



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN
CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO DE FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

DIVERSIDAD, DAÑOS Y MANEJO DE SCARABAEOIDEA EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN EL NORTE DE SINALOA, MÉXICO.

GABRIEL ANTONIO LUGO GARCÍA

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2010

La presente tesis titulada: Diversidad, daños y manejo de Scarabaeoidea en el cultivo de maíz en el norte de Sinaloa, México, realizada por el alumno: Gabriel Antonio Lugo García, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DRA. LAURA DELIA ORTEGA ARENAS

DIRECTOR DE TESIS:



DR. AGUSTÍN ARAGÓN GARCÍA

ASESOR:



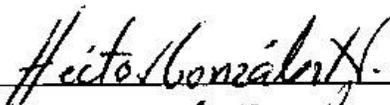
DR. MIGUEL ÁNGEL MORÓN RÍOS

ASESOR:



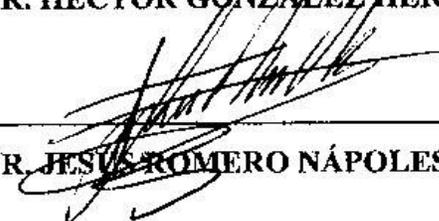
DR. ÁLVARO REYES OLIVAS

ASESOR:



DR. HÉCTOR GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:



DR. JESÚS ROMERO NÁPOLES

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2010

DIVERSIDAD, DAÑOS Y MANEJO DE SCARABAEOIDEA EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN EL NORTE DE SINALOA, MÉXICO.

Gabriel Antonio Lugo García, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2010.

Este estudio aporta información sobre la importancia agrícola, abundancia, fluctuación poblacional, hábitos alimenticios, daños y control de las especies de gallina ciega (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociadas al cultivo de maíz, en el Valle del Carrizo, Sinaloa. Además, se ofrece información sobre la diversidad y hábitos alimentarios de los principales géneros con larvas edafícolas, particularmente de aquellos que presentan preferencias por las partes subterráneas de las plantas cultivadas. Se presentan aportaciones sobre la biología, distribución, comportamiento, y se explican brevemente los métodos de control físico, químico, biológico, cultural, por extractos vegetales y biodinamizados utilizados en campo para el manejo de estos insectos rizófagos en las diferentes regiones del mundo.

Se registró a *Cyclocephala sinaloae* y una especie de *Phyllophaga* sp. asociadas a las raíces del maíz en el Valle del Carrizo, donde, la primera fue la especie predominante con el 98.94%. En la trampa de luz negra se recolectaron 61,198 ejemplares pertenecientes a ocho especies de Scarabaeidae. *C. sinaloae* fue la más abundante con el 71.67%, seguida de *Oxygryllus ruginasus* con el 26.89%, *Phyllophaga opaca* (1.15%) y *Ph. cristagalli* con (0.2%). La abundancia de estas especies fue mayor en julio (48.55%) lo que coincidió con el periodo de lluvias.

A través de prospecciones diurnas y nocturnas que se realizaron en la vegetación cercana al cultivo, se detectaron las plantas hospedantes de las cuales se alimentan estos adultos, donde *Ph. opaca* se detectó sobre un mayor número de hospedantes, con un total de 15 especies pertenecientes a 10 familias botánicas, de éstas *Parkinsonia aculeata* (Fabaceae) fue la planta más preferida.

Las pérdidas que ocasionan las larva de gallina ciega en la agricultura varían en intensidad, tipo de cultivo, sistema agrícola y estado de desarrollo de las plantas, ya que se conocen especies rizófagas, saprófagas y facultativas; por tal motivo, se evaluó el daño ocasionado por las larvas de *C. sinaloae* en maíz a nivel de invernadero y así determinar su impacto en el peso seco de raíces y el número de larvas por planta. Los valores de peso seco de raíz de maíz sin soca (33.5g) fueron menores a los de maíz con soca (89.22 g), esto se debió tal vez, a que las larvas de *C. sinaloae* tienen hábitos alimenticios facultativos.

