

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
COMISIÓN DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
DEPARTAMENTO E INSTITUTO DE ZOOLOGÍA AGRÍCOLA

BIOECOLOGÍA DEL “gusano de la palma”, *Brassolis sophorae* L.
(LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE), EN CARACAS, VENEZUELA.

YASMIN YUNIRAY CONTRERAS PEÑA
MARACAY, DICIEMBRE 2012

Tesis Doctoral presentado como requisito final para optar al Título de
Doctor en Ciencias, Mención Entomología

BIOECOLOGÍA DEL “gusano de la palma”, *Brassolis sophorae* L.
(LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE), EN CARACAS, VENEZUELA.

Por
YASMIN YUNIRAY CONTRERAS PEÑA

Tutor: Dr. José Alejandro Clavijo Albertos

Comité Consejero: Dr. Rodolfo Marcano, Universidad Central de Venezuela.

MARACAY, DICIEMBRE 2012

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A Said Gómez, Francisco Rivero, Juan Linares por su gran ayuda en el diseño de los muestreos y el apoyo incondicional en la parte experimental del este trabajo.

A mis amigas Evelyn Tineo, Rebeca Hurtado, Carmen Andara, Bárbara Niednstaedt , Caritza León y Ana Karina Álvarez por estar conmigo siempre, por su apoyo en los muestreos y por su paciencia.

Al Lic. Víctor Hugo Aguilar por tu amistad y por el asesoramiento en la parte estadística.

A la Prof. Irene Mondragón por su apoyo incondicional, palabras de aliento y motivación.

Al Prof. Carlos Lugo por las sugerencias metodológicas.

Al Profesor Rodolfo Marcano, por las correcciones del manuscrito, apoyo y paciencia incondicional.

A la Dra. Nereida Puchi por sus valiosas sugerencias para la Metodología del trabajo y el tratamiento estadístico de los datos.

A la Prof. Vilma Savini por su amistad y por todo el asesoramiento en la parte de morfología del insecto.

Al Dr. José Clavijo por su total apoyo, críticas constructivas que permitieron mejorar sustancialmente el manuscrito.

A la Fundación Jardín Botánico, por el apoyo prestado durante los periodos de muestreo.

Al Señor Carlos Veliz y su grupo de trabajo en GARDENCENTER por su apoyo en los muestreos de las palmas por la ciudad de Caracas.

A mis estudiantes y la Sra. Ibelia Rivera, porque con su sola existencia me inspiran y me dan la oportunidad de aprender enseñándoles.

Al FONACIT por costear mis estudios y manutención por tres años.

Al Instituto Pedagógico de Caracas, mi casa, mi hogar, institución madre que me apoya, me da un espacio para crecer y seguir creando.

A mis compañeros de estudio de Postgrado con quienes compartí alegrías y sueños.

En especial a mi familia mi madre María Olga Peña mi padre Víctor Contreras, mi hermana Yanetti Contreras, mi prima Sineidy Sánchez y mi tía Nicolasa Puentes por su apoyo, compañía y palabras de aliento.

A mi amado esposo, Ángel Tovar por su motivación, amor, confianza y paciencia.

A Sor Evelia, Dalia Galindez y Sandra Landaeta guías espirituales y motivadoras.

A Dios y María auxiliadora, guías perennes en este sueño.

A todos, Mil Gracias.

DEDICATORIA

A mis amados Padres.

A mi gemela, compañera desde el principio de la vida.

Al amor responsable de todo.

TABLA DE CONTENIDO

Agradecimiento.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Tabla de Contenido	v
Índice de Cuadros.....	ix
Índice de Figuras	xi
Resumen.....	xvi
Abstract.....	xviii
Introducción General.....	1
Objetivos Generales.....	5
Objetivos específicos	6

CAPITULO I

Morfología externa *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae: Brassolinae).....

1.1 Introducción.....	7
1.2 Materiales y Métodos.....	8
1.2.1 Material estudiado.....	8
1.2.2 Descripción de los huevos.....	8
1.2.3 Descripción de la larva.....	9
1.2.4 Descripción de la pupa.....	9
1.2.5 Descripción de los adultos.....	10
1.2.6 Ilustraciones.....	10
1.2.7 Comparación de la morfología del aparato bucal de <i>B. sophorae</i> con el de una especie del género <i>Opsiphanes</i>	11
1.3 Resultados y Discusión.....	11
1.3.1 Descripción morfológica del huevo de <i>Brassolis sophorae</i>	11
1.3.2 Descripción morfológica de la larva de <i>Brassolis sophorae</i>	13

1.3.3 Descripción morfológica de la pupa de <i>Brassolis</i>	28
1.3.4 Descripción morfológica del adulto de <i>Brassolis sophorae</i>	32
Conclusiones.....	46
Referencias Bibliográficas.....	48
CAPITULO II	
BIOLOGÍA Y ASPECTOS ECOLÓGICOS DE <i>Brassolis sophorae</i>	
(Lepidoptera: Nymphalidae: Brassolinae) EN EL ÁREA	50
METROPOLITANA DE CARACAS.....	
2.1 Introducción.....	50
2.2 Materiales y Métodos.....	53
2.2.1 Duración de la fase de huevo.....	55
2.2.2 Duración del estado de larva, determinación del número de Instares y determinación del número de larvas por refugio.....	56
2.2.3 Duración de la prepupa, duración de la pupa y lugares seleccionados para el proceso.....	58
2.2.4 Longevidad y Fecundidad de los adultos.....	59
2.2.5 Identificación de los enemigos de <i>B. sophorae</i> en el área Metropolitana de Caracas.....	59
2.3 Resultados y Discusión.	60
2.3.1 Duración y viabilidad de la fase de huevo.....	60
2.3.2 Duración del estado de larva, determinación del número de instares larvales y determinación del número de larvas por refugio.....	63
2.3.3 Algunos aspectos del comportamiento de la larva.....	69
2.3.4 Duración de la prepupa, duración de la pupa y lugares seleccionados para el proceso.....	74
2.3.5 Fecundidad, Fertilidad, Longevidad y algunos aspectos del comportamiento de los adultos.....	77

2.3.6 Identificación de los enemigos naturales de <i>B. sophorae</i>	80
Conclusiones.....	89
Referencias Bibliográficas.....	91

CAPITULO III

DAÑO CAUSADO POR *Brassolis sophorae* A LAS PALMAS DEL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS.....

3.1 Introducción.....	94
3.2 Materiales y Métodos.....	98
3.2.1 Descripción del área en estudio.....	98
3.2.2 Establecimiento de las áreas y las temporadas de muestreo en la ciudad.....	103
3.2.3 Identificación de las plantas hospederas	104
3.2.4 Descripción del Daño.....	106
3.2.5 Determinación de la altura	107
3.2.6 Determinación de la densidad de las palmas.....	108
3.2.7 Localización de los refugios.....	108
3.2.8 Generación de la base de datos	109
3.2.9 Tratamiento estadístico de los datos	110
3.4 Resultados y Discusión.....	110
3.4.1 Plantas hospederas de <i>B. sophorae</i>	110
3.4.2 Descripción y cuantificación del daño ocasionado por <i>B. sophorae</i> a nivel de campo y algunos aspectos sobre la recuperación de las palmas.....	112
3.4.3 Daño ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramo en cada uno de los meses del año.	118
3.4.4 Relación del daño ocasionado por <i>B. sophorae</i> a sus plantas hospederas.	121
3.4.5 Relación del daño ocasionado por <i>B. sophorae</i> con la altura	

de las palmas.....	124
3.4.6 Relación del daño ocasionado por <i>B. sophorae</i> con la densidad de las palmas	130
3.4.7 Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramo en cada una de las localidades muestreadas tomando en cuenta los meses del año.	133
3.4.8 Determinación de la distribución de “nidos” o refugios de <i>B. sophorae</i> y su relación con el daño ocasionado por la especie en comunidades de palmas representativas de la ciudad de Caracas	142
Conclusiones.....	146
Referencias Bibliográficas.....	149

INDICE DE CUADROS

CAPITULO I

		Pág.
Cuadro 1.	Número de huevos por postura (n=50) colocada por <i>B. sophorae</i>	13
Cuadro 2.	Largo de las larvas de <i>B. sophorae</i> y ancho de las cápsulas cefálicas por instar.....	15
Cuadro 3.	Medidas de las pupas de <i>B. sophorae</i>	29
Cuadro 4.	Tamaño y Peso de los huevos, larvas, pupas y adultos de <i>B. sophorae</i>	45

CAPITULO II

		Pág.
Cuadro 1	Temperatura y humedad relativa promedios en el laboratorio durante los diferentes estados de desarrollo de <i>B. sophorae</i>	55
Cuadro 2	Duración y viabilidad de la fase de huevo de <i>B. sophorae</i>	61
Cuadro 3	Relación entre los instares y ancho máximo promedio (mm) de la cabeza de larvas de <i>Brassolis sophorae</i> criadas en condiciones de laboratorio.....	65
Cuadro 4	Número de larvas por refugio o “nido” construido por <i>B. sophorae</i> , encontrado en los muestreos de campo.....	67
Cuadro 5	Categorías por rango de frecuencias del número de larvas por refugio o “nido” construido por <i>B. sophorae</i> , encontrado en los muestreos de campo.....	68
Cuadro 6	Frecuencia de categorías por rango de alturas seleccionadas por <i>B. sophorae</i> para pupar en condiciones de campo.....	76
Cuadro 7	Fecundidad potencial y fertilidad de <i>B. sophorae</i> en condiciones de laboratorio.....	78
Cuadro 8	Ciclo de vida de en condiciones de laboratorio.....	79
Cuadro 9	Parasitoides de <i>B. sophorae</i> encontrados en el área metropolitana de Caracas.....	84

CAPITULO III

	Pág.
Cuadro 1. Coordenadas geográficas de los puntos del muestreo...	104
Cuadro 2. Categorías de daños propuestas por Stauffer <i>et al.</i> (1993) y codificación propuesta en este estudio.....	106
Cuadro 3. Especies de Plantas Hospederas de <i>B. sophorae</i> encontradas en la ciudad de Caracas durante el muestreo del mes de marzo 2006.....	111
Cuadro 4. Localidades muestreadas en el Distrito Metropolitano especificando el número de palmas, y su densidad en cien metros cuadrados.....	
Cuadro 5. Densidad de palmas en cada una de las once localidades muestreadas durante los meses mayo 2006 hasta abril 2007.....	131

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

		Pág.
Figura 1.	Huevo de <i>Brassolis sophorae</i>	12
Figura 2.	Masa de huevos de <i>Brassolis sophorae</i>	12
Figura 3.	Detalle de la Glándula cervical de <i>Brassolis sophorae</i> .	14
Figura 4.	Correlación de largo de las larvas de <i>B. sophorae</i> con los Instares.....	16
Figura 5.	Larva del último instar de <i>B. sophorae</i>	17
Figura 6.	Cápsula cefálica de <i>B. sophorae</i> . Vista frontal.....	19
Figura 7.	Cápsula cefálica de <i>B. sophorae</i> . Vista lateral.....	20
Figura 8.	Cápsula cefálica de <i>B. sophorae</i> . Vista ventral.....	21
Figura 9.	Detalle de las Mandíbulas de <i>B. sophorae</i>	22
Figura 10.	Detalle de las patas meso torácicas de <i>B. sophorae</i> ...	23
Figura 11.	Detalles de las propatas de <i>B. sophorae</i>	24
Figura 12.	Quetotaxia de la cabeza de <i>B. sophorae</i>	25
Figura 13.	Mapa setal del tórax y el abdomen de <i>B. sophorae</i>	27
Figura 14.	Forma y coloración de la pupas de <i>B. sophorae</i>	29
Figura 15	Diferencias entre las pupas hebras y machos de <i>B. sophorae</i>	30
Figura 16.	Morfología de pupa de <i>B. sophorae</i>	31
Figura 17.	Vista anterior de la cabeza de adultos de <i>B. sophorae</i> ...	33
Figura 18.	Vista ventral de la cabeza de adultos de <i>B. sophorae</i>	34
Figura 19.	Diferencias entre el aparato bucal <i>B. sophorae</i> y el de <i>O. cassina</i>	36
Figura 20.	Propleura de adultos de <i>B. sophorae</i>	37
Figura 21.	Vista dorsal del Tórax adultos de <i>B. sophorae</i>	39
Figura 22.	Vista ventral del Tórax adultos de <i>B. sophorae</i>	40
Figura 23.	Pleura del Tórax adultos de <i>B. sophorae</i> . Fotografía ...	41

	Pág.	
Figura 24.	Pleura del Tórax adultos de <i>B. sophorae</i> . Dibujo	
	Esquemático.....	42
Figura 25.	Abdomen de la hembra (A) y el macho (B) de adultos de <i>B. sophorae</i>	44
CAPÍTULO II		Pág.
Figura 1	A. Jaula de Cópula “tipo 1”. Foto de la jaula; B. Esquema.....	54
Figura 2.	A. envase de cría; B. jaula con hojas de palma.....	56
Figura 3.	Jaula de cría “tipo 2” vista completa.....	57
Figura 4.	Relación entre el número de huevos y la duración en días de <i>B. sophorae</i>	62
Figura 5.	Huevos de <i>B. sophorae</i> recién eclosionados.....	62
Figura 6.	Distribución de frecuencia del ancho máximo de la cápsula cefálica (mm) de larvas de <i>Brassolis sophorae</i> ..	65
Figura 7.	Relación entre el número de instares larvales y el ancho máximo de la cápsula cefálica (mm) de larvas de <i>Brassolis sophorae</i>	66
Figura 8.	A Nido de <i>B. sophorae</i> en condiciones naturales; B. Nido abierto con larvas del último instar.....	70
Figura 9.	Larvas recién eclosionadas en su comportamiento de agregación larval.....	70
Figura 10.	Refugio construido por las larvas en el laboratorio.....	71
Figura 11.	Modelo de forrajeo en sitio central (Fitzgerald, 1988).....	72
Figura 12.	Forrajeo cooperativo en larvas de <i>B. sophorae</i>	72
Figura 13.	Relación del consumo de hojas de Chaguaramo (<i>Roystonea oleraceae</i>) en gramos por instar larval de <i>B. sophorae</i> en condiciones de laboratorio, equivalente a una larva.....	73
Figura 14	Lugares donde puede pupar <i>B. sophorae</i> en condiciones de campo.....	74
Figura 15	Prepupa de <i>B. sophorae</i>	75
Figura 16	Selección de alturas para pupar en <i>B. sophorae</i> en condiciones de campo.....	76
Figura 17	Curva de supervivencia de <i>B. sophorae</i>	80

Figura 18	Parasitoides de huevos de <i>B. sophorae</i>	81
Figura 19	<i>Conura</i> sp.....	82
Figura 20	<i>Winthemia</i> sp.....	83
Figura 21	<i>Polistes</i> sp. Depredador de larvas de <i>B. sophorae</i>	86
Figura 22	<i>Quiscalus lugubris</i> , depredador de pupas de <i>B. sophorae</i>	87
Figura 23	<i>Milvago chimachima</i> , depredador de larvas de <i>B. sophorae</i>	88

CAPITULO III

Figura 1	Área de estudio.....	99
Figura 2	Clima diagrama de la Estación Observatorio Cajigal Caracas desde 1891 hasta el 2006.....	101
Figura 3	Mapa con localidades de muestreo seleccionadas.....	105
Figura 4	Esquema del procedimiento para medir la altura de las palma.....	107
Figura 5	Esquema de la subdivisión de las áreas de la palma para el muestreo.....	109
Figura 6	Ubicación de los refugios realizados por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos (<i>R. oleracea</i>).....	113
Figura 7	Localización de la hoja bandera en Chaguaramo (<i>R. oleracea</i>).....	114
Figura 8	Descripción del daño ligero, moderado y severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos (<i>R. oleracea</i>) de la ciudad de Caracas.....	115
Figura 9	Descripción del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos (<i>R. oleracea</i>) de la ciudad de Caracas.....	116
Figura 10	Daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> en <i>Dypsis lutescens</i> , <i>Roystonea regia</i> y <i>Washingtonia</i> sp.....	117
Figura 11	Porcentaje de palmas sin daño (0); daño ligero (1); daño moderado (2); daño severo (3) en las once localidades muestreadas durante los meses mayo 2006 hasta abril 2007.....	120
Figura 12.	Tipo de daño (porcentaje) producido por las larvas de <i>B. sophorae</i> a las diferentes especies de palmas, según el tipo de daño producido por las larvas de <i>B. sophorae</i> en el mes de marzo 2006.....	122
Figura 13	Residuales Estandarizados para las especies de palmas según el tipo de daño producido por las larvas de <i>B. sophorae</i> en el mes de marzo 2006.....	123

Figura 14	Porcentaje del tipo de daño producido por las larvas de <i>B. sophorae</i> vs. Intervalo de altura (metros) de las palmas durante el mes de marzo 2006.....	125
Figura 15.	Residuales estandarizados del tipo de daño producido por las larvas de <i>B. sophorae</i> vs. Intervalo de altura de las palmas durante el mes de marzo 2006.....	126
Figura 16.	Residuales estandarizados del tipo de daño (sin daño (0); daño ligero (1); daño moderado (2); daño severo (3)) producido por las larvas de <i>B. sophorae</i> en las palmas menores de tres metros de altura entre mayo del 2006 hasta abril 2007.....	127
Figura 17.	Residuales estandarizados del tipo de daño (sin daño (0); daño ligero (1); daño moderado (2); daño severo (3)) producido por las larvas de <i>B. sophorae</i> en las palmas tres y quince metros de altura entre los meses mayo del 2006 hasta 2007.....	128
Figura 18.	Residuales estandarizados del tipo de daño (sin daño (0); daño ligero (1); daño moderado (2); daño severo (3) producido por las larvas de <i>B. sophorae</i> en las palmas mayores a quince metros de altura entre mayo del 2006 hasta abril 2007.....	129
Figura 19.	Densidad de palmas en cada una de las once localidades muestreadas durante los meses mayo 2006 hasta abril 2007.....	132
Figura 20.	Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de mayo del 2006.....	134
Figura 21.	Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de junio del 2006.....	134
Figura 22.	Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de julio del 2006.....	135
Figura 23.	Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes septiembre del 2006.....	136
Figura 24.	Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de octubre del 2006.....	136

Figura 25.	Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de noviembre del 2006.....	137
Figura 26.	Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de diciembre del 2006.....	137
Figura 27	Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de Enero del 2007.....	138
Figura 28	Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de febrero del 2007.....	138
Figura 29	Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de marzo del 2007.....	139
Figura 30	Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de abril del 2007.....	139
Figura 31	Superficie de distribución del daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante los meses mayo del 2006 hasta 2007.....	141
Figura 32	Relación del promedio de porcentaje anual de daño severo ocasionado por <i>B. sophorae</i> a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante los meses de mayo del 2006 hasta abril 2007 con el número de nidos promedio anual en cada localidad.....	144
Figura 33	Residuales estandarizados de la ubicación de los nidos de <i>B. sophorae</i> en las áreas del follaje de la palma (A,B,C) según las localidades muestreadas durante los meses mayo del 2006 hasta abril 2007.....	145

RESUMEN

Brassolis sophorae o llamado coloquialmente “el gusano de la palma” es una especie de Lepidoptero considerada plaga de plantaciones de palmas comerciales y ornamentales. En la ciudad de Caracas las larvas de *B. sophorae* causan un daño estético a las palmas de la ciudad consumiendo completamente la lámina foliar de las hojas, dejando solamente la nervadura central de las pinnas. Las larvas viven de manera gregaria dentro de una bolsa de seda muy resistente, construida entre las pinnas de una o más hojas; estas larvas y sus estragos generan alarma en la población, lo que trae como consecuencia tomar medidas de control que a la larga no son efectivas, o se toman medidas drásticas tales como la eliminación de palmas con más de 50 años de vida.

En este trabajo se realizó la Bioecología de *B. sophorae* en la ciudad de Caracas con el fin de conocer datos de su morfología, biología, ciclo de vida, comportamiento y aspectos ecológicos; que generen respuestas a la cantidad de interrogantes que surgen debido a la problemática provocada por la plaga y en el futuro elaborar un adecuado programa de manejo para la especie en la ciudad de Caracas.

Se describió la morfología externa del huevo, larva, pupa y adulto de *B. sophorae* usando la interpretación de ilustraciones y fotografías de cada una de las fases del insecto. Se describió la morfología externa del aparato bucal de los adultos de *B. sophorae*, uno de los hallazgos fue, que las galeas en *B. sophorae* no se observan juntas ni yuxtapuestas, condición que es evidente para la ausencia de la alimentación en esta fase; morfológicamente se pudo verificar que *B. sophorae* no posee un aparato bucal funcional por ende los adultos no se alimentan.

Se determinó la duración de cada una de las fases del ciclo de vida de *B. sophorae* y describir aspectos de su biología y comportamiento. Se obtuvo que los huevos tienen un periodo de incubación de 27,6 días; la fase larval 120,6 días pasando por siete instares; la pupa 14,7 días y los adultos 9,6 días en condiciones de laboratorio. Las larvas presentaron un comportamiento de forrajeo cooperativo, ingiriendo la mayor cantidad de alimento en el sexto instar. La fecundidad potencial fue de 298,166 huevos y la fertilidad fue de 126,214 larvas. La curva de supervivencia es tipo I.

Se identificaron los enemigos naturales de *B. sophorae* en Caracas, encontrando *Telenomus* sp; *Conura* sp y *Winthemia pinguis* como enemigos naturales del tipo parasitoides y *Quiscalus lugubris* y *Milvago chimachima* enemigos naturales depredadores vertebrados y un invertebrado *Polistes* sp. Se muestrearon durante un año, 11 localidades representativas de la ciudad y se identificaron las plantas hospederas de *B. sophorae*, encontrando que la especie de palma frecuentemente más atacada es el chaguaramo

venezolano o palma real (*Roystonea oleracea*); seguida de la palma fruto de oro también llamada areca o palmita de jardín (*Dypsis lutescens*).

B. sophorae tiene cierta afinidad por la especie *R. oleracea* como hospedero primario y en momentos en que este recurso escasea, se observó que el insecto tiende a elegir las especies *D. lutescens* o *A. aculeata*. Además, *B. sophorae* elige de forma casual a las plantas entre 3 a 15 metros y presenta una alta predilección por plantas mayores a 15 metros. El daño que *B. sophorae* produce a las palmas puede estar influenciado por la densidad de las palmas en la ciudad, explicado por el modelo de "dilución del recurso".

Finalmente, se determinó la distribución espacial y temporal del daño ocasionado por *B. sophorae* y de los refugios o "nidos" que construyen. La primera generación anual comienza entre los meses enero y febrero observándose un descenso en el daño ligero y un incremento en el porcentaje de palmas con daño moderado en marzo y para abril el porcentaje desciende, incrementándose en mayo el daño severo, presentando su valor máximo para esta generación. Para finales del mes de julio y principio de agosto arranca la segunda generación de larvas, el daño ligero es evidente y comienza a ascender. En localidades donde el daño severo se presentó mayor a un 40% el número de nidos fue mayor a 50; considerándose este un valor alto sobre todo para la localidad de El Silencio, que se comportó como la localidad que durante todo el año presentó daño severo y el número de nidos superó los 100. Los "nidos" o refugios de *B. sophorae* se consideran una medida poblacional, y representa parámetro importante a la hora de realizar un manejo de plaga; ya que al conocer el número de nidos activos que posee una palma se podría tener una idea del número de larvas que están consumiendo la palma en determinado tiempo.

ABSTRACT

Brassolis sophorae or colloquially called "palm worm" is considered a species of lepidopteran pests of commercial plantations and ornamental palms. In Caracas larvae of *B. sophorae* cause cosmetic damage to the palms of the city completely consuming the leaf of the leaves, leaving only the midrib of the pinnae. The larvae live in a herd within a very durable silk bag, built between the pinnae of one or more sheets, these larvae and its ravages generate alarm in the population, which results in control measures that eventually no are effective, or take drastic measures such as removing palms over 50 years.

In this paper, the Bioecology of *B. sophorae* Caracas in order to release information about their morphology, biology, life cycle, behavior and ecological aspects; generating answers to the many questions that arise due to the problems caused by the plague and in the future develop an adequate management program for the species in the city of Caracas.

He described the external morphology of the egg, larva, pupa and adult of *B. sophorae* using the interpretation of illustrations and photographs of each of the stages of the insect. He described the external morphology of the adult mouthparts of *B. sophorae*, one of the findings was that the galeas in *B. sophorae* not seen together or juxtaposed, a condition that is evident to the lack of food in this phase, it was observed that morphologically *B. sophorae* has no functional mouthparts therefore adults do not feed.

We determined the duration of each phase of the life cycle of *B. sophorae* and describe aspects of their biology and behavior. It was found that eggs have an incubation period of 27.6 days 120.6 days larval stage seven through instars, pupal and adult 14.7 days 9.6 days under laboratory conditions. The larvae showed a cooperative foraging behavior, eating as much food in the sixth instar. The fertility potential was of 298.166 eggs and larvae fertility was 126.214. The survival curve is type I.

We identified the natural enemies of *B. sophorae* in Caracas, finding *Telenomus* sp; *Conura* sp and *Winthemia pinguis* natural, enemies such as parasitoids and *Quiscalus lugubris* and *Milvago chimachima* natural enemies and an invertebrate vertebrate predators *Polistes* sp.

Were sampled for a year, representing 11 locations in the city and identified host plants of *B. sophorae*, finding that the species most frequently attacked palm is the Venezuelan Chaguaramo or royal palm (*Roystonea oleracea*), followed by the golden palm fruit also called areca garden or palmita (*Dyopsis lutescens*).

B. sophorae has some affinity for the species *R. oleracea* as primary host and at a time when the resource is scarce, it was observed that the insect

species tend to pick *D. lutescens* or *Acrocomia aculeata*. Additionally, *B. sophorae* casually chosen to plants between 3 to 15 meters and has a high predilection for plants larger than 15 meters. The damage *B. sophorae* palms produced can be influenced by the density of the trees in the city, explained by the model of "resource dilution".

Finally, we investigated the spatial and temporal distribution of the damage caused by *B. sophorae* and shelters or "nests" they build. The first annual generation begins between January and February observed a decrease in light damage and an increase in the percentage of palms with moderate damage in March and April, the percentage drops, increasing severe damage in May, presenting its maximum value for this generation. By the end of July and beginning of August starts the second generation larvae, slight damage is evident and begins to rise. In localities where severe damage was greater than 40% the number of nests was higher at 50, considered this a high value especially for the town of El Silencio, which acted as the town throughout the year which showed severe damage and the number of nests exceeded 100. The "nest" or shelters *B. sophorae* considered a measure population, and represents important parameter when performing pest management, and that knowing the number of active nests having a palm could get an idea of the number of larvae that are consuming the palm in particular time.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Los estudios bioecológicos conducen a investigar aspectos biológicos y ecológicos de las especies para determinar las interrelaciones entre estos organismos y su ambiente. Así, el estudio de las poblaciones de una determinada especie de insecto que ocasione un perjuicio al ser humano, permite comprender que éstas poseen un cúmulo de características que las definen; y que las expresiones de las mismas, son el resultado de las interacciones con poblaciones de otras especies y con los componentes no vivientes del ambiente; esto resulta de gran importancia, a la hora de decidir intervenir con el fin de disminuir dichas poblaciones en número o en su capacidad de daño (Clavijo 1993).

En la ciudad de Caracas existen áreas verdes que proporcionan un conjunto de beneficios para el medio ambiente y la sociedad. En esas áreas destacan las palmas, que brindan sombra y refrescar el aire, producen oxígeno, regulan la humedad ambiental, disminuyen ruidos, atenúan los vientos, retienen partículas sólidas (hollín y polvo), embellecen las vías de tránsito y viviendas, moderaran el escurrimiento superficial, recrean e invitan al descanso y mejoran la calidad a quienes viven en las urbes.

En algunas regiones del trópico, las distintas partes de las palmas, se explotan para obtener diferentes productos alimenticios, bebidas, material básico, herramientas y utensilios que asumen una posición central en la vida de los pueblos. Igualmente los frutos de muchas especies de palmas Oleaginosas, de las cuales se extraen aceites, son de gran importancia comercial. Además de los usos anteriormente mencionados las palmas son una de las plantas más usadas en jardines en muchas ciudades venezolanas. Braun (1996) señala que especialmente el chaguaramo, constituye un motivo decorativo común en obras públicas, parques, avenidas y viviendas particulares. Por tal motivo, el mismo

autor establece, que algunos sectores de Caracas parecen un jardín, en el cual las palmas, y de modo particular el chaguaramo, junto con representantes de otros géneros y especies nativas y foráneas, ocupan el lugar más destacado.

Las hojas, los tallos y frutos de las palmas son usados por una variedad de insectos, causando muchas veces, daños irremediables. Entre estos insectos, se encuentra *Brassolis sophorae* perteneciente a la Subfamilia Brassolinae de la Familia Nymphalidae. La especie posee una amplia distribución geográfica, se encuentra en los países tropicales de América del Sur como lo son: Guayana, Colombia, Trinidad, Bolivia, Ecuador, Perú, Argentina, Paraguay, Venezuela y Brasil (Mariconi 1952, Stichel 1932, Howard *et al.* 2001).

Esta conspicua mariposa aparentemente fue bien conocida en los tiempos de la colonia. En 1705 Maria Sybilla Merian publicó figuras de la larva y de los adultos con notas de campo en un libro de insectos de Surinam, luego en 1758 Linnaeus describe este Brassolido, colocándolo como género *Papilio*; luego en 1807 Fabricius, cambia el nombre del género a *Brassolis* el cual se mantiene en la actualidad. Stichel en 1932 divide la especie típica en cuatro sub especies: *B. sophorae sophorae* distribuida en Guayana, Venezuela, Trinidad y Brasil y *B. sophorae vulpeculus* para Paraguay y Argentina ; *B. sophorae lurida* solamente en Colombia y *B. sophorae philomela* solamente en Ecuador.

B. sophorae no fue definida como una plaga hasta el año 1800 cuando estalló como plaga por primera vez atacando las palmas; ya para 1915 Cleare L. menciona a *B. sophorae* como una plaga del coco en Guayana Inglesa. Desde entonces, esta especie se ha convertido en una plaga importante del coco, y se ha extendido a la palma aceitera Africana y a través del Sur de América.

B. sophorae ha causado serios problemas en las poblaciones de palmas de varios países, incluyendo Venezuela (Cleare 1915; Bastos 1967; Yépez *et al.* 1985; Stauffer *et al.*, 1993 y Ruszczyk 1996). En Venezuela se han reportado varios ataques del *B. sophorae*, tal como fue señalado por primera vez por Yépez *et al.* (1985); describen, que las larvas de *B. sophorae* consumen completamente la lámina foliar dejando solamente la nervadura central de las pinnas. Las larvas viven de manera gregaria dentro de una bolsa de seda muy resistente, construida entre las pinnas de una o más hojas. Las larvas durante el día permanecen dentro de la bolsa y en la noche salen a comer caminando en una larga fila continua, una detrás de la otra, coincidiendo con lo señalado por Lever (1970).

Stauffer *et al.* (1993), realizaron, en el Parque del Este “Romulo Betancourt” ahora llamado “Francisco de Miranda” de la ciudad de Caracas, un estudio entre los meses de mayo-agosto de 1992, encontrando severos ataques por *B. sophorae* en más del 50% de cada una de las siguientes especies de palmas: *Acrocomia aculeata*, *A. alexandrae*, *Bactris major*, *D. lutescens* y *R. venezuelana*. Determinaron además, que las larvas atacan con mayor intensidad las especies de palmas autóctonas (5 especies) que a las exóticas (15 especies). El daño producido por *B. sophorae* se concentra en los folíolos de las hojas, preferiblemente en los que se encuentran totalmente expandidos. Así mismo, encontraron que en todos los casos observados, las inflorescencias, infrutescencias, tallos, vainas y pecíolos de las hojas, siempre permanecieron completamente intactos.

Varios argumentos se han manejado en la prensa (Barrios, 1992; Vegas, 1993; Mendoza, 1995) acerca de las posibles razones que explicarían las altas poblaciones de esta especie. Todas coinciden en que la proliferación del gusano de la palma puede ser producto de un desequilibrio ecológico originado por la disminución de los enemigos naturales (tanto vertebrados como invertebrados), a

raíz de las fumigaciones para el control del dengue, sin embargo no existe ningún estudio que lo señale.

Ruszczuk (1996), realizó un estudio en 55 sitios urbanos en áreas de Campinas en Sao Paulo, Brasil. Este estudio determinó los sitios urbanos de preferencia de *B. sophorae* para pupar y señaló un modelo espacial de mortalidad para pupas. Relacionó la mortalidad con el sitio donde se encontraban las pupas, área ocupada por los edificios y las casas, la cubierta vegetal y otras variables urbanas. Encontró, que los lugares expuestos que usa la especie para pupar (como muros exteriores) tenían poco éxito en la eclosión, en cambio los sitios oscuros y refugiados como los garajes, buzones, entre otros, eran más exitosos. La explicación dada a este fenómeno se basó en que, estos lugares actuaban como refugios parciales contra parasitoides; además, los niveles de mortalidad fueron altos en regiones de la ciudad con cubierta vegetal alta, donde se supone que existe también una mayor exposición a parásitos y otros enemigos naturales. Otra explicación que sugiere el autor a la gran abundancia de la mariposa, es que en zonas urbanas (avenidas, calles, jardines entre otros) existe mayor abundancia de monocultivos de palmas que en hábitat naturales, suministrando una mayor disponibilidad de alimento a la larva.

El aumento del número de plantas hospederas, lo que por ejemplo ocurre con la siembra de palmas ornamentales en Caracas, incrementa los posibles recursos alimentarios para las larvas de *B. sophorae*. Esta especie es olígofaga en la Familia de las Arecaceae, por lo que se hace necesario identificar las plantas hospederas mas frecuentes de *B. sophorae*. Frankie (1978) examina varias interrelaciones entre los insectos, el recurso, y el hombre en ambientes urbanos. Estos trabajos señalan que históricamente, la urbanización fue precedida por una destrucción general de la vegetación nativa; la vegetación restante resulta alterada sustancialmente por nuevas plantas, ocasionando un desequilibrio ecológico que

afecta a los insectos locales. De esta manera se introducen nuevos recursos (nuevas especies de plantas o variedades) y logra la subsiguiente explotación por parte del insecto.

La trascendencia del trabajo que se propone, radica en que aportará información básica necesaria para clarificar algunas interrogantes, que han surgido al observar particularmente que *B. sophorae* en la ciudad de Caracas alcanza altas poblaciones, comparada con las de hábitat naturales; de tal manera, provoca daño estético a las palmas que forman parte muy importante del paisaje urbano y causa temor entre las personas. Así, comprendiendo aspectos biológicos y ecológicos de la plaga, será posible utilizar los resultados de este estudio, en el diseño de un programa adecuado para el manejo de las poblaciones de *B. sophorae* en Caracas. A continuación se plantean los objetivos de la investigación:

Objetivos Generales:

1. Describir la Morfología de *Brassolis sophorae*.
2. Describir la Biología de *Brassolis sophorae* en la ciudad de Caracas.
3. Determinar daño causado por *Brassolis sophorae* en sus plantas hospederas de La ciudad de Caracas.

Objetivos Específicos:

1. Describir la morfología externa del huevo, larva, pupa y adulto de *B. sophorae*.
2. Describir la morfología externa del aparato bucal de los adultos de *B. sophorae* y compararla con una especie del género *Opsiphanes*.
3. Determinar la duración de cada una de las fases del ciclo de vida de *B. sophorae* y describir aspectos de su biología y comportamiento.
4. Identificar los enemigos naturales de *B. sophorae* en Caracas.
5. Identificar las plantas hospederas de *B. sophorae* en zonas de Caracas.
6. Describir el daño ocasionado por *B. sophorae* a las palmas y su variación durante todo el año.
7. Relacionar el daño descrito con las variables: especies de plantas hospederas, altura de las plantas hospederas y densidad de las palmas.
8. Determinar la distribución espacial y temporal del daño ocasionado por *B. sophorae* y de los refugios o “nidos” que construyen.

CAPITULO I

MORFOLOGÍA EXTERNA DE *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae: Brassolinae).

1.1 Introducción

La morfología de *B. sophorae* ha sido estudiada anteriormente por Leme A. (1962) , quien realizó un estudio descriptivo de la larva y los adultos de la especie, detallando los aspectos externos e internos a través de disecciones realizadas en solución ringer; además, estudió los diversos aparatos, y mencionó algunos aspectos de los huevos y la genitalia masculina y femenina de la especie. La morfología detallada y quetotaxia del estado inmaduro han permanecido desconocidas.

Según Lever (1970) y Leme (1962) la mariposa deposita los huevos en masas de 100 o más en los troncos de los árboles; estos huevos poseen forma de barril. Las larvas son de color rojo marrón con líneas amarillas longitudinales, alcanzando unos 80 mm de longitud en su último instar y presentan un comportamiento gregario (Lever, 1970, Genty *et al.*, 1978).

Los adultos de *B. sophorae* son grandes, de color negro chocolate, tienen entre 60 y 105 mm de envergadura y una larga zona amarillo-naranja en las alas anteriores, en las alas posteriores posee una banda amarillo-naranja que sigue más o menos el borde externo; el tórax es negro y el abdomen oscuro (Mariconi y Zamith 1954).

Para fines de este estudio se propone caracterizar la morfología externa del huevo, larva, pupa y adulto de *B. sophorae*, de manera que ésta pueda ser utilizada como información básica de la ubicación taxonómica de la especie, el reconocimiento en el campo y, posteriormente implementar un adecuado manejo de las poblaciones de *B. sophorae* en Caracas.

1.2 Materiales y Métodos

1.2.1 Material estudiado.

Con el objeto de hacer el estudio morfológico de *B. sophorae* se realizaron colectas de masas de huevos, larvas del último instar, pupas y adultos en el área metropolitana de Caracas. Estos se encontraban ubicados en los tallos y hojas de las palmas. Además, se usó parte del material resultante de las crías en el laboratorio realizadas para fines de los estudios biológicos.

1.2.2 Descripción de los huevos.

Para el estudio se usaron 50 masas de huevos de la especie en estudio, con el fin de determinar el número de huevos por masa, se procedió a contar los huevos; se separaron 30 huevos de las masas y se observaron individualmente; se realizaron mediciones de los mismos usando un microscopio estereoscópico. Se midió el ancho y el largo de los huevos; se realizaron descripciones acerca del color, forma y otras características resaltantes.

1.2.3 Descripción de la larva.

Se describieron 50 larvas de *B. sophorae* del último instar. Las larvas fueron pasadas por agua hirviendo, y posteriormente conservadas en alcohol etílico al 80%. Se realizaron mediciones del largo total de la larva y mediciones de la cápsula cefálica usando un microscopio estereoscópico.

Para esquematizar la quetotaxia de las larvas, algunas de ellas (n = 5) fueron puestas en una solución caliente de KOH 10% por 30 segundos, luego el tegumento fue removido y montado en portaobjetos con glicerina. Para confeccionar los esquemas se empleó un estero microscopio Wild equipado con cámara clara. La terminología utilizada para la quetotaxia de la larva corresponde a Stehr (1987).

1.2.4 Descripción de la pupa.

Para realizar la descripción de las pupas, se tomaron 131 individuos 69 pupas hembras y 62 machos, provenientes de las crías realizadas para la determinación del ciclo de vida. A las pupas se le midió el largo (distancia desde la cabeza al ápice del abdomen) y el ancho (entre el metatorax y el primer segmento abdominal), se pesaron en una balanza analítica y se realizó la descripción de otras características generales de las mismas. Para describir la pupa fue seguida la terminología de Scoble (1992).

