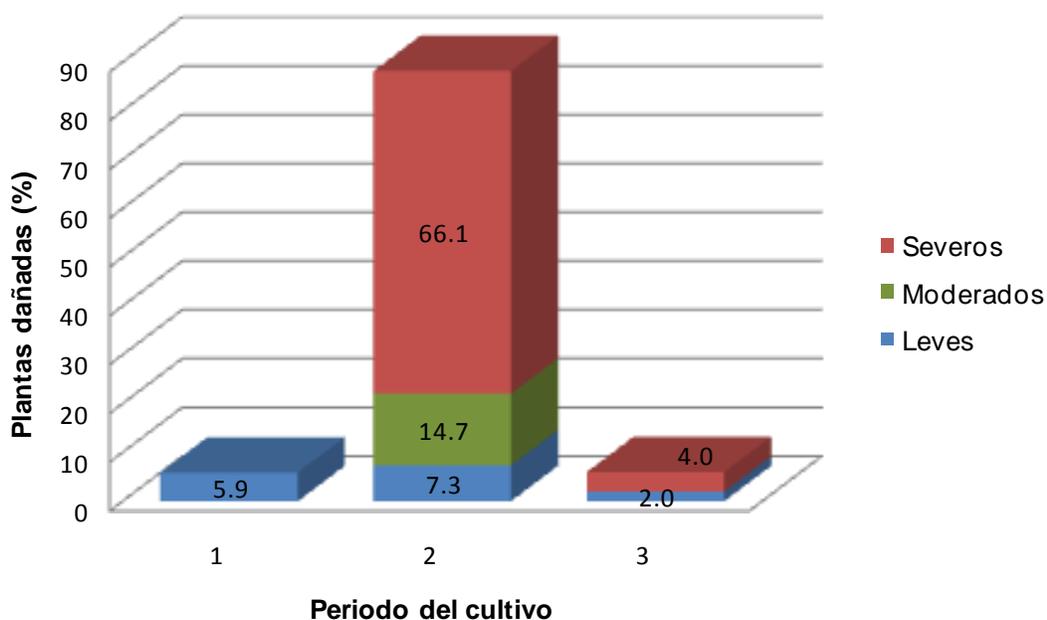


Figura 35. Porcentaje de las plantas muestreadas de *A. comosus* en etapa productiva (post-forzamiento) que presentan daños por *Metamasius* spp. Cutris. San Carlos. 2009.

4.3.2. Ubicación de los diferentes estadios de *Metamasius* spp. en los diferentes estratos de la planta según etapa del cultivo.

Con el muestreo realizado se determinó la ubicación de adultos, larvas y pupas en la planta

En la evaluación realizada en los terrenos en preparación donde el cultivo se encuentra en rastrojos, la presencia de *Metamasius* spp. se determinó en cinco diferentes estratos. La mayoría de larvas se ubicaron en el tallo inferior de la planta, seguido y por el tallo medio y superior (Figura 36).

Los adultos encontrados en los muestreos para esta etapa se ubicaron en su totalidad en hojas que aún se encontraban sanas y representaban una fuente importante de alimento para ellos (Figura 36).

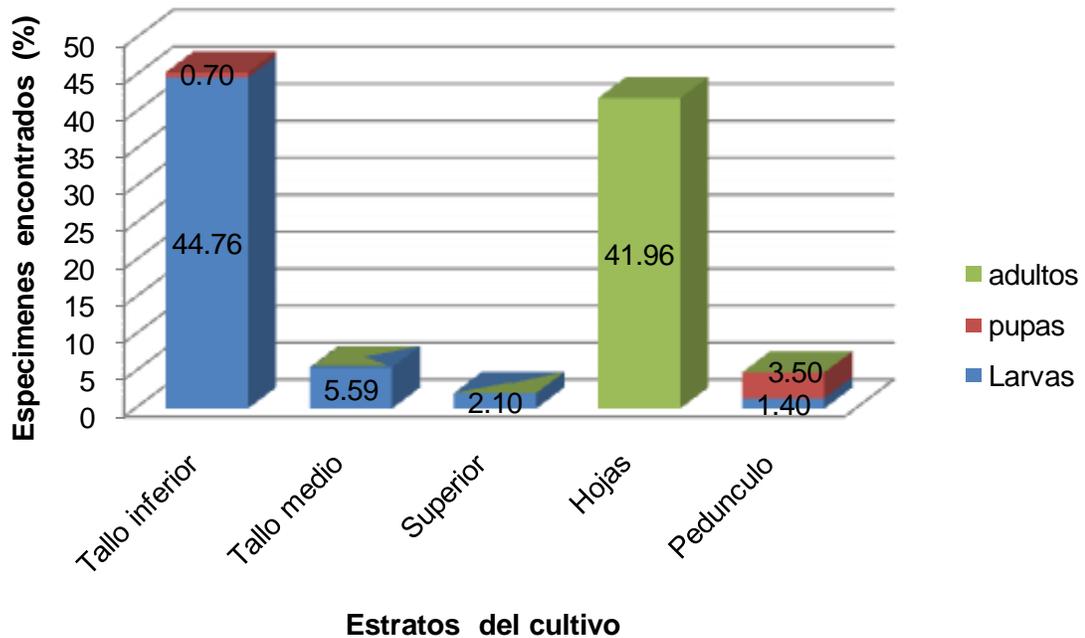


Figura 36. Porcentaje de diferentes estadios de *Metamasius* spp. en diferentes estratos en la planta de *A. comosus* en terreno en preparación (rastrojos). Cutris. San Carlos. 2009.