Así mismo, se evaluó el efecto ocasionado por barbecho, solarización y aves sobre *C. sinaloae*, con el fin de minimizar las pérdidas, bajo el esquema de un manejo integrado. El barbecho presentó la mayor mortalidad de *C. sinaloae* con el 34.06%; seguido por las aves (9.98%) y solarización (4.57%).

Palabras clave: Gallina ciega, *Cyclocephala*, hospedantes vegetales, control natural y biológico.

DIVERSITY, DAMAGE AND MANAGEMENT OF SCARABAEOIDEA ON CORN IN NORTH OF SINALOA, MEXICO.

Gabriel Antonio Lugo García, Dr.
Colegio de Postgraduados, 2010.

This study gives information about agriculture importance, abundance, population fluctuation, feeding habits, damage and control of the white grubs (Coleoptera: Scarabaeoidea) associated to a corn crop at the Valle del Carrizo, Sinaloa. Furthermore, it gives information on the diversity and feeding behavior of larvae of the main soil genera mainly of those having preference for underground parts of cultivated plants. Aspects of biology, distribution, behavior and control methods such as physical, chemical, biological, cultural, plant extracts and bio-dynamo products used in the management of these soil pests in field situations around the world are described.

The following white grubs species *Cyclocephala sinaloae* and *Phyllophaga* sp., associated to corn roots at the Valle del Carrizo, the former being the most common with a frequency of 98.9%. A total of 61,198 individuals belonging to eight Scarabaeoidea species were collected in black light traps. *Cyclocephala sinaloae* was the most collected species with a 71.67%, followed by *Oxygryllus ruginasus* with 26.89%, *Phyllophaga opaca* (1.15%) and *Ph. cristagalli* with (0.2%).

Phyllophaga opaca was detected through day and evening monitoring on vegetation near the corn fields; in the major number of host plants, 15 plant species belonging to 10 botanical families, where *Parkinsonia aculeata* was the most preferred.

The damage caused by the white grubs larvae on agriculture varied in intensity, type of crop, agricultural system and crop phonology, because there are root feeders, saprophytic and facultative species. Therefore, the damage caused by *C. sinaloae* larvae was evaluated on corn plants at a greenhouse facility, in order to define their impact on the root dry weight and number of larvae per plant. Root corn dry weight without corn stalk (33.5 g) was ten times below to those with corn stalks (89.22 g); this was explained because *C. sinaloae*

larva has a facultative feeding behavior. Moreover, the effect of tilling, solarization and birds over *C. sinaloae* was evaluated in order to reduce crop losses, following an integrated pest management strategy. Tilling caused the mayor mortality on *C. sinaloae*, 34.06%, following by birds with 9.98% and solarization 4.57%.

Key words: White grubs, *Cyclocephala*, vegetable hosts, natural and biological control.

DEDICATORIA

A mis padres **Emilio** y **Petra Eulalia**, por todo su amor, comprensión, consejos, apoyo, sacrificios y por hacer de mí lo que ahora soy.

A mis hermanos **Emilio**, **Cynthia Guadalupe**, **Perla Esmeralda**, a mi cuñada **Boney** y a mi sobrino **Emilio** por el cariño y la confianza depositados en mí; por apoyarme siempre.

A mi novia **Lupita** por su paciencia, amor, apoyo, cariño y comprensión.

A la familia **Aragón Sánchez**, Dr. Agustín, Juanita, Miguel “chinito”, Agustín y Jazmín, gracias por su confianza, comprensión y apoyo incondicional, por ser parte de su familia.

A la familia **Lugo Gaxiola** y **García Ponce** por confiar en mí y apoyarme siempre.

A la **Dra. Laura Delia Ortega Arenas** por la excelente conducción de mi formación profesional durante mis estudios de Maestría y Doctorado, por todos sus consejos, comprensión, confianza y por ayudarme a crecer más como persona.

A **José Marín**, **Patricio**, **Bardo**, **Pedrito**, **Manuel**, **Juan**, **Ariadna**, **Mar** y **María José**, por sus consejos y apoyo, por los buenos y malos momentos. Por ser mis mejores amigos.