1.2.5 Descripción de los adultos.

Se describieron 50 ejemplares adultos (25 de cada sexo). Se preservaron en alcohol etílico al 80%. Se realizaron cortes del tagma cefálico, torácico y abdominal de la especie según metodología propuesta por Osuna (1995) y Casagrande (1979) en algunos casos fue necesario, tratar los ejemplares con hidróxido de potasio (KOH) al 10 % en frío o en caliente por un tiempo variable, entre 5 y 10 minutos según el tamaño y el grado de esclerotización de los segmentos. Durante el proceso de digestión el material era revisado periódicamente. Luego se limpiaron los cortes con agua destilada por 5 ó 10 minutos y observados a través de la lupa estereoscópica para su posterior descripción.

1.2.6 Ilustraciones.

Todas las ilustraciones fueron realizadas con ayuda de una cámara clara instalada en un microscopio estereoscópico Wild M8. Las piezas fueron sumergidas en agua destilada o en glicerina en un recipiente con un pequeño trozo de algodón sumergido para ayudar a mantener los cortes en la posición adecuada para el dibujo. Además de las disecciones, se fotografiaron los cortes de los ejemplares de la especie en estudio, utilizando una cámara NIKON COOPLIX 5400 adaptada a una lupa LEYCA Mz 75. Se hizo énfasis en el aparato bucal, exoesqueleto torácico y genitalia de los ejemplares.

1.2.7 Comparación de la morfología del aparato bucal de adultos de *Brassolis sophorae* con el de una especie del género *Opsiphanes cassina*.

El material estudiado fue colectado en Caracas (*B. sophorae*) y Maturín (*O. cassina*). Las estructuras fueron disectadas y luego digeridas en una solución de KOH al 10%, (tanto en frío, como en caliente) para realizar observaciones del exo y endoesqueleto. Las ilustraciones se realizaron tanto con una cámara lúcida marca Wild y mediante fotos digitales tomadas con una cámara Nikon COOLPIX 5400 adaptada a una lupa estereoscópica Leica MZ7.5. Se realizaron mediciones de la espiritrompa de ambas especies.

1.3 Resultados y Discusión

1.3.1 Descripción morfológica del huevo de *Brassolis sophorae*

Los huevos de *Brassolis sophorae* (Figura 1) son redondos, con el eje vertical más largo y ligeramente aplanados en la superficie que va adherida a la hoja. El corion es liso. El ancho de los huevos es de $1,36 \pm 0,05$ mm y una altura de $1,59 \pm 0,062$ mm ($n = 30$) (ver Tabla 1). Los huevos son colocados en masa, en donde cada una de éstas puede tener de 14 a 300 huevos ($n= 50$), siendo el valor promedio $142,68 \pm 70,858$ huevos, el valor mínimo de 14 huevos, el valor medio de 68,52 y el valor máximo de 300 huevos (Cuadro 1), discrepando estos resultados con lo señalado por Menezes (1952) y Lever (1970) ya que éstos afirman que la mariposa deposita los huevos en masas de 100.

Recién puestos, los huevos, poseen una coloración rosado claro y aproximadamente después de diez días son más oscuros (Figura 2). Al llegar los

días próximos a la eclosión se tornan gris oscuro, debido a que la esclerotización de la cápsula cefálica de la larva se hace visible a través del corion.

La mariposa coloca los huevos en el envés de las hojas de palmas, como también se ha observado en paredes, aceras, troncos de las palmas y hasta sobre el suelo. Al momento de ser colocados, éstos se mantienen adheridos entre sí y a la superficie donde fueron colocados, por la secreciones propias de la hembra depositadas al momento de la oviposición.

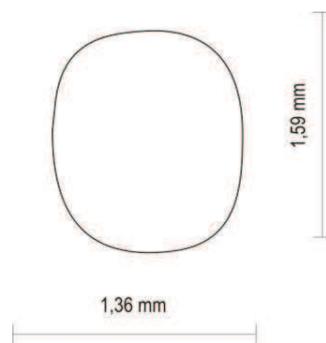


Figura. 1. Huevo de *Brassolis sophorae*

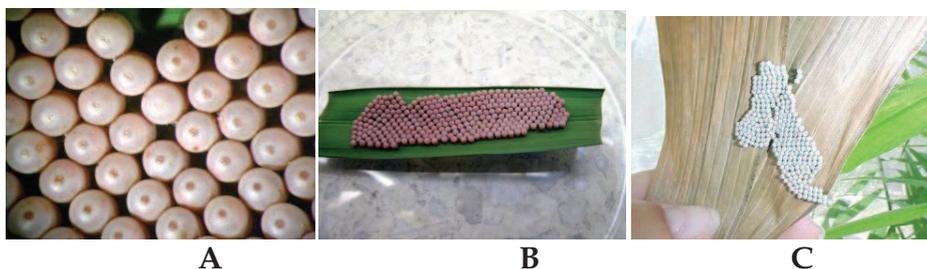


Figura. 2. Masa de huevos de *Brassolis sophorae*. A) Recién colocados, B) Días después de la postura, C) Huevos a punto de eclosionar

Cuadro 1. Número de huevos por postura (n=50) colocada por *B. sophorae*

Valor	Número de huevos por postura
Promedio	142,68
DE	70, 858
Mínimo	14,00
Medio	157
Máximo	300,00

1.3.2 Descripción morfológica de la larva de *Brassolis sophorae*.

La larva presenta una coloración castaña, con líneas longitudinales de un castaño más oscuro y otras de color crema. Es del tipo eruciforme (Figura 5), con forma cilíndrica; cabeza hipognata bien diferenciada, dura pigmentada; con seis patas torácicas bien desarrolladas y cuatro protuberancias carnosas o propatas en el abdomen y una anal.

Tiene una glándula cervical de color blanquecina que se observó evertida en larvas preservadas (Figura 3). La función de la glándula no era el fin de este estudio pero se puede comparar con los estudios anteriores de *Abananote hylonome* Doubleday, 1844 (Lepidoptera: Nymphalidae), las cuales presentaban una glándula similar, y se encontró que dicha glándula participa en la síntesis de compuestos defensivos y repelentes para las hormigas (Osborn, F. 1996). En estudios posteriores se podría corroborar si para *B. sophorae* cumple una función similar. Otra hipótesis posible es que la sustancia secretada por la glándula sirva para marcar o identificar la trilla que usa esta especie para dirigirse a los puntos de alimentación.



Figura. 3. Detalle de la Glándula cervical de *Brassolis sophorae*.

Se realizaron medidas de la longitud del cuerpo y del ancho de la cápsula cefálica de las larvas en cada uno de los instares (Tabla 2), en donde se puede observar como la larva aumenta de tamaño al pasar por cada uno de los instares (Figura 4). El primer instar es el que presenta menor tamaño con un largo de $0,881 \pm 0,207$ cm. y un ancho de la cápsula cefálica de $1,039 \pm 0,018$ mm. El mayor tamaño larval lo presentó el séptimo instar con un largo de $8,316 \pm 0,174$ cm. y un ancho de la cápsula cefálica de $5,403 \pm 0,344$ mm. Es importante señalar que las medidas presentadas en la tabla 2 corresponden a larvas criadas en el laboratorio, por lo que probablemente en su hábitat natural lleguen a tener una talla mayor.

Cuadro 2. Largo de las larvas de *B. sophorae* y ancho de las cápsulas cefálicas por instar

Instar	Longitud del cuerpo (cm) X ±DE	Ancho cápsulas cefálicas (mm) X ±DE
I	0,881 ± 0,207	1,039 ±0,018
II	1,681 ± 0,271	1,269 ±0,034
III	2,678 ± 0,419	1,737 ±0,055
IV	4,325 ± 0,422	2,368 ±0,085
V	5,966 ± 0,365	3,315 ±0,150
VI	6,65 ± 0,374	4,582 ±0,301
VII	8,316 ± 0,174	5,403 ±0,344
Prepupas	8,544 ±0,508	

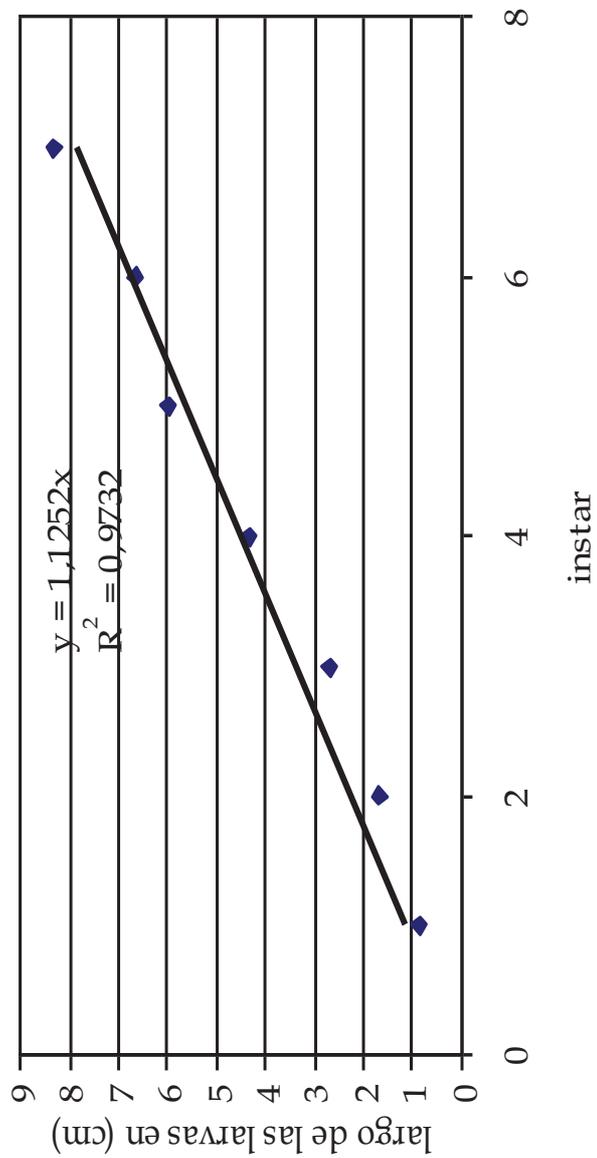


Figura 4. Correlación de largo de las larvas de *B. sophorae* con los instares

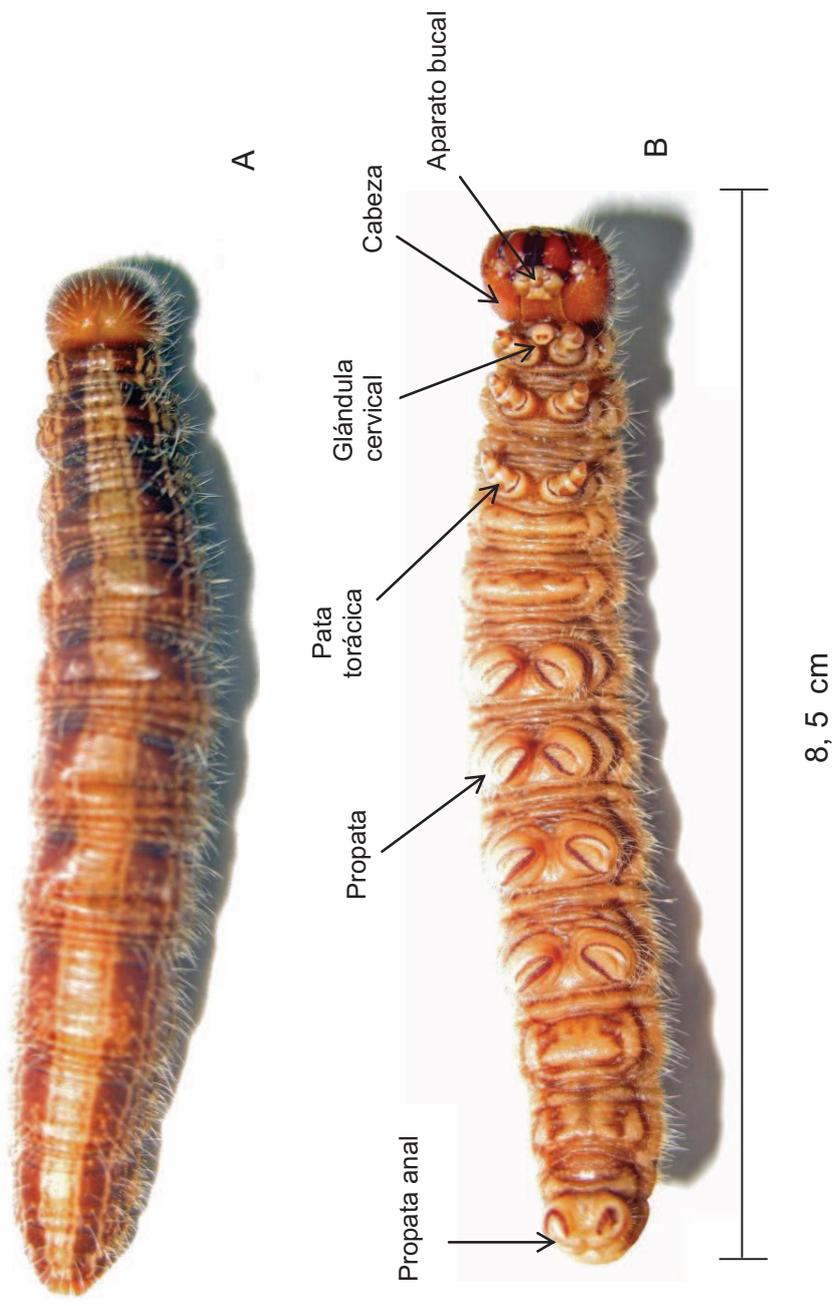


Figura 5. Larva del último instar de *B. sophorae*. A) Vista Dorsal y B) Vista Ventral.

La Cabeza de la larva de *B. sophorae* (Figura 5 y 6), es conspicua de color castaña, esclerotizada (Figura 7); en la región frontal se encuentra una sutura en forma de Y invertida. Hinton en 1947 citado por Stehr (1987) interpreta la sutura de la siguiente manera: los brazos anteriores de la sutura en forma de Y invertida, se extienden anteriormente que son representados externamente por la sutura lateral adfrontal. El tallo o sutura epicraneal (=sutura media adfrontal), hendido, se extiende dorsalmente hacia el vértice, y cuya longitud es aproximadamente 1/5 de la longitud de las suturas adfrontales. Al pasar la larva a la fase de pupa, la cápsula cefálica se divide a lo largo de la línea ecdycial sinuosa y débilmente lateral a la sutura adfrontal. Entre las suturas adfrontales se encuentra la frente y el clípeo. Sutura frontoclipeal diferenciada.

El aparato bucal es masticador, con labro, mandíbulas, maxilas, complejo hipofaringeal y labio bien diferenciados. Labro, con una hendidura ubicada medio ventralmente, (Figura 6 y 8). Mandíbulas castañas oscuras fuertemente esclerosadas (Figura 9); palpos labiales pequeños, bisegmentados, con el segmento basal notoriamente más grande que el distal; espinereite simple, elongado, subcilíndrico, situado ventralmente en el ápice del premento y en medio de los dos palpos labiales, débilmente inclinado hacia abajo (Figura 7). Las antenas son cortas, trisegmentadas, surgen del área membranosa adyacente a la base de las mandíbulas (Figura 8).

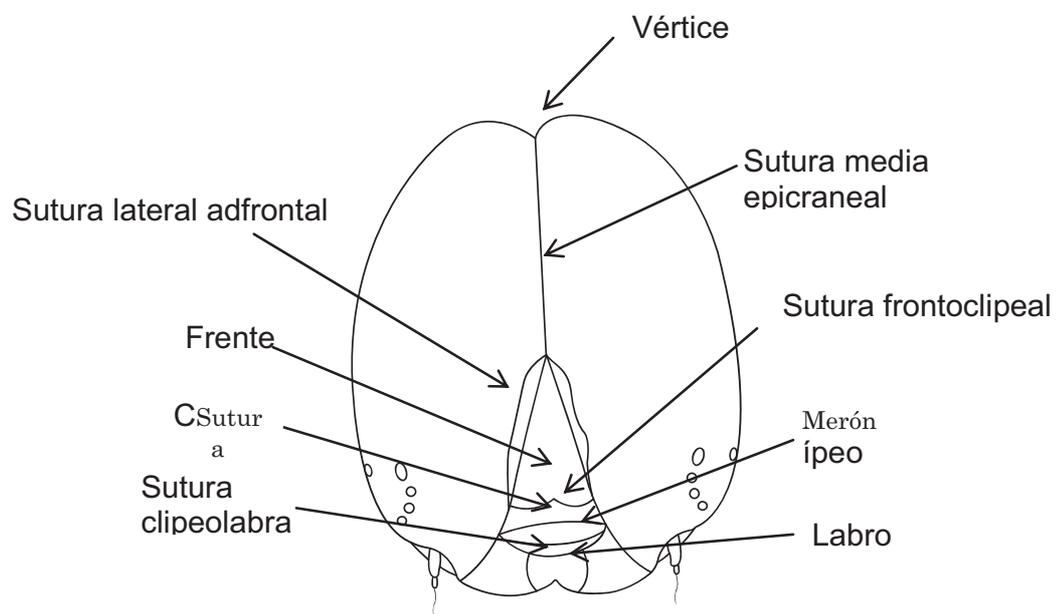


Figura 6. Cápsula cefálica de *B. sophorae*. Vista frontal

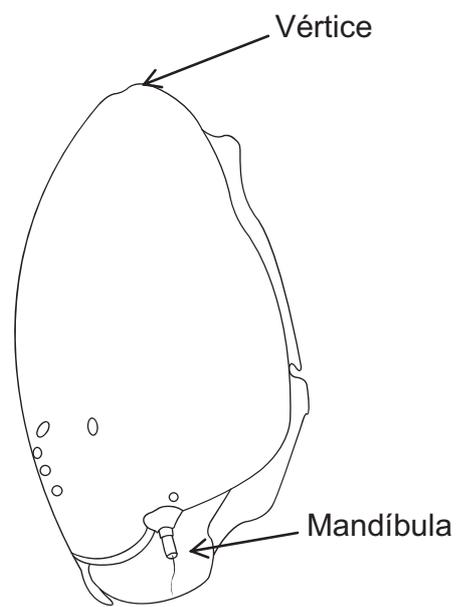


Figura 7. Cápsula cefálica de *B. sophorae*. Vista lateral

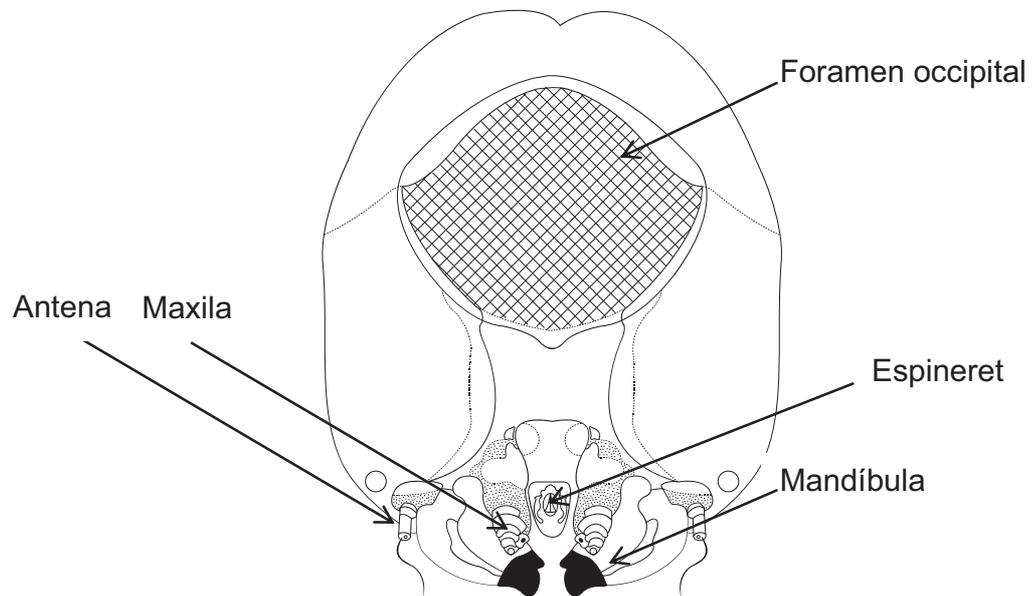


Figura 8. Cápsula cefálica de *B. sophorae*. Vista ventral

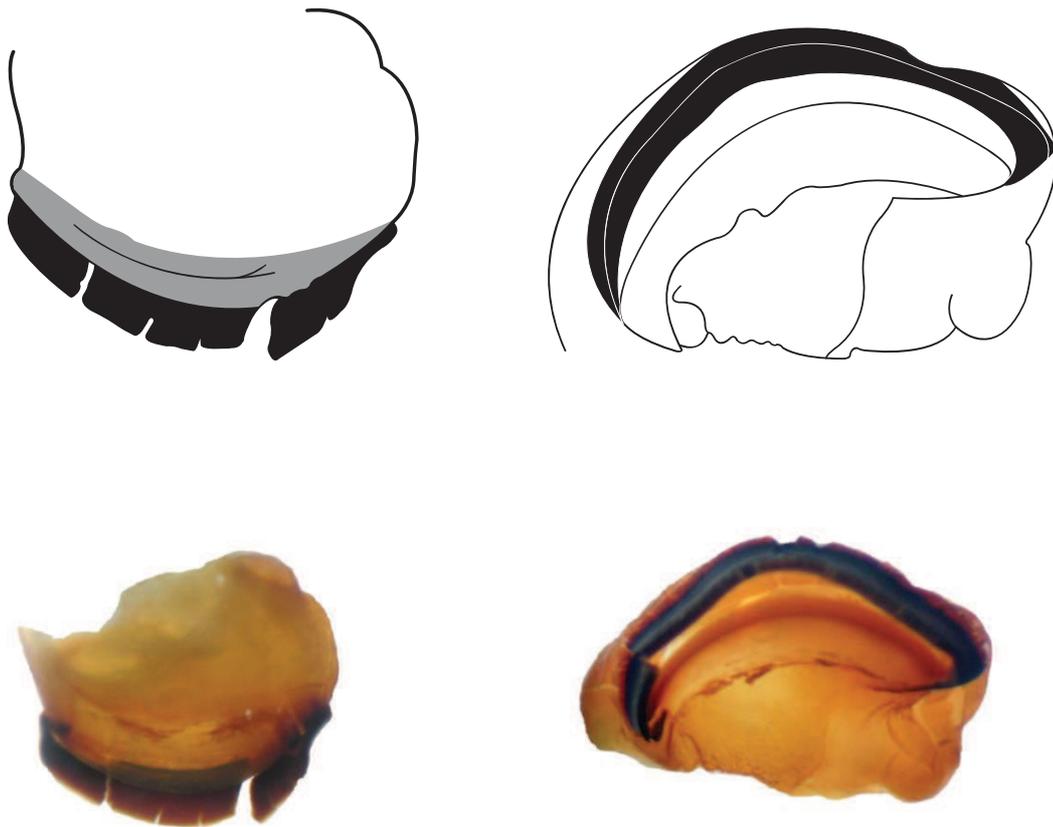


Figura 9. Detalle de las Mandíbulas de *B. sophorae*.

El tórax, cubierto uniformemente por pequeñas setas tegumentarias; protórax sin escudo dorsal definido, poco esclerosado; espiráculo presente sólo en el protórax, presenta el doble del tamaño de los espiráculos abdominales, de forma elipsoidal y posición lateral; patas torácicas bien desarrolladas, con el fémur, la tibia y el tarso elongados y notoriamente más esclerosados que la coxa y el trocánter, uña tarsal simple y curvada hacia abajo (Figura 10).



Figura 10. Detalle de las patas meso torácicas de *B. sophorae*.

El abdomen. De coloración similar al tórax, con espiráculos elipsoidales ubicados lateralmente, sobre A1-8, el de A8 de mayor tamaño que los restantes; propatas alargadas con la planta reducida a un lóbulo en el extremo distal de la base, se encuentran sobre los segmentos A3-6 y A10;

crochets de A3-6 dispuestos en penelipse mesial triordinal, crochets de A10 en penelipse lateral triordinal escudo anal de A-10 bien diferenciado, de color beige oscuro; setas tegumentarias similar a las del tórax (Figura 11).

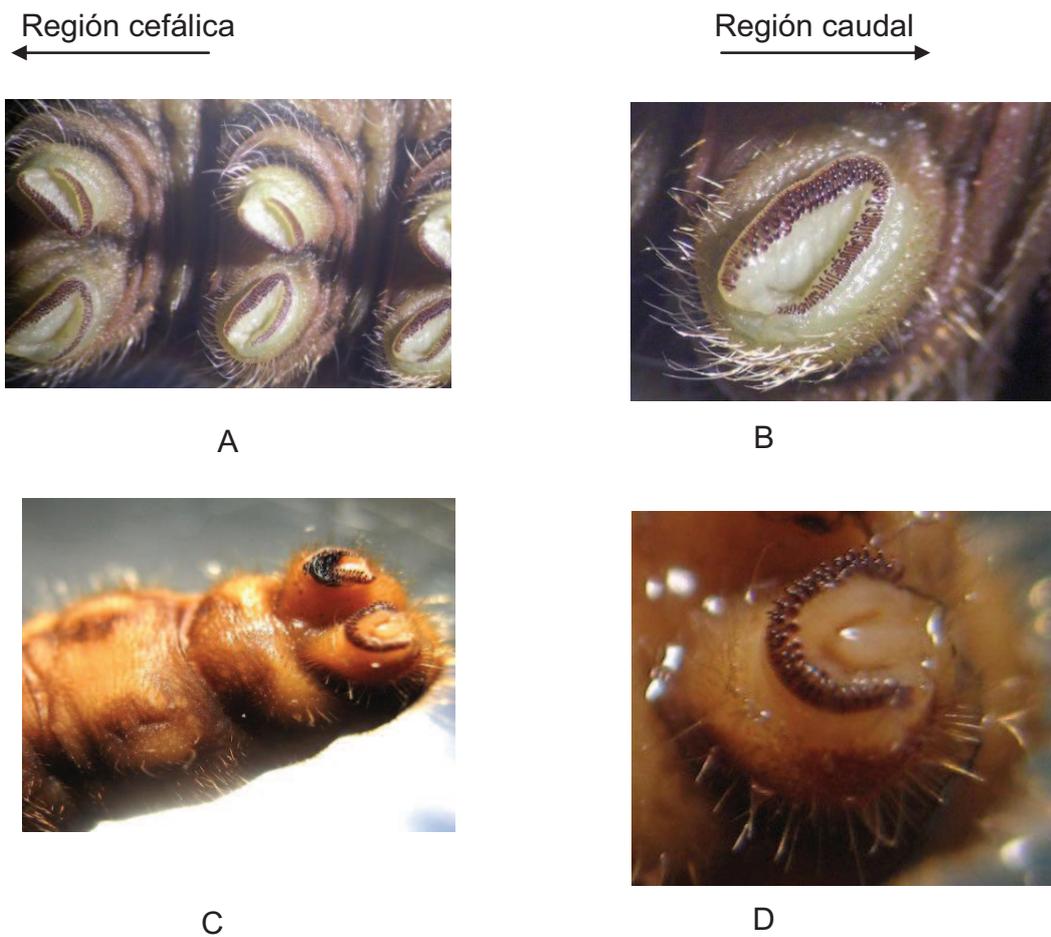


Figura 11. Detalles de las propatas de *B. sophorae*. A) Propatas abdominales de *B. sophorae*; B) Detalle de los crochet; C) Propatas segmento A10; D) Detalle de los crochet segmento A10.

Quetotaxia de la larva del último instar. La Cabeza (Figura 12) posee seis estemas subcirculares de posición latero anterior; el estemata-1 se encuentra separado de los estematas 2-3-4 y 5; estemata-6 desplazado hacia el área ventral de la cápsula cefálica, muy cerca de la antena, los restantes (estematas 2-3-4 y 5) se disponen en semicírculo; seta S1 inmediatamente posterior al estema-4; seta S2 posteroventral al estema-1; seta S3 antero dorsal a estema-6; seta SS1 ubicada en el vértice ventral de la cápsula cefálica; seta SS2 posterior a estema-5; seta SS3 posterior a SS2 y a igual distancia de S3.

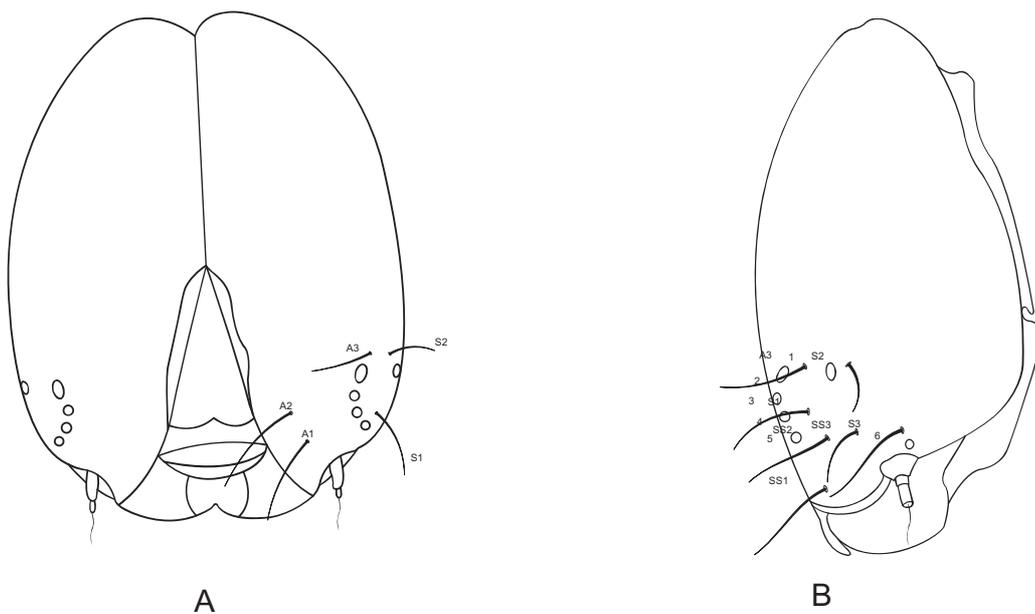


Figura 12. Quetotaxia de la cabeza de *B. sophorae*. A) Vista frontal cápsula cefálica con detalle de las setas; B) Vista lateral cápsula cefálica con detalle de las setas.

El protórax, T1 (Figura 13- A), no se observa escudo; el grupo XD se encuentra en el margen anterior de T1. XD2 está por debajo de XD1. Las dos setas D están presentes cerca de la línea media dorsal de todo el segmento D1 es más larga que D2. Las setas SD son dos, SD1 está muy desarrollada, se encuentra debajo y lateral al XD2 y anterior a SD2 la cual es menos desarrollada y se encuentra debajo de D2. El grupo L es trisetoso, anterior al espiráculo. L1 está entre L2 y L3 y L2 está anterior a L1 y L3 se localiza detrás a L1 y cerca del espiráculo. El grupo SV es bisetoso se encuentra por encima de la coxa; la seta siguiente es la V.

En el mesotórax y metatórax (Figura 13-B), D1 está sobre D2; se observa la presencia de dos setas SD, SD1 está debajo de SD2 y D1. El grupo L es trisetoso, L2 está ubicada en el medio del segmento, L3 localizada caudo dorsalmente a L1 y L2 está anteroventral a L1. L1 y L2 se encuentran cercanas y L3 se observa sola.

En los segmentos A1, 2, 7 y 8 (Figura 13-C); D1 se localiza anterior a D2. SD1 es larga y está sobre el espiráculo y SD2 es más pequeño y está anterior dorsal al espiráculo. L1 y L2 están muy cerca del espiráculo y casi juntas; L3 es más larga que las anteriores, se localiza en posición caudo ventral y más lejos del espiráculo que L1 y L2. SV2 debajo de L2, V1 se encuentra en el área mesoventral. A3, 4, 5 y 6 poseen una disposición similares a A1. A9 carece de espiráculo, D2 sobre D1, SD2 está ausente y SD1 localizada D1

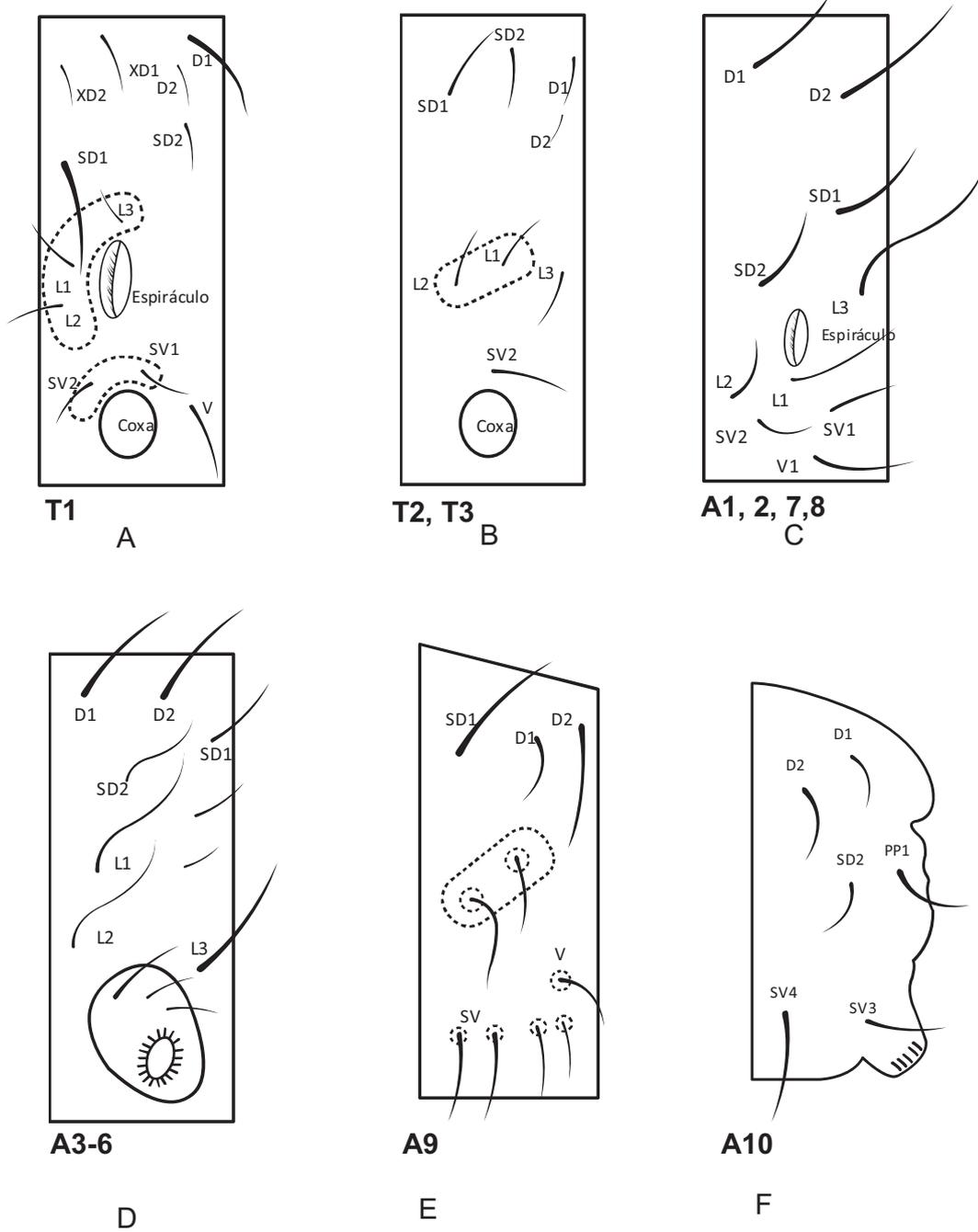


Figura 13. Mapa setal del tórax y el abdomen de *B. sophorae* A) T1; B) T2 y T3; C) A1, 2, 7, 8; D) A3-6; E) A9; F) A10.

1.3.3 Descripción morfológica de la pupa de *Brassolis sophorae*

La pupa de esta especie de acuerdo a la libertad de sus apéndices, es del tipo obtecta, que según Bastida. y Zavala (1995), es aquella que tiene las antenas, las partes bucales, las alas y las patas visibles, pero fuertemente unidas al cuerpo, inmovilizadas por una capa externa fina, más o menos transparente que sirve de envoltura. Recién formada, puede presentar diferentes coloraciones, pueden ser verdes, beige y rosadas, en la parte dorsal la mayoría de las veces es más oscura ; luego se va tornando castaño al pasar los días, cuando los adultos están a punto de emerger, toman una coloración castaño oscuro (Figura 14). Las pupas hembras (n= 69) presentan mayor tamaño y peso que las pupas machos; midieron un promedio de $12,64 \text{ mm} \pm 2,18$ de ancho y de largo $24,51 \text{ mm} \pm 1,74$ y un peso de $1,89 \text{ g} \pm 0,36$. Las pupas machos (n=62) miden un promedio de $11,30 \text{ mm} \pm 0,63$ de ancho y de largo $23,15 \text{ mm} \pm 1,71$ y un peso promedio de $1,52 \text{ g} + 0,23$ (ver Tabla 3).

La cabeza; el vértice forma el área dorsal; en la región anterior se encuentra el frontoclipeo. El labro es conspicuo, las genas no se observan definidas. Ojos prominentes; antenas de muy visibles, palpos labiales visibles. Los tres segmentos del tórax son notorios dorsalmente, pero desde la perspectiva ventral (Figura 16) están ocultos por los apéndices. El abdomen posee diez segmentos en donde, el cuarto presenta movilidad tanto en hembras como en machos.

Las pupas de la hembras suelen pesar más y llegan a tener un tamaño mayor, con respecto a la talla de los machos, además se pudo corroborar lo ya señalado por Ruszczyk (1996) en el que se reconocen las hembras de los machos por la presencia (hembras) o la ausencia (machos) de una hendidura

transversa en la porción ventral del penúltimo segmento abdominal (Figura 15 y 16).

Cuadro 3. Medidas de las pupas de *B. sophorae*

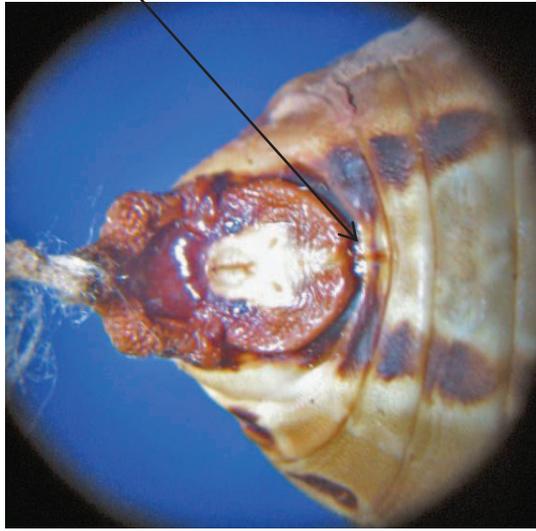
Pupa	Ancho (mm)	Largo (mm)	Peso (g)
Pupa hembra	12,64 \pm 2,18	24,51 \pm 1,74	1,89 \pm 0,36
Pupa macho	11,30 \pm 0,63	23,15 \pm 1,71	1,52 \pm 0,23



Figura 14. Forma y coloración de las pupas de *B. sophorae*.



Hendidura
transversa



A

B

Figura 15. Diferencias entre las pupas hebras y machos de *B. sophorae*. A Hembra; B macho.