La distribución generalizada en todos los estratos de la planta de piña en la etapa en preparación es debido a que las plantas se encuentran en su mayoría volcadas, permitiendo condiciones ideales para el picudo.

En la evaluación realizada en la etapa productiva (Figura 37), el daño se concentró en cuatro estratos de la planta de *A. comosus*, a saber: el tallo inferior, hojas, fruta y corona de piña. En la fruta se contabilizó 53,33% de daño ocasionado por adulto.

En tallo inferior se localizó la mayor cantidad de larvas y pupas de *Metamasius* spp., 13,33 % para ambos estadíos (Figura 37).

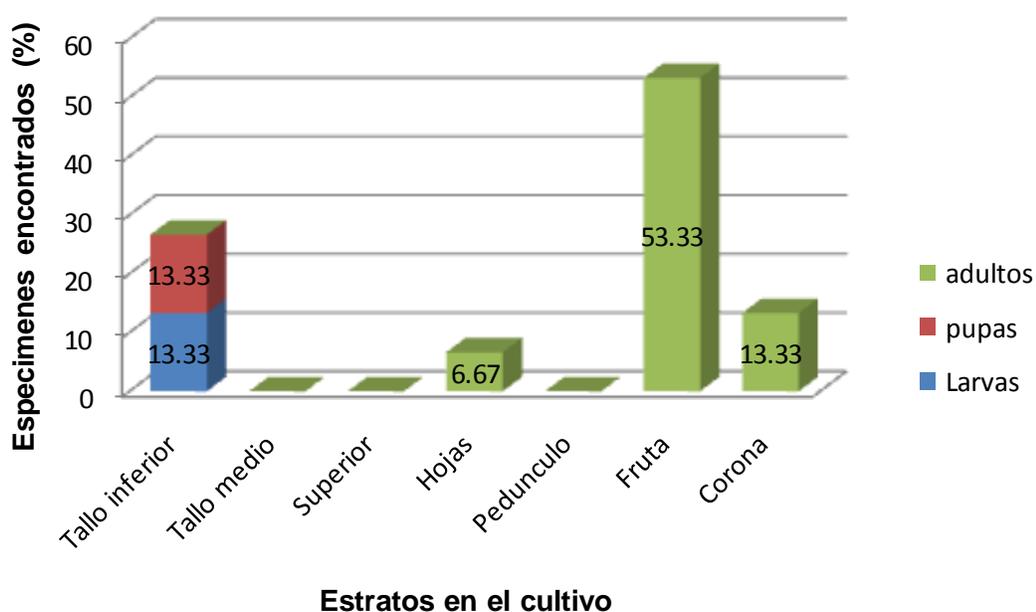


Figura 37. Porcentaje de diferentes estadíos de *Metamasius* spp. en diferentes estratos en la planta de *A. comosus* en etapa productiva (post-forzamiento). Cutris. San Carlos. 2009.

En la Figura 38 se muestran los resultados obtenidos para la evaluación realizada en la etapa vegetativa, en la cual se registra un 83,87% de daño en hojas en su totalidad, realizado por adultos. En esta etapa, las larvas y pupas se localizaron en el tallo inferior, del mismo modo se observó en la etapa productiva.

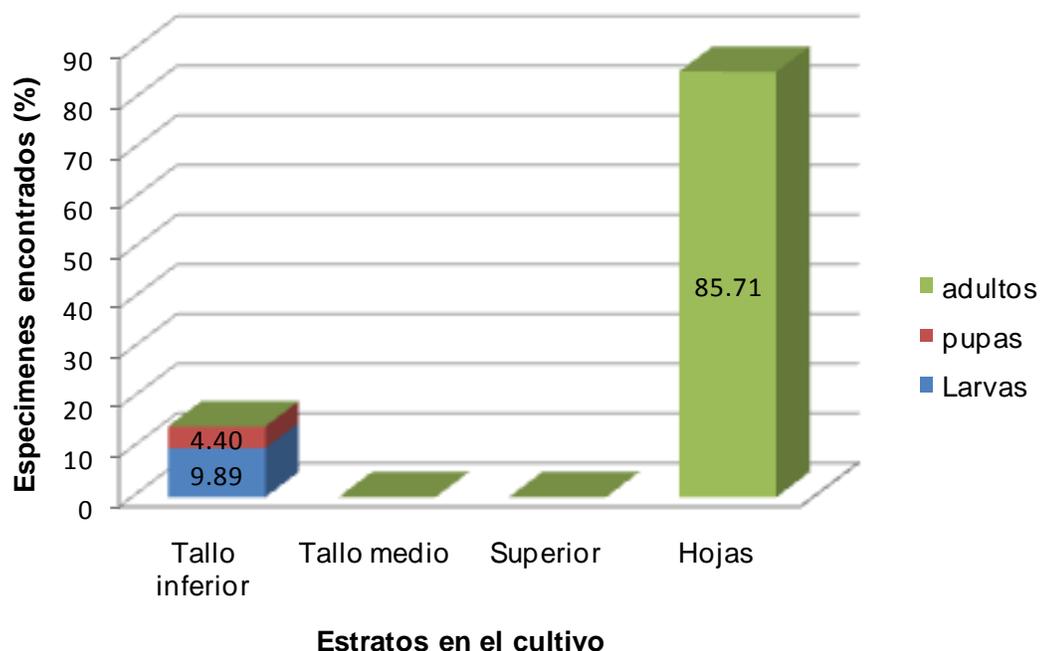


Figura 38. Porcentaje de diferentes estadios de *Metamasius* spp. en diferentes estratos en la planta de *A. cosmosus* en etapa vegetativa (siembra-forzamiento). Cutris. San Carlos. 2009.