A mi consejo particular, **Dra. Laura Delia Ortega**, **Dr. Agustín Aragón**, **Dr. Álvaro Reyes**, **Dr. Miguel Ángel Morón**, **Dr. Héctor González** y **Dr. Jesús Romero** por sus enseñanzas, por su valiosa participación y por el apoyo incondicional asesorando este trabajo de investigación.

A mis amigos del Colegio de Postgraduados, **Nubia**, **Imelda**, **Stephanie**, **Flor**, **Esperanza**, **Micaela**, **Higinio**, **Virgilio**, **Edgar**, **Alberto** y **Don Magdaleno**, por su valiosa amistad, por ser excelentes personas y grandes amigos, así como a todos mis compañeros que compartieron las aulas de clases durante mis estancia en el Colegio de Postgraduados.

AGRADECIMIENTOS

Al **Colegio de Postgraduados** por haberme brindado la oportunidad de continuar con mi formación académica.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por el apoyo económico brindado durante la realización de mis estudios de Maestría y Doctorado.

A la **Universidad Autónoma de Sinaloa** por la beca otorgada para continuar con mis estudios de postgrado, así como las facilidades brindadas en el procesamiento de las muestras.

Al **M.C Rosario Valdez** por el apoyo y la confianza brindada en todo momento durante mis estudios de postgrado.

Al **Instituto de Ecología y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, (DAGAM)** por las facilidades brindadas para la determinación de las especies de insectos.

Al **Sr. Cesáreo Ruíz** por confiar en mí y facilitarme su parcela para realizar este estudio.

M.C. Jorge Valdez Carrasco por sus consejos, apoyo, confianza, así como su paciencia durante la asistencia técnica del trabajo fotográfico de los escarabajos.

A mis amigos del **Colegio de Postgraduados** y la **Universidad Autónoma de Sinaloa**, por el apoyo, la amistad y la confianza demostrada durante mis estudios de doctorado.

A los **Profesores de Entomología y Acarología** que gracias a su enseñanza, dedicación, comprensión y los principios inculcados, podré realizarme como profesionista y hombre de bien para servir a mis semejantes.

A los **Profesores del Herbario** de la Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte, por el apoyo brindado durante la realización de este proyecto de Investigación.

CONTENIDO

		Página
COMITÉ PARTICULAR		ii
RESUMEN		iii
ABSTRACT		v
DEDICATORIA		vii
AGRADECIMIENTOS		viii
CONTENIDO		ix
LISTAS DE CUADROS		xiii
LISTA DE FIGURAS		xiv
INTRODUCCIÓN GENERAL		1
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DEL COMPLEJO GALLINA CIEGA Y MÉTODOS DE CONTROL		3
	1.1 Resumen	3
	1.2 Introducción	3
	1.3 Impacto económico de especies rizófagas de Melolonthidae	5
	1.4 Distribución de la familia Melolonthidae	6
	1.5 Diversidad de la familia Scarabaeoidea	7
	1.6 Estimaciones sobre la diversidad de Melolonthidae en Sinaloa	7
	1.7 Ecología de Melolonthidae	8
	1.8 Métodos de control del complejo gallina ciega	9
	1.8.1 Control Químico	9
	1.8.2 Control Biológico	10
	1.8.2.1 Depredadores	10
	1.8.2.2 Parasitoides	11
	1.8.2.3 Entomopatógenos	12
	1.8.3 Control con extractos vegetales	13
	1.8.4 Control con Biodinamizados	13
	1.8.5 Control Cultural	14
	1.8.6 Control Físico	15