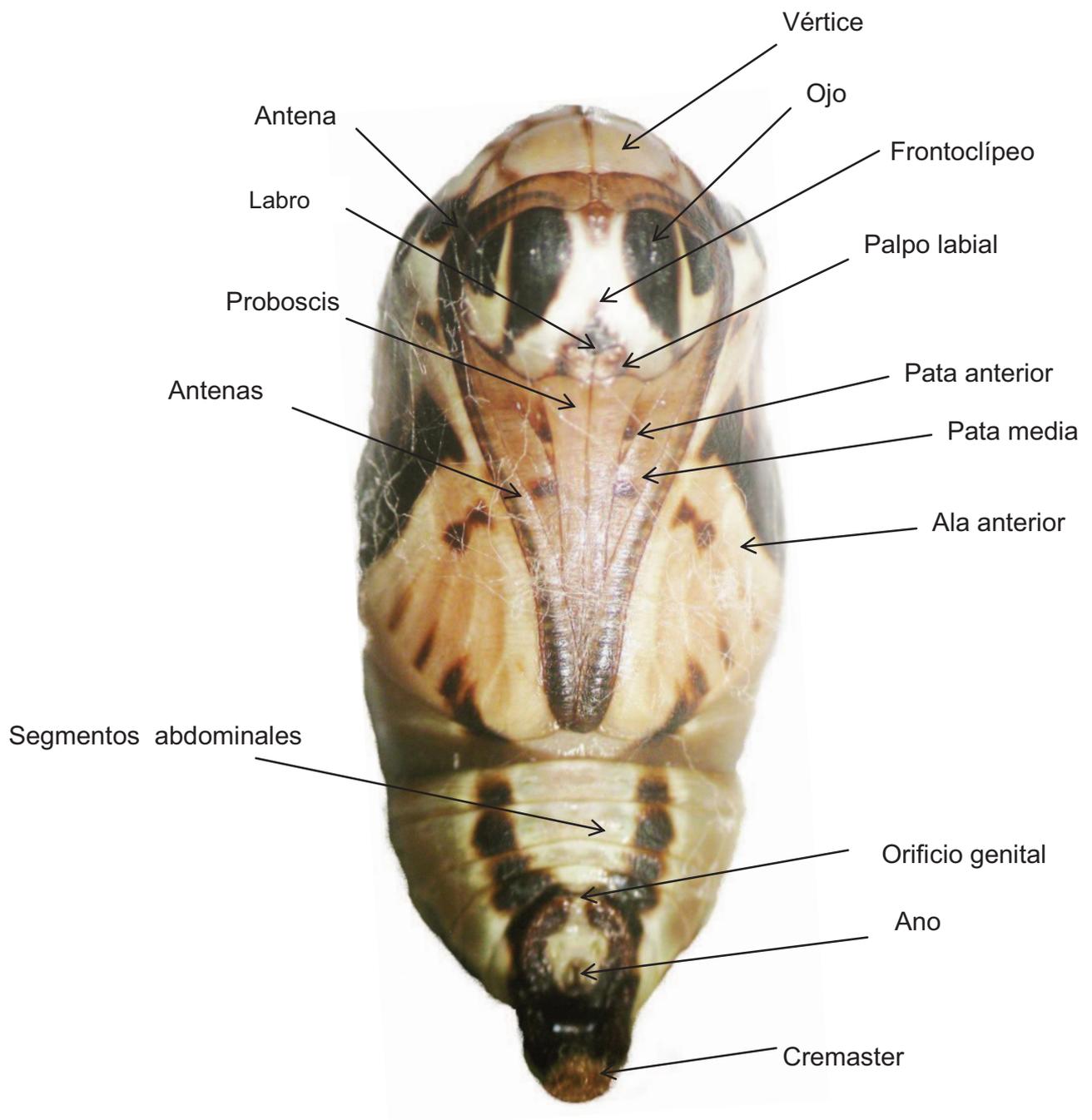
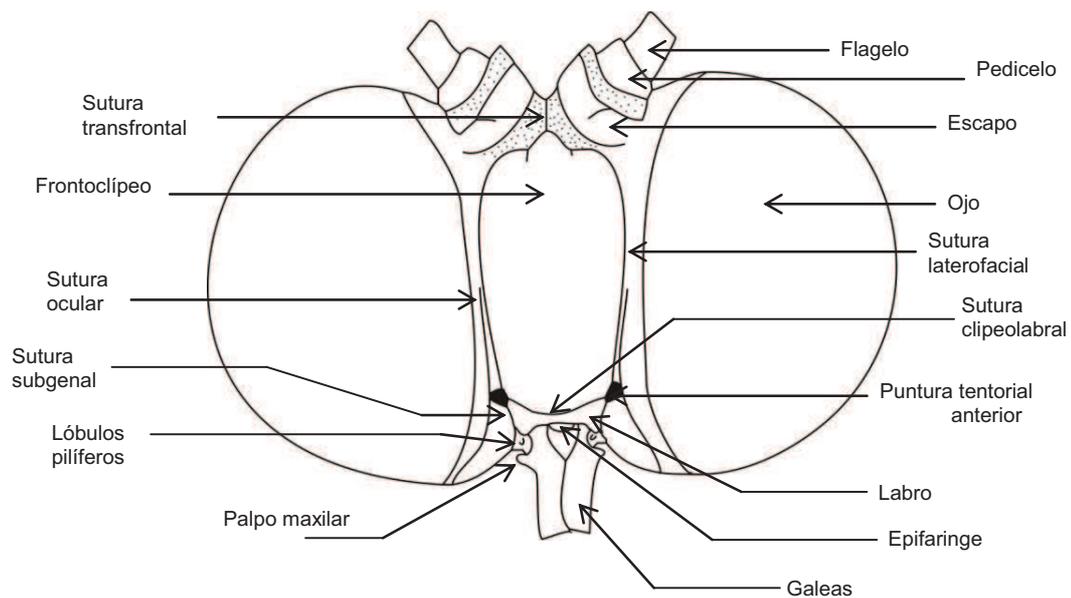


Figura 16. Morfología de pupa de *B. sophorae*

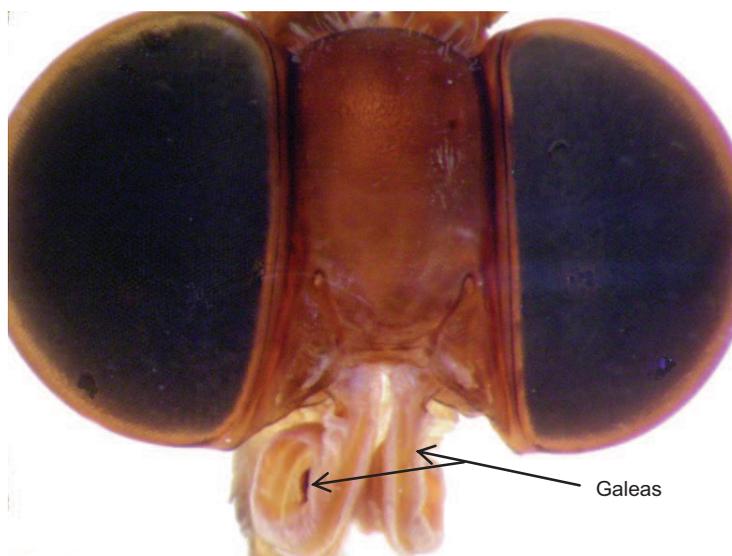
1.3.4 Descripción morfológica del adulto de *Brassolis sophorae*

La Cabeza: Hipognata (Figura 17 y 18), dos veces tan larga como ancha; ojos compuestos ubicados en la región lateral, más largos que anchos, sin setas y semi-ovalados, próxima a éstos se encuentra una poción estrecha y diferenciada, el esclerito ocular, limitado por la sutura ocular (Snodgrass, 1935, Casagrande, M., 1979). Frontoclipeo muy desarrollado y prominente, cuadrangular, más largo que ancho; esclerito único, rodeado y limitado por la base de las antenas y en medio de éstas por la sutura transfrontal y anteriormente limitado por la sutura clipeolabral. Las punturas tentoriales anteriores se observan marcadas externamente por una invaginación del exoesqueleto y localizadas cerca de la sutura subgenal (Snodgrass, 1935, Casagrande, M., 1979).

En cuanto a las antenas se describen capitadas, aproximadamente dos veces tan largas como el largo de la cabeza con 36 segmentos los machos y 39 las hembras, situadas dorsalmente sobre el frontoclipeo y separadas por la sutura transfrontal.

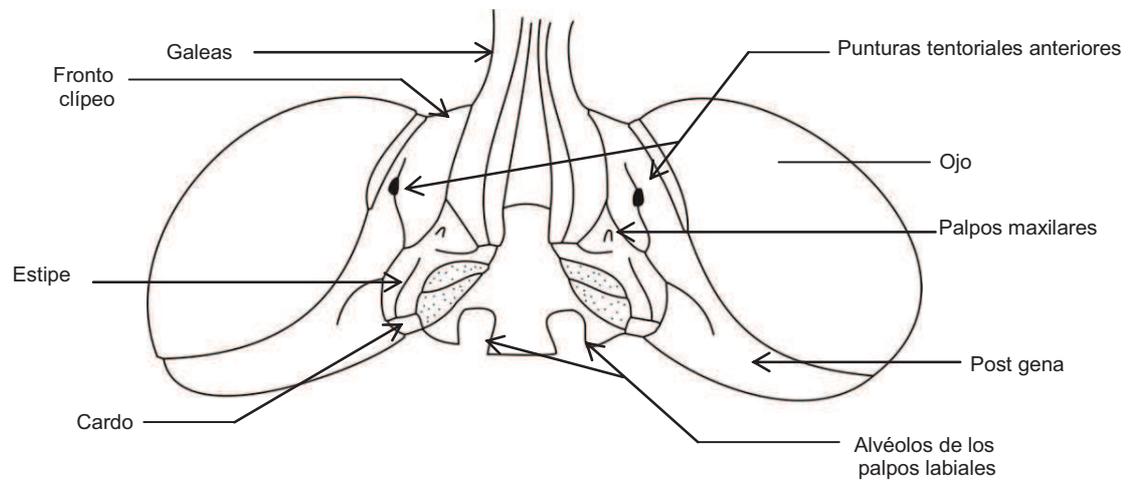


A



B

Figura 17. Vista anterior de la cabeza de adultos de *B. sophorae*. A) Dibujo esquemático. B) Fotografía de la cabeza con detalle de las galeas.



A



B

Figura 18. Vista ventral de la cabeza de adultos de *B. sophorae*. A) Dibujo esquemático. B) Fotografía de la cabeza con detalle del cardo, estipe y galeas.

Comparación de la morfología del aparato bucal de *B. sophorae* con el de una especie del género *Opsiphanes*: Especies de ambos géneros, han sido frecuentemente confundidas por técnicos y agricultores lo que ocasiona serios problemas a la hora de plantearse métodos de control. Zener de Polonia y Posada, 1992 mencionan el uso de trampas cebadas con frutas en descomposición para la captura de adultos de *B. sophorae* como método de control de esa especie.

B. sophorae se ha confundido en varias oportunidades con *Opsiphanes* sp. Los adultos son muy parecidos, en cuanto a tamaño y coloración de las alas, las larvas utilizan el mismo recurso alimentario (palmas), lo que ha traído como consecuencia en confundir también su comportamiento. Se logró comparar de forma general el aparato bucal de ambas especies, lo que permitió aclarar las dudas existentes.

Entre las principales estructuras estudiadas del exoesqueleto, endoesqueleto del aparato bucal, se encontró que *B. sophorae* presenta una proboscis poco desarrollada, con longitud de $3,80 \text{ mm} + 0,54$, mientras que la de *O. cassina* se evidencia desarrollada y con una longitud de $14,67 \text{ mm} + 0,58$. Estructuras como el cardo, estipe y galea, son poco esclerotizadas. Las galeas en *B. sophorae* no se observan juntas ni yuxtapuestas (Figura 19 A y B) condición que es evidente para la ausencia de la alimentación en esta fase. Morfológicamente se pudo verificar que *B. sophorae* no posee un aparato bucal funcional por ende los adultos no se alimentan.

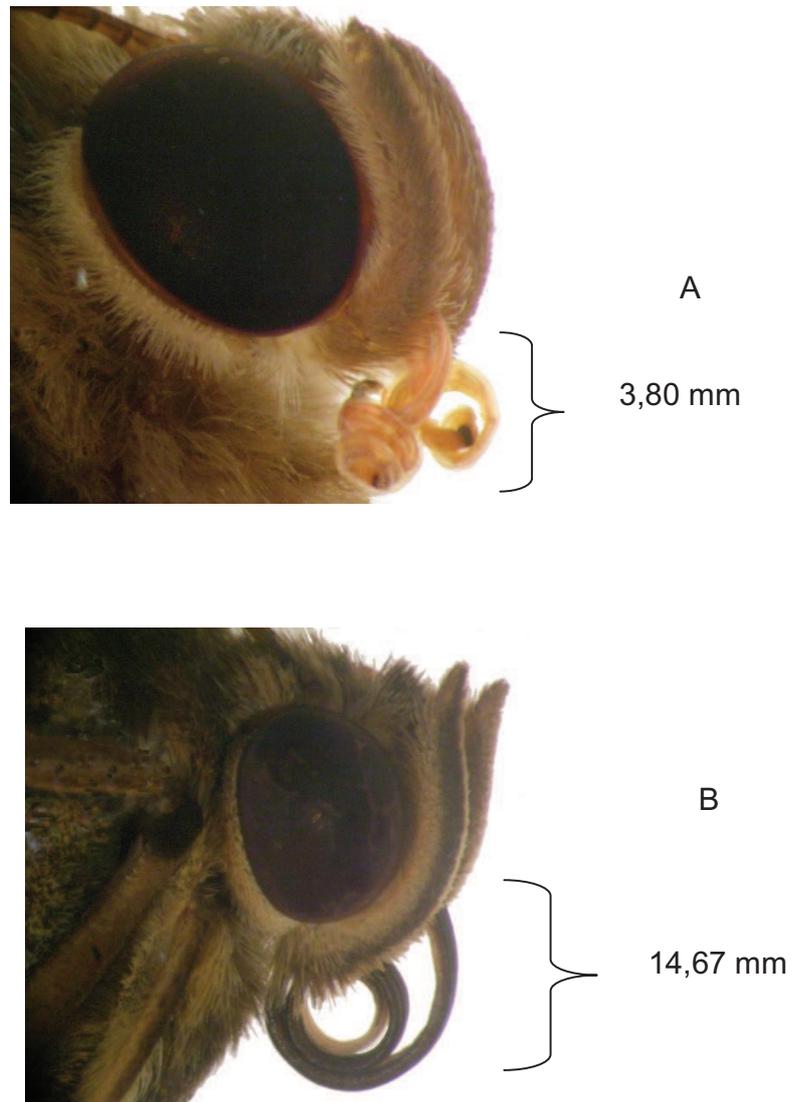


Figura 19. Diferencias entre el aparato bucal *B. sophorae* y el de *O. cassina*
A) Vista lateral de la cabeza y aparato bucal de adultos de *B. sophorae*. B)
Vista lateral de la cabeza y aparato bucal de adultos de *O. cassina*. Ambas
con detalle del tamaño de la proboscis.

Tórax

Protorax: Pronoto, Propleura y Proesterno reducidos (Figura 20). El Pronoto con tres puntas anteriores y una posterior, que articulan con el Mesotorax, cada una de las puntas laterales articulan con las Patagias y la parte media se bifurca entre ellas, articulando con la propleura. Patagias ovaladas poco esclerotizadas situadas en la porción anterodorsal del Protorax; posterior a ellas, en un área membranosa, se encuentran las Parapatagias; a cuyos lados se encuentra el primer espiráculo torácico. Las propleuras, con la región anterior articulada con el esclerito cervical; se une ventralmente entre las coxas por el discrimen I (Ehrlich, (1958), Casagande (1979), Bilotta (1995) y Bizarroetal (2003).

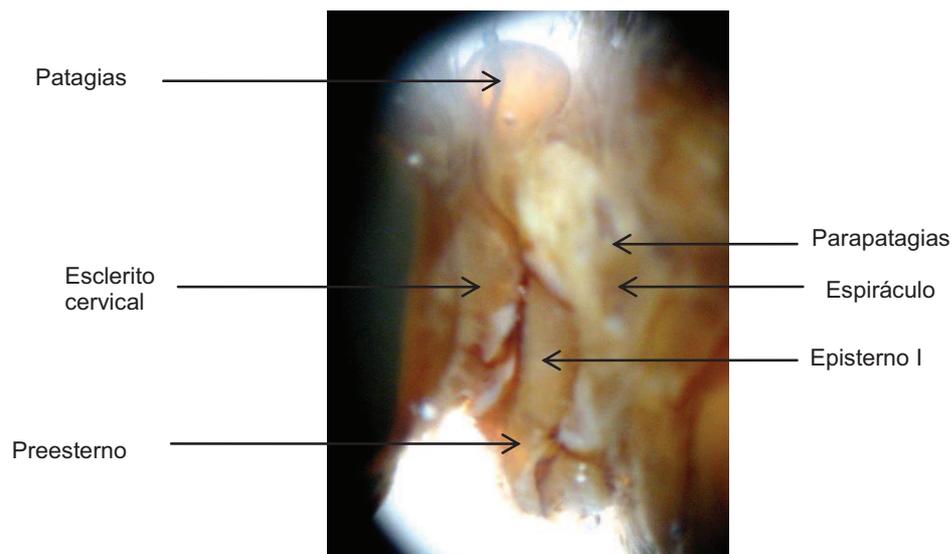
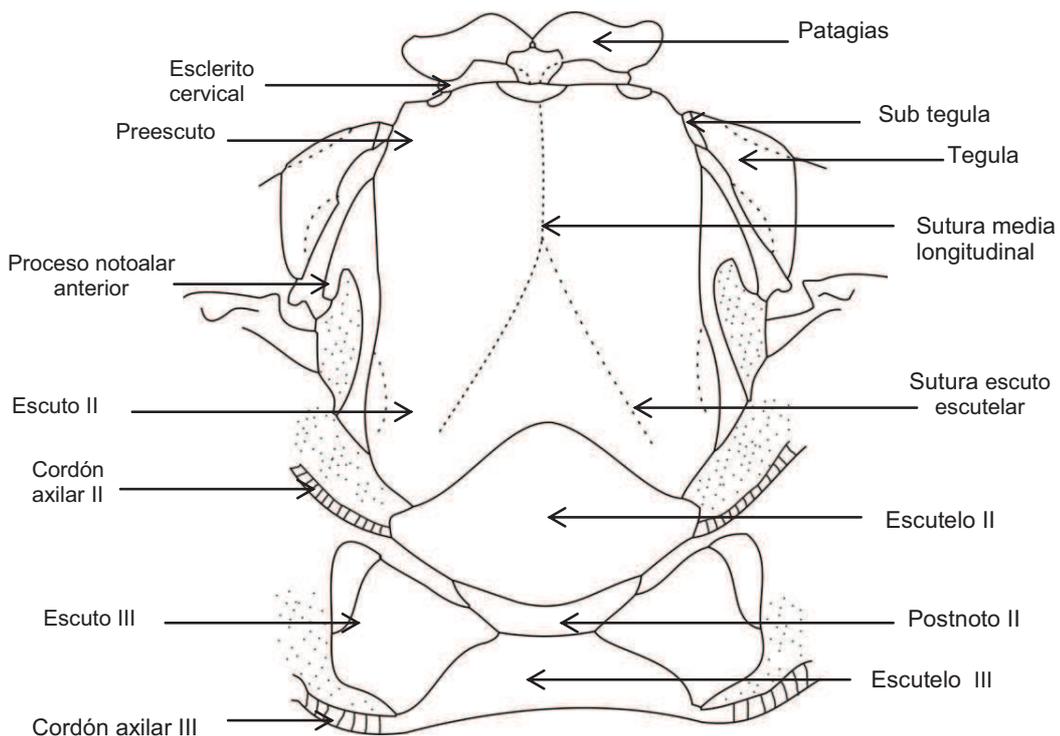


Figura 20. Propleura de adultos de *B. sophorae*.

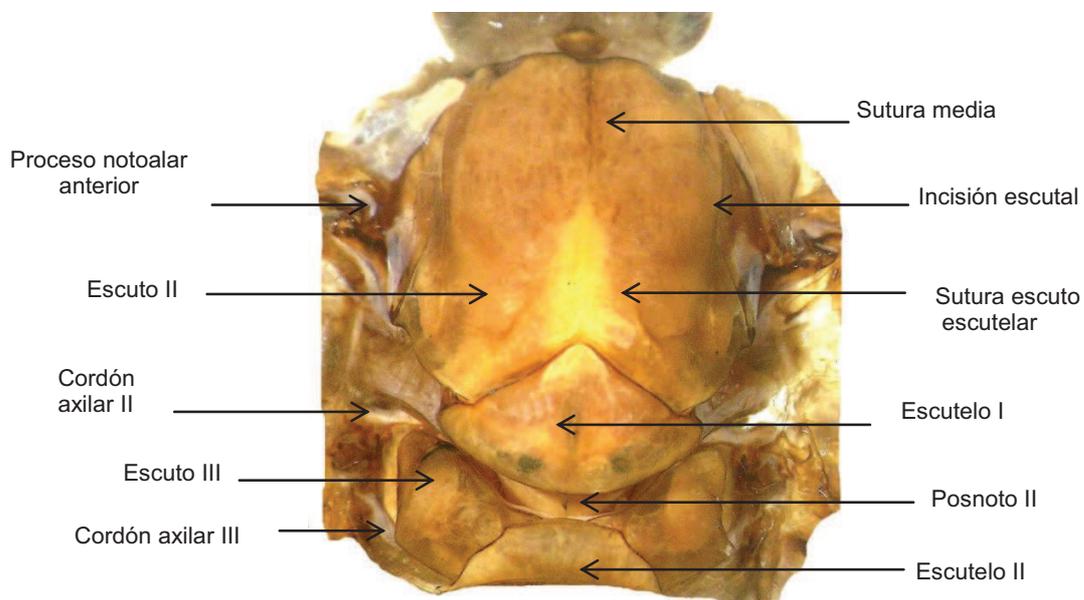
Mesotorax: El mesonoto (Figura 21 A y B), de mayor tamaño ocupando más de la mitad del Pterotorax. El Preescuto liso sin línea media longitudinal. Escuto II con una línea media longitudinal, fina sólo marcada hasta aproximadamente la mitad. Tegula con la región anterior más ancha y aguda, ésta articula con la subtegula en la porción anterior del mesonoto.

El Escuto II se encuentra separado del escutelo II por la sutura escuto escutelar. El escutelo II se proyecta lateralmente formando el cordón axilar II que se continúa con el borde posterior del ala. Posterior al escutelo II, el posnoto II, subtrapezoidal más ancho anteriormente, separado del escutelo II por una estrecha banda membranosa (Figura 21 A)

En la Mesopleura, la Sutura Pleural (Figura 22 y 23), con recorrido sinuoso, divide la mesopleura en dos partes; una anterior el Episterno II y otra posterior el Epímero II. Anterior a estos se encuentra el Prepectus (Figura 22). Derivada de la sutura pleural II, la sutura paracoxal II corre en dirección anteroventral. El Basisterno II más el preepisterno II y el Katepisterno II, se encuentran unidos; hasta llegar al discrimen II (=Basiesterno invaginado) (Figura 22). El Basisterno II sigue posteriormente entre las coxas y se expande lateralmente para formar la articulación ventral de la coxa II. La invaginación del discrimen II fuertemente engrosada. La parte posterior de la mesopleura está constituida por el epímero II. El pre epímero II ubicado en la región anterodorsal, éste delimitado por la sutura transepimeral que para Mielke C. y otros (2004) la designan como sutura dorsal. Sobre este se encuentra el esclerito subalar I de forma triangularmente transversa. El Proceso pleuroalar se encuentra estrechamente unido al esclerito basalar II, el cual es denominado por Mielke C. y otros (2004) como Proyección Lateral del Apodema Tergopleural.



A



B

Figura 21. Vista dorsal del Tórax adultos de *B. sophorae*. Mesonoto. A) Dibujo esquemático. B) Fotografía del mesonoto.

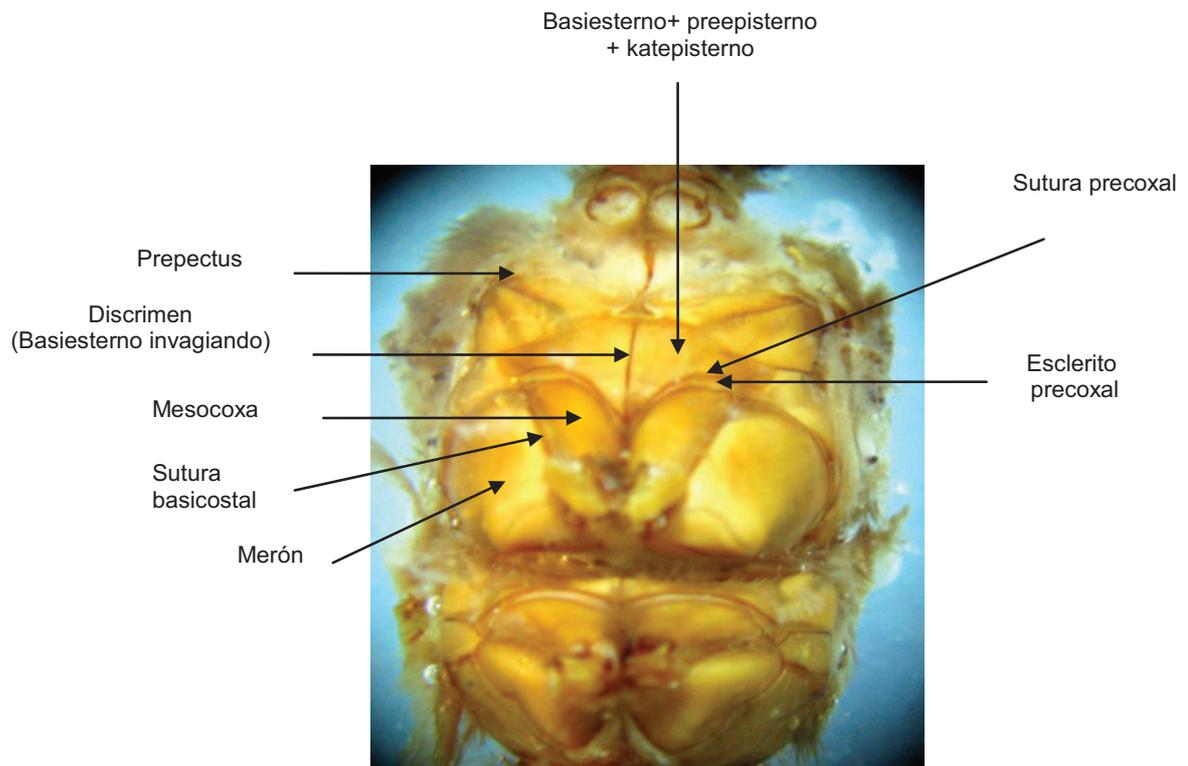


Figura 22. Vista ventral del Tórax adultos de *B. sophorae*.

La coxa ocupa gran parte del mesotorax. La sutura basicostal que para Mielke C. y otros (2004) es denominada sutura coxal define el Merón por la región ventral y lo separa de la coxa. Entre el mesoepímero y el metaepisterno, en el espacio membranoso se encuentra el espiráculo II.

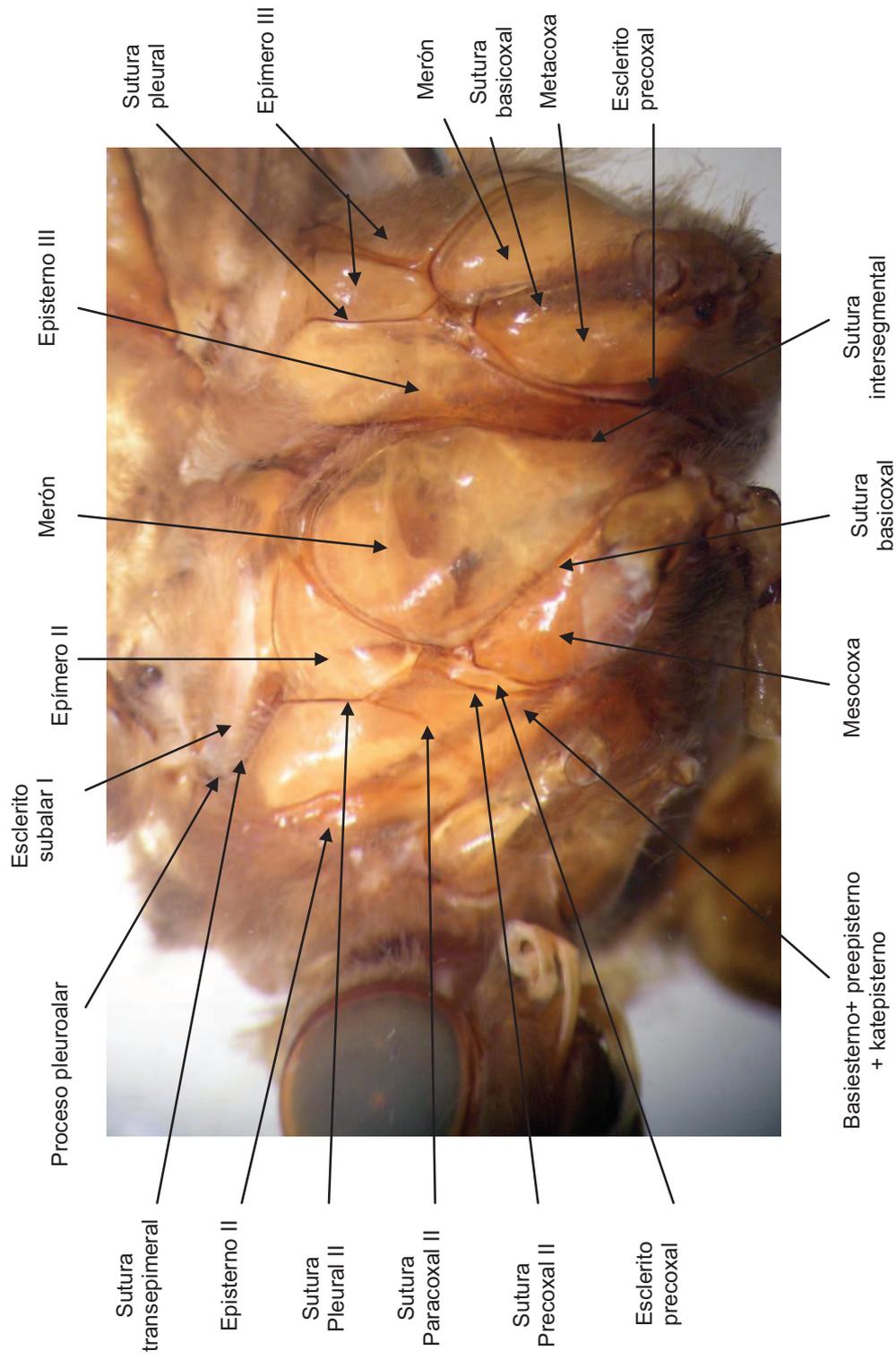


Figura 23. Pleura del Tórax adultos de *B. sophorae*. Fotografía.

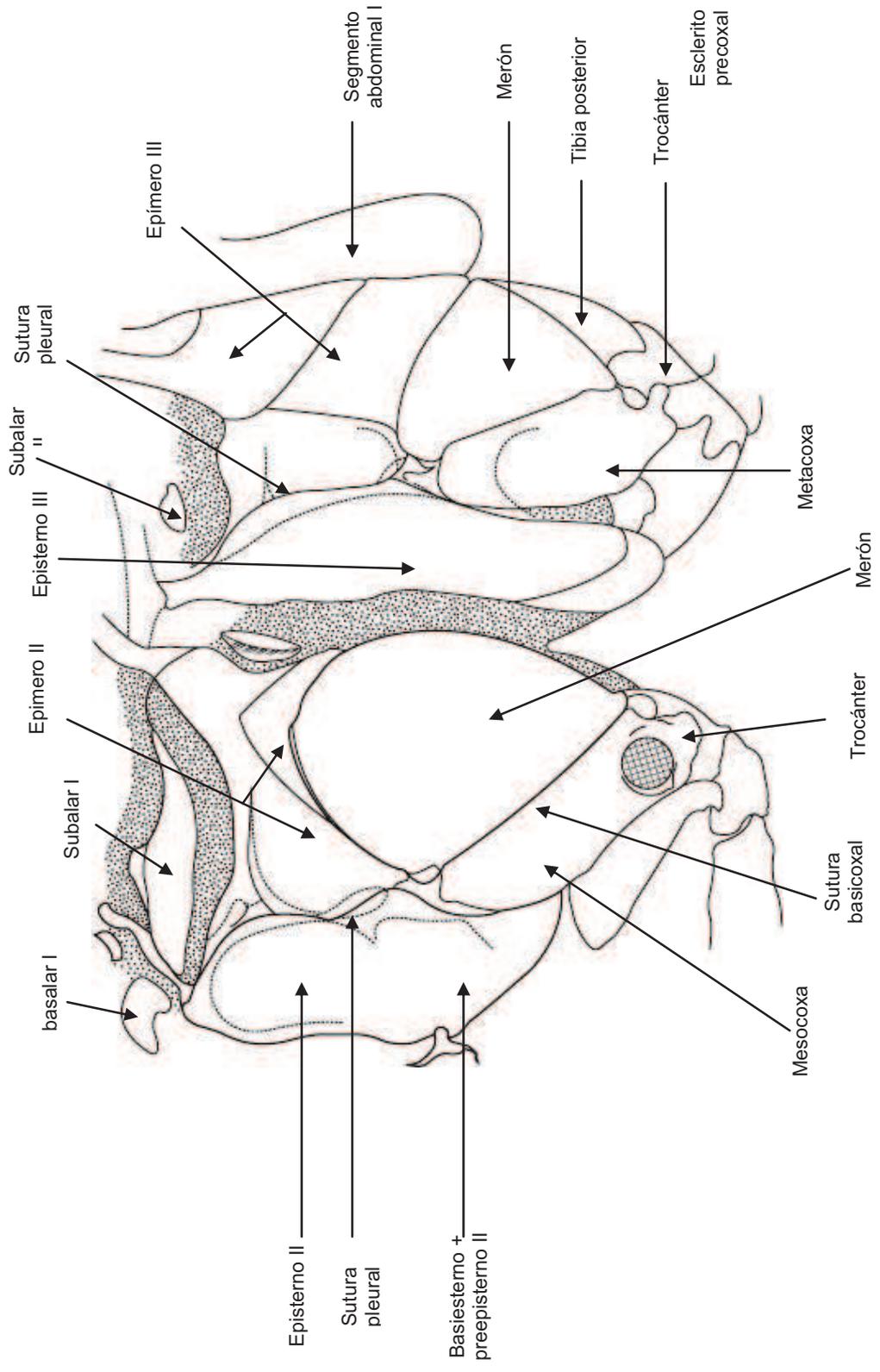


Figura 24. Pleura del Tórax adultos de *B. sophorae*. Dibujo esquemático.

Metatórax: Posterior al Posnoto II, se encuentra el escutelo III, claramente más reducido que el escutelo II, con dos proyecciones laterales correspondientes al cordón axilar III. La metapleura se encuentra dividida por la sutura pleural en metaepisterno y metaepímero (Figura 23) . Esta sutura se dirige dorsalmente desde el basicosito hacia la región notal formando el proceso pleuroalar. La región anterior del episterno III compuesta dorsalmente por el anepisterno III algo membranoso; lateroventralmente el Katepisterno III y luego el basisterno. Junto a éstos ventralmente se encuentra la coxa III unida al lado opuesto por el discrimen III, que continúa posteriormente entre las coxas alargándose entre éstas para formar la articulación ventral de la coxa III. Posteroventralmente del epímero se encuentra el Merón III se nota separada de la coxa III por la sutura basicostal.

El abdomen: Está formado por diez segmentos; el primero de ellos es pequeño y su esterno es pequeño y poco esclerotizado. Los segmentos VII y VIII están modificados en la genitalia tanto del macho como la hembra. El sistema reproductor femenino de *B. sophorae* se describe del tipo Dytrisia se presenta en el 95% de las especies de Lepidóptera, contiene dos aberturas genitales, abriéndose el ostium ventralmente en el esternito 7A y el ovipositor en el esternito 9A (Scoble, 1995). A cada lado del oviducto y el ano hay un par de almohadillas vellosas (papilas anales) usualmente acopladas al final de un par de apodemas internos en el cual los músculos se unen para ayudar en la expulsión de los huevos.

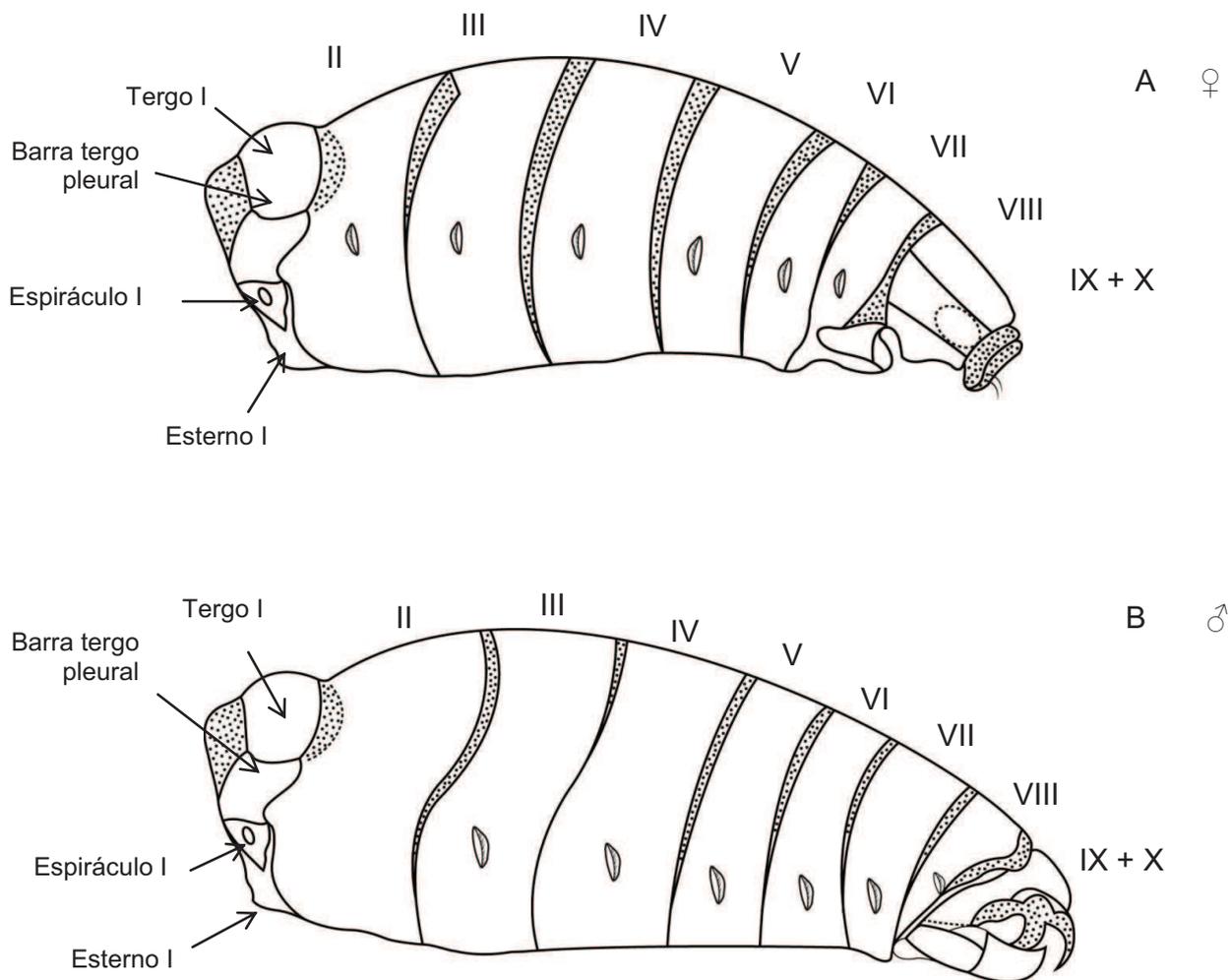


Figura 25. Abdomen de la hembra (A) y el macho (B) de adultos de *B. sophorae*.