En etapa de semillero se encontró presencia de *Metamasius* spp. en tres estratos del cultivo, tallo inferior, hojas y pedúnculo. Se encontraron adultos en las hojas, larvas en el tallo inferior y pupas en el pedúnculo (Figura 39).

Esto coincide con lo observado durante el desarrollo del ciclo biológico del picudo en condiciones controladas expuestas en el presente trabajo, en el cual, al ofrecerle a los picudos adultos fruta como alimento, estos no la consumieron y

preferieron la corona. Se podría especular que el *Metamasius* spp. consume o ataca a la fruta de la piña sólo cuando sus poblaciones son elevadas.

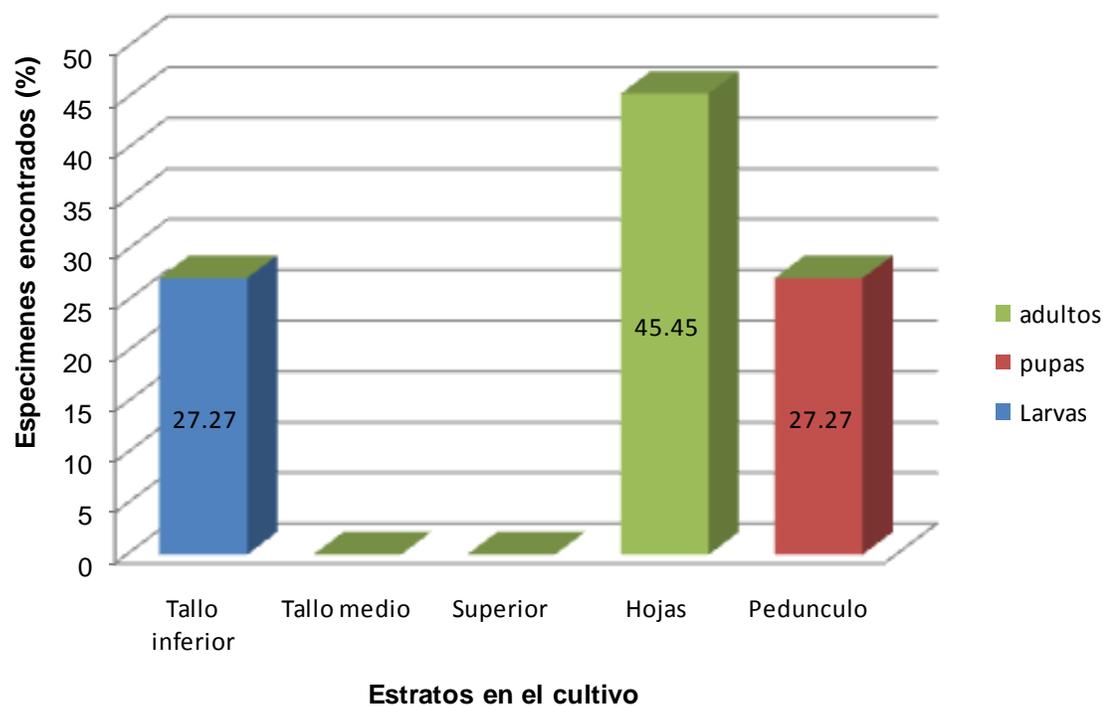


Figura 39. Porcentaje de diferentes estadios de *Metamasius* spp. en diferentes estratos en la planta de *A. comosus* en etapa de semillero. Cutris. San Carlos. 2009.

Es importante mencionar que, en áreas en las cuales había pequeños montículos de rastrojos, se encontraron gran cantidad de larvas pupas y adultos de *Metamasius* spp. Estas áreas sirven de inóculo para la nueva plantación, por lo que es importante poner atención especial en estas áreas y darles un mejor manejo y/o buena trituración (Figura 40).



Figura 40. Montículos de rastrojos de plantas de *A. comosus*. (A): vista lejana del área; (B): Muestreo de los montículos. Cutris, San Carlos (Rodríguez, J. 2009).

Durante el proceso de mecanización de suelos, debería evitarse el dejar rastrojos fuera de las áreas de siembra y enterrados en los drenes para evitar que funcionen como inóculo de *Metamasius* spp.