		1.8.6.1 Trampas de luz.	15
		1.8.6.2 Recolecta manual.	16
		1.8.6.3 Barreras físicas.	17
		1.9 Comentarios.	17
CAPITULO 2. ESPECIES DE GALLINA CIEGA (COLEOPTERA: SCARABAEOIDEA) ASOCIADAS AL CULTIVO DE MAÍZ EN AHOME, SINALOA, MÉXICO.			19
		2.1 Resumen.	19
		2.2 Introducción.	20
		2.3 Materiales y Métodos.	21
		2.3.1 Área de estudio.	21
		2.3.2 Recolecta de larvas.	22
		2.3.3 Recolecta de adultos.	22
		2.4 Resultados y Discusión.	23
		2.4.1 Larvas de tercer estadio.	23
		2.4.2 Fluctuación poblacional de las larvas de las especies de gallina ciega asociadas al cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México.	24
		2.4.3 Adultos de Melolonthidae presentes en el cultivo de maíz en Ahome, Sinaloa, México.	26
		2.4.4 Comentarios.	30
		2.5 Conclusiones.	34
CAPITULO 3. HÚESPEDES VEGETALES DE ADULTOS DE COLEÓPTEROS MELOLONTHIDAE PRESENTES EN EL CULTIVO DE MAIZ EN EL VALLE DEL CARRIZO, AHOME, SINALOA, MÉXICO.			35
		3.1 Resumen.	35
		3.2 Introducción.	35
		3.3 Materiales y Métodos.	38
		3.3.1 Área de estudio.	38

	3.3.2 Recolecta de adultos.	39
	3.3.3 Recolecta de plantas.	40
	3.4 Resultados y Discusión.	41
	3.5 Conclusiones.	44
CAPITULO 4. EVALUACIÓN DEL DAÑO A LAS RAÍCES DE MAÍZ POR <i>Cyclocephala sinaloae</i> Howden & Endrödi (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN EL VALLE DEL CARRIZO, AHOME, SINALOA, MÉXICO.		45
	4.1 Resumen.	45
	4.2 Introducción.	45
	4.3 Materiales y Métodos.	47
	4.3.1 Área de estudio.	47
	4.3.2 Recolecta de adultos y obtención de larvas.	47
	4.3.3 Evaluación de daño.	48
	4.3.4 Análisis estadístico.	49
	4.4 Resultados y Discusión.	49
	4.5 Conclusiones.	53
CAPITULO 5. CONTROL CULTURAL Y BIOLÓGICO DE <i>Cyclocephala sinaloae</i> Howden & Endrödi (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN EL VALLE DEL CARRIZO, AHOME, SINALOA, MÉXICO.		54
	5.1 Resumen.	54
	5.2 Introducción.	54
	5.3 Materiales y Métodos.	56
	5.3.1 Área de estudio.	56
	5.3.2 Densidad preliminar de larvas de <i>C. sinaloae</i>	56
	5.3.3 Efecto de barbecho, solarización y aves en la densidad de larvas de <i>C. sinaloae</i>	57
	5.3.4 Análisis de datos.	57
	5.4 Resultados y Discusión.	58

	5.4.1 Efecto de barbecho.	58
	5.4.2 Efecto de solarización.	59
	5.4.3 Efecto de depredación por aves.	60
	5. 5. Conclusiones.	62
	CONCLUSIONES GENERALES.	63
	LITERATURA CITADA.	64

LISTA DE CUADROS

		Página
Cuadro 2.1	Especies de la familia Melolonthidae asociadas al cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México.	23
Cuadro 2.2	Adultos de Scarabaeoidea por especie recolectados con trampa de luz fluorescente negra en cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México.	26
Cuadro 2.3	Abundancia estacional de los adultos de Scarabaeoidea capturados en trampas de luz fluorescente negra en el cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México. 2008-2009.	28
Cuadro 2.4	Clave para separar las especies de adultos de Coleoptera Scarabaeoidea asociadas al cultivo de maíz en el Valle de Carrizo, Sinaloa, México.	32
Cuadro 3.1	Localidades de muestreo y datos climáticos de la estación más cercana.	39
Cuadro 3.2	Especies vegetales hospederas de Coleópteros Scarabaeoidea en el Valle del Carrizo en el estado de Sinaloa, México.	41
Cuadro 4.1	Peso seco de raíz de maíz infestadas con diferentes densidades de larvas de <i>C. sinaloae</i> y desarrolladas en suelo con y sin soca en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México.	50
Cuadro 5.1	Mortalidad de larvas de <i>Cyclocephala sinaloae</i> (%) ocasionada por barbecho, solarización y aves en el Valle del Carrizo, Sinaloa.	58