Cuadro 4. Tamaño y Peso de los huevos, larvas, pupas y adultos de *B. sophorae*

Fase	Ancho (mm) X _± DE	Largo (mm) X _± DE	Peso (g) X _± DE
Huevo	1,36 ± 0,05	1,59 ± 0,062	-
Larva	-	-	-
I instar		0,881 ± 0,207	
II instar		1,681 ± 0,271	
III instar		2,678 ± 0,419	
IV instar		4,325 ± 0,422	
V instar		5,966 ± 0,365	
VI instar		6,65 ± 0,374	
VII instar		8,316 ± 0,174	
Pupa hembra	12,64 ± 2,18	24,51 ± 1,74	1,89 ± 0,36
Pupa macho	11,30 ± 0,63	23,15 ± 1,71	1,52 ± 0,23
Adulto hembra	9,03 ± 0,65		
Adulto macho	8,02 ± 0,63		

Conclusiones

1. Los huevos de *Brassolis sophorae* miden de ancho $1,36 \pm 0,05$ mm y una altura de $1,59 \pm 0,062$ mm; son redondos con el eje vertical más largo y ligeramente aplanados en la superficie que va adherida a la hoja.
2. Los huevos son colocados en masa, en donde cada una de éstas puede tener de 14 a 300 huevos, estos se observaron en el envés de las hojas de palmas en paredes, aceras, troncos de las palmas y en el suelo.
3. La larva presenta una coloración castaña, con líneas longitudinales de un castaño más oscuro y otras de color crema. Es del tipo eruciforme, con forma cilíndrica; cabeza hipognata bien diferenciada, dura pigmentada; con seis patas torácicas bien desarrolladas y cuatro propatas en el abdomen y una anal.
4. Las larvas presentaron una glándula cervical de color blanquecina que se cree participa en la síntesis de compuestos defensivos y repelentes para las hormigas o que la sustancia secretada sirva para marcar o identificar la trilla que usa esta especie para dirigirse a los puntos de alimentación; por lo que se recomienda comprobar dichas hipótesis
5. El primer instar es el que presenta menor tamaño con un largo de $0,881 \pm 0,207$ cm. y un ancho de la cápsula cefálica de $1,039 \pm 0,018$ mm y el mayor tamaño larval lo presentó el séptimo instar con un largo de $8,316 \pm 0,174$ cm. y un ancho de la cápsula cefálica de $5,403 \pm 0,344$ mm.
6. La Cabeza de la larva de *B. sophorae*, es conspicua de color castaña, esclerotizada. El aparato bucal es masticador, con labro, mandíbulas, maxilas, complejo hipofaringeal y labio bien diferenciado; El tórax, sin escudo dorsal definido, poco

esclerosado; espiráculo presente sólo en el protórax, y el abdomen posee coloración similar al tórax, con espiráculos elipsoidales ubicados lateralmente, crochets de A3-6 dispuestos en penelipse mesial triordinal, crochets de A10 en penelipse lateral triordinal.

7. La pupa de esta especie de acuerdo a la libertad de sus apéndices, es del tipo obtecta, Recién formada, puede presentar diferentes coloraciones, pueden ser verdes, beige y rosadas, en la parte dorsal la mayoría de las veces es más oscura.). Las pupas hembras presentan mayor tamaño y peso que las pupas machos; midieron un promedio de 12,64 mm \pm 2,18 de ancho y de largo 24,51 mm \pm 1,74 y un peso de 1,89 g \pm 0,36. Las pupas machos miden un promedio de 11,30 mm \pm 0,63 de ancho y de largo 23,15 mm \pm 1,71 y un peso promedio de 1,52 g + 0,23. Además se reconocen las hembras de los machos por la presencia (hembras) o la ausencia (machos) de una hendidura transversa en la porción ventral del penúltimo segmento abdominal
8. En los adultos La Cabeza es Hipognata, dos veces tan larga como ancha, frontoclipeo muy desarrollado y prominente, cuadrangular, más largo que ancho. Las antenas son capitadas, aproximadamente dos veces tan largas como el largo de la cabeza con 36 segmentos los machos y 39 las hembras, situadas dorsalmente sobre el frontoclipeo y separadas por la sutura transfrontal.
9. *B. sophorae* presenta una proboscis poco desarrollada, con longitud de 3,80 mm + 0,54, mientras que la de *O. cassina* se evidencia desarrollada y con una longitud de 14,67 mm + 0,58. Estructuras como el cardo, estipe y galea, son poco esclerotizadas. Las galeas en *B. sophorae* no se observan juntas ni yuxtapuestas condición que es evidente para la ausencia de la alimentación en esta fase.

10. Morfológicamente se pudo verificar que *B. sophorae* no posee un aparato bucal funcional por ende los adultos no se alimentan.

Referencias Bibliográficas

- BASTIDAS R Y ZAVALA Y. 1995. Principios de Entomología Agrícola. Ediciones Sol de Barro. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, UNEFM. Pp. 398.
- BILOTTA, I. 1995. Morfologia comparada do tórax das espécies sulbrasileiras de Morphinae (Lepidoptera, Nymphalidae). Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, 11 (4): 691-713
- BIZARRO, J.; CASAGRANDE, M y MIELKE O. 2003. Morfologia externa de *Thyridia psidii cetoides* (Rosemberg & Talbot).II. Tórax e apêndices (Lepidoptera, Nymphalidae, Ithomiinae). Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, 20(3): 419-425.
- CASAGRANDE, M. 1979 Sobre *Caligo beltrao* (Illiger).II.Morfología externa da cabeça do adulto (Lepidoptera Satyridae, Brassolinae). Rev Brasil. Biol. 39 (1):223-227.
- CASAGRANDE, M. 1979b Sobre *Caligo beltrao* (Illiger).III. Morfología externado adulto-tórax (Lepidoptera: Satyridae, Brassolinae). Rev. Brasil. Biol. 39 (1):347-355
- EHRlich, P. 1958. The integumental anatomy of the monarch butterfly *Danaus plexippus* L. (Lepidoptera: Danaidae). University of Kansas Science Bulletin, Lawrence, 38 (18): 1315-1349.
- GENTY, P. DESMIER, R Y MORIN, J. 1978 Ravageurs du palmier á huile e amerique latine. Oil palm pest in latin america. Oleagineux 33:325-417.
- LEME, A. 1962.Anatomia morfológica, externa e interna da lagarta, e do adulto da *Brassolis sophorae laurentii* Stichel, 1925. E.S.A. Luiz de Queiroz: 431-451.
- LEVER, R. 1970. Las plagas del Cocotero. Roma: FAO.

LEVER, R. 1979. Pest of the coconut palm FAO Agricultural Studies N°77, food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.

MARICONI, F. 1952. As lagartas das palmeiras. A *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758); B. *Brassolis astyra* Godart, 1821. O.Biológico 18:103-107

MARICONI, F y ZAMITH. A. 1954 Contribuição para o conhecimento da *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758), B. *astyra* Godart, 1821. (Lepidoptera: Brassolidae) e de seus inimigos naturais Ann, Esc. Agric. Querez.11:159-214.

MIELKE, C.; MIELKE, O. y CASAGRANDE, M. 2004. Estudio comparado da morfologia externa de *Zaretis itys itylus* (Westwood) e *Agrias claudina annetta* (Gray) (Lepidoptera, Nymphalidae, Charaxinae). I Cabeça, apêndices e região cervical. Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, 21 (2):357-369.

OSBORN, F. 1996. Defensas químicas de larvas de Lepidoptera contra hormigas neo tropicales. Tesis Doctoral. Universidad Simón Bolívar. Caracas.

OSUNA, E. 1995. Morfología del exoesqueleto de los insectos. Volumen I y II: Origen y Evolución, del Exoesqueleto. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.

RUSZCZYK, A. 1996. Spatial patterns in pupal mortality in urban palm caterpillars. *Oecologia*. Berlin:Springer-Verlag 107:356-363.

SCOBLE, M. 1992. The Lepidoptera form, function and Diversity. Natural History Museum Publications. Oxford University Press.

SNODGRASS, R. 1935. Principles of insect morphology. McGraw-Hill Book Company. New York and London.

STEHR, F.1987. Inmature Insects.Kendall/Hunt. Publishing Company. Dubuque, Iowa.

CAPITULO II

BIOLOGÍA Y ASPECTOS ECOLÓGICOS DE *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae: Brassolinae) EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS.

2.1 Introducción

Brassolis sophorae (L., 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae: Brassolinae), especie considerada como una de las plagas presentes en plantaciones de palmas comerciales y ornamentales (Genty *et al.*, 1978; FUSAGRI, 1976; Lepesme, 1947; Lever, 1970; Lima, 1950; Rai, 1973; Remillet, 1988; Travassos, 1954; Yépez *et al.*, 1985). La especie está distribuida a lo largo del continente suramericano, desde la costa del Caribe hasta Argentina, además de Trinidad y Tobago, exceptuando las regiones montañosas (Stichel, 1932; Howard *et al.*, 2001). Sin embargo, para el caso de la presencia de *B. sophorae* en Caracas, la afirmación de Howard no pareciera cumplirse debido a que esta ciudad está evidentemente enclavada en una zona montañosa.

Aspectos de la biología de *B. sophorae* han sido señalados en la bibliografía por varios autores. Menezes y Leme (1954), señalan que en la Guyana inglesa el ciclo de vida de la especie requiere de un tiempo de 107 a 130 días. Stichel (1932), Menezes (1952) y Lever (1970) describen que la hembra coloca los huevos en masas, los cuales pueden ser de 200 o más y eclosionan entre 20 a 25 días. En cuanto a las larvas, estas construyen grandes refugios sedosos impermeables, denominados “nidos” que según Menezes y Leme (1954) los realizan, uniendo las pinnas de las hojas de la palma junto con la seda que ellas mismas producen; en éstos se albergan durante el día y durante la noche salen para alimentarse, defoliando las

palmas. En el estado larval pueden durar de 76 a 91 días, mientras que las pupas duran de 11 a 13 días (Menezes y Leme 1954).

Zanetti *et al.*, (1999) describen el período de alimentación diario y el comportamiento de marcación de trillo de las larvas de esta especie en condiciones de campo, encontrando que una larva se coloca al frente de cada grupo y lo guía, depositando un hilo de seda en zig-zag mediante movimientos oscilatorios con la cabeza; este comportamiento es imitado por las larvas que la siguen formando así, un trillo de hilos en forma de red, desde el nido hasta el lugar de alimentación. Los autores concluyen que basta que una larva marque trillo de exploración y reclutamiento, para que sea seguido por las compañeras, sin necesidad de contacto físico entre ellas.

Este hábito gregario es observado en varios grupos de lepidópteros, destacándose, principalmente, especies del género *Malacossoma* (Lepidoptera: Lasiocampidae) (Fitzgerald, 1988), conocidas por utilizar trillos impregnados con feromona para orientar a los individuos durante la búsqueda de alimento de este modo, reclutan a los individuos hambrientos, hacia lugares adecuados de alimentación, en un comportamiento similar al de algunas hormigas.

En cuanto a su conducta como adultos, Zanetti *et al.*, (1996), describen el ritmo diario de vuelo de la mariposa en condiciones de campo (Brasil), señalando que presentan un vuelo rápido e irregular y casi siempre muy alto, alcanzando las copas de las palmeras. Los adultos de *B. sophorae* inician su actividad de vuelo de 5 a 7 p.m. Los machos adultos, inician la actividad de vuelo antes que las hembras pero la hembra permanece más tiempo activa que los machos.

El control de esta plaga por métodos convencionales se hace difícil, principalmente cuando se trata de palmas muy altas. No obstante, en la

naturaleza existen insectos y entomopatógenos que atacan esta especie, que podrían utilizarse para su control. Varios métodos se han usado para controlar las poblaciones de este lepidóptero, por ejemplo, en Campinas (Sao Paulo, Brasil) se han desarrollado un conjunto de venenos o “remedios” para combatirla sin haberse obtenido efectos positivos (Ruszczyk, comunicación personal). En Caracas, se utilizó el BT (*Bacillus thuringensis*) como una herramienta para el control de *Brassolis*, obteniéndose buenos resultados (Clavijo, comunicación personal). Por otra parte, Ruszczyk (comunicación personal) afirma que el mismo método se ha aplicado en Campinas desde la década de 1970 para *Brassolis astyra* con resultados poco exitosos.

El comportamiento característico de agregación formando nidos ha sido exitosamente explotado para prevenir el incremento de poblaciones de este insecto en plantaciones comerciales. La evaluación y colecta periódica de estos nidos con la ayuda de postes de poda, es un método importante de control físico recomendado para aquellas áreas donde la especie está presente. Los nidos pueden ser destruidos, pero una alternativa es colgar éstos en jaulas de cría, dentro del área, para que los enemigos naturales puedan emerger de las larvas y atacar aquellas dispersas en la plantación (Zener de Polonia y Posada, 1992).

La literatura señala enemigos naturales para *B. sophorae* (Gonzaga, 1952; Menezes y Leme, 1954; Habid, *et al.*, 1977; Howard *et al.*, 2001); en la fase de huevo puede ser atacada por algunas especies de Encyrtidae, Eulophidae y Scelionidae. El estado larval es atacado por Perilampidae, Tachinidae y Chalcididae y especies de Sarcophagidae y Chalcididae han sido observadas emergiendo de la pupa. Epizootias del hongo *Beauveria bassiana* y un segundo hongo, *Paecilomyces spp.* (Deuteromycotina) también ataca esta especie (Genty *et al.*, 1978; Pallazini *et al.*, 1988; Zenner

de Polonia y Posada Flores, 1992; Alves *et al.*, 1994; Duodu *et al.*, 1994). Aplicación de una formulación de *Beauveria brongniarii* en plantaciones de coco ha controlado a *B. sophorae* en Brasil (Ferreira *et al.*, 1994).

Para este estudio se pretende ampliar los conocimientos acerca de la biología y aspectos ecológicos de *B. sophorae* en la ciudad de Caracas. Se plantea: 1) determinación de cada una de las fases del ciclo de vida, 2) determinación del número de instares larvales; 3) descripción de algunos aspectos relacionados con el comportamiento de la especie y 4) identificación de los enemigos naturales.

Los datos de biología reportados anteriormente corresponden a localidades de otros países, las cuales tienen condiciones ambientales diferentes a la ciudad de Caracas; aquí radica la importancia de este estudio, ya que suministra datos y observaciones propias del área donde se plantea la problemática, lo cual permitirá obtener la información necesaria para implementar un programa de manejo de esta plaga en Caracas.

2.2 Materiales y Métodos

Los estudios de biología se realizaron en el Laboratorio de Investigaciones en Zoología (LIZ) del Instituto Pedagógico de Caracas, El Paraíso, Caracas, Dto. Capital, ubicado a 905 m.s.n.m., con una temperatura y humedad relativa promedio de 26,30 °C y 64,99 %, respectivamente (cuadro 1) registrados diariamente a través de un termo higrómetro.

Para el inicio de los experimentos, se estableció una base de cría, mediante la recolección en el campo de 40 pupas de la especie en estudio, con igual proporción de hembras y machos; las cuales se distribuyeron en una jaula "Tipo 1" que contenía un chaguaramo (*Roystonea oleracea* (Arecaceae)) de

1,4 m de altura, sembrado en una maceta; la jaula fue construida con soportes de alambre en las dimensiones de 1,45 m de largo por 1,45 m de ancho y 2,5 metros de altura y cubierta con malla de tul blanco (Figura 1). Después de la emergencia de los adultos y que estos lograron copular, se revisó cada 24 horas para colectar las masas de huevos; las cuales se retiraron de las jaulas cuidadosamente y se llevaron al laboratorio.

A.



B.

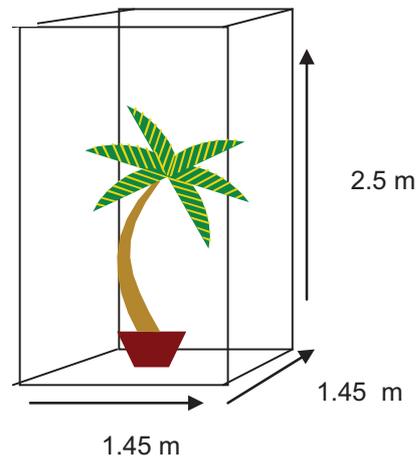


Figura 1. A. Foto de la Jaula de Cópula “tipo 1”, B. esquema.

Cuadro 1. Promedios de temperatura (°C) y humedad relativa (%) en el laboratorio, durante el desarrollo de los diferentes estados de *B. sophorae*.

Parámetro ambiental	Huevo	Larva	Prepupa	Pupa	Adulto	Promedio total del ciclo
Temperatura	26,15	26,30	26,01	25,96	25,97	26,30
Máxima	29,50	28,60	27,00	27,20	27,20	27,90
Mínima	24,10	24,10	25,30	24,00	24,00	24,30
Humedad relativa	60,92	66,14	62,84	68,36	66,70	64,99
Máxima	87,10	98,60	70,00	74,00	84,90	82,92
Mínima	47,80	48,10	55,40	64,7	53,70	53,94

2.2.1 Duración de la fase de huevo.

Después de la cópula de los adultos, se eligieron al azar seis (6) posturas (masas de huevos); se colocaron en cápsulas de Petri sobre papel de filtro humedecido con agua destilada y se identificaron con un número y la fecha de postura. A intervalos de 24 horas se contó y registró el número total de larvas eclosionadas.

2.2.2 Duración de la fase de larva; determinación del número de instares y del número de larvas por refugio.

Con la finalidad de obtener una población de la misma edad, se eligió, al azar, una masa de huevos de las seis obtenidas en la base de cría, ésta poseía 170 huevos, de los que eclosionaron, 164 larvas. Las larvas fueron colocadas en un envase de vidrio de 5 L (Figura 2 A.) y allí permanecieron el primer y el segundo instar; después se pasaron a una jaula de cría “tipo 2” (60 cm de largo x 60 cm ancho y 80 cm de alto) (Figura 3). Para la alimentación de las larvas, se usaron diariamente folíolos de palma chaguaramo (*Roystonea oleraceae* (Arecaceae)) totalmente expandidos (Figura. 2 B).



A.



B.

Figura 2. A. envase de cría; B. jaula con foliolo de palma.



Figura 3. Jaula de cría “tipo 2”.

Los folíolos se introdujeron en una especie de esponja humedecida, denominada “oasis” (usada en arreglos florales) para mantenerlos turgentes. El alimento fue reemplazado diariamente. Las larvas construyeron su refugio hilando los folíolos con seda en uno de los extremos de la jaula de cría, se le perturbó lo menos posible de manera que la manipulación no afectara su comportamiento ni su desarrollo.

Diariamente se revisó la jaula para recuperar las cápsulas cefálicas desprendidas por las larvas y se registró la fecha de la muda. La presencia de cápsulas cefálicas provenientes de las mudas fue un criterio tomado para anotar el cambio de instar. Las cápsulas se guardaron en viales para su posterior medición y determinación del número de instares. Se realizó la medición de 873 cápsulas cefálicas a través de una escala micrométrica

ajustada a un estereoscopio Wild M8. Posteriormente, para la determinación del número de instares larvales, se interpretaron los datos de las mediciones de acuerdo a la ley de Dyar (Gaines y Capell, 1935), la cual, generalmente, resulta adecuada para la mayoría de los lepidópteros. Se registró información relacionada con el comportamiento, la alimentación y las características morfológicas.

Se realizó un muestreo en el campo de 30 refugios o “nidos” para determinar el número de larvas de *B. sophorae* por refugio. Para ello, se visitaron diferentes localidades del área Metropolitana de Caracas, con el apoyo de la empresa de fumigación Garden Center. Se ubicaban los nidos, observando la región foliar de las palmas, se bajaban y se contaban el número de larvas para que se encontraba dentro de cada uno de ellos.

2.2.3 Duración de la prepupa, duración de la pupa y lugares seleccionados para el proceso.

Del procedimiento anterior se obtuvieron 64 prepupas, que se reconocen según Bastos (1967) por el cese del acto de alimentación por parte de las larvas. Cada prepupa se colocó en un envase transparente y se observó diariamente hasta pupar. Al obtener las pupas, se les midió el largo, con la ayuda del ocular micrométrico del microscopio estereoscópico y se registró el peso de las mismas con una balanza electrónica marca SCIENTECH modelo SL 3000 (3000 x 0,01 g). Se pudo determinar el sexo de los individuos en el estado de pupa y para ello se utilizó el procedimiento de Ruzszyk (1996) en el que se reconoce la presencia (hembras) o la ausencia (machos) de una hendidura transversa de la porción ventral del penúltimo segmento abdominal como carácter de dimorfismo sexual. Se revisaron diariamente hasta que los adultos emergieron y se registró la fecha.

Adicionalmente, se realizó un muestreo de pupas en el campo, específicamente en la Universidad Central de Venezuela, núcleo Caracas, adyacencias de la Facultad de Ingeniería, con el propósito de observar organismos en esta fase de desarrollo fuera del laboratorio y determinar la altura y los lugares que seleccionan para pupar. Se colectaron 100 pupas y se registró en una planilla la altura a la que se encontraban y la ubicación.

2.2.4 Longevidad y Fecundidad de los adultos

Después de la emergencia de los adultos, se les verificó el sexo, se colocaron en una jaula de cría "Tipo 2" descrita anteriormente y se le suministró agua a través de algodones humedecidos colocados sobre una cápsula de Petri, los cuales se renovaron cada día. Los adultos fueron observados diariamente y se registró el día de la muerte de cada uno de ellos.

La fecundidad potencial se determinó mediante la disección del abdomen de 24 individuos hembras; lo que permitió contar el número de óvulos en los ovarios de las mariposas.

2.2.5 Identificación de los enemigos de *B. sophorae* en el área metropolitana de Caracas.

El reconocimiento de los enemigos naturales (parasitoides y depredadores) de huevos, larvas y pupas de *B. sophorae* se realizó a través de la observación, reconocimiento e identificación de los ejemplares colectados durante los 12 meses de muestreos (mayo 2005- abril 2006), en 11 localidades seleccionadas como representantes del área metropolitana de Caracas.

En cada muestreo se colectaron huevos, larvas o pupas de la especie en estudio dependiendo del mes y de la fase en la que se encontrara el insecto; a continuación eran trasladados en cavas de anime al Laboratorio de Proyectos en Zoología del Instituto Pedagógico de Caracas. Posteriormente, se realizó un seguimiento para determinar la emergencia o no de parasitoides. Además, se efectuaron observaciones generales en los sitios de colecta para detectar algún depredador; en aquellos casos en que eran insectos, se colectaron y se realizaron registros de comportamiento entre otras observaciones de interés.

2.3 Resultados y Discusión.

2.3.1 Duración y viabilidad de la fase de huevo.

Como se explicó en el capítulo I *B. sophorae* coloca los huevos en grupo, por lo que se estimó el tiempo de eclosión de cada masa de huevos promediando los valores del número total de seis de ellas (Cuadro 6). El tiempo promedio de incubación de los huevos fue de $27,67 \pm 3,56$ días. Además, se observó que la viabilidad fue muy alta siendo la mayor de 97,64% y la menor de 84,74%, esto nos indica la alta probabilidad de supervivencia que puede tener la especie en condiciones de laboratorio. Al observar la relación entre el tiempo de desarrollo y el número de huevos de cada masa a través de un gráfico de regresión (Figura 4), se puede notar que aquellas masas de huevos que presentaban mayor número, tomaban mayor tiempo en eclosionar, por lo que se podría decir que estas dos variables están estrechamente relacionadas ($R^2 0,95$).

Cuadro 2. Duración y viabilidad de la fase de huevo de *B. sophorae*.

Nro de masa	Duración (días)	Nº de huevos	Nº de larvas nacidas	Viabilidad%
1	25	85	79	92,94
2	29	170	166	97,64
3	31	242	232	95,86
4	22	59	50	84,74
5	28	155	148	95,48
6	31	239	228	95,39
X	27,67	158,33	150,5	93,68
DE	3,56	76,03	74,97	4,63

Se observó que las pequeñas larvas comienzan a romper el corion antes de la eclosión, el proceso se observa desde las 8: 00 a.m. hasta las horas del medio día; sale primero una larva y luego, ésta continúa comiendo del corion de los otros huevos y de alguna manera ayuda al resto de las larvas a salir (Figura 5). Este comportamiento se repite en el resto de las larvas a medida que van saliendo.

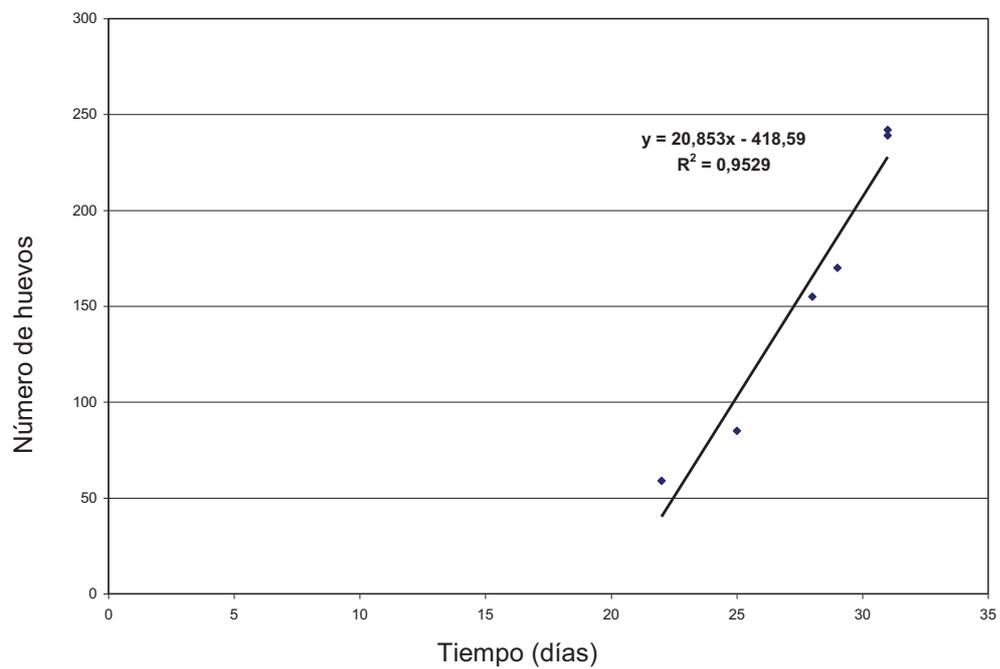


Figura 4. Relación entre el número de huevos de cada masa (postura) y el tiempo de desarrollo (días) de *B. sophorae*.



Figura 5. Huevos y larvas de *B. sophorae* recién eclosionadas

2.3.2 Duración de la fase de larva, determinación del número de instares larvales y determinación del número de larvas por refugio.

El desarrollo total del estado larval pasa a través de siete instares en un tiempo de 120,61 días. La duración promedio de los instares larvales, fue de 14; 11,03; 13,2 14,41; 17,12; 26,68 y 24,17 días para el 1º,2º,3º,4º,5º,6º y 7º instar respectivamente. Como se observa, los dos últimos instares fueron los de mayor duración en promedio (Cuadro 3). Los resultados obtenidos se alejan un poco de los reportados por Menezes y Leme (1954), ya que estos autores señalan que el estado larval dura de 76 a 91 días en la Guyana inglesa, mientras que en este estudio se obtuvo que el estado larval dura 120 días.

Para la determinación del número de instares larvales de *B. sophorae*, los resultados fueron interpretados de acuerdo a la “Ley de Dyar” (Dyar, 1890 y Gaines y Campbell, 1935), la cual señala que las partes esclerotizadas de un insecto no aumentan de tamaño durante un instar y que su incremento en tamaño durante el desarrollo larval, ocurre sólo en la ecdisis.

Durante el seguimiento del desarrollo larval de *B. sophorae* se recuperaron todas las cápsulas cefálicas que se encontraron diariamente fuera del “nido” o refugio que estas construyen. Se aplicó el método de Peterson y Haeussler (1928), que consiste en representar gráficamente, en barras, las medidas del ancho máximo de la cápsula cefálica de cada instar, siendo su número igual a los picos del diagrama. Así que, al agrupar las medidas del promedio del ancho de las cápsulas cefálicas en una curva de distribución de frecuencias, se observa claramente que no hay solapamiento entre ellas, siendo el número de instares igual al número de picos del diagrama (Figura 6). Lo que indica que la mariposa, para completar su desarrollo larval debe pasar por 7

instares en un tiempo de $120,61 \pm 5,25$ días en condiciones de laboratorio. Los promedios del ancho máximo de la cabeza pueden ser vistos en el Cuadro 3, además se señalan las relaciones (r) entre un instar y el que le precede, observándose que este valor presentó poca variación. Gaines y Campbell (1935), sostienen que el valor "r" debe mantenerse igual para que la tasa de crecimiento sea perfectamente geométrica.

En la Figura 7, se muestra la relación entre el número de instares larvales (x) y el ancho de la cápsula cefálica (y) previa transformación de los datos a $\ln(x)$. El modelo utilizado fue $\ln y = a + bx$, obteniéndose la línea de regresión $\ln y = -0,2938 + 0,2913x$ con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,994$ el cual corrobora su alto valor predictivo para estimar el instar larval de la especie en estudio. Se puede notar que el gráfico muestra una recta lo que corrobora la ley de Dyar (1890). Varios autores (Taylor 1931, Gaines y Campbell 1935, Fernández 1980 y Torres *et al.*, 1997) han determinado, con el método aquí empleado, el número de instares larvales de diferentes insectos pero Kishi (1971), trabajando con *Pissodes nitidus*, concluyó que no siempre el método separa el número de instares y por lo tanto, es más recomendable recuperar los restos de la muda para determinar su número, como se realizó en este caso.

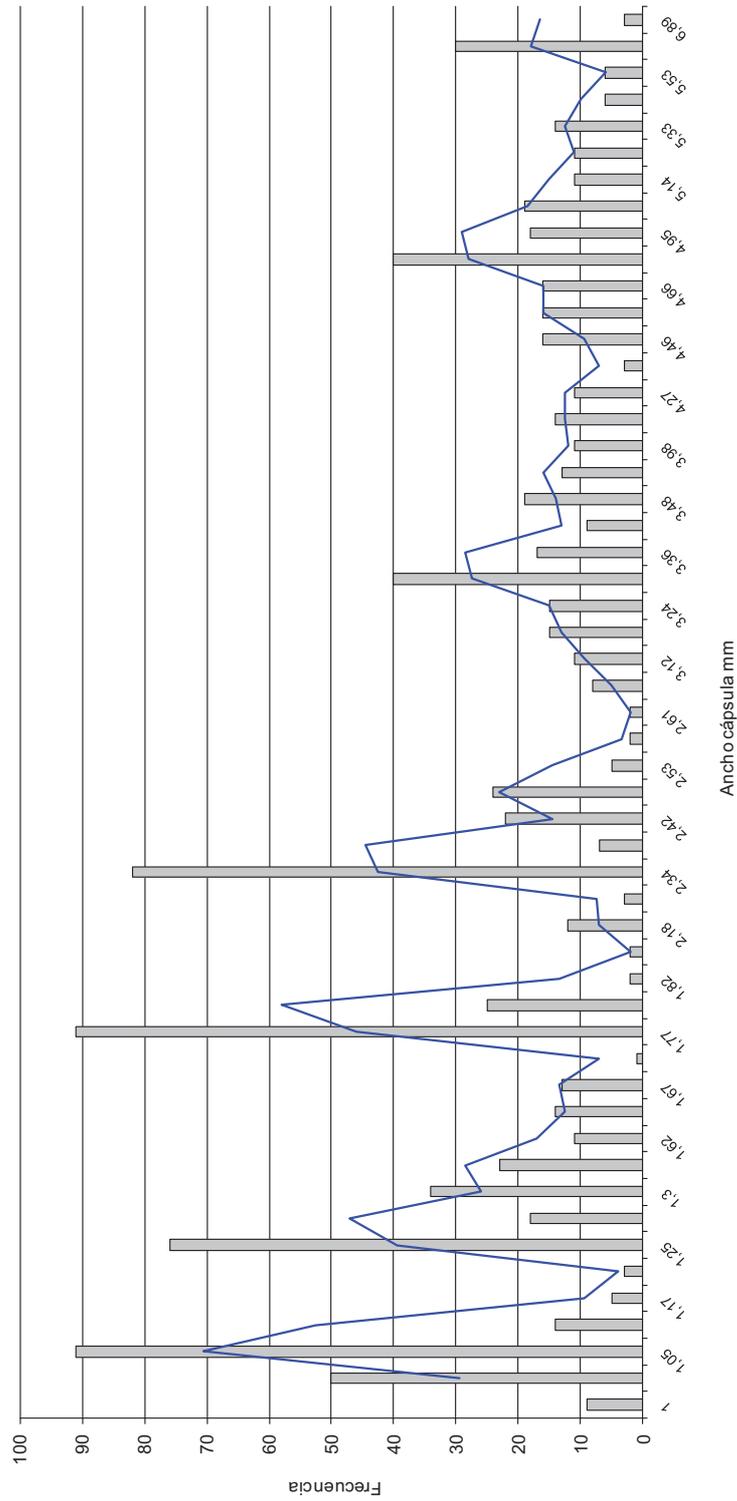


Figura 6. Distribución de frecuencia del ancho máximo de la cápsula cefálica (mm) de larvas de *Brassolis sophorae*.

Cuadro 3. Relación entre instares y ancho máximo promedio (mm) de la cabeza de larvas de *Brassolis sophorae* criadas en condiciones de laboratorio.

n	I		II		III		IV		V		VI		VII						
	X±DE	r III/I	n	X±DE	r III/II	n	X±DE	r IV/III	n	X±DE	r V/IV	n	X±DE	r VII/VI					
164	1,039 ±0,018	1,221	159	1,269 ±0,034	1,368	159	1,737 ±0,056	1,363	159	2,368 ±0,085	1,399	147	3,315 ±0,150	1,382	147	4,582 ±0,301	1,179	102	5,403 ±0,344

X = promedio del ancho máximo de la cabeza. DE = desviación estándar. r = relación entre instares. n = número de individuos.

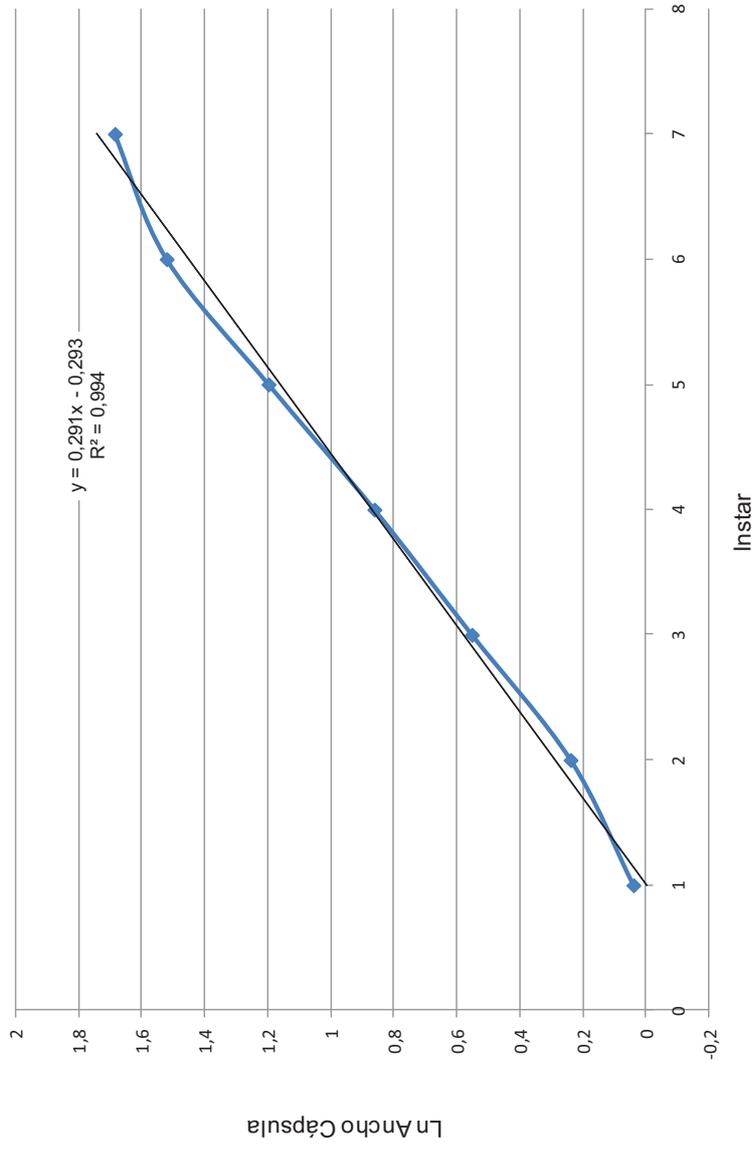


Figura 7. Relación entre el número de instares larvales y el ancho máximo de la cápsula cefálica (mm) de larvas de *Brassolis sophorae*.

Se determinó el número de larvas por nidos, para ello se revisaron 30 refugios o “nidos” en donde las larvas se encontraban entre el sexto y séptimo instar (últimos instares). Se encontró que el número de larvas por refugio es muy variado, por lo que se procedió a presentar los resultados de dos maneras; se presenta el Cuadro 8 con una estadística descriptiva de los datos, lo que nos indica que hay un promedio de larvas por nido muestreado de 183,96; el valor máximo por nido fue de 1200 larvas por nido; el valor mínimo 14 larvas; la moda 71 larvas por nido y la mediana 112 larvas por nido. En el Cuadro 9 se presentan los datos por categorías, estos arrojan que 81 a 120 larvas por nido representan el rango de datos más frecuente, seguido del rango 1 a 80 larvas.

Cuadro 4. Número de larvas por refugio o “nido” construido por *B. sophorae*, encontrado en los muestreos de campo.

Estadístico	Número de larvas por nido
\bar{x}	183,966
Valor máximo	1200
Valor mínimo	14
Moda	71
Mediana	112

Cuadro 5. Categorías por rango de frecuencias del número de larvas por refugio o “nido” construido por *B. sophorae*, encontrado en los muestreos de campo.

Categoría	Rango de datos (Nro. de larvas)	Frecuencia
1	01 a 40	5
2	41 a 80	5
3	81 a 120	6
4	121 a 160	2
5	161 a 200	3
6	201 a 240	1
7	241 a 280	1
8	281 a 320	3
9	321 a 360	3
10	361 a más	1
N		30

Es importante destacar que nunca se encontró una sola larva por nido, el valor mínimo de larvas encontradas fue de 14 larvas y el valor máximo de larvas encontradas fue de 1200 larvas, valor interesante ya que hace pensar que dos cortes o grupos de larvas se pueden unir, sabiendo de antemano que no se encontró una masa de huevos mayor a 300 huevos (ver capítulo de I). Esta observación corrobora lo señalado por Zanetti *et al.* (1999), los cuales explican que las larvas de *B. sophorae* aparentemente no distinguen a sus compañeras de nido pues si se colocan juntas larvas de dos nidos se alimentan normalmente y se alojan en un mismo nido.

2.3.3 Algunos aspectos del comportamiento de la larva.

Las larvas de algunas especies de Lepidópteros pueden presentar un comportamiento gregario, claramente no son eusociales, pero se consideran sociales hasta cierto punto. Las sociedades de insectos son grupos que realizan una labor colectiva como aquellas que edifican conjuntamente un nido, una vivienda común, por ejemplo, diversas larvas que viven agrupadas en un refugio común tejiendo una bolsa de seda alrededor de la ramas (Clarck *et al.*, 1997) o larvas que pueden tejer una cámara individual dentro del refugio común (Fitzgerald, 1976).

Así pues, para hacer notar la complejidad de las interacciones de comportamiento, fue aplicado el término pre social para el grupo de larvas hermanas gregarias, que exhiben un criterio intuitivo de comunicación recíproca de naturaleza cooperativa. Aunque no todas las larvas gregarias pueden ser pre sociales por esta definición, algunos estudios como los de Fitzgerald, 1988 han presentado comunicación entre larvas; *Malacosoma disstria*, por ejemplo, usa una estrategia de forrajeo cooperativo tan elaborada como aquéllas empleadas por muchos insectos eusociales.