5. Conclusiones

Con base en las condiciones y los resultados de esta investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El ciclo de vida de *Metamasius* spp. presentó una duración de 69,0-111,0 días: $3,1 \pm 1,4$ días (etapa de huevo), $19,1 \pm 3,6$ días (etapa de larva), $23,9 \pm 4,6$ días (etapa de pupa) y de 41,4 días (etapa de adulto (inconclusa) desarrollado a temperatura ambiente en la Zona de Cutris, San Carlos.
2. Al finalizar la etapa de pupa, el adulto de *Metamasius* spp. emerge sexualmente activo.
3. El cultivo de piña es atacado por más de una especie de *Metamasius*, las identificadas en el museo de insectos fueron: *Metamasius dimidiatipennis*, *Metamasius hemipterus*.
4. La etapa en el que *Metamasius* spp. mostró ser más vulnerable al manejo en cautiverio resultó ser la etapa de huevo, mientras que la más resistente fue la etapa de adulto.
5. La larva de *Metamasius* spp. cuando recién emerge, se alimenta de hojas de piña, según aumenta su madurez se alimenta de tallo más fibroso, formando en ambos casos galerías lineales, las cuales varían en grosor según el tamaño de la larva.
6. Los huevos son ovipositados en las áreas de tejido tierno de las hojas de la planta de piña, entre la cutícula del haz y el mesófilo de la hoja, generando una pequeña mancha clorótica cuando es reciente y café cuando ha cicatrizado.
7. El adulto de *Metamasius* spp. se alimenta de áreas de tejido tierno de la planta de piña, tales como axilas y puntas de las hojas, corona de la fruta, en el área central de la planta, realizando profundas raspaduras y provocando la producción de gomosis.

8. El ataque del adulto de *Metamasius* spp. es ocasionado con más frecuencia al tejido verde de la planta de piña, pues es más apetecido como alimento que la fruta.
9. Cuando el adulto de *Metamasius* spp. se alimenta de frutos de piña jóvenes aún en estadio floral, daña la corona que recién inicia su emergencia, causando deformación en el mismo. Cuando se alimenta del fruto sazón, daña principalmente las áreas donde se unen los frutículos, causando huecos en la piel y la pulpa, y cuando la herida sana, deformación en la fruta.
10. En la etapa de preparación, es el momento donde hay mayor presencia de *Metamasius* spp. y donde los diferentes estadios se encuentran más distribuidos en los diferentes estratos de la planta
11. En la etapa vegetativa del cultivo de piña, la mayoría de daños de picudo son leves, generalmente raspaduras en hojas producidas por los adultos y daños por oviposición, la presencia del insecto disminuye conforme el cultivo envejece.
12. En la etapa productiva del cultivo de piña, el segundo periodo después de forzamiento es el más afectado por el picudo. Los daños que se presentan en su mayoría son causados por el adulto y se clasificaron como graves, los mismos se concentran en la fruta.
13. La etapa del cultivo de piña en la que mayor atención se debe prestar a la plaga es la etapa productiva, por ser la que presenta la mayoría de daños severos.
14. En la etapa productiva del cultivo de piña, las larvas y pupas se ubican en su mayoría en el tallo inferior.
15. En la etapa vegetativa del cultivo de piña, la mayor cantidad de daño es causado por el picudo adulto y se centraliza en las hojas.
16. La larva de *Metamasius* spp. prefiere pupar en el pedúnculo y en el tallo inferior de la planta de *A. comosus*.

17. La mayor cantidad de larvas de *Metamasius* spp., se encuentra en la etapa de terreno en preparación del cultivo de piña, y se ubica en el tallo bajo de la planta.
18. La mayor cantidad de picudos adultos se ubica en las hojas de la planta de piña y la mayoría se encontró en la etapa vegetativa.
19. El manejo en las etapas de semillero y preparación del cultivo de piña podrían ser claves para lograr controlar el picudo en la plantación.

6. Recomendaciones

- Si se desea realizar un experimento semejante al presente, se recomienda manejar con mayor cuidado los huevos y las larvas pequeñas de *Metamasius* spp., las cuales son muy sensibles a los cambios de temperatura y a las lesiones físicas.
- Se recomienda continuar con la evaluación de la longevidad de la etapa de adulto de *Metamasius* spp., con la finalidad de obtener un dato más exacto al respecto.
- Colocar los recipientes en los que se cultiven las plantas de piña que serán inoculadas con larvas sobre una bandeja con agua que sirva de barrera para las hormigas que causan daño a las larvas de *Metamasius* spp.
- Prestar cuidado a la presencia y daño de picudo en la etapa productiva del cultivo de piña, porque ésta es la etapa donde se produce el mayor daño severo en fruta.
- Investigar e implementar métodos alternos para el control del *Metamasius* spp., por ejemplo: nemátodos, hongos entomopatógenos e insectos entomófagos.
- Implementar un estudio o registro en el cual se conozca la procedencia de la semilla y el grado de infestación del lote de donde viene la semilla de piña, con la finalidad de analizar el movimiento de la plaga dentro de la finca.
- A la hora de realizar el muestreo, se recomienda mapear la ubicación de la plaga de picudo en la finca con la finalidad de determinar la distribución espacial del picudo dentro de la finca.
- Enfocar el control de *Metamasius* spp. en la etapa de semillero y preparación, con la finalidad de romper la distribución y multiplicación del insecto en la finca.

- Realizar un manejo adecuado de los rastrojos de piña que quedan en alrededores y drenes de las áreas en preparación, pues sirven como foco de infestación.
- Utilizar como cultivo trampa las plantas de piña que no son trituradas a la hora de la mecanización de suelos, y que quedan enterradas en los drenes y en las áreas perimetrales, como una forma de control de la plaga.
- Desarrollar una guía ilustrada de los daños que causa el picudo, con la finalidad que el personal de Servicios Agrícolas no deje de lado ninguna señal de presencia de la plaga.
- Utilizar el trampeo de adultos como método de control útil, debido a que los adultos emergen de la pupa sexualmente activos.