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 2.1	Localidad de Revolución Mexicana, ubicada en el norte de Sinaloa, México.	21
Figura 2.2	Distribución estacional de las larvas por especie asociadas al cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Sinaloa, México. 2008-2009.	25
Figura 2.3A	Adulto y edeago de <i>Phyllophaga opaca</i> (Moser).	31
Figura 2.3B	Adulto y edeago de <i>Phyllophaga cristagalli</i> (Arrow).	31
Figura 2.3C	Adulto y edeago de <i>Cyclocephala sinaloae</i> (Howden y Endrödi).	31
Figura 2.3D	Adulto y edeago de <i>Strategus aloeus</i> (Lineé).	31
Figura 2.3E	Adulto y edeago de <i>Oxygryllus ruginasus</i> (LeConte).	31
Figura 2.3F	Adulto y edeago de <i>Pelidnota virescens</i> (Burmeister).	31
Figura 2.4	Temperatura media mensual (barras) y precipitación mensual (polígono) del Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México.	32
Figura 5.1	Diagrama de campo en donde se ubicaron los sitios de muestreo.	56

INTRODUCCIÓN GENERAL

En México el maíz representa para los agricultores la principal fuente de ingresos y el sustento de muchas familias; sin embargo, en los últimos años ha sido afectado por diversos problemas fitosanitarios. Tal es el caso de las plagas del suelo, entre las cuales se encuentran los gusanos de alambre (*Agrotis* sp.), gusanos alfilerillos (*Diabrotica virgifera*) y algunas especies de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.). La investigación de artrópodos edafícolas ha tomado gran auge en las últimas décadas no sólo por su importancia agrícola como plagas rizófagas, sino también por su papel bioecológico en la formación del suelo y por la biodiversidad que encierra aspectos que son poco conocidos (Pardo-Locarno *et al.*, 2003).

El complejo “gallina ciega”, como plaga agrícola ha sido poco estudiado a nivel nacional, con frecuencia no se especifica la identidad de las especies y en algunos casos erróneamente se adscriben a *Phyllophaga*, cuando realmente puede estar presente un complejo de géneros y especies que tienen distintos hábitos de alimentación (Castro-Ramírez *et al.*, 2005). Las larvas de esta familia son conocidas en diferentes partes del mundo porque frecuentemente se observan alimentándose de las raíces de las plantas cultivadas (Morón, 2001).

En Sinaloa, la información sobre los coleópteros Scarabaeoidea es escasa, a pesar de que la superfamilia es bien conocida en México. En los últimos 30 años este grupo de insectos ha sido objeto de estudios monográficos y faunísticos por especialistas nacionales y extranjeros que tienen el interés en ampliar el conocimiento taxonómico, biológico y ecológico de estas especies, lo cual es clave para determinar su potencial como plagas agrícolas y su control. Consecuentemente, el estudio de la fauna de escarabaeidos en Sinaloa es fundamental para precisar su importancia en los sistemas agrícolas más tecnificados del noroeste, donde las plagas del suelo están poco estudiadas y usualmente los agricultores las consideran de poca importancia.

Debido al desconocimiento de la riqueza de este grupo de insectos, los registros que se dispone son incompletos. En los recuentos generales se tienen registrados 119 géneros y 1,138 especies de Melolonthidae para México (Morón *et al.*, 1997); de ellas existen 121 registros específicos para el estado de Sinaloa. Esta información procede de colectas esporádicas en zonas restringidas, por lo cual es importante continuar con el trabajo de campo para obtener la información básica en un mayor número de sitios representativos de los ambientes de Sinaloa, donde más del 70% de los municipios no han sido objeto de estudio.

En el Catálogo de las Plagas Agrícolas de México sólo están registradas 21 especies de Melolonthidae con importancia agrícola para Sinaloa, pero debido a que gran parte de la superficie tiene uso agrícola, es posible que cuando menos 60 miembros del complejo "gallina ciega" ocurran en los terrenos dedicados a los cultivos de maíz, frijol, caña de azúcar, hortalizas y frutales (Morón, 1995). En el Norte de Sinaloa, sólo se documenta la presencia de una especie de *Phyllophaga* sp. con larvas rizófagas en lotes aislados, principalmente en siembras de temporal, asociadas a una gran variedad de plantas cultivadas y silvestres; principalmente de maíz y sorgo (Peraza-Medina y Macías-Cervantes, 2000).