Brassolis sophorae es una especie que se caracteriza porque sus larvas en condiciones naturales realizan grandes nidos sedosos (Figura 8) que construyen sobre las hojas hilándolas hasta juntar los folíolos, en estos se ocultan durante el día y salen durante la noche para alimentarse, así se mantienen viviendo unidas de forma gregaria durante todos los instares larvales hasta llegar a la prepupa. Desde el primer instar se observa que las larvas al salir del huevo, siempre se mantienen juntas (Figura 9), y que las larvas así estén criadas en el laboratorio, construyen su nido con hojas y con la seda que producen (Figura 10).

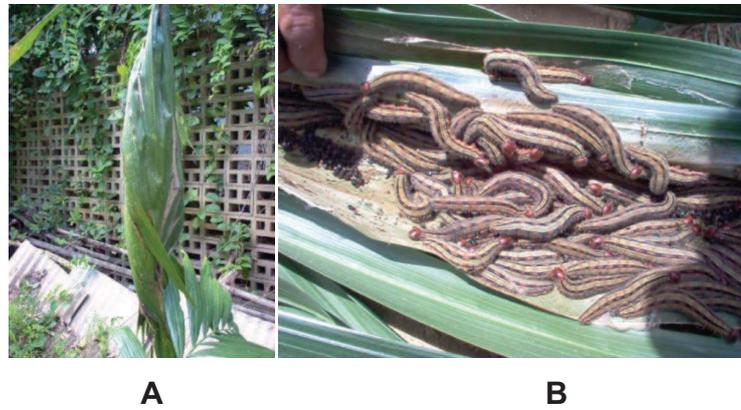


Figura 8. A. Nido de *B. sophorae* en condiciones naturales; B. Nido abierto con larvas del último instar.



Figura 9. Larvas recién eclosionadas en su comportamiento de agregación larval.



Figura 10. Refugio construido por las larvas en el laboratorio.

B. sophorae entra dentro del grupo de lepidópteros que se consideran gregarios y pre sociales; presenta un comportamiento de forrajeo cooperativo del tipo forrajeo en sitio central (Figura 11) que según Fitzgerald (1988), se manifiesta cuando las larvas se dirigen a lugares de recolección permanente o semipermanente, de los cuales retornan a descansar entre consecutivos períodos de alimentación; dejan caminos de seda conspicuos desde el sitio de descanso hasta los lugares distantes donde se alimentan en el árbol hospedero o aun hacia otros árboles y la actividad de los miembros de la colonia es típicamente sincronizada.

Durante las observaciones realizadas se encontró que a pesar de que las larvas de *B. sophorae* se encontraban en condiciones de laboratorio, estas marcaban una trilla de seda a la hora de la alimentación, siempre en horas de la noche (6:00 a 9:00 pm). Siempre una de las larvas salía primero del nido y le servía de guía a las restantes, todas realizan movimientos oscilatorios con la cabeza, hasta llegar a las hojas colocadas como alimento. Lo anterior coincide con lo reportado por Zanetti *et al.*, 1999 en condiciones de campo. Además, cuando no existe una trilla de seda vieja, las larvas se guían por el hilo de seda que va produciendo la

primera y si alguna se pierde, inmediatamente trata de alcanzar a la larva más cercana, le toca la región posterior con su cabeza y continúa caminando. A la hora de la alimentación todas lo hacen de una sola pina, que como se ve en la figura 38, pareciera que se turnan para el forrajeo, pues se observa que mientras unas se alimentan el resto permanece en espera caminando alrededor hasta que llegue su turno.

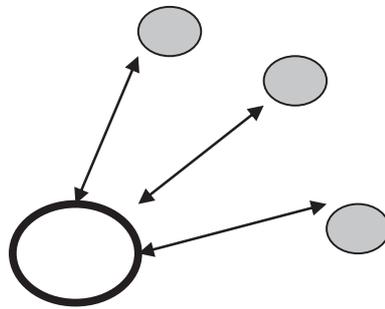


Figura 11. Modelo de forrajeo en sitio central (Fitzgerald, 1988).



Figura 12. Forrajeo cooperativo en larvas de *B. sophorae*.

Se calculó la relación de gramos (g.) de hojas de Chaguaramo (*Roystonea oleraceae*) consumidos por *B. sophorae* en condiciones de laboratorio a partir del número de pinas ingeridas en cada uno de los instares larvales (Figura 13). Se encontró que en los primeros instares la larva consume una cantidad de alimento similar (entre 0,12 a 0,19 g.) hasta el sexto instar, que es cuando ingiere mayor cantidad de alimento (5,13 g.); luego, en el séptimo instar la cantidad de alimento es menor que el sexto (2,83 g.), pero mayor que los primeros instares (del I al V instar). Esto último se puede explicar tomando en cuenta que la larva comienza a bajar su consumo de alimento al acercarse al periodo de prepupa.

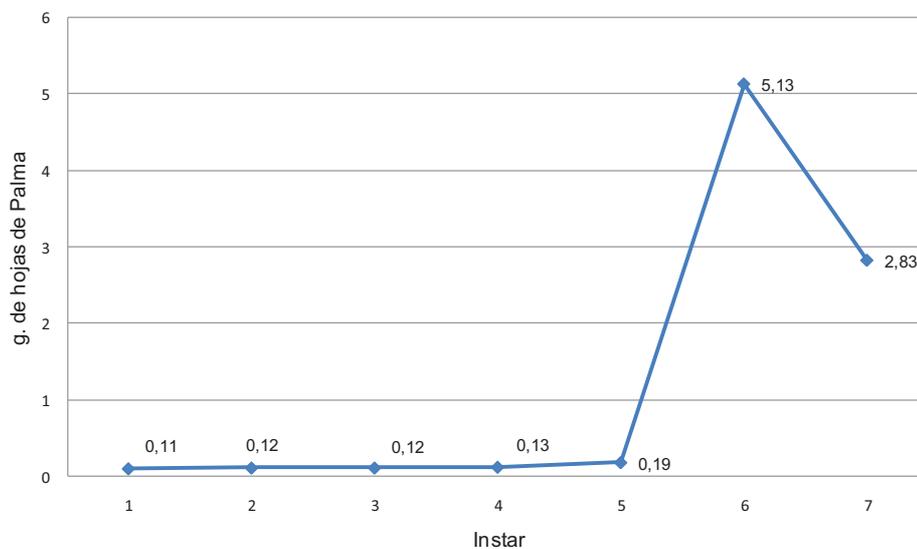


Figura 13. Relación del consumo de hojas de Chaguaramo (*Roystonea oleraceae*) en gramos por instar larval de *B. sophorae* en condiciones de laboratorio.

2.3.4 Duración de la prepupa, duración de la pupa y lugares seleccionados para el proceso.

Al llegar al séptimo instar la larva abandona el nido o refugio, busca un ambiente seco, esto lo hace de forma solitaria y la agregación larval ya no se observa. En condiciones de campo la larva busca un espacio seco y con poca iluminación, como puede ser la esquina de una pared, debajo de escaleras, grietas entre los muros, hendijas entre aires acondicionados, aceras o debajo de los bancos en las plazas (Figura 14).

Así, entra en el período de prepupa, este se caracteriza por el cese de la alimentación y del movimiento; la larva acorta su longitud y su coloración cambia, sobre todo en la región pleuroventral, la cual cambia de un color amarillento a uno verdusco y luego a rosado (Figura 15). La prepupa tiene una duración aproximada de $3,15 \pm 0,58$ días (ver Cuadro 12).



Figura 14. Lugares donde puede pupar *B. sophorae* en condiciones de campo.



Figura 15. Prepupa de *B. sophorae*.

El estado de pupa tuvo una duración promedio de $14,70 \pm 2,71$ días para una muestra de 64 individuos totales (hembras y machos). Para 21 pupas hembras, la duración promedio fue de $15,23 \pm 2,73$ días y para las pupas de 43 individuos machos, la duración fue de $14,44 \pm 2,69$ días (Cuadro 8). Se encontró que los machos emergen primero que las hembras.

En relación a la altura para pupar, se observó que la prepupa selecciona principalmente lugares bajos; esto se demostró, al encontrar que de 100 pupas muestreadas 41 de ellas se encontraban ubicadas de 1 a 30 cm de altura. Seguidamente se encuentra, que 28 pupas de las 100 muestreadas se localizaban entre 211 a 240 cm. de altura (Cuadro 6) (Figura 16).

Cuadro 6. Frecuencia de categorías por rango de alturas seleccionadas por *B. sophorae* para pupar en condiciones de campo.

Categoría	Rango en cm.	Frecuencia
1	1 a 30	41
2	31 a 60	4
3	61 a 90	2
4	91 a 120	7
5	121 a 150	2
6	151 a 180	6
7	181 a 210	10
8	211 a 240	28
N		100

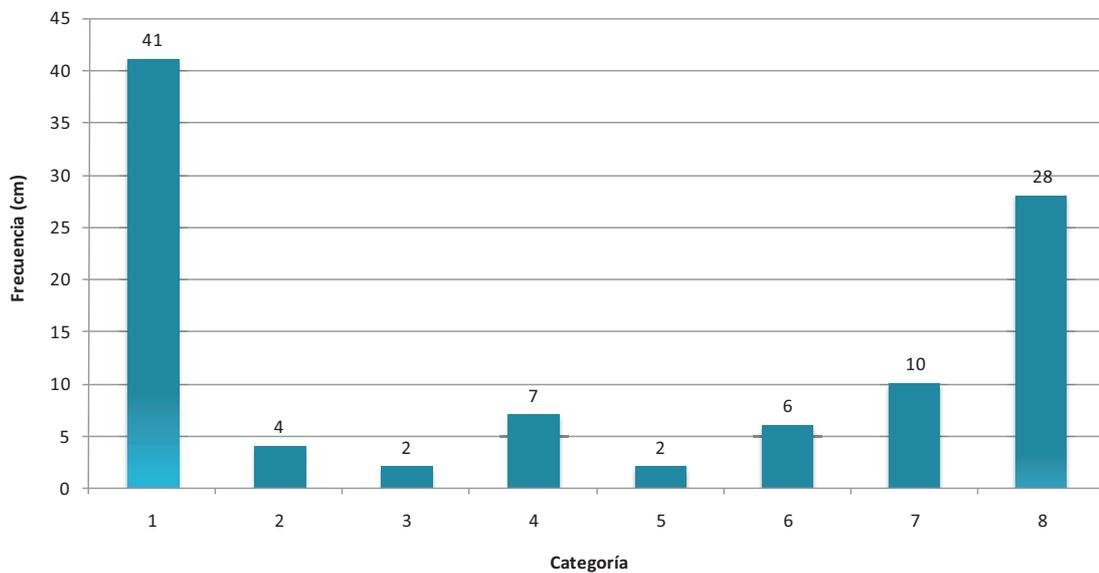


Figura .16 Selección de alturas para pupar en *B. sophorae* en condiciones de campo.

2.3.5 Fecundidad, Fertilidad, Longevidad, supervivencia y algunos aspectos del comportamiento de los adultos.

La longevidad promedio en condiciones de laboratorio para el estado adulto fue de $9,66 \pm 2,51$ días (N=64). Discriminando los sexos, para 21 individuos adultos hembras, la duración fue de $10,57 \pm 0,53$ días y para 47 individuos machos el promedio fue de $9,29 \pm 2,91$ días. La proporción hembra macho fue 1:2.

La fecundidad potencial, como resultado de la disección del abdomen de 24 individuos hembras y de contar el número de óvulos (huevos) en los ovarios de las mariposas fue de $298,166 \pm 81,472$ huevos y la fertilidad de las hembras promediando el número de larvas eclosionadas de 14 masas de huevos que colocaron 14 hembras durante su vida en la fase adulta que fue $126,214 \pm 65,052$ larvas (Cuadro 7).

La fertilidad y fecundidad elevadas de un especie pueden ser buenos indicadores de su eficacia biológica o fitness, es decir, que estas características resultan ser muy adaptativas porque favorecen la permanencia de estas poblaciones en su hábitat. Claramente la estrategia de selección natural de la especie en estudio es de tipo *r*, típica de muchas especies de importancia económica. Dicha estrategia consiste en producir un gran número de descendientes de rápido desarrollo y vida corta, generalmente, se evidencian grandes explosiones demográficas en las etapas juveniles que aprovechan al máximo los recursos del ecosistema, característica que se prevalece en *B. sophorae*.

Se encontró que los machos comienzan su actividad de vuelo rápido e irregular más temprano que las hembras aproximadamente a las 5:30 p.m. y las hembras a las 6:00 p.m. pero las hembras permanecen activas más tiempo que los machos. Una posible explicación de este hecho es la tendencia que éstas tienen de

abandonar el área donde se desarrollaron para encontrar plantas hospederas en condiciones adecuadas para la oviposición, probablemente porque ya han desfoliado las palmeras del área. Estas observaciones coinciden con lo señalado por Zanetti *et al.* (1996), el cual describe el ritmo de vuelo de la mariposa en condiciones de campo, señalando que presentan un vuelo rápido e irregular y casi siempre muy alto, alcanzando las copas de las palmeras; iniciando su actividad de vuelo de 5 p.m. a 7 p.m.

Cuadro 7. Fecundidad potencial y fertilidad de *B. sophorae* en condiciones de laboratorio.

Aspecto estudiado	$\bar{x} \pm DE$	Valor mínimo	Valor máximo	%
Fecundidad potencial	298,166 \pm 81,472	127	402	-
Fertilidad	126,214 \pm 65,052	50	232	42,33

La curva de supervivencia (Figura 17) indica que la especie tiene una curva tipo I interpretándose que *B. sophorae* coloca una gran cantidad de huevos donde se presenta una alta supervivencia pero al pasar por cada uno de los instares, esta tiende a descender y principalmente en el sexto instar decrece abruptamente para luego mantenerse en el estado de pupa y adulto. Esta tendencia se puede explicar por el hecho, de que en los últimos instares es donde consume mayores cantidades de alimento y pueden ser más vulnerables al presentarse mayor competencia intraespecífica por este elemento.

Cuadro 8. Ciclo de vida *B. sophorae* en condiciones de laboratorio.

Fase	Número de individuos	Promedio días	Desviación Estándar
Huevo	170	27,67	3,55
Larva (total)	164	120,61	5,25
I estadio	164	14	0,25
II estadio	159	11,03	0,33
III estadio	159	13,2	0,65
IV estadio	159	14,41	0,68
V estadio	147	17,12	1,94
VI estadio	145	26,68	1,53
VII estadio	100	24,17	2,05
Prepupa	20	3,15	0,58
Pupa	64	14,70	2,71
Hembra	21	15,23	2,73
Macho	43	14,44	2,69
Adultos	64	9,66	2,51
Hembra	21	10,57	0,53
Machos	43	9,29	2,91

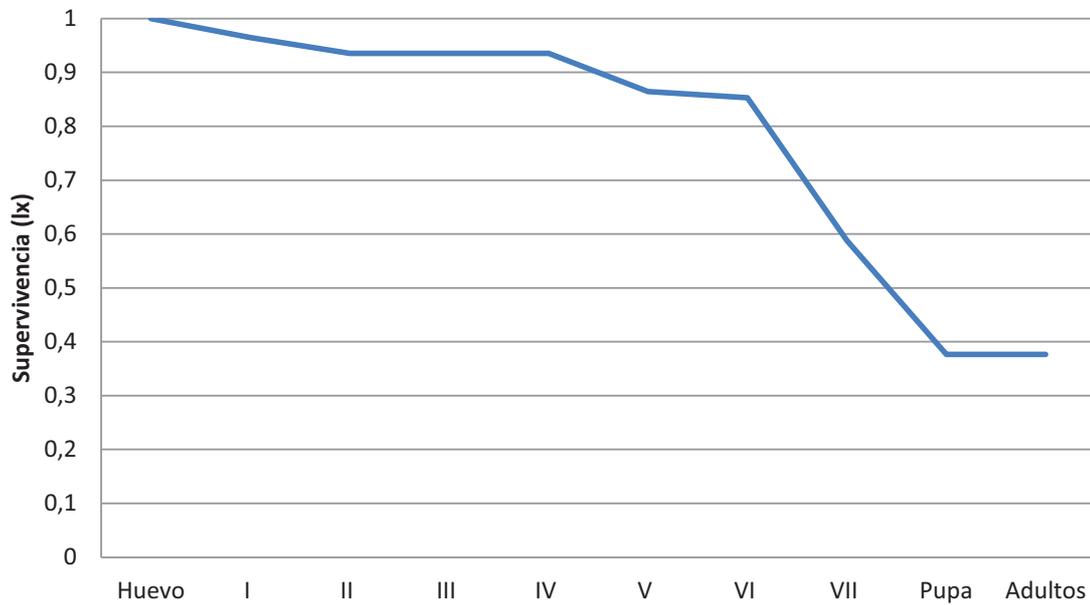


Figura 17. Curva de supervivencia de *B. sophorae*.

2.3.6 Identificación de los enemigos naturales de *B. sophorae* en el área Metropolitana de Caracas.

Parasitoides:

a. Parasitoides de Huevo.

Se obtuvo una especie de himenópteros (Figura 18) que emergió de la fase de huevo, identificado como *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae); especie gregaria conocida como parasitoide de muchas especies de lepidópteros, y según Zener de Polonia y Posada (1992), ejercen un parasitismo del 78 y 100% en huevos de *B. sophorae*.

En este estudio se halló un total 44 adultos de una masa de 246 huevos y 81 adultos de una masa de 160 huevos, los cuales emergieron durante los meses de junio del 2005 y diciembre del 2006 (Cuadro 9). Se observó en algunas ocasiones que emergían de 5 a 6 adultos por huevos, coincidiendo con lo reportado por Menezes y Leme (1954) con *Telenomus nigrocoxalis* Ashmead, 1894 (Hymenoptera: Scelionidae) en donde de cada huevo parasitado, emergen de 5 a 6 adultos del Scelionidae.

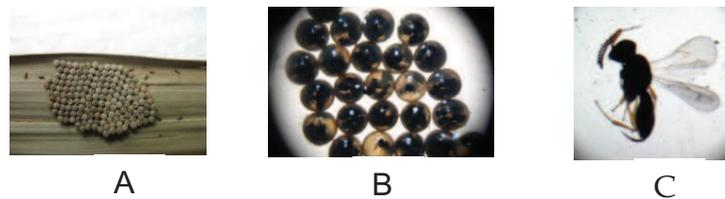


Figura 18. Parasitoides de huevos de *B. sophorae*. A y B. Huevos parasitados
C. *Telenomus* sp.

b. Parasitoides de pupa:

Como parasitoides de pupa se encontraron dos especies de himenópteros y uno de Díptero (Cuadro 9). Entre los primeros se encontraron 9 adultos de una especie de Chalcididae, *Conura* sp. (Figura 19) que emergieron en el mes de noviembre del 2005 de 1 pupa parasitada. También se halló una especie de Ichneumonidae emergiendo de una pupa. Ambas muestras fueron colectadas en las adyacencias de la facultad de Ingeniería de la UCV en el mes de noviembre del 2005.



Figura 19. *Conura* sp. Fuente: [flickr.com/photos/mgaiani/4005241226/](https://www.flickr.com/photos/mgaiani/4005241226/)

En cuanto al Díptero, este fue identificado como *Winthemia pinguis* (Fabricius, 1805) (Diptera: Tachinidae) (Figura 20) y se encontró un solo individuo emergiendo de una pupa colectada en el paraíso (Cuadro 9). Esta especie es reportada por Menezes y Leme (1954) y por Ruszczyk, A (1990), como parasitoide de larva de *B. sophorae*, el número de taquínidos por larva de 1 a 4 siendo más común una mosca por hospedero. Así, que probablemente este parasitoide puede ser considerado del tipo larva – pupa.



Figura 20. *Winthemia* sp. Fuente: stevenanz.com/.../source/tachinid_fly_6074.htm

La baja incidencia de parasitoides obtenidos durante los muestreos se podría atribuir, a la metodología usada en este estudio ya que el comportamiento de *B. sophorae* de colocar los huevos y construir refugios a grandes alturas, haciéndolos poco accesibles, dificulta los muestreos. Además, podría deberse al uso inapropiado de insecticidas químicos y a la contaminación, que pueden limitar el desarrollo y establecimiento de los parasitoides.

El efecto de dilución, puede ser un factor que limite la participación de los enemigos naturales en el control natural de *B. sophorae* en la ciudad. Para los parasitoides puede ser difícil acceder e introducirse en los nidos ya que están muy altos y difíciles de penetrar. Otro factor sería que las larvas pueden ser difícil de parasitar durante el día ya que ellas normalmente se encuentran refugiadas en su nido y salen a comer en la noche y muchos de los parasitoides tienen hábitos diurnos; solo entonces, podrían parasitar durante los últimos instares cuando se desplazan a buscar lugares donde pupar.

Cuadro 9. Parasitoides de *B. sophorae* encontrados en el Área Metropolitana de Caracas.

Mes	Fase	Localidad	Nro colectadas	Nro parasitados	Nro de parasitoides	Especie
Junio 2005	Huevo	Parque del oeste	3 masas/491 huevos	1 masa/246 huevos	44	<i>Telenomus</i> sp.
Noviembre 2005	Pupa	El Paraíso	20 pupas	1	1	<i>Winthemia</i> sp.
		UCV	15 pupas	1	1	Ichneumonidae
Diciembre 2006	Huevo	Chuao	3 masas/397 huevos	1 masa/160 huevos	81	<i>Telenomus</i> sp.
				1	9	<i>Conura</i> sp.

Depredadores:

a. Invertebrados:

Se observó una especie de Himenóptero Vespidae, identificado como *Polistes* sp. (Figura 21). Se conoce, que algunas especies de este género pueden depredar larvas de lepidópteros y también pueden ser usadas en programas de control biológico (Araya, Arretz, Guerrero y Lamborot, 1997).

En esta oportunidad se observó depredando larvas del segundo instar de *B. sophorae* que se encontraban en una palma de Chaguaramo enano (*Veitchia merrilli*) de 8 metros; además, se observó depredando larvas del sexto instar que se encontraban en una palma de Fruto de oro (*Dipsis lutescens*). En ambos casos, las larvas se estaban cambiando de lugar de refugio.

Entre las observaciones realizadas se encontró, que un solo individuo de *Polistes* sp. vuela alrededor del refugio donde se encuentran las larvas, tratando de capturar alguna, pero como estas se encuentran juntas se le hace difícil atraparlas; solo hasta el momento en que una se queda rezagada del grupo, la avispa la devora. Esto se puede explicar con el hecho de que las larvas que expresan un comportamiento gregario, presentan realce de aposematismo, una manera de defensa contra enemigos naturales (Fisher 1930 citado por Clark, 1998) que les da cierta ventaja en relación a larvas solitarias.

Martín (1985) realizó un estudio de la biología, el comportamiento y el potencial de depredación de avispas del género *Polistes*, enemigos naturales de *Erinnyis ello* Lepidoptera: Sphingidae, en Palmira y en otras poblaciones del Valle del Cauca y Quindío (Colombia). Determinó que el consumo

máximo de *Polistes erythrocephalus* por día fue de 1.3 larvas de *E. ello* (II y III instar) y el mínimo 0.08 larvas.

Los resultados obtenidos por Martín (1985), coinciden con el comportamiento de depredación observado por *Polistes sp.* a las larvas de *B. sophorae*, ya que esta avispa siempre se encontró depredando una larva de las centenares que puede encontrarse en un nido. Esto permite afirmar que *B. sophorae* presenta un modelo pasivo de defensa colectiva, el cual implica un efectos de dilución, donde la probabilidad matemática de que un depredador elija una sola larva disminuye con el tamaño del grupo (Turner y Pitcher, 1986). Este efecto funciona eficazmente contra depredadores solitarios artrópodos aéreos como *Polistes spp.* que es fácilmente saciado.



Figura 21. *Polistes sp.* Depredador de larvas de *B. sophorae*.

b. Vertebrados:

Se observaron dos especies de aves como depredadores de *B. sophorae*; el Tordito *Quiscalus lugubris*, y el Chiriguare *Milvago chimachima*. Ambas especies reportadas por Ascanio y Fuentes (2007) en el último inventario de las aves de la Gran Caracas.

El Tordito *Quiscalus lugubris* (Figura 22) ubicado dentro de Familia Icteridae, es conocido comúnmente como una plaga de los cultivos de arroz; se observa en bandadas que oscilan entre 30 y 700 aves , consume granos de arroz e insectos. Tienen actividad de alimentación durante todas las horas del día (Flores, 1991).

Manara (2004) señala que en Caracas el Tordito se observa generalmente en calles, avenidas y parques en algún árbol de su preferencia para pasar la noche; durante el día, se observan reunidos en grupos y se alimentan de insectos que cazan entre la hierba.

En este estudio, se encontró durante los muestreos mensuales que *Q. lugubris*, se alimenta de las pupas de *B. sophorae* que se hallaban cerca del suelo específicamente debajo de los bancos de las plazas y en las aceras (Figura 22). Estos llegan en bandadas, aproximadamente de tres a cuatro de la tarde y buscan debajo de los bancos, sobre la grama, debajo de las aceras; al encontrar la pupa con el pico la cortan por la mitad y se alimentan de las estructuras internas de esta; el ave se alimenta de las pupas que encuentre en el momento, se observó frecuentemente hasta dos pupas por ave. No se observó a los torditos alimentándose ni de larvas ni adultos de *B. sophorae*.



Figura 22 *Q. lugubris*, depredador de pupas de *B. sophorae*.

El Chiriguare *Milvago chimachima*, ubicado en la Familia Falconidae (Figura 23), también fue observado en esta investigación como un depredador vertebrado de *B. sophorae*. Esta ave rapaz es muy común en la ciudad, se le ve frecuentemente en antenas de edificios, postes de electricidad y otros sitios destacados que le sirven de percha (Caula y Levin, 1999).

Según Phelps (1979) el Chiriguare *Milvago chimachima* en ocasiones cae sobre sus presas al volar, pero con mayor frecuencia caza sobre el suelo, y a menudo entre el ganado; realiza persecuciones rápidas a ratones, reptiles e insectos, y también extrae garrapatas de los lomos del ganado. Come bastante carroña, sobre todo animales pequeños muertos en las carreteras. Asimismo, saquea nidos de aves.



Figura 23 *Milvago chimachima*, depredador de larvas de *B. sophorae*.

En esta oportunidad se observó volando a la altura de los chaguaramos (*Roystonea oleracea* (Arecaceae)), aproximadamente a 30 metros de altura, de cinco a seis de la tarde. Estos se encontraban usualmente en parejas o de 5 a 6 individuos chillando amenazadoramente y peleando, aparentemente en una disputa por la comida y el territorio. Estos individuos se encontraron frecuentemente depredando larvas de los últimos instares de *B. sophorae*, cuando las larvas ya han defoliado completamente la palma y los refugios

son fácilmente visibles, así estos pueden ser abiertos y saqueados por las aves. También se observó alimentándose de las larvas que se movilizan entre las palmas al cambiarse de refugio por falta de alimento (Figura 23).

Conclusiones

1. El tiempo promedio de incubación de los huevos fue de 27,67 + 3,56 días. Además, se observó que la viabilidad fue muy alta siendo la mayor de 97,64% y la menor de 84,74%, esto nos indica la alta probabilidad de supervivencia que puede tener la especie en condiciones de laboratorio.
2. El desarrollo total del estado larval pasa a través de siete instares en un tiempo de 120,61 días.
3. La duración promedio de los instares larvales, fue de 14; 11,03; 13,2 14,41; 17,12; 26,68 y 24,17 días para el 1º,2º,3º,4º,5º,6º y 7º instar respectivamente,
4. El valor mínimo de larvas encontradas por nido o refugio fue de 14 larvas y el valor máximo de larvas encontradas fue de 1200 larvas.
5. *B. sophorae* entra dentro del grupos de lepidópteros que se consideran gregarios y pre sociales; presenta un comportamiento de forrajeo cooperativo del tipo forrajeo en sitio central.
6. La larva consume una cantidad de alimento similar (entre 0,12 g a 0,19 g) hasta el sexto instar, que es cuando ingiere mayor cantidad de alimento (5,13 g); luego, en el séptimo instar la cantidad de alimento es menor que el sexto (2,83 g) instar, pero mayor que los primeros instares (del I al V instar).
7. Al llegar al séptimo instar la larva abandona el nido o refugio, busca un ambiente seguro y seco, esto lo hace de forma solitaria y la agregación larval ya no se observa.

8. El estado de prepupa tiene una duración aproximada de $3,15 \pm 0,58$ días, se caracteriza por el cese de la alimentación y del movimiento; la larva acorta su longitud y su coloración cambia, sobre todo en la región pleuroventral, la cual cambia de un color amarillento a uno verdusco y luego a rosado.
9. Para las pupas hembras, la duración promedio fue de $15,23 \pm 2,73$ días y para las pupas de individuos machos, la duración fue de $14,44 \pm 2,69$ días; se encontró que los machos emergen primero que las hembras.
10. La longevidad promedio en condiciones de laboratorio fue de $9,66 \pm 2,51$ días.
11. Se encontró que los machos comienzan su actividad de vuelo rápido e irregular más temprano que las hembras aproximadamente a las 5:30 p.m. y las hembras a las 6:00 p.m. pero las hembras permanecen más tiempos activos que los machos.
12. La fecundidad potencial fue de $298,166 \pm 81,472$ huevos y la fertilidad fue de $126,214 \pm 65,052$ larvas.
13. La curva de supervivencia es tipo I interpretándose que *B. sophorae* coloca una gran cantidad de huevos donde se presenta una alta supervivencia pero al pasar por cada uno de los instares, esta tiende a descender.
14. Se encontraron enemigos naturales del tipo parasitoides: *Telenomus* sp; *Conura* sp y *Winthemia pinguis*.
15. Se encontraron enemigos naturales depredadores invertebrados: *Polistes* sp; y vertebrados : *Quiscalus lugubris* y *Milvago chimachima*.

Referencias Bibliográficas

BASTOS, J. 1967. Notas Biológicas sobre *Brassolis sophorae* L. (Lep., Brassolidae) I. Perda de peso no periodo pupal. Revista Brasileira de Entomología, XII 67-71 Sao Paulo

CLARCK B. y FAETH S. 1997. The consequences of larval aggregation in the butterfly *Chlosyne lacinia*. Ecol. Entomol. 22:408-415

DYAR, H.G. 1890. The number of molts of lepidopterous larvae. Psyche 5:420-422

FERNANDEZ, S. 1980. Estudio de la biología del minador del tomate *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechlidae) en Venezuela. Tesis M Sc Maracay Universidad Central de Venezuela Facultad de Agronomía. 58 p.

FERREIRA, J.; WARWICK, D. y SIQUIRA, L. 1994. Cultura do coqueiro no Brasil. EM BRAPA-SPI, Aracaju Brasil.

FITZGERALD T. 1980. An analysis of daily foraging patterns of laboratory colonies of the eastern tent caterpillar, *Malacosoma americanum* (Lepidoptera: Lasiocampidae), recorded photoelectronically. Can Ent 112: 731-738

FITZGERALD T.; PETERSON S. 1988. Cooperative foraging and communication in social caterpillars. BioScience 38: 20-25

FUSAGRIFONCOPAL. 1976. Coco. Serie A. No. 40. Cagua (Venezuela). 93p.

GAINES, J.C. y F.L. CAMPBELL. 1935. Dyar's rule as related to the number of instars of the corn ear worm *Heliothis obsoleta* (Fab.) collected in the field. Ann. Entomol. Society of America 18:445-461.

GENTY P., DESMER DE CHENON R., MORIN J. 1978. Les ravageurs du palmier a' huile en Amérique Latine. Oléagineux 33(7):321-419.

HABID, M., ANDRADE, C. 1977. Epizootia em larvas de *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758) causada por *Beauveria bassiana* (bals). Con estudos de identificação e sintomatología. An. Soc. Entomol. Bra. 6:239-247.

HOWARD, W., MOORE, D., GIBLIN- DAVIS, R., ABAD, R. 2001. Insects on Palm. Cabi Publishing, London, UK, 400p.

- KISHI, Y. 1971. Reconsideration of the method to measure the larval instars by use of the frequency distribution of head capsul widths or lenghts. Canadian Entomol. 103:1011-1015
- LEVER, R. 1970. Las plagas del cocotero. FAO, Roma. Estudios Agropecuaris No. 77. 195p.
- LEPESME, P. 1947. Lcs insectes des palmeirs. Paul Lechevalier, Editorial, Paris. 904 p.
- LIMA, A. DA COSTA. 1950. Insetos do Brasil. 6O Tomo. Lepidopteros 2da. Parte. Serie Didática No. 8, Escola Nacional Rio Janeiro. 420 p.
- MARICONI, F. 1952. As lagartas das palmeiras. A *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758), *Brassolis astyra* Godart, 1821. O.Biológico 18:103-107
- MARICONI, F., ZAMITH, A., 1954. Contribuição para o conhecimento da *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758); *B. astyra* Godart, 1821 (Lepidoptera, Brassolidae) e seus inimigos naturais. Anais da ESALQ 1:61-207.
- PETERSON, A., HAEUSSLER G. 1928. Some observations on the numbers of larval instars of the oriental peach moth *Laspeyresia molesta* Busk. J. Econ. Entomol. 21:846852
- RAI, B. 1973. *Brassolis sophorae* and *Castnia daedalus*: chemical control of the major pests of coconut in Guyana. J. Econ. Entomol. 66(1): 177 180.
- REMILLET, M. 1988. Catalogue des insectes ravageurs des cultures en Guyane Francaise. Institut Francais de Reserche Scientifique pour le développement en Coopération, Collection Etudes et thèses, Editions de L'Orstom, Paris, 235 p.
- Ruszczyk, A. 1990. Influencias da Arquitetura e Urbanização de Campinas (SP) na mortalidade das Borboletas-da-Palmeira (Lepidoptera, Nymphalidae), Tese de Doutorado, UNICAMP, Campinas, 128P.
- Ruszczyk, A. 1996. Spatial patterns in pupal mortality in urban palm caterpillars. Oecologia. Berlin: Springer-verlag 107:356-363.
- STICHEL, H., 1932. Brassolidae. En: Lepidopterorum Catalogus, nº 51. Junk. Berlin, 115 p.
- TAYLOR, R. 1931. On "Dyer's rule" and application to saw fly larvae. Ann. Entomol. Soc. Amer. 23:451466

TORRES, F., NOTZ, A. y VALENCIA, L. 1997. Ciclo de vida y otros aspectos de la biología de la polilla de la papa *Tecia solanivra* (POVOLNY) (Lepidoptera: Gelechiidae en el estado Táchira, Venezuela.

TRAVASSOS FILHO, L. 1954. As lagartas que comen as folhas das palmeiras. Flores do Brasil (Inverno 1954): 3538.

ZANETTI, R., VILELA E., ZANUNCIO, J Y MOURA, J. 1996. Ritmo de atividade diaria de vôu de *Brassolis sophorae* (L., 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae). Revta. Bras.Ent. 40(2): 245-248.

ZANETTI, R., VILELA E., ZANUNCIO, J Y MOURA, J. 1999. Búsqueda de alimento y marcación de trillo por larvas de *Brassolis sophorae*. Rev. Biol. Trop., 47 (4):1035-1038

CAPITULO III

DAÑO CAUSADO POR *Brassolis sophorae* A LAS PALMAS DEL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS.

3.1 Introducción

El ecosistema urbano es considerado un mosaico heterogéneo de moradas residenciales, propiedades comerciales, parques y otros tipos de instalaciones que proporcionan una serie de hábitats que pueden ser utilizados por los artrópodos (Moreno *et al.* 2007). Los artrópodos se han asociado con el ser humano, sus actividades, construcciones y los ecosistemas urbanos, desde el inicio de la historia (Montgomery 1959). Es notoria la presencia de insectos en las ciudades, entre los que destacan los defoliadores; estos se pueden alimentar del arbolado urbano y del resto de las plantas que existen, ejerciendo en ellas daños en diferentes niveles que disminuyen los beneficios ambientales y sociales que ofrecen (Gallegos 2005).

Las palmas, consideradas parte del arbolado urbano, pueden representar un elemento indispensable para el habitante de la ciudad, ya que mejora la calidad del ambiente en donde vive. Estas ofrecen grandes beneficios a los seres humanos, entre ellos están: brindar sombra, refrescar el aire, producir oxígeno, regular la humedad del ambiente, disminuir ruidos, atenuar los vientos, retener partículas sólidas (hollín, polvo), embellecer las vías de tránsito y viviendas, moderar el escurrimiento superficial, recrear e invitar al descanso y mejorar la calidad de vida de quienes viven en las urbes (Nowak, Dwyer y Childs 1997).

En el caso de las plantas ornamentales el sólo hecho de cortar las hojas ya trae una desvalorización del ejemplar atacado. Coulson y Witter (1990), señalan que los insectos defoliadores pueden ocasionar “daño estético” a las plantas; este tipo de daño es considerado de “impacto social”, porque afecta el valor estético de una planta y por ende de una plantación o bosque; por ejemplo, una defoliación severa en un bosque puede ser desagradable para un excursionista, insignificante para el cazador y benéfica para un pescador.

B. sophorae produce en su etapa larval un daño estético a las palmas del área Metropolitana de Caracas, daño fácilmente detectable por la intensa defoliación provocada, observándose solo el raquis de las hojas, lo que en algunas ocasiones causa alarma y cierto temor en la población. Un reclamo frecuente es que las larvas penetran en las residencias (evento que ocurre cuando la larva busca un lugar para pupar) y suben por las paredes de las casas. Además, cuando emergen los adultos, liberan un líquido rosado oscuro (*meconium*) que puede manchar, lo que es causa de molestias.

Esta invasión despierta en muchas personas una verdadera entomofobia que las lleva a buscar formas de destruir sus refugios; otras optan por soluciones más drásticas: cortan sus palmas de raíz para liberarse definitivamente de las larvas. Esto trae como consecuencia que la gente evite visitar o descansar en lugares donde se encuentren las palmas, es decir limita el aprovechamiento de los beneficios que las palmas ofrecen a la sociedad, su uso ornamental y recreativo.

Las palmas están entre el grupo de plantas más usadas de forma ornamental en zonas recreativas de muchas ciudades del mundo y en Venezuela. Braun (1996) señala que especialmente el chaguaramo (*Roystonea oleracea* (Jacq.)), constituye un motivo decorativo común en obras públicas, parques,

avenidas y viviendas particulares. El mismo autor establece que algunos sectores de Caracas parecen un jardín en los que, de modo particular el chaguaramo, junto con representantes de otros géneros, especies nativas y foráneas, ocupa el lugar más destacado.

Las palmas son Monocotiledóneas leñosas de la Familia de las Arecaceae (antes llamadas Palmae) que se incluyen dentro del orden de las Arecales. Forman un grupo fácilmente reconocible por su apariencia, aunque a veces incluyan dentro de este grupo plantas no emparentadas con aspecto muy parecido: Cicadáceas, Agaváceas del género *Cordyline*, etc. Aunque presenten rasgos en común, estas relaciones son sólo superficiales, por lo que las palmas sobresalen como un grupo aislado, siendo el cuarto grupo más amplio de las Monocotiledóneas. Se estima que existen más de 2600 especies dentro de 200 géneros (Hoyos y Braun 2001).

La ciudad de Caracas representa un buen ejemplo del uso ornamental de las Palmas. Desde hace ya algunos años, se han sembrado una gran cantidad de palmas chaguaramos como parte del establecimiento de nuevas obras públicas, jornadas de reforestación, programas de recuperación de parques y de zonas públicas recreativas. El aumento de palmas sembradas en Caracas incrementa las posibilidades de recursos alimentarios para las larvas de *B. sophorae*; además, se crea un ambiente homogéneo e idóneo para la propagación de la plaga.

Stauffer y col. (1993), realizaron un estudio sobre el daño ocasionado por este lepidóptero a las palmas de la ciudad de Caracas, Distrito Capital, entre los meses de mayo a agosto en el Parque del Este "Rómulo Betancourt", ahora llamado "Francisco de Miranda", donde observaron severos ataques por *B. sophorae* en más del 50% de varias especies de palma. Yépez *et al.* (1985) señalan por primera vez en Venezuela, ataques del *B. sophorae*

causando daños en el follaje de chaguaramos de la Estación Experimental "Saman Mocho" (Facultad de Agronomía, UCV), en el estado Carabobo.