7. LITERATURA CITADA

- Alpízar, D. 2002. Elementos para el manejo integrado de los picudos (Curculionidae) del palmito. Manejo integrado de plagas y Agroecología (CATIE). Costa Rica. N° 65, hoja técnica N° 42. 6p. [En línea] consultado 9 agosto. 2009. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2038E/A2038E.PDF>
- Arroyo, L. 2008. Alternativa biológica para el control de *Elaphria nucicolora* (Lep:Noctuidae) por aspersión en el cultivo de piña (*Ananas comosus*) (L.) merr. Híbrido md-2 bajo técnicas de producción convencional. Finca Compañía Agrícola B. C. S :A. Yolillal, Upala. Trabajo final de graduación para optar por el grado de licenciatura en agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos. 93p
- Bartholomew, D., Malézieux, E., Sanewki, G., Sinclair, E. 2003. Inflorescence and fruit development and yield. In. Duane, B., Robert, P., Kenneth, R. The pineapple: botany, production and uses. New York. USA. Publicaciones CABI. P 167-251.
- Boletines manejo integrado de plagas. 2004. Boletín No 1. Plagas de la raíz en la caña de azúcar. Cañamip. Cengicaña. Guatemala. 29p. [en línea]. Consultado 17 de noviembre. 2009. disponible en <http://www.cengicana.org/Portal/Compartir/Boletines%20MIP/BoletinesCANAMIP.pdf>
- Broadley, R., Wassman, R., Sinclair, E. 1993. Pineapple pests and disorders. Brisbane. Australia. DPI Queensland. 63p
- Calvo, S., Garza, D. 2007. *Elaphria nucicolora* Guenée (Noctuidae: Amphipirinae), nueva plaga de la piña en el Caribe costarricense. Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo con el grado académico de licenciatura. Earth. Guápiles. Costa Rica. 33 p
- Castañeda, P. 2003. Manual técnico. Seminario sobre producción y manejo post cosecha de la piña para la exportación. El Salvador, San Salvador. [en línea]. Consultado 01 junio. 2009. Disponible en <http://ns1.oirsa.org.sv/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/SeminarioProduccionManejoPina.pdf>
- Coppens, G., Leal, F. 2003. Morphology, anatomy and taxonomy. In. Duane, B., Robert, P., Kenneth, R. The pineapple: botany, production and uses. New York. USA. Publicaciones CABI. P 13-32.

- Coronado, R., Márquez, A. 1980. Introducción a la entomología: morfología y taxonomía de los insectos. México D.F. Editorial Limusa. 382p
- Cortés, G. 1994. Atlas Agropecuario de Costa Rica. EUNED. San José. Costa Rica. 513 p
- Coto, D., Saunders, J. 2004. Insectos plaga de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 399 p.
- Chemtica Internacional S.A. s.f. *Metamasius dimidiatipennis*. Sistema de Trampeo Masivo. San José. Costa Rica. 2p
- Durán, J., Yela, J., Beitia, F., Jiménez, A. 1998. Curculiónidos exóticos susceptibles de ser introducidos en España y otros países de la Unión Europea a través de vegetales importados (Coleóptera: Curculionidae: Rhynchophorinae). Bol. San. Veg. Plagas, 24: 23-40. [en línea]. Consultado junio 6. 2009. Disponible en <http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-24-01-023-040.pdf>
- Elizondo, A. 2008. Boletín N0 1 piña fresca. SIM/CNP. San José, Costa Rica. 6p.
- Elizondo, A. 2009. Boletín N0 1 año 14. Piña fresca. SIM/CNP. San José, Costa Rica. 3p.
- Fernández, R., Strassera, M., Gramuglia, S. 2006. Presencia del género *Scutigerella* en cultivo de crisantemo (*Dendranthema x grandiflora* Kitam). INTA-AER. Buenos Aires. Argentina. 4p. [en línea] visitado en nov 12, 2009 en http://74.125.95.132/search?q=cache:rSNjExDUuDYJ:www.maa.gba.gov.ar/agricultura_ganaderia/floricultura/SANIDAD/133%2520Scutigerella%2520final%2520trabajo%2520roberto.doc%25202.doc+col%C3%A9mbolos+y+Published&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=cr
- Guido, M. 1983. La piña. IICA. Managua. Nicaragua. 20p
- Jiménez, J. 1996. El cultivo de piña de exportación. Estado de Tabasco. México. Instituto para el desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo en Tabasco. 167 p
- Jiménez, J. 1999. Manual práctico para el cultivo de piña de exportación. Cartago, Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica; Libro Universitario regional; 1ª ed. 224 p.

- King, A. 1994. Biología, identificación y distribución de especies económicas de *Phyllophaga* En América Central. In Seminario-Taller Centroamericano sobre Biología y control de *Phyllophaga* spp. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp 50-61. [en línea]. Consultado 16 nov. 2009. Disponible en http://books.google.co.cr/books?id=8cM4jkoaJtYC&pg=PA69&lpg=PA69&dq=Tropical+pest+management+vol+30,n+1&source=bl&ots=jVGbM3Qjzc&sig=R8HY9UDjS0cG4VOwcABDRyN_2Qs&hl=es&ei=YakBS6LkM4blnAfL4r2QCw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&ved=0CBsQ6AEwBA#
- Lavia, G., Marinich, J Ramírez, W, 1999. El uso de la microscopía electrónica en la caracterización morfológica del picudo del algodónero. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. 4p. [en línea]. Consultado 15 de marzo. 2010. disponible en <http://www1.unne.edu.ar/cyt/agrarias/a-015.pdf>.
- León, O., Napoleón L., Larez, C., Silva, R. 2005. Aspectos Biológicos de *Metamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae), una plaga de la palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela. Bioagro. Vol.17. 2: (115-118). [en línea]. Consultado en agosto 9. 2009. disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612005000200007&lng=es&nrm=iso. ISSN 1316-3361
- Mayorga, G. 2010. Exportaciones acumuladas al 2009 bajaron un 9% con respecto al 2008. [en línea]. San José. Costa Rica. Nación.com. 1p. Consultado 30 de abril. 2010. disponible en http://www.nacion.com/ln_ee/2010/enero/22/economia2235919.html
- Mexón, R., Chinchilla, C., Castrillo, G., Salamanca, D. 1994. Biología y hábitos de *Rhynchophorus palmarum* L. asociado a la palma aceitera en Costa Rica. [en línea]. ASD Oil Palm Papers., No. 8(14-21). Consultado en mayo 3 de 2010 en <http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/articulos/bol08-2sp.html>
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2005. Ficha informativa sobre plagas cuarentenarias. [en línea]. Boletín 35 (468–471). Consultado en mayo 3 de 2010 en http://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Rhynchophorus_palmarum/DS_Rhynchophorus_palmarum.pdf
- Reina, C., Rojillo, S., Lizcano, H. 1994. Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para la piña (*Ananas Comosus*) que comercializa en la ciudad de Neiva. [en línea]. 208 p Universidad Sur Colombia. Consultado en mayo 5 de 2010 en http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20pi%C3%B1a.pdf
- Rodríguez, J. 2010. *Metamasius* spp.. (Fotografías). San Carlos, CR. 33, color. Sin publicar.

- Rohrbach, K., Leal, F., Coppens, G., 2003. History, distribution and world production. In. Duane, B., Robert, P., Kenneth, R. The pineapple: botany, production and uses. New York. USA. Publicaciones CABI. P 1-12.
- Salas, J., O'Brien, C., Parra, A.1996. *Metamasius dimidiatipennis* (Jekel) (Coleoptera: Curculionidae) plaga potencial de la piña en Lara. Bol. Entomol. Venez. N.S. 11(1): 6. [en línea]. Consultado 20 mayo. 2009. Disponible en <http://www.redpav.avepagro.org.ve/entomol/v11-1/v1101n04.html>
- Salazar, O. 2009. La producción de piña en Costa Rica. Pronunciamento de ASEPROLA sobre las últimas noticias alrededor de la producción de piña en el país [en línea]. Consultado 5 junio. 2009. Disponible en <http://www.aseprola.org/leer.php/145>
- Saunders, J., King, A. 1994. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central: una guía para su reconocimiento y control. Turrialba. Costa Rica. CATIE, 182p.
- Vargas, K, 2008. Factores a considerar durante el establecimiento y manejo de una plantación comercial de piña (*Ananas comosus*) (L) Merr. Para exportación. Trabajo final de graduación para optar por licenciatura. ITCR. Escuela de agronomía. Santa Clara. Costa Rica. 72p
- Zamora, F., Túa, D. 2000. Insectos-plaga en explotaciones hortícolas del Municipio Federación, Estado Falcón. [en línea]. Consultado 5 de junio. 2009. disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd67/texto/fzamora.htm>

8. Anexos

Anexo A. Especificación de los periodos del cultivo

Periodo	Etapa	
	Vegetativa (semanas después de siembra: sds)	Productiva (semanas después de forzamiento: sdf)
1	4 sds	4 sdf
2	8 sds	8 sdf
3	12 sds	12 sdf
4	16 sds	16 sdf
5	20 sds	20 sdf
6	24 sds	24 sdf

Anexo B. Hoja de evaluación para determinar la ubicación de *Metamasius* spp. en la planta de *A. comosus* en sus diferentes estadíos.

Fecha _____
 Lote _____ Bloque _____
 Hora muestreo: inicio _____ finalización _____

Muestra	Estadío	Tamaño (cm)	Ubicación de insecto

La siguiente denominación se utilizará para uniformar la ubicación de los diferentes estadíos de *Metamasius* spp. en las plantas evaluadas.

Estrato	Valor
Raíz	1
Tallo inferior	2
Tallo medio	3
Tallo superior	4
Hojas	5
Pedúnculo	6
Fruto	7
Corona	8

Anexo C. Hoja de evaluación para determinación del daño de *Metamasius* spp. en el cultivo de *A. comosus*

Fecha_____

Lote_____Bloque_____

Hora muestreo: inicio_____finalización_____

Muestra	N° planta	Presencia de daño	Ubicación	Severidad	Descripción de daño	N° de fotografía

Con el fin de uniformizar la ubicación de los diferentes estadíos de *Metamasius* spp. en las plantas evaluadas se utilizará el siguiente formato:

Estrato	Valor
Raíz	1
Tallo inferior	2
Tallo medio	3
Tallo superior	4
Hojas	5
Pedúnculo	6
Fruto	7
Corona	8

Anexo D. Señalización de la ubicación de los estratos en la planta donde es probable encontrar daños de *Metamasius* spp.