Howard *et al.* (2001), mencionan que *B. sophorae* tiene un amplio rango de hospederas ubicadas dentro de la Familia Arecaceae, tales como: *Acrocomia aculeata*, *Archontophoenix alexandrae*, *A. cunninghamiana*, *Syagrus romanzoffiana*, *Attalea* sp., *Bactris major*, *Caryota urens*, *Copernicia* sp., *Desmoncus major*, *Dypsis decaryi*, *D. lutescens*, *Euterpe* sp., *Hyophorbe lagenicaulis*, *Livistona* sp., *Mauritia flexuosa*, *Orbignya* sp., *Phoenix canariensis*, *Phoenix reclinata*, *Pritchardia pacifica*, *Ptychosperma macarthurii*, *Roystonea oleracea*, *R. regia*, *R. venezuelana*, *Sabal mauritiaeformis*, *Sabal umbraculifera*, *Scheelea macrocarpa* y *Washingtonia filifera*. La especie también ataca otras Monocotiledóneas, incluyendo banana, *Ravenala madagascariensis* y *Strelitzia nicolae* (Cleare y Squire 1934; Genty *et al.* 1978; Stauffer *et al.* 1993; Howard *et al.* 2001).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el daño producido por *B. sophorae* a sus plantas hospederas en la ciudad de Caracas y su relación con variables propias de la especie plaga y las existentes en el ecosistema urbano. Como objetivos específicos se plantean: (1) Identificación de las plantas hospederas de *B. sophorae*; (2) Descripción del daño ocasionado por *B. sophorae* a las palmas y su variación durante todo el año; (3) Relación del daño descrito con las variables: especies de plantas hospederas, altura de las plantas hospederas, densidad de las palmas; y (4) Determinación de la distribución espacial y temporal del daño ocasionado por *B. sophorae* y de los refugios o "nidos" que construyen.

Esta información posibilitará una mejor comprensión del daño producido por *B. sophorae* en las palmas de la ciudad de Caracas, pudiéndose así, ajustar futuras intervenciones de manejo y control, que no solo se apoyen en

métodos químicos, sino en acciones ecológicas eficientes que frenen el desarrollo y expansión de la plaga.

3.2 Materiales y Métodos

3.2.1 Descripción del área en estudio.

El estudio se realizó en la ciudad de Caracas, la cual está enmarcada dentro de un valle del sistema de la Cordillera de la Costa venezolana, separada del litoral central a unos 15 km por el Parque Nacional El Ávila. Entre Antímano y Petare, que los podemos considerar como los extremos del Valle de Caracas (lugar del muestreo de esta investigación), hay 25 km, con un anchura de 4 km y una altitud media de 900 m.s.n.m. Las coordenadas geográficas que enmarcan al Valle de Caracas son las siguientes: 10° 28'04"- 10° 30'54" latitud norte y 66°48'52"- 66° 56'49" longitud oeste (Figura 1).

Este valle tiene origen tectónico, ya que se debe a fallas que se encuentran hacia el norte de la depresión, en las faldas del Ávila. El río Guaire ha remodelado esta fosa tectónica y, gracias a un umbral de rocas muy resistentes que se encuentra en Petare y que ha servido como "nivel de base" local, ha depositado una espesa capa de sedimentos cuaternarios en forma de terrazas en las cuales se asienta la ciudad. Sobre estas terrazas se encuentran numerosos conos de deyección, formados por los ríos que le caen por el norte desde la Sierra del Ávila. De ahí el fondo plano del valle y la mayor inclinación hacia el Ávila (Cárdenas et al. 2000).

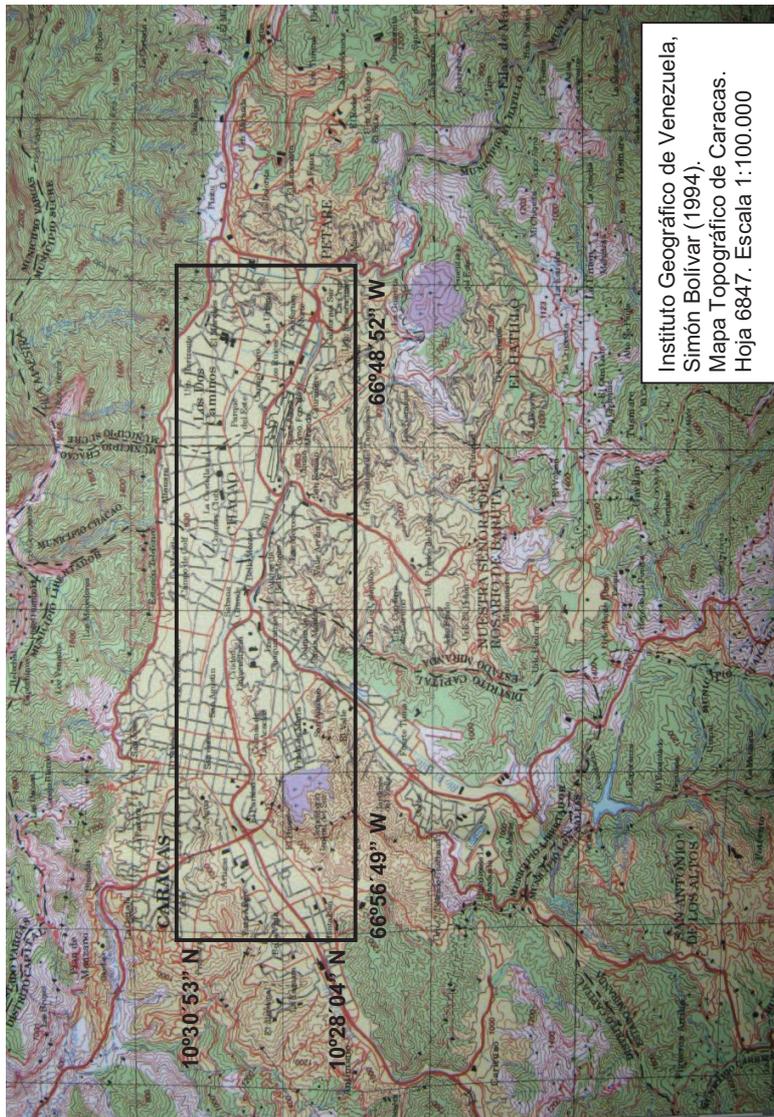


Figura 1. Área de estudio.

a. Clima

El clima de Caracas es del tipo intertropical de montaña con una humedad muy acentuada, variando su temperatura de acuerdo a la altitud. La temperatura anual promedio, según registro de la estación climatológica Observatorio Cajigal por más de cien años (1891-2006), ha sido de 20,97 °C, presentando variaciones con un máximo de 22,3 °C durante los meses de mayo y septiembre y una mínima de 19,37 °C durante los meses de diciembre y enero.

Las precipitaciones varían entre los 800 y 1300 mm anuales, en la propia ciudad, y hasta los 2000 mm en algunas partes de la Cordillera; según registros de la Estación Observatorio Cajigal se tiene un promedio anual de 841,4 mm. Se considera un mes lluvioso aquel en el cual el monto de precipitaciones es igual o mayor a 60 mm; en la Figura 2 se observan 7 meses lluviosos y 5 meses secos, según el umbral.

b. Vientos

Las laderas expuestas hacia el sur que corresponden a las vertientes de solana hacia el Valle de Caracas, reciben la influencia de los vientos Alisios del noreste, los cuales soplan todo el año, en especial durante los meses de enero, febrero, junio, julio, agosto y diciembre.

Durante los meses de marzo, abril y mayo también siguen soplando los vientos Alisios del noreste pero se encuentran con los vientos del sur que soplan hacia el norte. En los meses de septiembre, octubre y noviembre empiezan a predominar nuevamente los vientos Alisios del noreste sobre los vientos del sur.

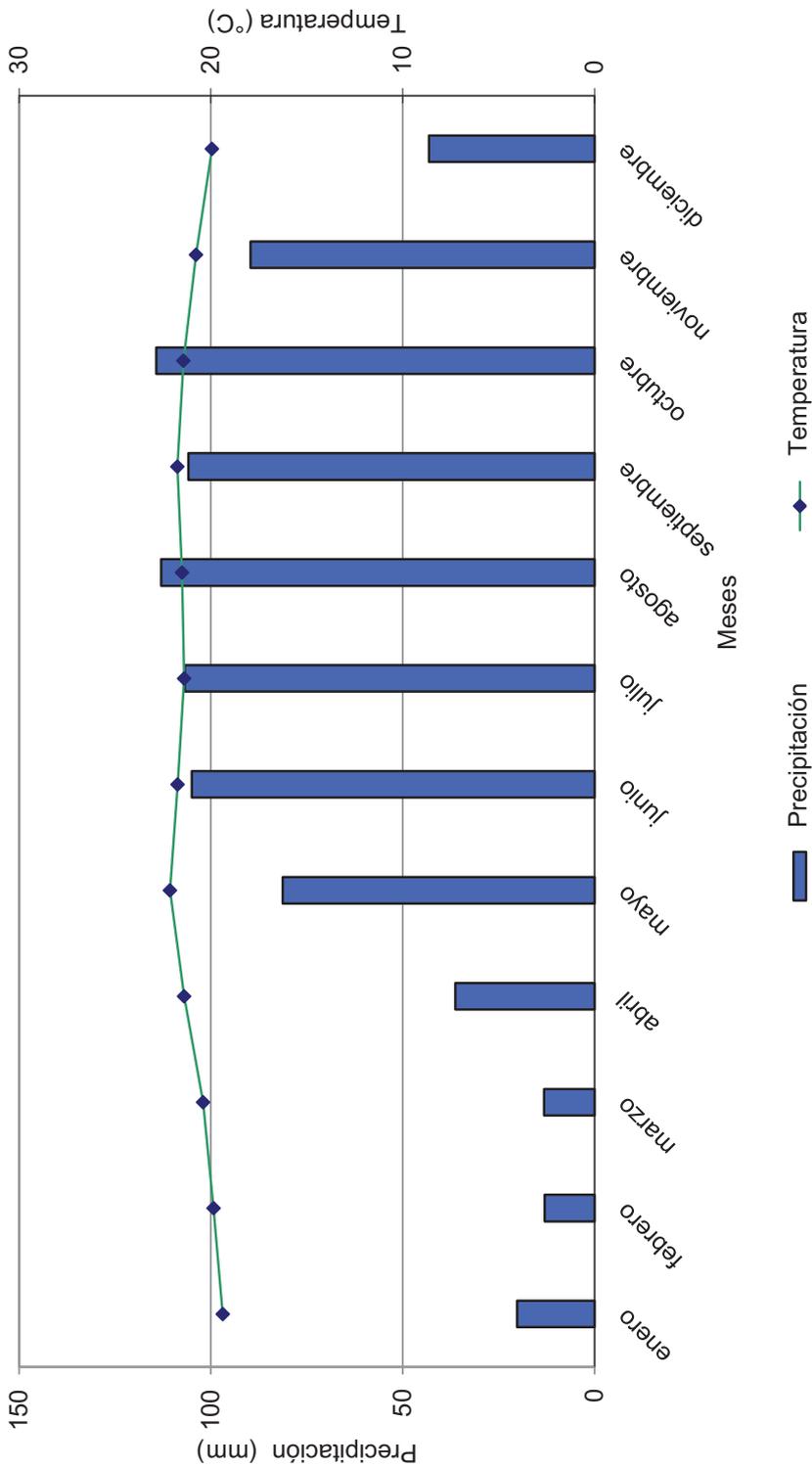


Figura 2. Clima diagrama de la Estación Observatorio Cajigal Caracas desde 1891 hasta el 2006

c. Vegetación

Pereira y Aso (1981), señalan los tipos de vegetación que se encuentran subiendo desde el Valle de Caracas hacia la parte más alta del Parque Nacional el Ávila/ Guaraira Repano: las sabanas, selvas de quebradas, selva tropófila, selva de transición, selva nublada y subpáramo.

Las sabanas cubren de un 30 a 50 por ciento de la superficie de las laderas meridionales del Ávila, de la Silla de Caracas y del Pico Naiguatá. Según Vareschi (1968), los aborígenes durante el período de 0 a 1.000 años D.C., colonizaron estas laderas y, cuando llegaron los españoles al Valle de Caracas, ya existían amplias áreas de sabana. Este proceso expansivo de las sabanas ha seguido hasta la creación del parque cuando se prohibió el establecimiento de personas dentro de sus linderos.

En el Valle de Caracas existe vegetación secundaria no específicamente ligada a una determinada faja altitudinal. Se trata más bien de comunidades vegetales muchas más homogéneas, de rápido crecimiento y poco exigentes desde el punto de vista ecológico. Tal es el caso del capim melao (*Melinis minutiflora*) y el gamelote (*Panicum maximum*) que han conquistado extensas áreas en las faldas inferiores del parque (Pereira y Aso 1981). Otros tipos de vegetación secundaria lo constituyen las áreas reforestadas con eucaliptos (*Eucaliptus div. sp.*), los pinos de Australia (*Casuarina equisetifolia*), otros tipos (*Pinus div. sp.*), (*Grevillea robusta*).

También se consideran vegetación secundaria las plantaciones de hortalizas, plantas ornamentales (principalmente las palmas), y frutales instalados en diversas partes del Valle de Caracas. No puede faltar el Jardín Botánico de Caracas el cual contiene un Palmetum con una

significativa colección de palmas, en el que se encuentran casi 4.000 ejemplares y unas 215 especies de palmas provenientes de Venezuela y de otras partes del mundo.

3.2.2 Establecimiento de las áreas y las temporadas de muestreo en la ciudad.

Para fines de este estudio se hicieron dos muestreos; el primero se realizó en el mes de marzo del 2006 en el Distrito Metropolitano de Caracas (exceptuando el municipio El Hatillo), con el fin de ubicar las localidades y reconocer las palmas hospederas de *B. sophorae* que serían muestreadas durante un año. Y luego, a partir de mayo del 2006 a Abril del 2007, se realizó el segundo muestreo a 82 Chaguaramos, debido a que fue la especie que resultó más abundante en los puntos de muestreo previo. Se describió el daño y explicó el efecto del resto de las variables a estudiar (especie, altura y densidad de las palmas de las palmas).

Se seleccionaron 11 localidades representativas del Distrito Metropolitano de Caracas, a través de un muestreo intencional por conglomerados (Cuadro 1 y Figura 3). Se eligieron aquellas que cumplieran ciertas características de importancia logística y biológica, tales como: 1) ser un área pública (parque, plaza, entre otros); 2) poseer más de 3 plantas consideradas como hospederas de *B. sophorae*; 3) ser de fácil acceso y poder llegar en transporte público; 4) haberse observado la presencia de *B. sophorae*; 5) que fuese un área que no haya sido fumigada por algún tiempo y que permaneciera de esta forma por el tiempo del estudio.

Cuadro 1. Coordenadas geográficas de los puntos del muestreo.

Localidad	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m)
Macaracuay	10°28'04"N	66°48'52"W	903
Sta. Eduvigis	10°30'02"N	66°50'20"W	887
Chuao	10°28'54"N	66°50'35"W	872
Facultad de Ciencias	10°29'15"N	66°53'34"W	874
Jardín Botánico	10°29'47"N	66°53'37"W	881
Los Próceres	10°28'20"N	66°53'51"W	886
Silencio	10°31'21"N	66°55'07"W	929
Plaza Páez	10°29'22"N	66°55'29"W	910
Plaza Washington	10°28'54"N	66°56'21"W	922
Las Fuentes	10°28'55"N	66°56'49"W	895
Catia (Parque del Oeste)	10°30'53"N	66°56'49"W	967

3.2.3 Identificación de las plantas hospederas

El primer muestreo realizado en el mes de marzo del 2006, sirvió para determinar las plantas hospederas de *B. sophorae*; en una planilla se registraron las especies que presentaban daño y se hicieron registros fotográficos de las palmas atacadas. Se identificaron 154 plantas según la nomenclatura taxonómica presentada por Hoyos y Braun (2001) y la consulta a especialistas en el área.

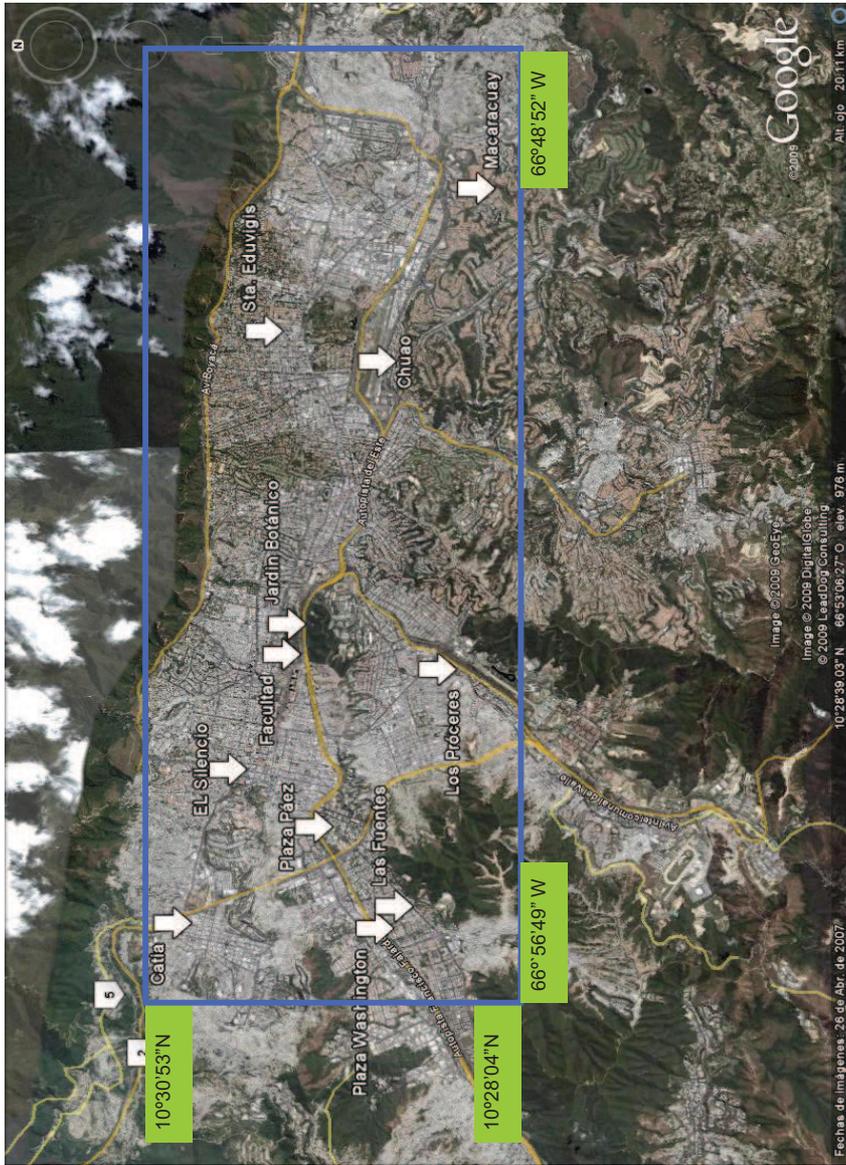


Figura 3. Mapa con las localidades de muestreo seleccionadas.

3.2.4 Descripción del Daño

Para la descripción del daño, se observaron las plantas ubicadas en las once localidades elegidas anteriormente durante un año calendario. A cada planta hospedera se le asignó un número, y una vez por mes, mediante el método de observación directa (o el uso de binoculares en el caso de plantas de gran altura) se estableció el tipo de daño que presentaba según las categorías propuestas por Stauffer *et al.* (1993) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Categorías de daños propuestas por Stauffer *et al.* (1993) y codificación propuesta en este estudio.

Categorías de daño	Descripción del daño en la palma
Ligero(1)	Menos de la mitad de las hojas de la corona atacadas. La mayoría de los folíolos enteros o con daños muy leves en el ápice y en los márgenes para el caso de hojas pinnadas. Limbo entero o solo dañado en el ápice para el caso de hojas palmadas y costapalmadas.
Moderado (2)	Alrededor de la mitad de las hojas de la corona atacadas. Estimado de un 50% de daño en cada una de las hojas. Folíolos enteros y nervaduras principales de folíolos desnudos, en más o menos igual proporción para el caso de hojas pinnadas. Hasta casi la mitad del limbo atacado para el caso de hojas palmadas y costapalmadas.
Severo (3)	Más de la mitad de las hojas de la corona atacadas, normalmente observándose solo el raquis y la nervadura principal de los folíolos en el caso de hojas pinnadas o solo los nervios principales y la base del limbo para el caso de hojas palmadas y costapalmadas

Seguidamente, para fines del análisis estadístico, se trabajó la variable daño asignándole un número el cual representaba cada una de las categorías de daño: 3= daño severo; 2= daño moderado; 1= daño ligero y 0= sin daño.

Durante un año, se visitó cada una de las localidades cuidando que fuesen los primeros días de cada mes, y se registró el daño que presentaba cada una de las palmas. Al finalizar se totalizó el número de palmas atacadas por mes y por localidad, discriminando cada categoría, para realizar los análisis correspondientes.

3.2.5 Determinación de la altura

Se determinó la altura de las palmas, utilizando el método de estimación visual, el cual consiste en: situarse a una distancia conocida (D) del objeto cuya altura (H) se quiere medir (Figura 4); posteriormente se extiende el brazo mientras se sostiene una regla verticalmente a la altura de los ojos; se llama d a la distancia entre la mano y el ojo, a continuación se cierra uno de los ojos y se determina a cuantos centímetros de la regla corresponde la altura del árbol. A esa longitud medida en la regla la denominamos h . Por semejanza de triángulos se obtiene que $H/h = D/d$. De esta relación se obtiene que la altura del árbol es: $H = h (D/d)$.

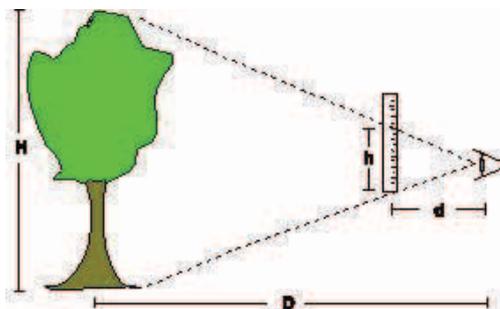


Figura 4. Esquema del procedimiento para medir la altura de las palmas.

Los datos se registraron en una planilla de observación diseñada para este fin. Se establecieron grupos de altura de plantas atacadas de la siguiente manera: 1) Plantas pequeñas (hasta 3m), 2) Plantas medianas (entre 3-15m), y plantas altas (mayores de 15m).

3.2.6 Determinación de la densidad de las palmas.

La metodología empleada para el cálculo de la densidad de las palmas, estuvo basada en el cálculo de las coordenadas correspondientes a las localidades estudiadas, mediante el uso de dos Receptores GPS's (Modelo Garmin 276C y Delux V). Dichas coordenadas se tomaron bajo la Proyección Geográfica con Datum (WGS84). Por otra parte, con la ayuda del Sistema de Información Geográfico Google Earth, se procedió a identificar y descargar las imágenes de satélite correspondientes a cada una de las localidades.

Estas imágenes fueron georreferenciadas con el programa MapInfo 7.5, donde se exportaron las coordenadas obtenidas en el campo, previamente organizadas en una tabla de puntos "Waypoint", y por medio de la aplicación de polígonos se calculó el área que ocupan las palmas en cada una de las zonas de estudios. La Densidad fue descrita como el número de palmas por metro cuadrado y a este valor se le realizó una corrección para expresar la densidad en un área hipotética de cien metros cuadrados.

3.2.7 Localización de los refugios.

En los muestreos mensuales se observó también, en cada una de las plantas de Chaguaramos, la ubicación del refugio. Para ello se dividió la palma en sectores (A, B y C). El sector A corresponde al área basal de la copa de la palma donde se encuentran las hojas más antiguas; el área B se refiere al área media y el área C sería el grupo de hojas ubicada en la región apical,

justo donde se encuentra la hoja bandera (Figura 5). Se usó el método de observación directa y cuando las palmas eran muy altas se usaron binoculares.

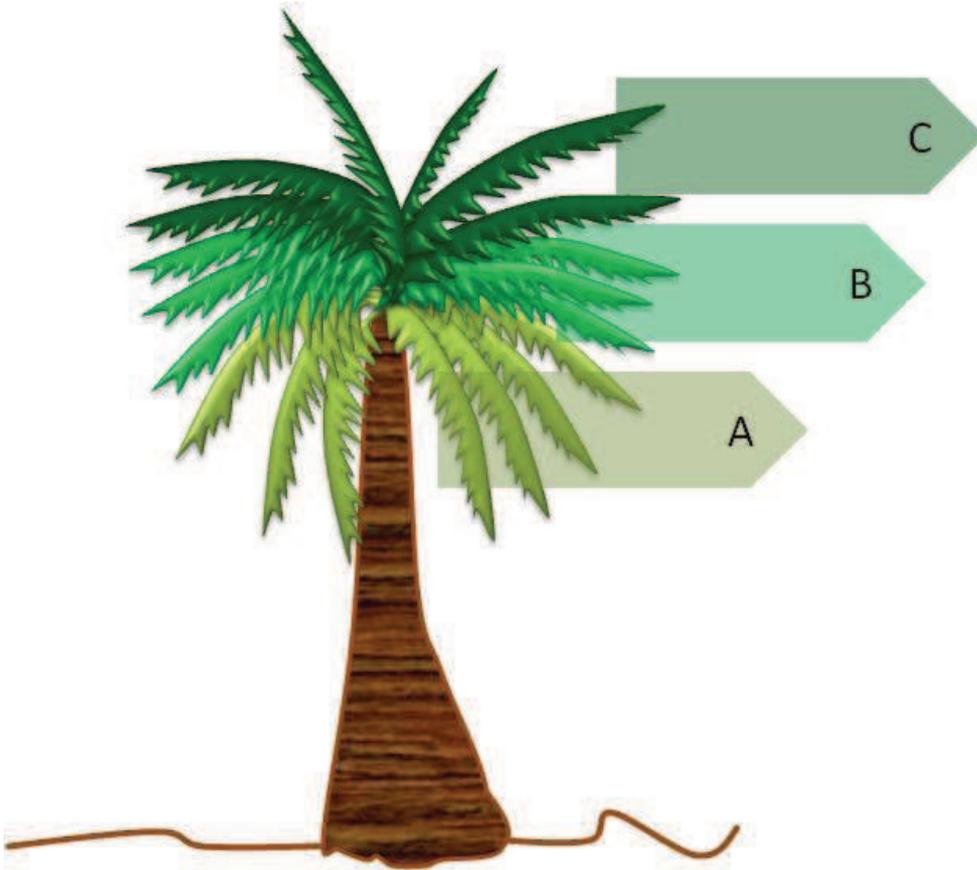


Figura 5. Esquema de la subdivisión de las áreas de la palma para el muestreo.

3.2.8 Generación de la base de datos

Se construyó una base de datos (Excel) con todos los registros obtenidos durante los muestreos, detallando la localidad, el número de la palma, la especie, la altura; además, por mes se especificó el daño para el momento

(daño actual), el número de nidos activos y el área donde se encontraban estos (A, B ,C).

3.2.9 Tratamiento estadístico de los datos

Para establecer la relación del daño descrito con las variables: especies de plantas hospederas y altura de las plantas hospederas; se construyeron tablas de contingencia de dos vías a partir de los valores de daños observados, reunidos para todas las localidades estudiadas. Se estimaron los valores esperados y el estadístico χ^2 con $\alpha = 0,05$, para cada una de las variables. Adicionalmente, se estimaron y analizaron gráficamente los residuales estandarizados para cada una de las tablas de contingencia generadas. Se estimaron los nuevos valores de Z crítico con la finalidad de establecer los niveles de significación para cada uno de los residuales antes mencionados.

Se hizo un análisis de interpolación espacial para el estudio de la variable densidad y la disposición espacio temporal del daño, basado en una técnica de tensoamiento y suavizado, realizada a partir de la matriz obtenida del modelo de Kriging, ésta se ajusta a través del método de los mínimos cuadrados, donde se optimizan cada uno de los puntos que poseen datos de las variables estudiadas y establece zonas de isoprobabilidad de los mismos. El análisis permite establecer relación espacio temporal. Se expresa con una representación de la variable daño severo versus las localidades por colores.

3.4 Resultados y Discusión

3.4.1 Plantas hospederas de *B. sophorae*.

En el muestreo preliminar realizado por la ciudad de Caracas durante el mes de marzo del 2006 se observaron 154 palmas, encontrándose nueve

especies de plantas hospederas (Cuadro 3). Se consideró como planta hospedera, aquella que presentaba daño ligero, severo o moderado y que contenía al menos un refugio de *B. sophorae*.

Se encontró que la especie de palma más frecuente en las localidades muestreadas fue el chaguaramo venezolano o palma real (*Roystonea oleracea*), seguida de la palma fruto de oro también llamada areca o palmita de jardín (*Dypsis lutescens*); además, se encontró *Washingtonia* sp.; *Caryota urens*; *Roystonea regia*; *Veitchia merrillii*; *Acrocomia* sp. y *Phoenix* sp., plantas reportadas anteriormente como hospederas por Cleare y Squire, (1934), Genty et al. (1978), Stauffer et al. (1993) y Howard et al. (2001). Es notable que, de las especies presentes, *B. sophorae* muestra preferencia por las plantas pertenecientes a la Familia Arecacea. Además, se pudo observar que este lepidóptero puede atacar la especie, *Heliconia* sp., la cual no ha sido señalada como hospedera de *B. sophorae*.

Cuadro 3. Especies y Número de Plantas Hospederas de *B. sophorae* encontradas en la ciudad de Caracas durante el muestreo del mes de marzo 2006.

Especies	Nombre común	N
<i>Roystonea oleracea</i>	Chaguaramo	78
<i>Dypsis lutescens</i>	Fruto de oro o palma areca	16
<i>Washingtonia</i> sp	Washingtonia	16
<i>Caryota urens</i>	Palma cola de pescado.	15
<i>Roystonea regia</i>	Chaguaramo cubano	14
<i>Veitchia merrillii</i>	Palma de navidad o Chaguaramo enano	6
<i>Heliconia</i> sp.	Heliconia	4
<i>Acrocomia</i> sp.	Corozo	3
<i>Phoenix</i> sp.	Palma de las Canarias	2
<i>Total</i>		154

N: número de ejemplares encontrados

3.4.2 Descripción y cuantificación del daño ocasionado por *B. sophorae* a nivel de campo y algunos aspectos sobre la recuperación de las palmas.

En condiciones de campo el adulto de *B. sophorae* coloca los huevos a lo largo de los folíolos de las hojas de las palmas, tanto por el haz como por el envés. Las larvas son de hábito gregario y en el primer instar causan daño mediante un roído superficial de la hoja; en los instares subsiguientes, el daño continua en los folíolos, por el haz o por el envés, prefiriendo hojas en las cuales éstos se encuentran totalmente expandidos, destruyéndose la estructura parenquimatosa de la hoja, más no la estructura venal y es por ello que la hoja queda esqueletizada (Figura 6).

A partir del segundo instar, el daño foliar no sólo es por el consumo anteriormente descrito sino que, además, pegan con hilos de seda los folíolos de una misma hoja o de diferentes hojas en la misma planta, construyendo una especie de carpa, nido o refugio. Estos refugios, pueden cambiar de tamaño mientras las larvas van pasando por cada uno de los instares subsiguientes. Las hojas son usadas como alimento y también las preparan para mejorar las condiciones de protección. Así, pasan la fase larval en este refugio, hasta que llegan al último instar, posteriormente, lo abandonan y buscan un lugar seco para pupar. Estas observaciones coinciden con lo reportado por Yépez et al. (1985) y Stauffer et al. (1993). Se pueden encontrar más de un refugio por palma (Figura 6); además, es importante señalar que una manera de reconocer la presencia de las larvas en las palmas es a través de la trilla que hacen con la seda y que dejan sobre el tronco de las palmas (Figura 6), así como la presencia de excremento en forma de “pellets” en la base de la palma.



Figura 6. Ubicación de los refugios realizados por *B. sophorae* en las palmas Chaguaramos (*R. oleracea*). En círculos amarillos se resaltan los refugios y la línea punteada en blanco se destaca la trilla de seda.

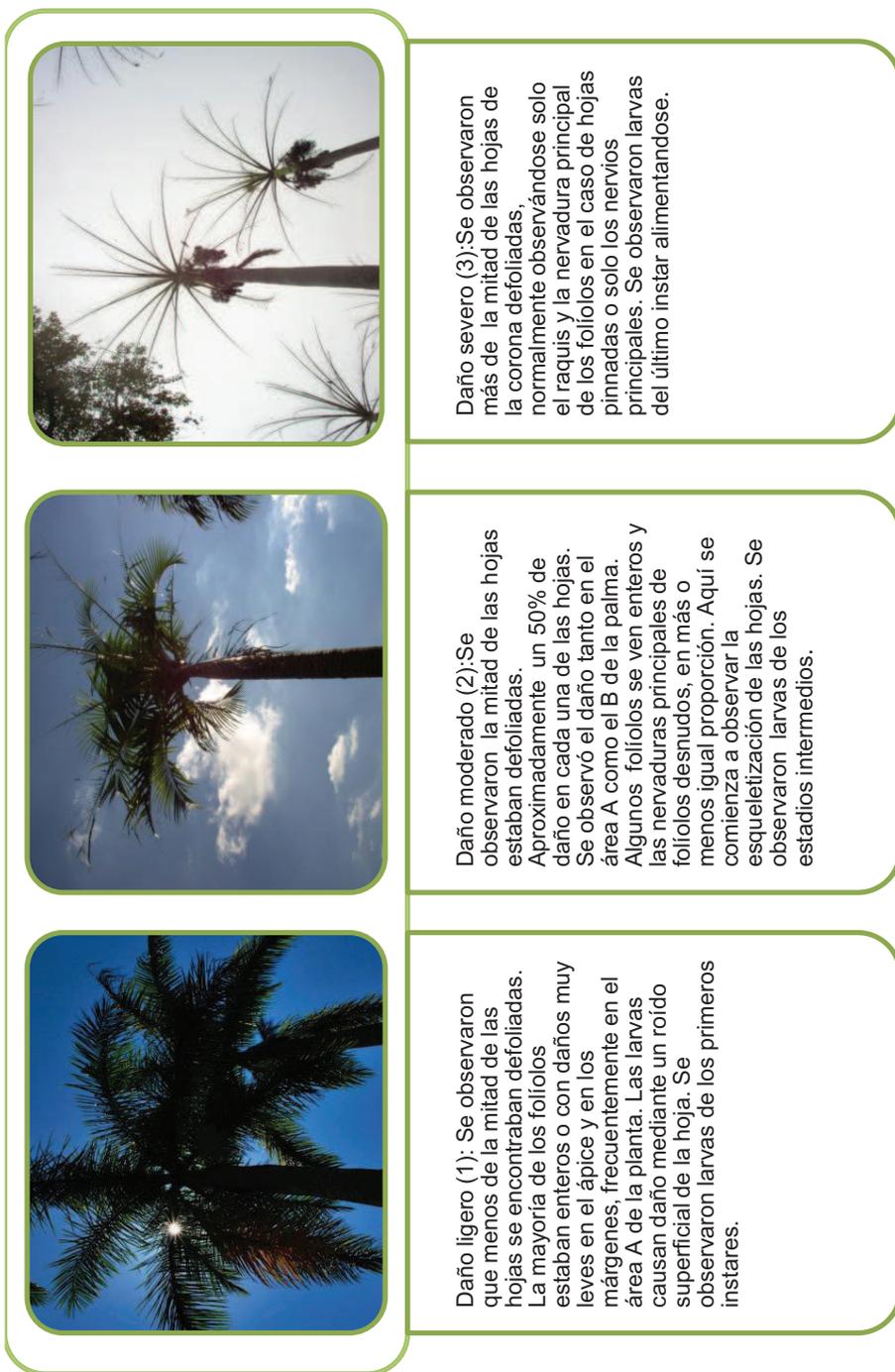
En el campo, el mayor consumo lo realizan las larvas en las hojas del estrato inferior y medio de las hojas (área A y B señalado en la Figura 2), es decir, las hojas de la corona son las últimas en ser atacadas. El folíolo lo consume desde el ápice a la base. Los dos últimos instares presentan mayor voracidad en el consumo. En ningún momento se observó a la larva alimentándose de frutos, flores, tallos o raíces de las palmas (Figuras 7 y 8).

Las palmas presentan una hoja apical, denominada por algunos especialistas como hoja bandera (Stauffer comunicación personal), observándose que en la mayoría de las palmas que presentaban daño severo se mantuvo siempre intacta esta hoja, solo en algunas ocasiones, en donde se observaba la palma solitaria, las larvas, al no poder migrar a una palma vecina, consumían esta hoja. Las palmas que contenían estas hojas intactas tenían mayores posibilidades de recuperación.



Figura 7. Localización de la hoja bandera en Chaguaramo (*R. oleracea*).

Tomando como referencia el trabajo de Stauffer et al. (1993), se describe con el uso de imágenes, el daño observado en varias especies de palmas, en las temporadas que se realizó el muestreo. Las palmas pertenecientes a especies diferentes al Chaguaramo presentan coincidencias en la forma del daño: siempre dejan los raquis descubiertos después de un daño severo, los refugios lo realizan de la misma manera y se observó que la hoja bandera permanece intacta, (Figuras 8, 9 y 10).



Daño ligero (1): Se observaron que menos de la mitad de las hojas se encontraban defoliadas. La mayoría de los folíolos estaban enteros o con daños muy leves en el ápice y en los márgenes, frecuentemente en el área A de la planta. Las larvas causan daño mediante un roído superficial de la hoja. Se observaron larvas de los primeros instares.

Daño moderado (2): Se observaron la mitad de las hojas estaban defoliadas. Aproximadamente un 50% de daño en cada una de las hojas. Se observó el daño tanto en el área A como el B de la palma. Algunos folíolos se ven enteros y las nervaduras principales de folíolos desnudos, en más o menos igual proporción. Aquí se comienza a observar la esqueletización de las hojas. Se observaron larvas de los estadios intermedios.

Daño severo (3): Se observaron más de la mitad de las hojas de la corona defoliadas, normalmente observándose solo el raquis y la nervadura principal de los folíolos en el caso de hojas pinnadas o solo los nervios principales. Se observaron larvas del último instar alimentándose.

Figura 8. Descripción del daño ligero, moderado y severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramo (*R. oleracea*) de la ciudad de Caracas.



Figura 9. Descripción del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramo (*R. oleracea*) de la ciudad de Caracas.



Dypsis lutescens



Roystonea regia



Washingtonia sp.

Figura 10. Daño severo ocasionado por *B. sophorae* en *Dypsis lutescens*, *Roystonea regia* y *Washingtonia sp.*

3.4.3 Daño ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramo en cada uno de los meses del año.

El daño que la especie en estudio provoca a las palmas, ya sea ligero, moderado o severo, es una estimación de la defoliación y del incremento o disminución del daño estético. El monitoreo que se realizó durante un año para estimar el daño producido por *B. sophorae* fue una medida de defoliación y por ende indicativo del consumo por parte de las larvas al pasar por cada instar, lo que puede considerarse, indirectamente, una proporción que se acerca a la estimación de la fluctuación de la población.

En este apartado se representa el porcentaje anual de daño que ocasionó *B. sophorae*, para cada categoría, a su principal hospedero en la ciudad como lo es la palma chaguaramo. Con los datos obtenidos en el muestreo anual se estimó un índice, que expresa el porcentaje promedio de palmas que presentaron dichos daños durante todo el año, para cada una de las 11 localidades monitoreadas.

En el mes de mayo y junio el porcentaje de palmas con daño severo (Figura 11) fue mayor en relación al daño moderado y ligero, las palmas sin daño presentaron un bajo porcentaje, pero ya para julio y agosto el porcentaje de daño severo descende, observándose por el contrario un incremento en el porcentaje de palmas con daño ligero; esto nos indica que las palmas comienzan a recuperarse pero que hay presencia de *B. sophorae* de una nueva generación recién eclosionando que ya comienza a alimentarse de las palmas.