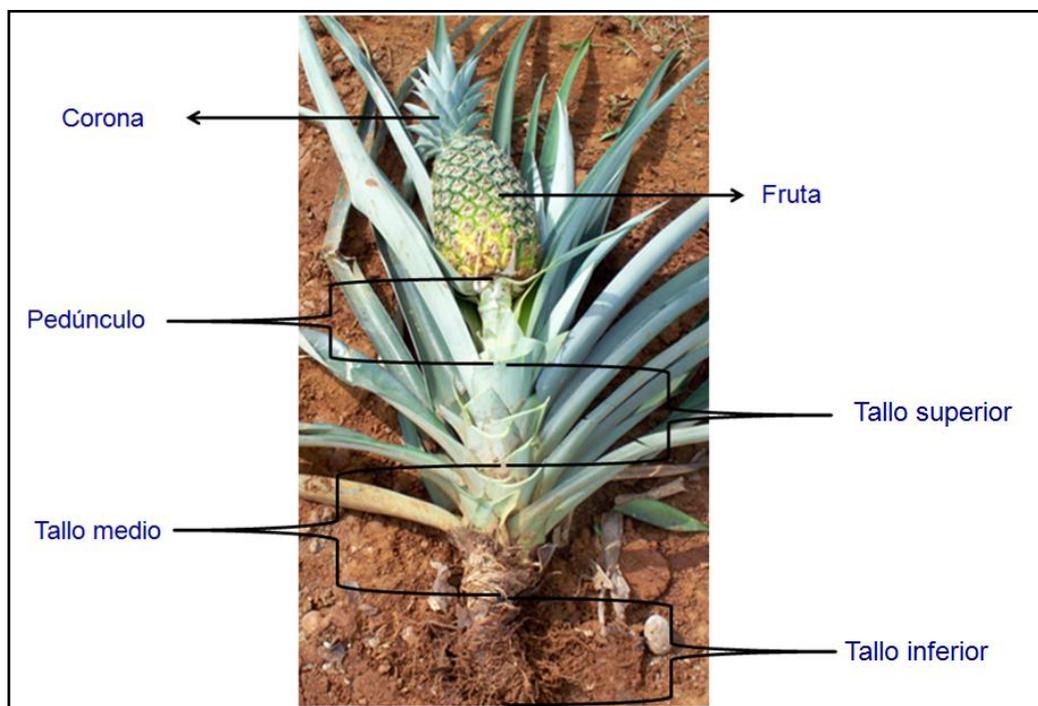


Figura 41. Identificación de estratos en la planta de *A. comosus* utilizados para muestrear en el campo y vivero. (Rodríguez, J 2010)

Anexo E. Escalas de determinación de severidad de daño por picudo

Para la determinación de la severidad se utilizarán tres niveles de daño a saber: leve, moderado y severo, importante tomar en cuenta el estadio de la planta a la hora de determinar la severidad.

Denominación para nivel de daño:

Daño	Valor
Leve	1
Severo	2
Muy severo	3

A continuación se describen los diferentes niveles de daño,

Leve

Se podría considerar como leve, si aún con el daño la fruta es exportable, como en el caso de mordeduras en las puntas de las hojas de la corona, pues se puede exportar como fruta sin corona. Para el caso de la planta cuando el daño que presenta no afecta su capacidad de producción de fruto o semilla.

Moderado

Se podría considerar un daño moderado cuando el daño que se presente afecta la calidad de la fruta, pero aún permite el aprovechamiento de la misma, por ejemplo: Fruta sin corona, fruta con deformidad, fruta con mordedura, la cual se comercializa como fruta de desecho.

Para el caso de la planta, se determinaría como daño severo cuando la misma presente un daño importante, comprometiendo a mediano plazo la producción.

Severo

Se consideraría un daño severo en fruta cuando la misma presente daños que la hacen no aprovechable, por ejemplo: frutas pequeñas, con daño en el interior, frutas pequeñas secas.

En planta se consideraría daño muy severo cuando el daño presente en la misma haya anulado su producción a corto y largo plazo, ejemplo: plantas podridas, con el tallo hueco, corchoso, con raíces muertas.

A continuación se muestra la escala de severidad utilizada en esta investigación, detallando imágenes de los daños y la severidad de los mismos.

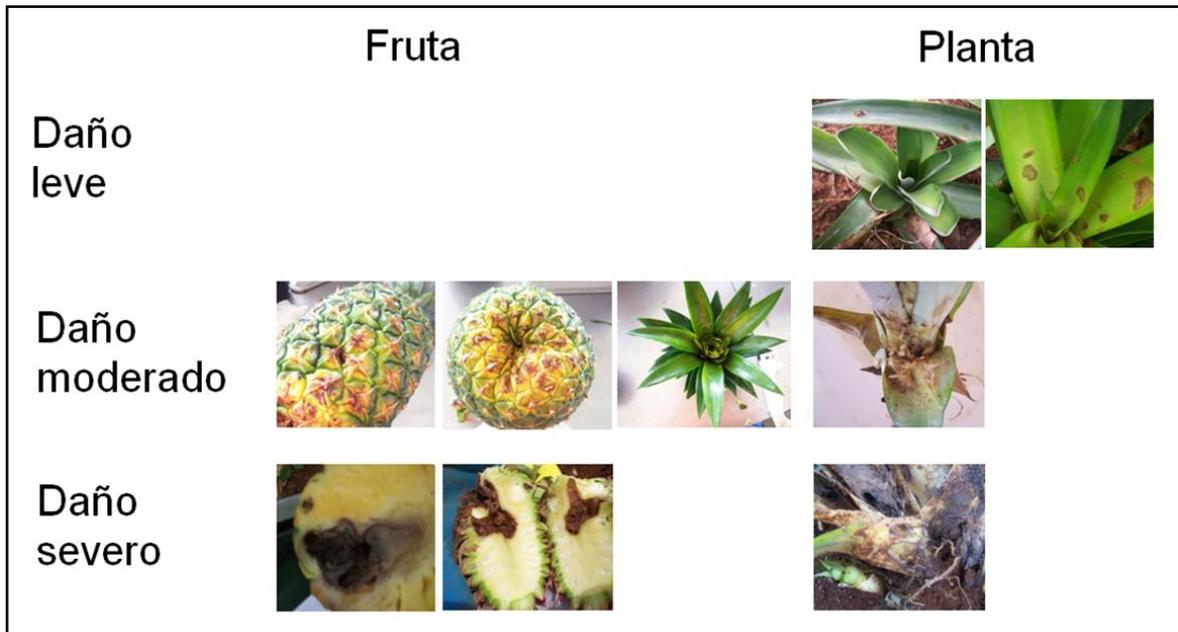


Figura 42. Escala de severidad del daño causado por *Metamasius* spp. en la planta y la fruta de la planta de *Ananas comosus*. Rodríguez, J. 2010.

Anexo F. Datos de temperatura en el cuarto de cría, durante el desarrollo del ciclo.

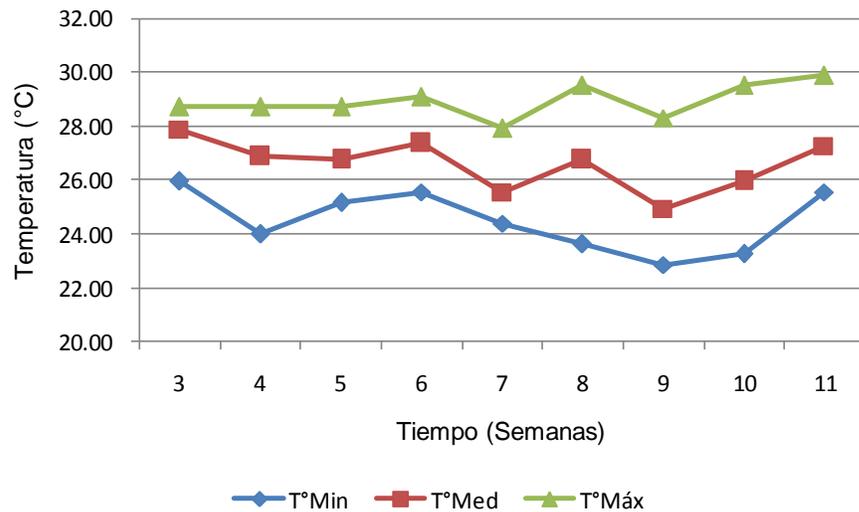


Figura 43. Temperatura en el cuarto de cría. 2010. Cutris. San Carlos.

Anexo G. Especímenes de *Metamasius* spp. criados en el presente estudio e identificados en el museo de insectos de la Universidad de Costa Rica.

Las figuras corresponden a especímenes idénticos a los identificados del presente estudio, en el Museo de Insectos de la Universidad de Costa Rica, pero por facilidad se proporcionaron imágenes con las que ya contaban.



Figura 44. *Metamasius dimidiatipennis*, vista dorsal. San José. Costa Rica. (Lezama, H 2010)¹².



Figura 45. *Metamasius dimidiatipennis*, vista lateral. San José. Costa Rica. (Lezama, H 2009)¹³..

¹² Lezama, H. 2009. San José, Costa Rica. Museo de insectos.de la Universidad de Costa Rica. (Cortesía del museo de insectos)



Figura 46. *Metamasius hemipterus*, colectado en Cutris, San Carlos , vista dorsal. San José. Costa Rica. (Lezama, H 2009)¹⁴.



Figura 47. *Metamasius hemipterus*, colectado en Cutris, San Carlos , vista dorsal. San José. Costa Rica. (Lezama, H 2009)¹⁵.

¹³ Lezama, H. 2009. San José, Costa Rica. Museo de insectos.de la Universidad de Costa Rica. (Cortesía del museo de insectos)

¹⁴ Lezama, H. 2010. San José, Costa Rica. Museo de insectos.de la Universidad de Costa Rica. (Cortesía del museo de insectos)

¹⁵ Lezama, H. 2010. San José, Costa Rica. Museo de insectos.de la Universidad de Costa Rica. (Cortesía del museo de insectos)