En agosto y septiembre el porcentaje de daño moderado (2) comienza a ascender y a partir de septiembre lo hace el porcentaje de daño severo (3), observándose para septiembre, octubre, noviembre y diciembre los mayores porcentajes de palmas dañadas.

Para enero y febrero comienza un nuevo ciclo, es decir, están eclosionando los huevos, los daños que se observan no tienen ninguna relación sino que es un daño que quedo de la población anterior y son palmas que aun no se han recuperado; en marzo (Figura 11) el daño moderado se hace más evidente y en abril el daño severo comienza a ascender lo que indica una mayor defoliación por parte de las larvas y por ende el paso a instares superiores.

Se puede decir entonces que, la primera generación anual comienza entre los meses enero y febrero observándose un descenso en el daño ligero y un incremento en el porcentaje de palmas con daño moderado en marzo y para abril el porcentaje desciende, incrementándose en mayo el daño severo, presentando su valor máximo para esta generación. Esto indica, que las larvas ya han comenzado a pasar al estado de pupa; en julio y agosto se presenta un descenso abrupto del daño severo y un aumento del daño ligero lo que nos indica que las mariposas han emergido y están en proceso de elegir la planta hospederas para sus crías.

Así pues, para finales del mes de julio y principio de agosto arranca la segunda generación de larvas, el daño ligero es evidente y comienza a ascender, esto representa el hecho de que los huevos comienzan a eclosionar y las pequeñas larvas comienzan a alimentarse de la palmas, pero provoca un daño poco evidente (ligero) debido al tamaño de las mismas ya que se estiman serían del primer instar. En septiembre se observa un incremento del daño moderado y luego pasa a severo, interpretándose como el momento en que las larvas se alimentan vorazmente, hasta el mes diciembre, para luego empezar la nueva generación a partir del mes de enero.

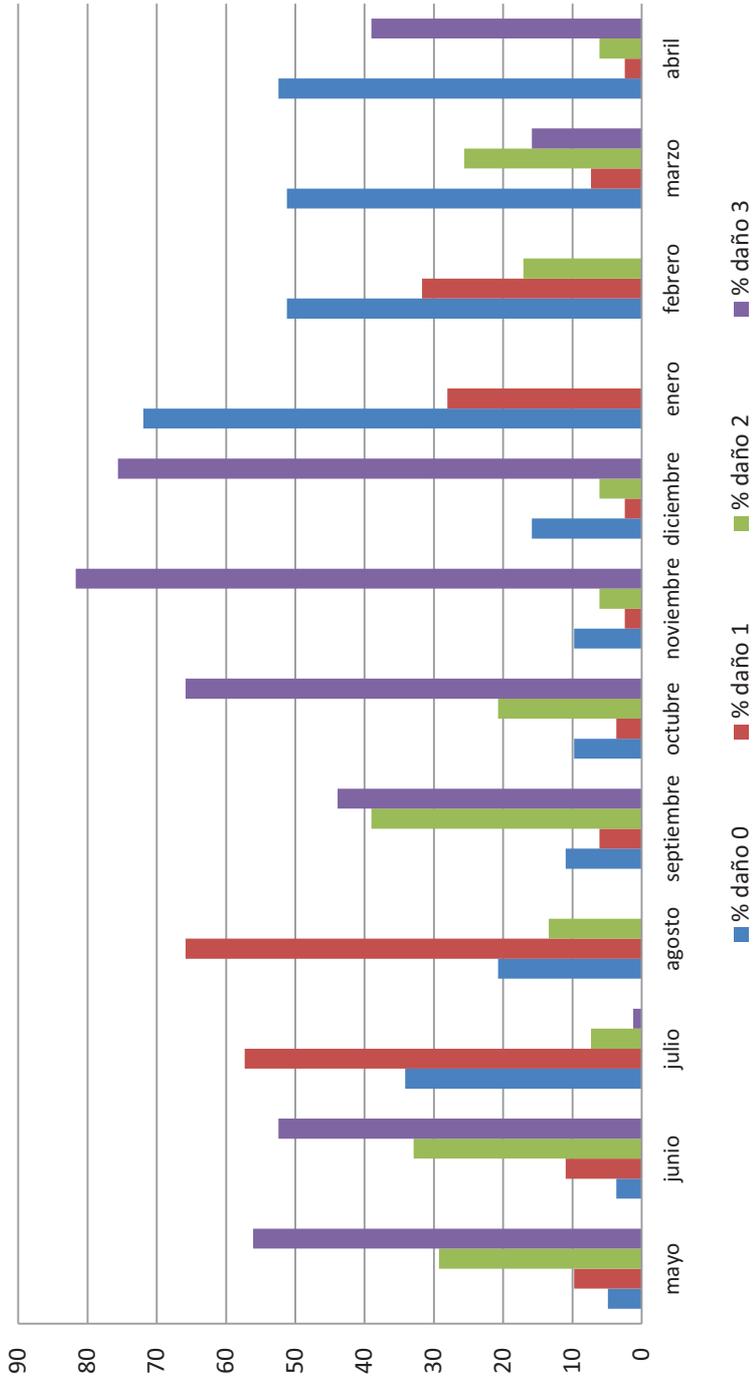


Figura 11. Porcentaje de palmas sin daño (0); daño ligero (1); daño moderado (2); daño severo (3) en las once localidades muestreadas durante los meses mayo 2006 hasta abril 2007.

3.4.4 Relación del daño ocasionado por *B. sophorae* a sus plantas hospederas.

Al analizar el porcentaje de daño en distintas especies de plantas hospederas (Figura 12), se encontró, que los individuos de la especie *Roystonea oleracea* presentaron un 53% de daño severo y *Washintonia* sp. también con un valor de daño severo, muy cercano al 50 %; mientras la especie *Caryota* sp. fue la menos afectada presentando más de un 80 % de daño ligero. Las especies *Dypsis lutescens* y *Acrocomia aculeata* presentan valores de daño moderado por encima del 40%.

El análisis de residuales estandarizados (Figura 13), arrojó, valores que se presentaron por arriba del valor crítico de independencia, lo que indica que para las especies *Dypsis lutescens* y *Acrocomia aculeata* el daño moderado está relacionado de forma positiva con estas especies de palma. Según estos resultados *B. sophorae* tiene cierta afinidad por la especie *R. oleracea* como hospedero primario y que en momentos en que este recurso escasea, se observó que el insecto tiende a elegir las especies *D. lutescens* o *A. aculeata*. *Washintonia* sp. presenta valores por encima del valor crítico de independencia pero no de una manera tan significativa como *R. oleracea*.

La frecuencia de *R. oleracea* como palma ornamental en los lugares públicos de la ciudad, explica también esta afinidad; así, esta palma pudiera representar un monocultivo el cual le aporta a *B. sophorae* un recurso muy abundante, disponible y perdurable durante todo el año, permitiendo así que el lepidóptero cumpla la mayor parte de su ciclo de vida, y por ende la planta está expuesta por mayor tiempo a la exposición de la herbivoría. En el momento en que este recurso se acabe, puede optar por otra especie cercana y estar menor tiempo en ella consumiendo las hojas, por lo que provoca un daño moderado. La especie *Roystonea regia* presentó valores de

residuales superiores a los valores críticos, lo que indica que el daño ligero se encuentra relacionado con esta especie de forma positiva (Figura 13).

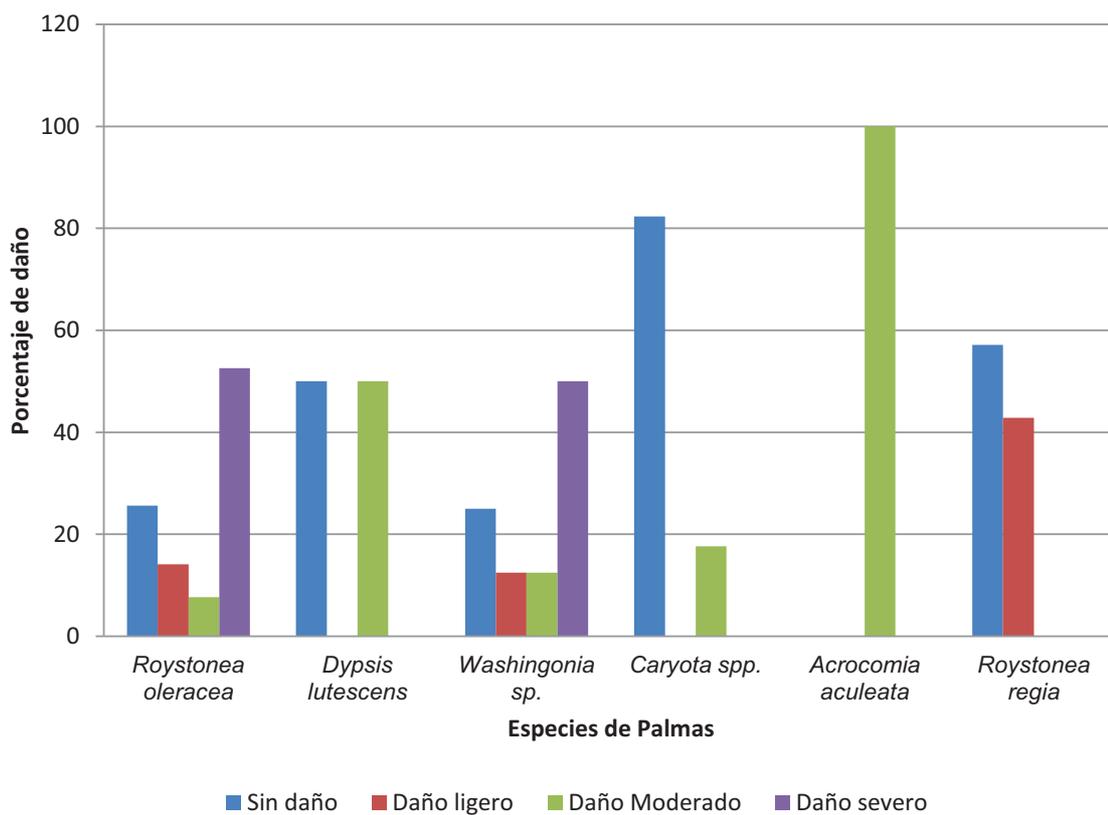


Figura 12. Tipo de daño (porcentaje) producido por las larvas de *B. sophorae* a las diferentes especies de palmas, según el tipo de daño producido por las larvas de *B. sophorae* en el mes de marzo 2006.

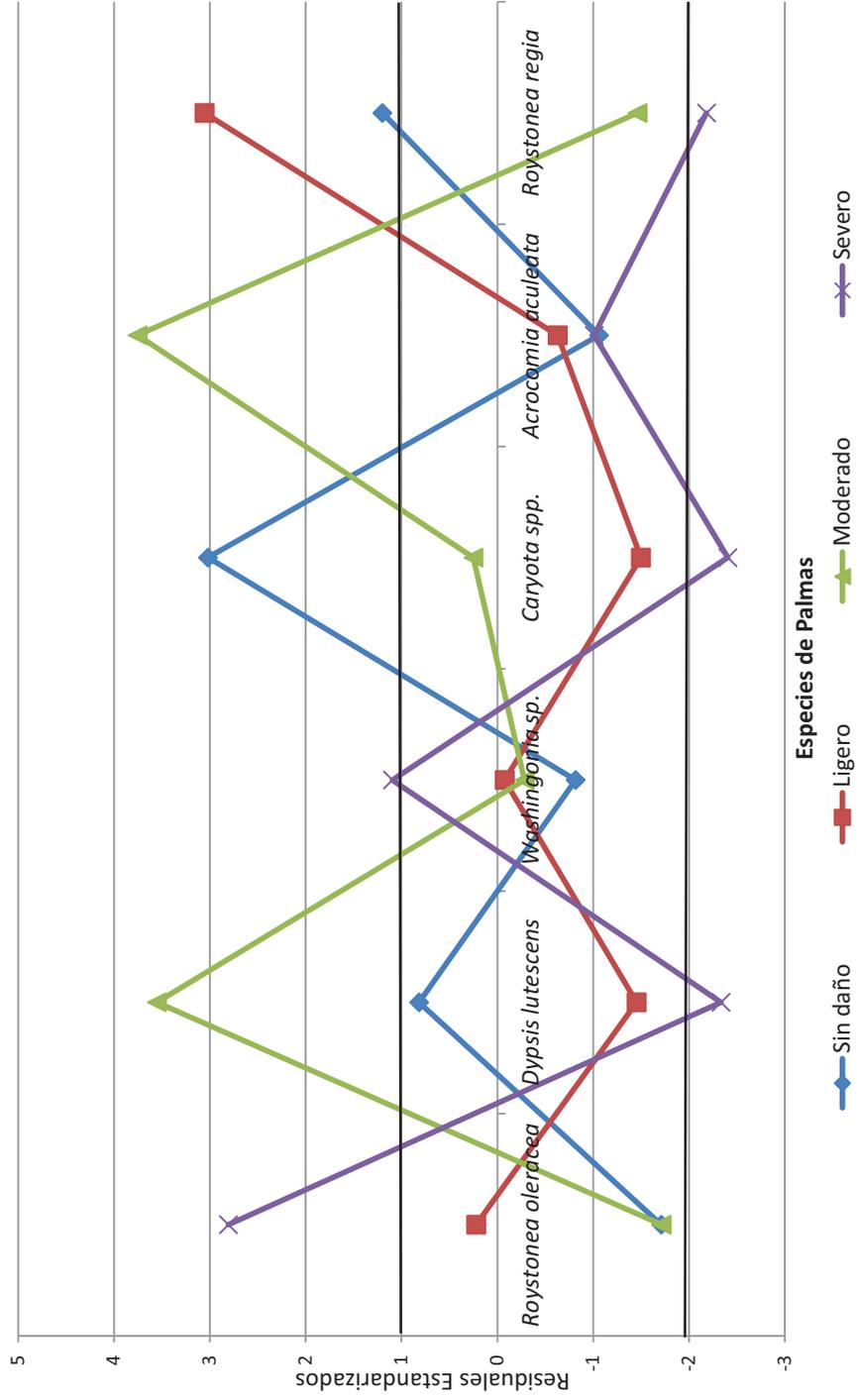


Figura 13. Residuales Estandarizados para las especies de palmas según el tipo de daño producido por las larvas de *B. sophorae* en el mes de marzo 2006.

3.4.5 Relación del daño ocasionado por *B. sophorae* con la altura de las palmas.

Se encontró (Figura 15) que las larvas de *B. sophorae* causaron daño severo mayor al 70% en aquellas palmas cuya altura era mayor a 15 metros, mientras las palmas menores a 3 metros tienden a no ser atacadas y por ende no presentaron daño. En el análisis de residuales (Figura 15) se evidencia que en las palmas con intervalo de altura entre 3 a 15 metros, presenta una relación de forma positiva con este rango de altura, pudiendo decir que *B. sophorae* elige de forma casual a las plantas con estas alturas y una alta predilección por plantas mayores a 15 metros, ya que esos valores se muestran igualmente por arriba del valor crítico de independencia.

Para profundizar el análisis, se separó de la muestra original, la cual poseía todas las especies de palmas hospederas en la ciudad, las palmas de la especie chaguaramo, ya que resultó ser la especie más frecuente y la más atacada por el insecto. Se representó un análisis de residuales estandarizados (Figura 16, 17,18) el cual permite estimar la afinidad de *B. sophorae* por alguno de los rangos de altura, tomando en cuenta los meses del año y el tipo de daño ocasionado; así se encontró que para las palmas menores de tres metros de altura (Figura 16), no se observa ninguna relación positiva, ya que en ningún mes del año se observan valores por encima del valor crítico, queriendo decir entonces que no existe afinidad por este rango de alturas.

En la Figura 17, se presenta el análisis de residuales para palmas de tres a quince metros, observándose que en todos los meses y para todos los tipos de daño se encontró una relación positiva con todos los valores sobre el valor crítico, considerando entonces que *B. sophorae* elige estas plantas como hospedera. El análisis para palmas mayores a quince metros de altura.

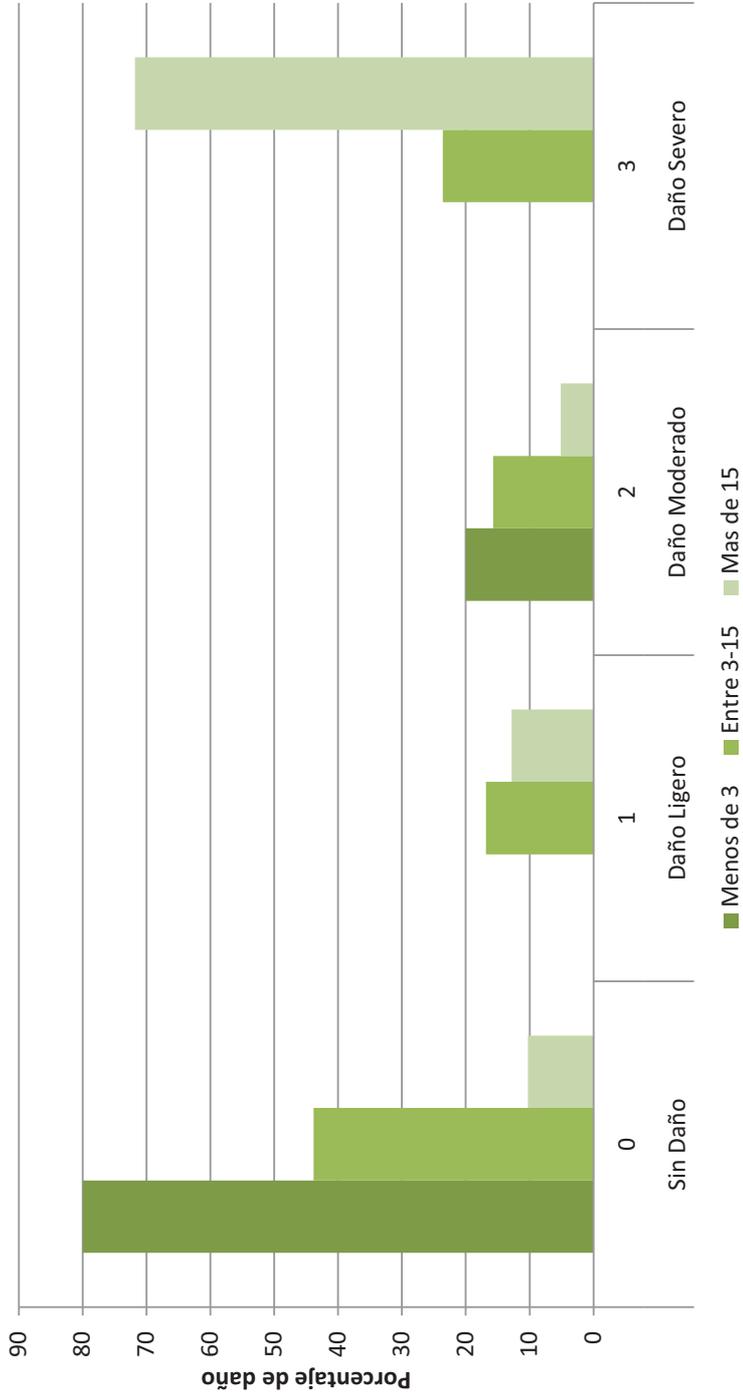


Figura 14. Porcentaje del tipo de daño producido por las larvas de *B. sophorae* vs. Intervalo de altura (metros) de las palmas durante el mes de marzo 2006

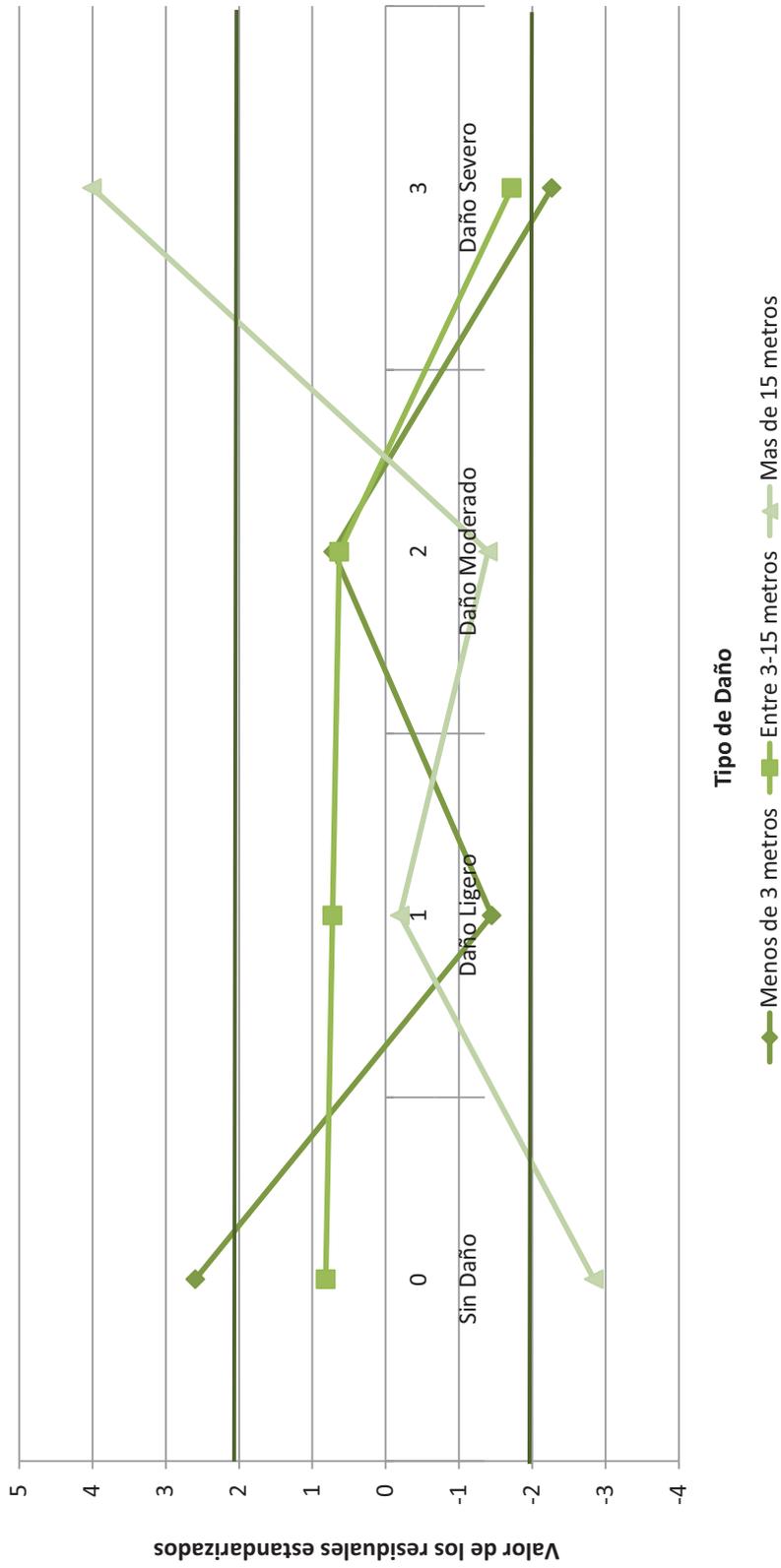


Figura 15. Residuales estandarizados del tipo de daño producido por las larvas de *B. sophorae* vs. Intervalo de altura de las palmas durante el mes de marzo 2006.

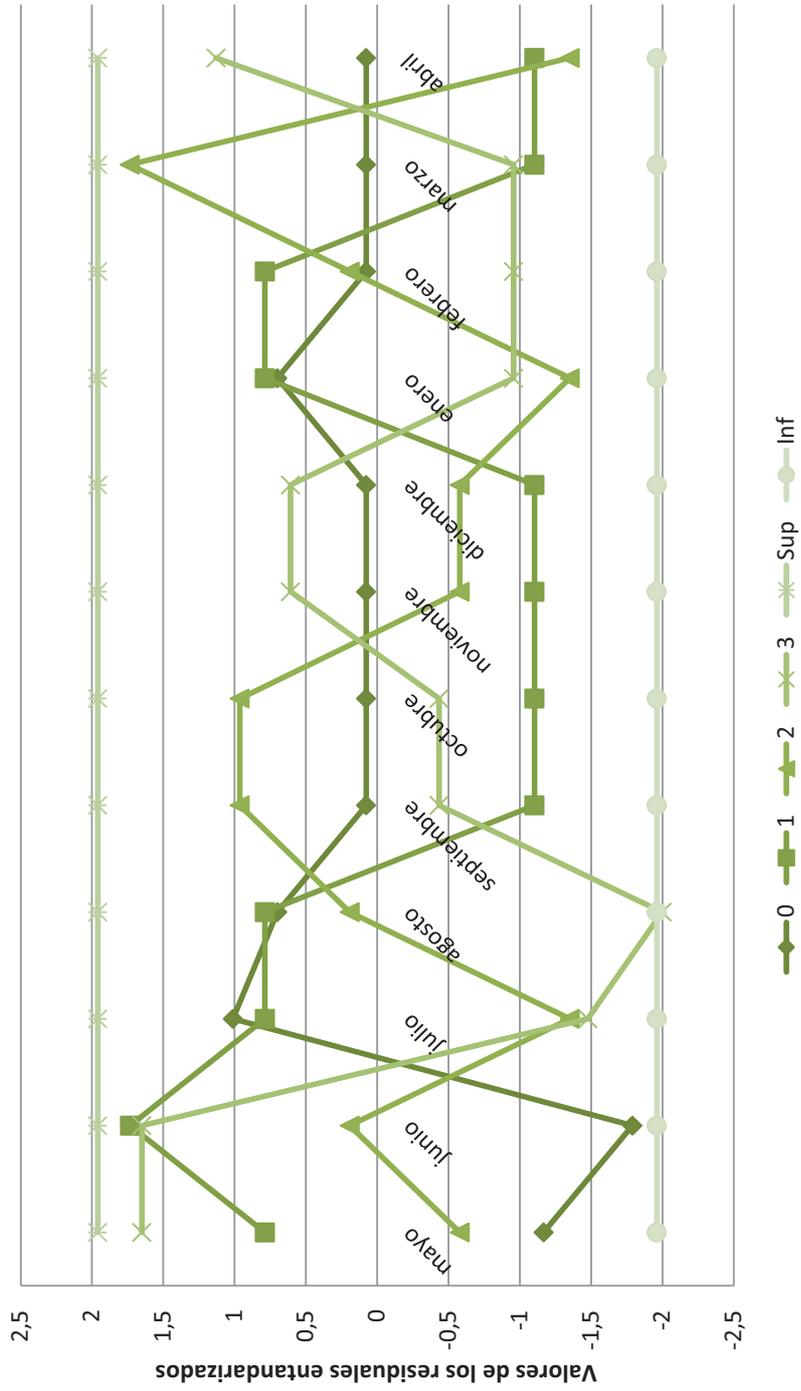


Figura 16. Residuales estandarizados del tipo de daño (sin daño (0); daño ligero (1); daño moderado (2); daño severo (3) producido por las larvas de *B. sophorae* en las palmas menores de tres metros de altura entre mayo del 2006 hasta abril 2007.

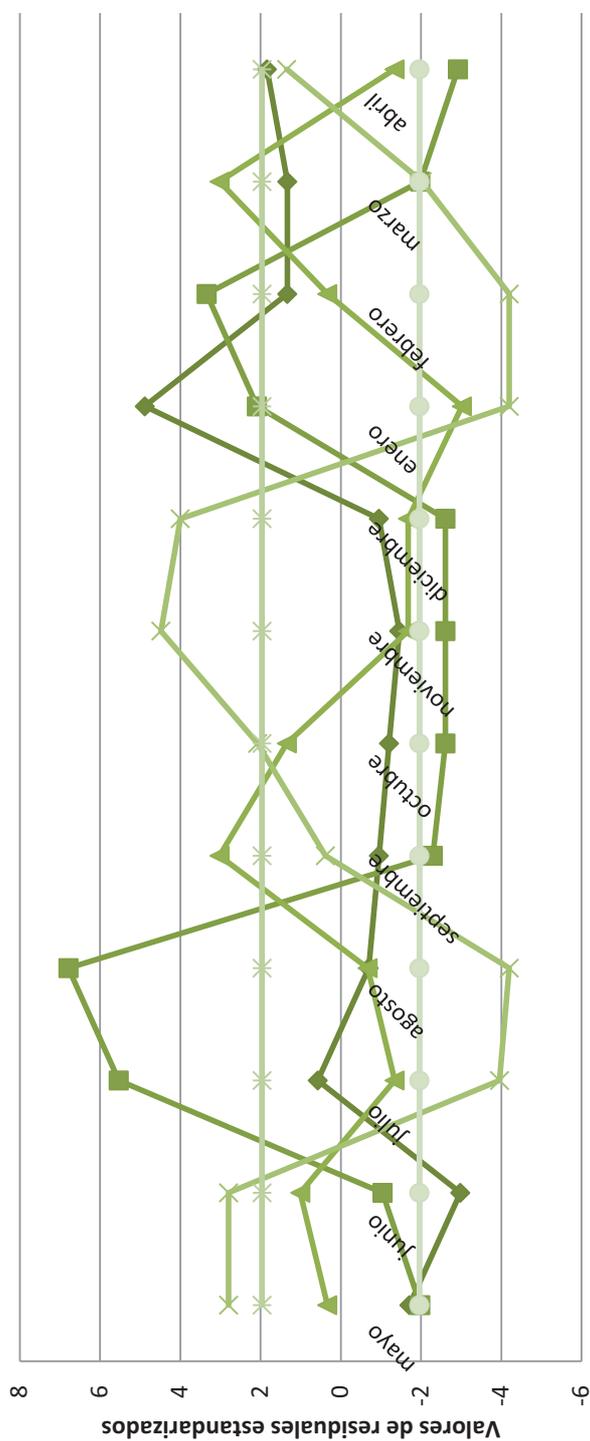


Figura 17. Residuales estandarizados del tipo de daño (sin daño (0); daño ligero (1); daño moderado (2); daño severo (3) producido por las larvas de *B. sophorae* en las palmas tres y quince metros de altura entre los meses mayo del 2006 hasta 2007.



Figura 18. Residuales estandarizados del tipo de daño (sin daño (0); daño ligero (1); daño moderado (2); daño severo (3) producido por las larvas de *B. sophorae* en las palmas mayores a quince metros de altura entre mayo del 2006 hasta abril 2007.

la relación también resultó positiva (figura 18). Esto nos indica que *B. sophorae* tiene afinidad por las palmas chaguaramos mayores a tres metros de altura.

Esta elección puede deberse al efecto de la apariencia estudiado por Feeny (1976), siendo en este caso los individuos más altos el foco de atracción de los herbívoros, es decir, muestra que existe una relación positiva entre cuan conspicua sea una planta y la tasa de herbivoría (daño) que sufre.

3.4.6 Relación del daño ocasionado por *B. sophorae* con la densidad de las palmas

Se estimó la densidad de las palmas a través de los métodos de georefenciación de puntos satelitales; se realizó una estimación del valor de la densidad para 100 metros cuadrados (Cuadro 4). Estos valores se relacionaron con los porcentajes de daño severo anual entre las localidades a través de la determinación del coeficiente de correlación de Spearman, el valor resultante de -0,62 ($p=0,03$) indica que hay una significancia estadística y desde el punto de vista ecológico nos indica que el daño que *B. sophorae* produce a las palmas puede estar influenciado por la densidad de las palmas en la ciudad.

En la figura 19 se muestra el modelo de Kriging para la densidad de palmas en cada una de las once localidades muestreadas, nótese que en las localidades donde hay mayor densidad (Plaza Washington y Jardín Botánico) señalados con los colores más cálidos, fueron los puntos donde se observó menor daño severo (tipo 3) durante todo el año, esto es una evidencia que a mayor densidad menor porcentaje de daño.

Estos resultados son contradictorios a la hora de compararlos con la hipótesis de “concentración de recursos” propuesta por Root, 1973, la cual es común para estos casos. Esta hipótesis propone que a mayor densidad de plantas hospederas, las mismas son más atractivas para los herbívoros. Pero la gran parte de los trabajos sobre la hipótesis de concentración de recursos proviene de experiencias con insectos plagas herbívoros de cultivos (Andow 1991), y no de ambientes heterogéneos, como lo es Caracas.

Cuadro 4. Localidades muestreadas en el Distrito Metropolitano especificando el número de palmas, y su densidad en cien metros cuadrados.

Localidad	Nro. palmas	Densidad *
Las Fuentes	11	0,11
Plaza Washington	8	6,08
Parque del oeste	13	1,26
Plaza Páez	6	0,14
El Silencio	12	0,82
Los Próceres	12	0,26
Facultad de Ciencias	14	1,50
Jardín Botánico	10	9,02
Sta. Eduvigés	12	1,82
Chuafo	8	0,71
Macaracuay	9	0,35

* Unidad de palmas en cien metros cuadrados.

Sin embargo, Otway et al. 2005, propone un modelo alternativo, la “dilución del recurso”; este señala que en parcelas donde se encuentran los especialistas herbívoros se observa una fuerte relación lineal negativa entre la cantidad de insectos herbívoros y la abundancia de las plantas hospederas, es decir una dilución del recurso, más que un efecto de

concentración. Éste modelo explica los resultados obtenidos para el momento de este estudio en Caracas; así, en el Jardín Botánico donde hay más recurso (Palmas) la carga de *B. sophorae* por planta decrece y se evidencia un menor daño.

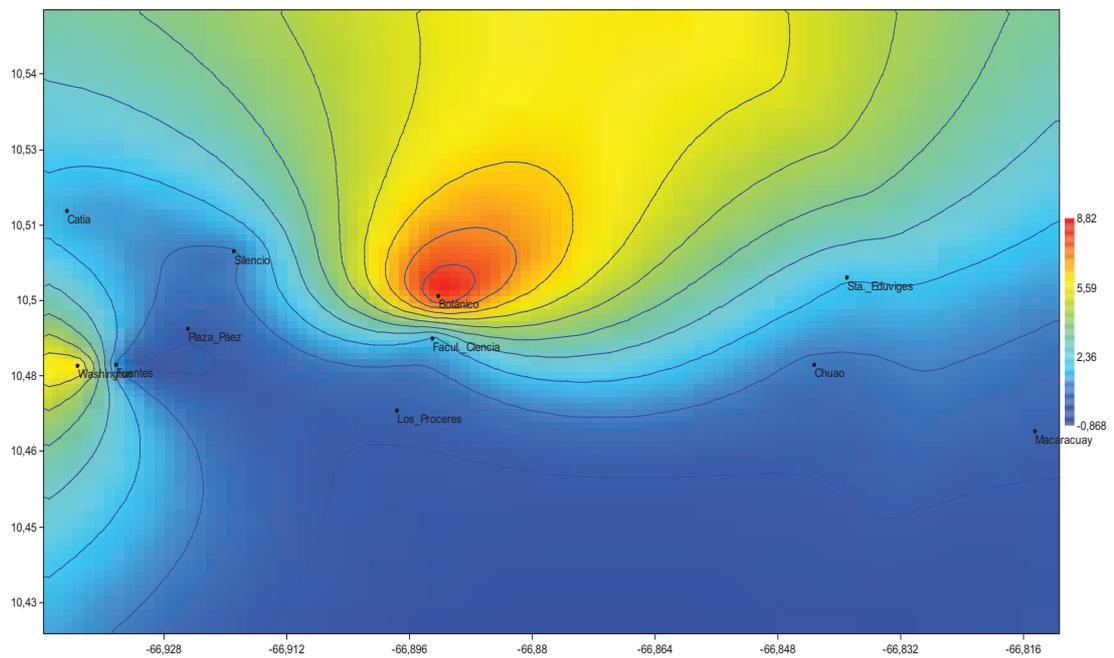


Figura 19. Densidad de palmas en cada una de las once localidades muestreadas durante los meses mayo 2006 hasta abril 2007.

3.4.7 Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramo en cada una de las localidades muestreadas tomando en cuenta los meses del año.

Se monitorearon once localidades del área metropolitana de Caracas desde mayo 2006 hasta abril 2007, describiendo el daño en cada una de las palmas que se encontraban en las mismas. Se realizó un análisis de interpolación espacial de Krigins, donde se interpola, a partir de cada uno de los puntos, la isoabundancia representada por el porcentaje de daño para cada localidad dependiendo de los meses del año. Se expresó la probabilidad de encontrar daño severo en el tiempo y en el espacio.

Se representa la latitud versus la longitud y en el eje z estaría el porcentaje de palmas con daño severo. Los colores representan el porcentaje de palmas con daño severo en cada una de las localidades muestreadas durante los doce meses del año. Los colores cálidos (amarillo, naranja, rojo,) representarán el incremento del daño severo y los colores fríos (verde, azul) representarán una disminución del daño severo.

En la Figura 20 se representa la superficie de daño para el mes de mayo, en donde la localidad de El Silencio fue la que presentó mayor porcentaje (98%, color rojo) de palmas con daño severo, en relación al resto de los puntos de muestreo, seguido de un punto al este de la ciudad como lo fue Chuao. Para el mes de junio (Figura 21) se observó un aumento de esta proporción en el gráfico, con una modificación de los colores en El Silencio y en Chuao (de amarillo a rojo), indicando un aumento en el porcentaje de daño severo

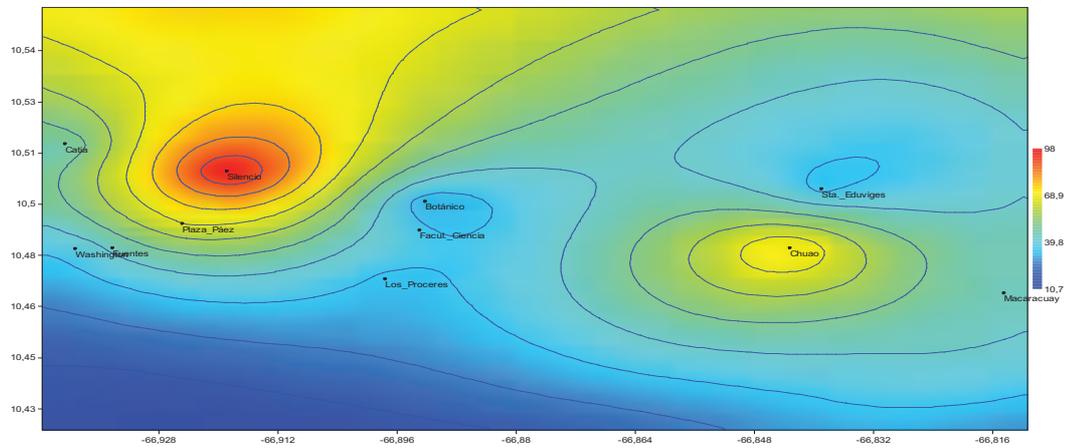


Figura 20. Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de mayo del 2006.

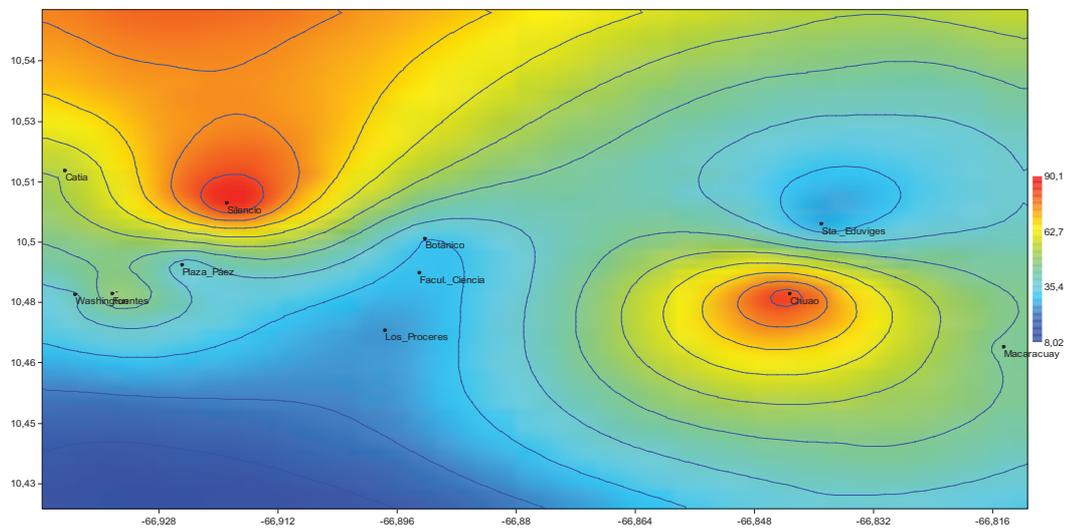


Figura 21. Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de junio del 2006.

Para el mes de julio (Figura 22), Los Próceres y Santa Eduvigis fueron los puntos donde se encontraría mayor daño severo pero en una proporción más baja que los meses anteriores (8,21%). Agosto fue un mes que no se graficó ya que no se encontró ninguna palma con daño severo.

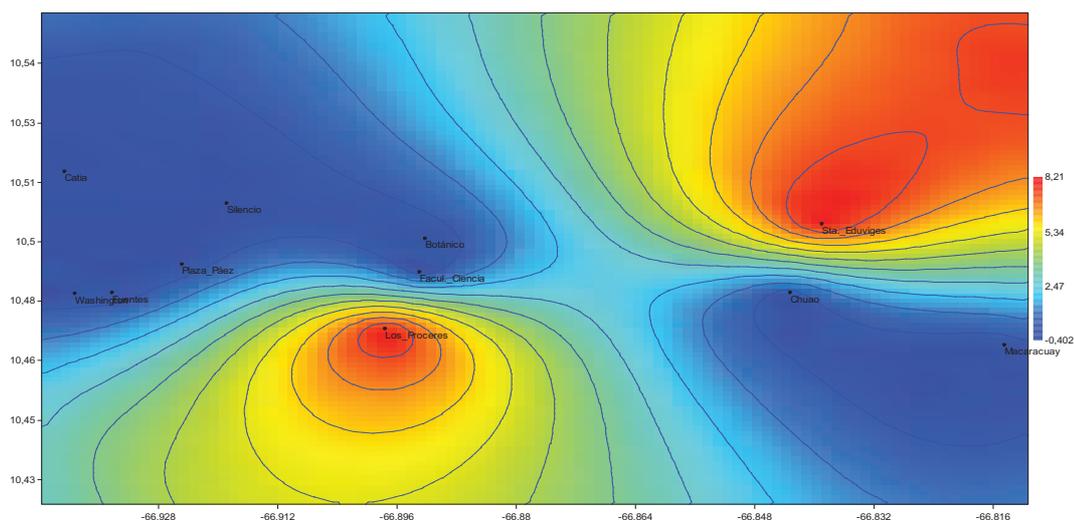


Figura 22. Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de julio del 2006.

Para septiembre (Figura 23) los puntos con mayores probabilidades de daño severo (hacia los colores cálidos), se presentan en las localidades hacia el oeste de la ciudad, en Plaza Páez, Los Próceres y Facultad de Ciencia de la UCV; además que este daño podría irradiar hacia el resto de las localidades exceptuando Santa Eduvigis y Catia, indicando entonces, que aproximadamente el 90% de las localidades tienen probabilidad de presentar daño severo a moderado. Luego se observa que el amarillo irradia hacia el resto de las localidades, exceptuando Santa Eduvigis y Catia, indicando entonces que aproximadamente un 85% de las localidades presentaron daño severo y moderado para este mes.

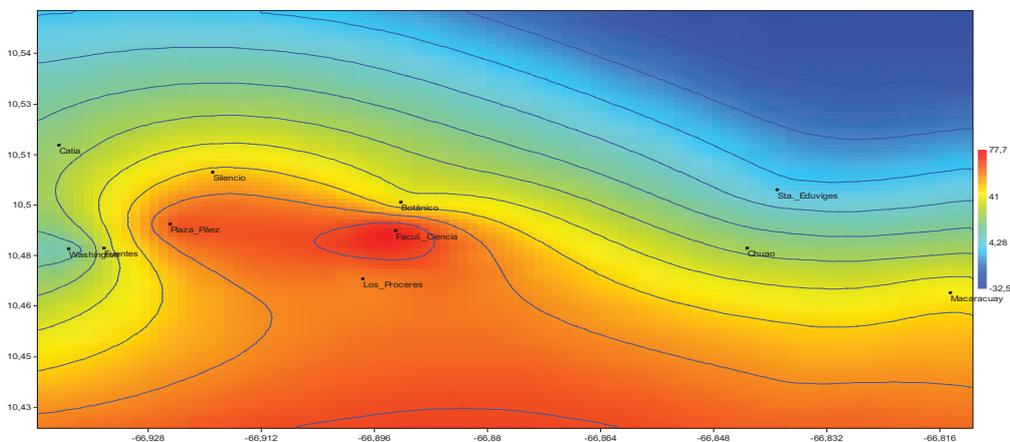


Figura 23. Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes septiembre del 2006.

En el mes de octubre la probabilidad de mayor daño severo (82,7 %) se observó en las localidades Plaza Páez, Facultad de Ciencias y Chuao, localidades que para el mes de septiembre no se encontraban en este rango (Figura 24).

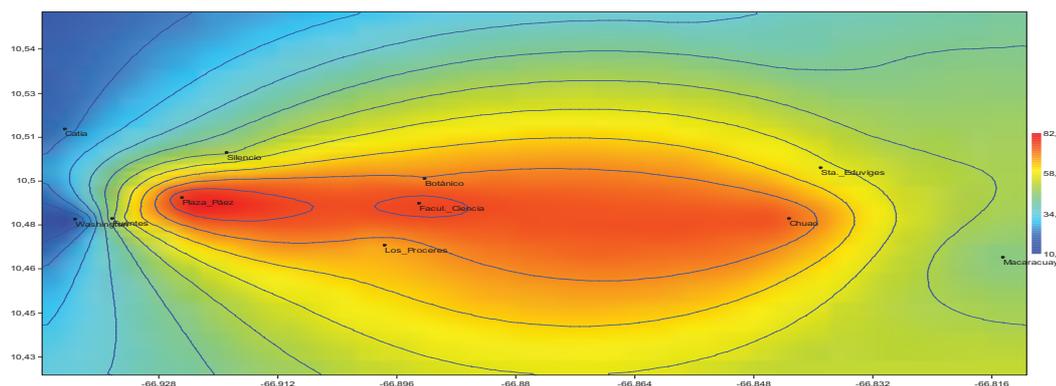


Figura 24. Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de octubre del 2006.

Noviembre y diciembre fueron los meses en donde se observó un descenso de las probabilidades de daño severo en la mayoría de las localidades, exceptuando los Próceres la cual se mostró con la mayor probabilidad de daño severo (99%) en ambos meses, se observa que para diciembre el radio aumenta hacia las cercanías de la Facultad de Ciencia y Plaza Páez (Figura 25 y 26) y la región sur-oeste de la ciudad.

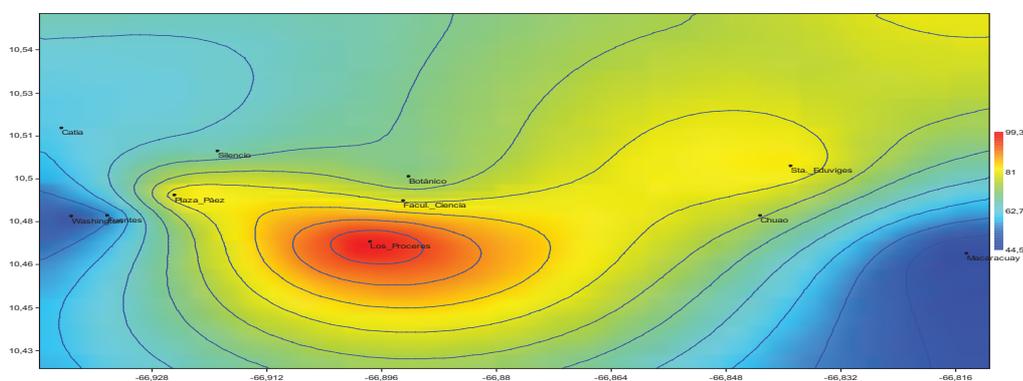


Figura 25. Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de noviembre del 2006.

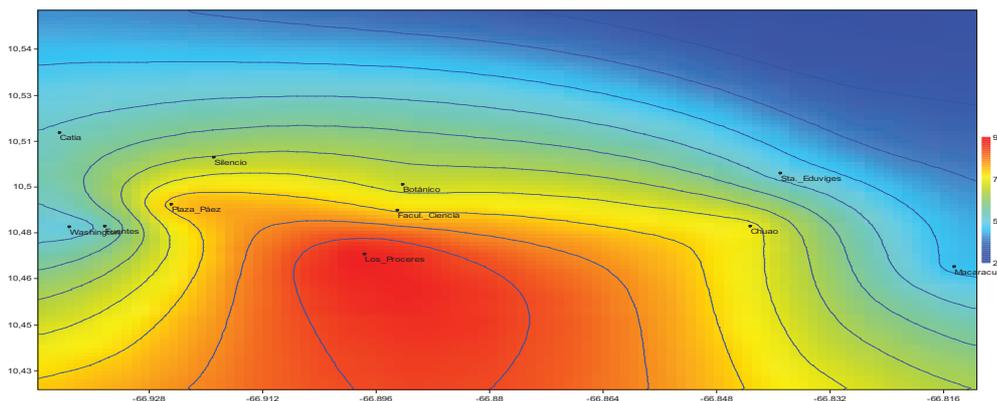


Figura 26. Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de diciembre del 2006.

En enero (Figura 27) la localidad con más probabilidades de daño severo fue Macaracuay ubicada hacia el este de la ciudad, manteniendo el mismo comportamiento para febrero (Figura 28).

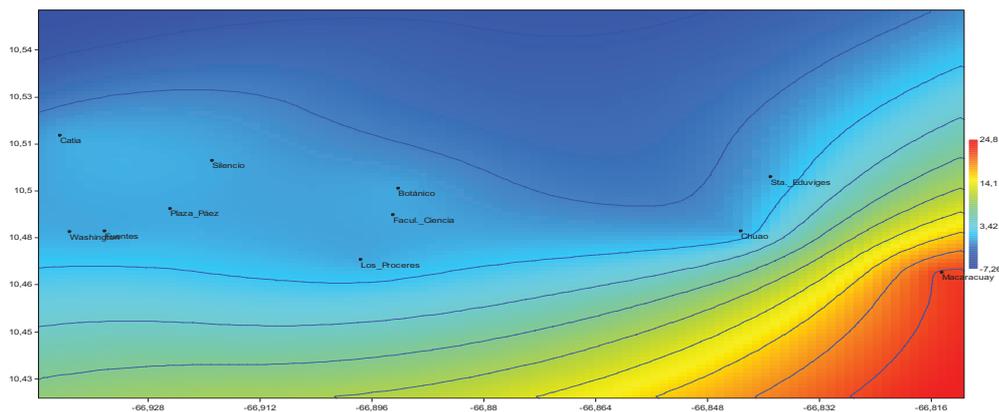


Figura 27. Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de Enero del 2007.

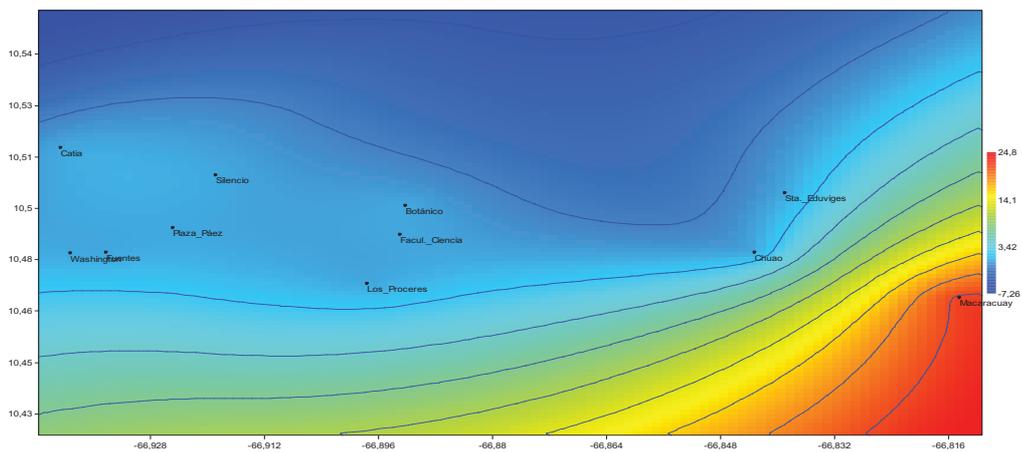


Figura 28. Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de febrero del 2007.

En marzo, no se observa probabilidades de daño severo en las localidades muestreadas pero, si se observa un 71,4% de probabilidad de observar daño severo hacia el norte de la ciudad en otras localidades que no fueron monitoreadas (figura 29). Para abril comienza a ascender las probabilidades de observar daño severo hacia el oeste de la ciudad, específicamente en las localidades de la Plaza Páez y los Próceres (Figura 30).

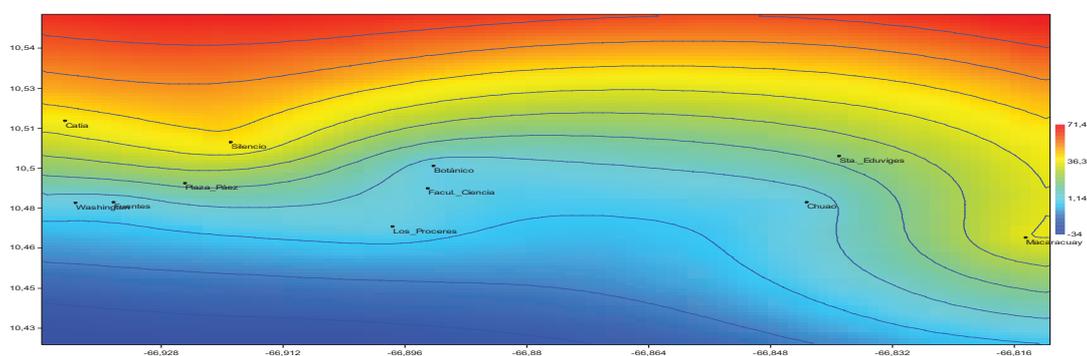


Figura 29. Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de marzo del 2007.

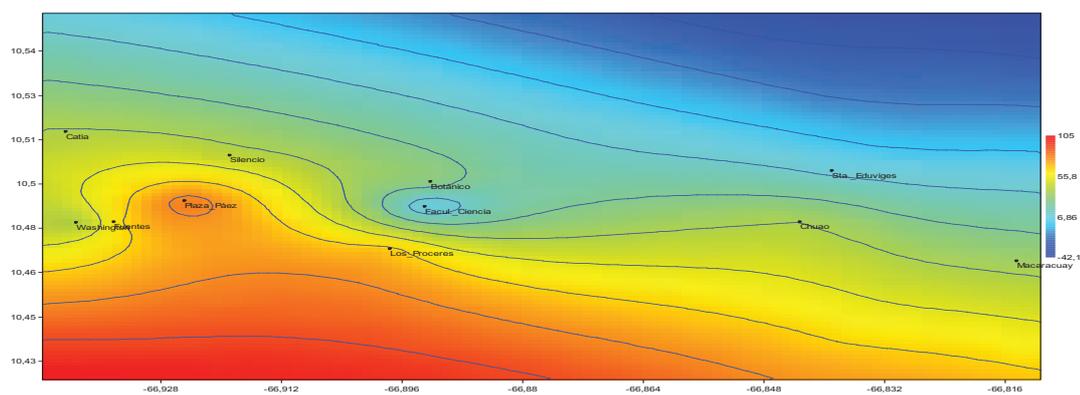


Figura 30. Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante el mes de abril del 2007.

Finalmente, al promediar los resultados con los datos para todo el año y posteriormente continuar con el análisis de Krigins, resultó que las localidades que presentaron mayores probabilidades de daño severo durante todo el año (43%) fueron El Silencio y la Plaza Páez, seguido de Los Próceres y Chuao. Las localidades con menores posibilidades de encontrar daño severo fueron Santa Eduvigis y Jardín Botánico, seguidas de La Facultad de Ciencias y Macaracuay (Figura 31)

Estas últimas localidades coinciden en que se encuentran o muy cercanas a corredores de vegetación (hacia el norte de la ciudad limita con el Parque Nacional El Ávila Warairarepano) o son parches grandes de vegetación inmersos entre superficies impermeables como lo es el Jardín Botánico de Caracas; lugares que pueden funcionar como reservorios de enemigos naturales que controlan naturalmente las poblaciones de *B. sophorae* durante todo el año.

Por el contrario las localidades con mayor posibilidad de presentar daño severo como fueron El Silencio y la Plaza Páez, se encuentran en lugares pobres en diversidad de vegetación, además se caracterizan por ser áreas muy urbanizadas con muchas superficies impermeables, además de proveer a *B. sophorae* lugares donde los enemigos naturales no puedan ejercer su función de forma óptima. Adicionalmente estas áreas pueden funcionar como las llamadas "Islas Calientes" las cuales proveen de altas temperaturas que pueden favorecer el crecimiento de la especie plaga.

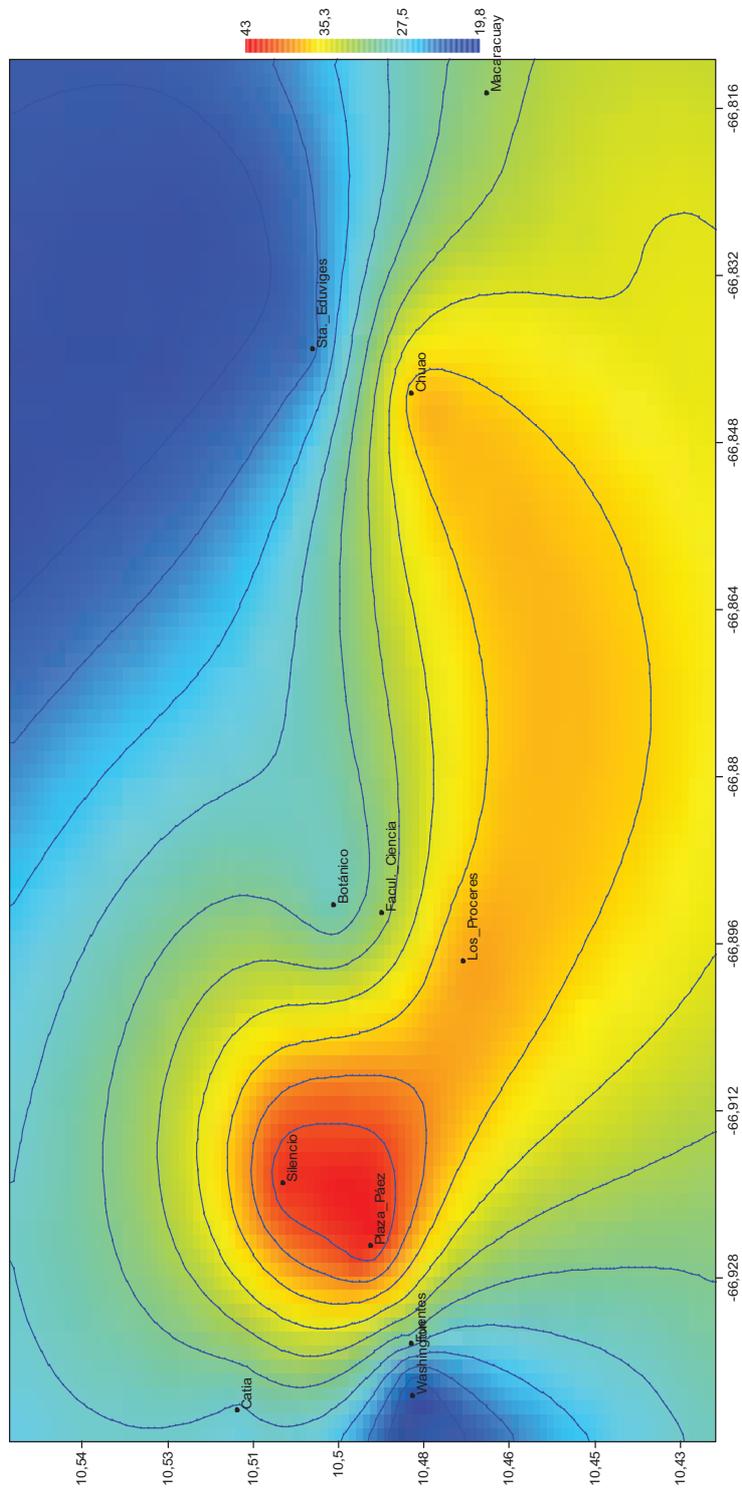


Figura 31. Superficie de distribución del daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante los meses mayo del 2006 hasta 2007.

3.4.8 Determinación de la distribución de “nidos” o refugios de *B. sophorae* y su relación con el daño ocasionado por la especie en comunidades de palmas representativas de la ciudad de Caracas.

Los “nidos” o refugios de *B. sophorae* se consideran una medida poblacional, y representa un parámetro importante a la hora de realizar un manejo de plaga; ya que al conocer el número de nidos activos que posee una palma se podría tener una idea del número de larvas que están consumiendo la palma en determinado momento.

Al evaluar los resultados por localidades (Figura 32), se puede observar que estos varían, en cuanto al porcentaje de daño y al número de nidos, no observándose una relación directa entre estas variables. Se puede evidenciar, que en localidades donde el daño severo se presentó mayor a un 40% el número de nidos fue mayor a 50; considerándose este un valor alto sobre todo para la localidad de El Silencio, que se comportó como la localidad que durante todo el año presentó daño severo y el número de nidos superó los 100.

El jardín botánico contrariamente, es la localidad donde se presentó la menor cantidad de nidos, a pesar que es un lugar donde se encuentra mucho recurso alimenticio; el daño resultó bajo en relación a las otras localidades al igual que el número de nidos, lo que corrobora la hipótesis que este es una localidad poca intervenida, y que puede resultar un reservorio de enemigos naturales que mantienen las poblaciones de *B. sophorae* controladas; Santa Eduvigis es una localidad que presenta el menor porcentaje de daño severo durante todo el año, pero de todas las localidades fue donde se ubicó la segunda mayor cantidad de nidos, indicando que estas variables que no están proporcionalmente relacionadas.

En ninguna localidad se presentó un porcentaje mayor del 50% de palmas dañadas durante todo el año, lo que nos indica que en cada localidad siempre la mariposa tendrá aproximadamente la mitad de las palmas presentes allí disponibles para colocar sus huevos en la próxima temporada, lo que va a asegurar que durante todo el año la especie esté presente. Así, mientras algunas palmas se recuperan estas comen y cuando van a colocar huevos nuevamente se encuentran con recurso disponible y muy cerca.

La distribución de los nidos se determinó sobre la planta, discriminado entre el área A, B o C explicado anteriormente en la metodología. El análisis de residuales estandarizados (Figura 33), arrojó, valores que se presentaron por arriba del valor crítico de independencia, lo que indica que para la localidad de El Silencio el estrato C resultó ser el más significativo, seguido del área B para la localidad de Chuao y Los Próceres, Facultad de Ciencias y Santa Eduvigis para el área A. Este comportamiento de los datos se puede relacionar con el hecho de que El Silencio fue la localidad más atacada durante todo el año indicando entonces que dicho estrato puede ser preferido de alguna manera por la especie para realizar sus nidos, pero también nos indica que es el único lugar donde quedan hojas que pueden usar como refugio después de reiterados daños durante todo el año.

Cuando en las localidades se observa una gran proporción de nidos en el área C, se puede interpretar de varias maneras; que esas palmas fueron atacadas con daño severo más de una vez durante el año y que no dio tiempo que las plantas se recuperaran; que en las adyacencias hay pocos hospederos y algunas barreras físicas que impidan a la mariposa elegir otros hospederos, y que tal vez hay tan alta población que colocan los huevos en el mínimo lugar que encuentren.

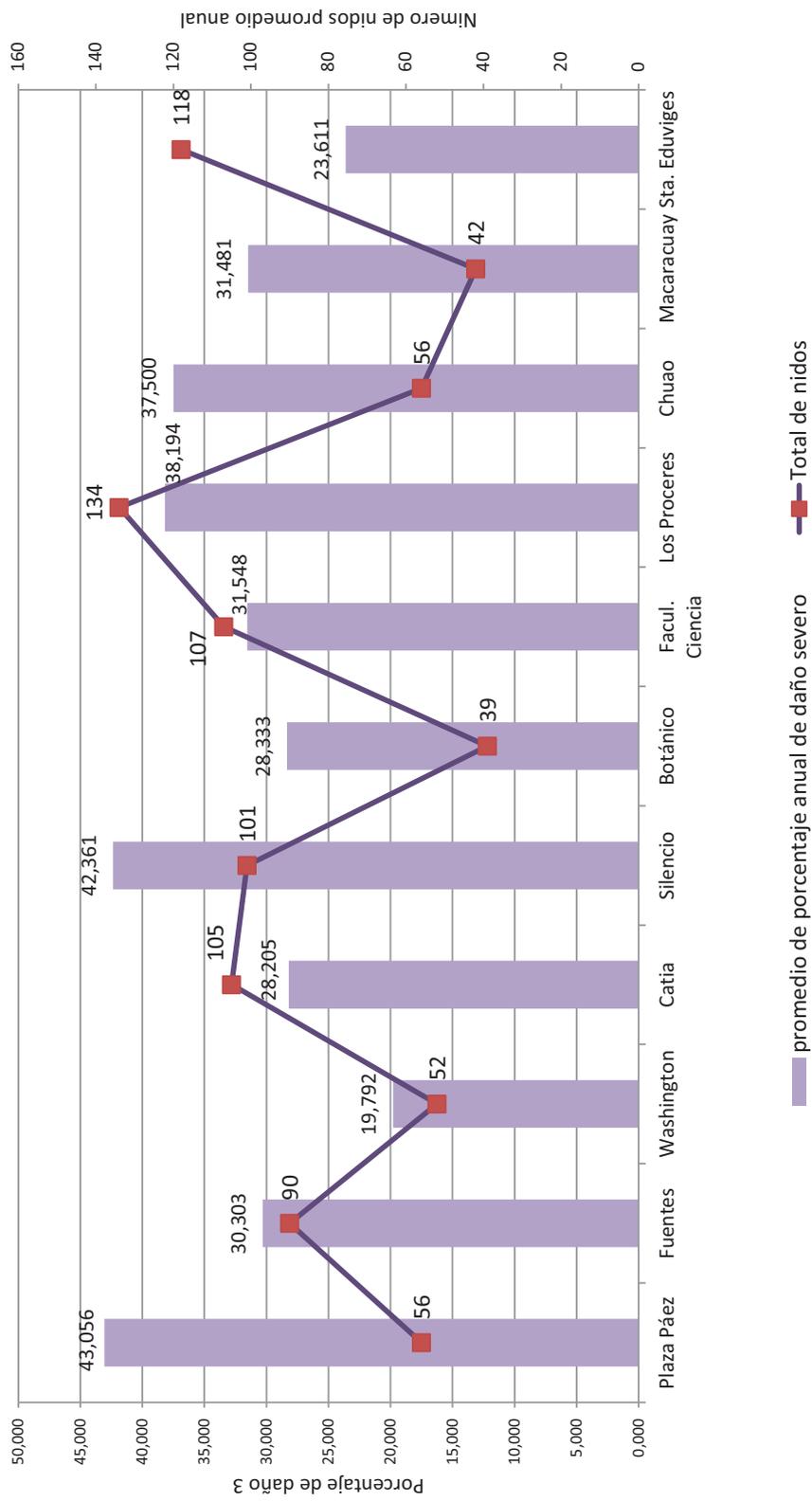


Figura 32. Relación del promedio de porcentaje anual de daño severo ocasionado por *B. sophorae* a las palmas Chaguaramos en cada una de las localidades muestreadas durante los meses de mayo del 2006 hasta abril 2007 con el número de nidos promedio anual en cada localidad.

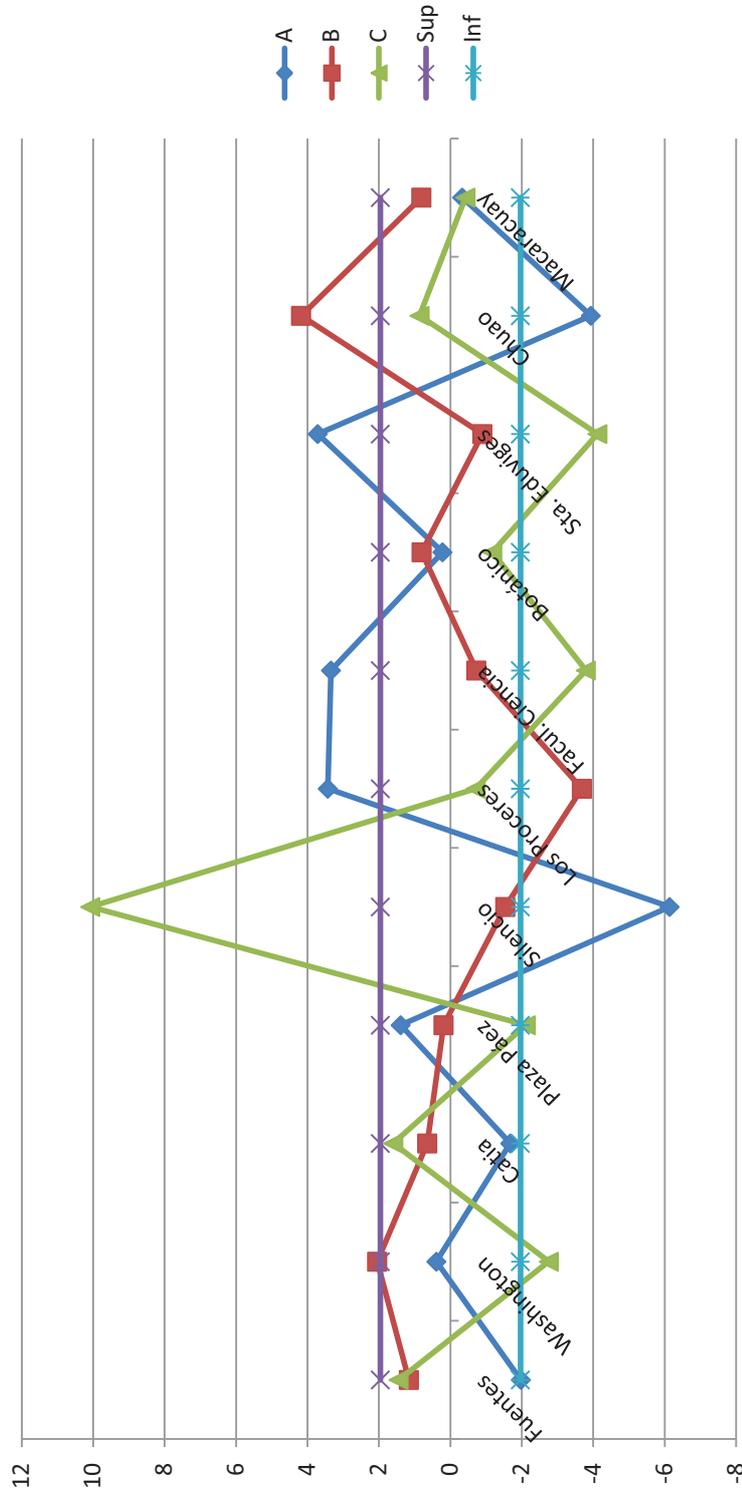


Figura 33. Residuales estandarizados de la ubicación de los nidos de *B. sophorae* en las áreas del follaje de la palma (A,B,C) según las localidades muestreadas durante los meses mayo del 2006 hasta abril 2007.

Conclusiones

1. Se encontró que la especie de palma frecuentemente más atacada en las localidades muestreadas es el chaguaramo venezolano o palma real (*Roystonea oleracea*); seguida de la palma fruto de oro también llamada areca o palmita de jardín (*Dypsis lutescens*).
2. *B. sophorae* muestra preferencia por las plantas pertenecientes a la Familia Arecacea. Además, se pudo observar que este lepidóptero puede estar presente en otra especie, *Heliconia sp.* la cual, no ha sido señalada como hospedera de *B. sophorae*.
3. Las larvas que son de hábitos gregario, en el primer instar, causan daño mediante un roído superficial de la hoja, y en los instares subsiguientes el daño continúa en los folíolos por el haz o por el envés, prefiriendo hojas en las cuales éstos se encuentran totalmente expandidos, destruyéndose la estructura parenquimatosa de la hoja, más no la estructura venal y es por ello que la hoja queda esqueletizada.
4. Las hojas son usadas no solo como alimento sino también las preparan para mejorar las condiciones de protección, construyendo una especie de carpa, nido o refugio.
5. La manera de reconocer la presencia de las larvas en las palmas es a través de la trilla que hacen con la seda que dejan las mismas sobre el tronco de las palmas al salir en la noche a alimentarse y además, la presencia de excremento en forma de "pellets" en la base de la palma.
6. Los resultados indican que *R. oleracea* es la principal planta hospedera de *B. sophorae* en la ciudad de Caracas, tiene hojas de gran tamaño con nervaduras resistentes, que permiten que este insecto pueda construir un refugio con suficiente capacidad de albergar a una cohorte completa de larvas, favoreciendo la agregación y los beneficios de esta conducta.

7. Es de esperarse que debido a la alta frecuencia de *R. oleracea* en la ciudad, la tasa de encuentros por parte de *B. sophorae*, fuera alta y esto de alguna manera puede afectar la afinidad por esta especie de palma. Se sugieren próximos estudios para poder dilucidar si realmente se trata de una preferencia por esta especie.
8. La primera generación anual comienza entre los meses enero y febrero observándose un descenso en el daño ligero y un incremento en el porcentaje de palmas con daño moderado en marzo y para abril el porcentaje desciende, incrementándose en mayo el daño severo, presentando su valor máximo para esta generación. Para finales del mes de julio y principio de agosto arranca la segunda generación de larvas, el daño ligero es evidente y comienza a ascender.
9. En agosto y septiembre el porcentaje de daño moderado comienza a ascender y a partir de septiembre lo hace el porcentaje de daño severo, observándose para septiembre, octubre, noviembre y diciembre los mayores porcentajes de palmas dañadas.
10. *B. sophorae* tiene cierta afinidad por la especie *R. oleracea* como hospedero primario y en momentos en que este recurso escasea, se observó que el insecto tiende a elegir las especies *D. lutescens* o *A. aculeata*.
11. *B. sophorae* elige de forma casual a las plantas entre 3 a 15 metros y presenta una alta predilección por plantas mayores a 15 metros.
12. En el capítulo dos se encontró que el número de larvas por nido puede llegar a un valor medio estimado de 180 larvas por nido lo que nos daría una idea de la cantidad de larvas que puede encontrarse en una localidad, por ejemplo en el caso El Silencio con 101 nidos, sería un estimado de 18.180 larvas comiendo durante todo el año, un número muy alto que justificaría el hecho de ser una de las localidades más atacadas.

13. El daño que *B. sophorae* produce a las palmas puede estar influenciado por la densidad de las palmas en la ciudad. El modelo de la “dilución del recurso”; explica el efecto de la densidad de palmas relacionado con el daño; así, en el Jardín Botánico donde hay más recurso (Palmas) la carga de *B. sophorae* por planta decrece y se evidencia un menor daño.
14. Los “nidos” o refugios de *B. sophorae* se consideran una medida poblacional, y representa parámetro importante a la hora de realizar un manejo de plaga; ya que al conocer el número de nidos activos que posee una palma se podría tener una idea del número de larvas que están consumiendo la palma en determinado tiempo.

Referencias Bibliográficas

ANDOW, D. 1991. Vegetation diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology*, 36, 561–586.

BRAUN, A. 1996. Adornar con palmas. *Litho.Tip. C.A.*47p.

CÁRDENAS, A., CARPIO, R. Y ESCAMILLA, F. 2000. Geografía de Venezuela. Caracas: FEDEUPEL.

CLEARE, L Y SQUIRE, F. 1934. The coconut caterpillar, *Brassolis sophorae* L.(Lepidoptera: Brassolinae) in British Guiana. *Agriculture Journal of British Guiana* 5, 166-199.

COLEY, P Y T.KURSAR 1996. Antiherbivore defenses of young tropical leaves:Physiological constraints and ecological tradeoffs. Pp. 305-336.

COULSON, R. y WITTER, J. 1990. *Entomología Forestal*. Noriega Editores, Editorial Limusa. Mexico.

Feeny, P. 1976. Plant appearance and chemical defense. *Recent Advances in Phytochemistry* 10: 1-40.

Fukui, A. 2001. Indirect interactions mediated by leaf sheltersin animal–plant communities. *Popul. Ecol.*, 43: 31–40.

GALLEGOS L. 2005 Descripción y manejo de plagas y enfermedades en el arbolado urbano de la comuna de La Reina. Santiago-Chile.

GENTY, P. DESMIER DE CHERON, R. y MORIN, J. 1978. Ravageurs du palmier á huile en Amerique latine. *Olegineux* 33,325-417.

HOWARD,W., MOORE, D.,GIBLIN-DAVIS,R. y ABAD, R.2001. *Insects on Palm*. Cabi Publishing, London, UK,400p.

HOYOS, J y BRAUN, A. 2001. *Palmas de Venezuela*. Sociedad de Ciencias Naturales la Salle. Monografía N° 47. 423 p.

MONTGOMERY BE. 1959. Arthropods and ancient man. *Bull Entomol. Soc. Am.*; 5:68-70.

MORENO M., OLTRA M., FALCÓ J., JIMÉNEZ R. 2007. El control de plagas en ambientes urbanos: criterios básicos para un diseño racional de los programas de control. *Rev. Esp. Salud Pública*. v.81 n.1 Madrid [periódico

en la Internet]. [citado 2009 Ene 04] ; 81(1): 15-24. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272007000100003&lng=es&nrm=iso.

NOWAK, D., DWYER, J. y CHILDS, G. 2002. Los beneficios y costos del enverdecimiento urbano. [en línea] Áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe. Chapingo, Estado de México, Universidad Autónoma Chapingo. 1998. 397p.

OTWAY, S., HECTOR, A. & LAWTON, J. 2005. Resource dilution effects on specialist insect herbivores in a grassland biodiversity experiment. *Journal of Animal Ecology*, 74, 234–240.

PEREIRA, J., Y ASO, P. 1981. Parque Nacional del Avila/Guaraira Ripano. Sierra Grande. (pp.23-29) Caracas: Lagoven.

ROOT, R.B. 1973. Organisation of a plant–arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs*, 43, 95–124.

SCHUBERT, C. 1985. Cuencas Cenozoicas Tardías de Venezuela. VI Congreso Geológico Venezolano. (pp. 2663-2679).

SIEGEL, S., & CASTELLAN, N. J. 1988. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences* (2nd ed.) New York: McGraw-Hill.

STAUFFER, F., J. CLAVIJO, Y M. BEVILACQUA. 1993. Ataque de *Brassolis sophorae* (L.1758) (Lepidoptera: Nymphalidae: Brassolinae) a las palmas (Palmae) del Parque del Este “Rómulo Betancourt”, Caracas, Venezuela. *Bol. Ent. Venez.*, N.S., 8(1):95-103

VARESCHI, V. 1968. *Flora de Venezuela*. Universidad Central de Venezuela, Edición especial del Instituto Botánico, Volumen I.

YEPEZ, G., F. FERNADEZ Y., y J. CLAVIJO. 1985. Presencia de *Brassolis sophorae* (L.) (Lepidoptera: Brassolidae) causando daños en palmas de chaguaramos, *Roystonea oleraceae* (Jacq.), en el Estado Carabobo, Venezuela. *Bol. Ent. Venez.* N.S. 4(3):2324.

ZAR H.J. 1998 *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey. 663 pp.