La diversidad y el número de escarabajos están siendo impactados por las modificaciones en los ecosistemas naturales del país, derivadas de la expansión de la frontera agropecuaria, los asentamientos humanos, las grandes obras para la comunicación y el abastecimiento de materia prima y combustibles. Estos cambios, han favorecido la dispersión y el aumento de las poblaciones de un buen número de especies adaptables, que ahora son consideradas plagas agrícolas, a la vez que otras especies aminoran su área de distribución y poblaciones, hasta el punto que son consideradas raras o en peligro de extinción. La ubicación, extensión y el complicado relieve del territorio que ocupa el estado de Sinaloa ha originado la fragmentación, modificación y reemplazo de diversos tipos de ambientes y comunidades, que junto con el incremento de las actividades humanas favorecen la presencia de un mosaico de hábitats y micro-hábitats susceptibles de ser ocupados por los escarabajos.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DEL COMPLEJO GALLINA CIEGA Y MÉTODOS DE CONTROL

1.1 RESUMEN

En México existen especies de insectos que viven en el suelo, principalmente el complejo gallina ciega, el cual ocasiona daños considerables a los cultivos agrícolas como maíz, sorgo, trigo, caña de azúcar, papa, fresa y pastos, sin embargo, los estudios para evaluar sus daños son escasos. Debido a la importancia de estos insectos, se ofrece información sobre la diversidad y hábitos alimentarios de los principales géneros con larvas edafícolas, particularmente de aquellos que presentan preferencias por las partes subterráneas de las plantas cultivadas. Se presentan aportaciones sobre la biología, distribución, comportamiento, y se exponen brevemente los métodos de control físico, químico, biológico, cultural, por extractos vegetales y biodinamizados utilizados en campo para el manejo de estos insectos rizófagos en las diferentes regiones del mundo.

1.2 INTRODUCCIÓN

En México, los adultos de la familia Melolonthidae son conocidos como escarabajos de mayo, mayates de junio, escarabajos sanjuaneros, xcumuk, ronrones, jobotos, temoles, ladrillentos, frailecillos o toritos según las distintas regiones del país (Morón *et al.*, 1997; Aragón *et al.*, 2006). Las larvas de estos insectos se conocen como gallina ciega, gusanos blancos, yupos, nexteocuil, kolom (Morón, 1986; Morón *et al.*, 1997). A pesar de los daños que se observan en las plantas cultivadas, son escasos los estudios realizados sobre los estados inmaduros de estas plagas (Morón, 2001).

Se estima que alrededor de 560 especies de la familia Melolonthidae forman el complejo "gallina ciega" en México. Más de 20 cultivos son afectados en las distintas regiones del país, entre los que destacan los miembros de las familias Poaceae (25%), Fabaceae (17%), Rosaceae (17%) y Solanaceae (12%) (García-Martell, 1974; Morón, 1983). Las flores son uno de los factores decisivos en la evolución de algunos insectos, ya que proporcionan alimento energético concentrado (néctar) y alimento proteico (polen). A cambio de esto el vegetal obtiene de los insectos el medio de transporte para conseguir la polinización cruzada (Morón, 2004).

Estos organismos son importantes ya que se alimentan del follaje de numerosos cultivos agrícolas, ocasionando pérdidas considerables, pero también porque algunos tienen actividad como desintegradores de materia orgánica, barrenadores de madera y productos almacenados, y actúan como degradadores de materia vegetal y animal y en ocasiones depredan algunas especies dañinas (Morón y Terrón, 1988).

Las poblaciones de melolóntidos adultos fitófagos pueden defoliar por completo a sus huéspedes, y en consecuencia causar una baja en su reproducción o en el engrosamiento del tallo. Se tiene reporte de que algunas especies de *Phyllophaga*, *Paranomala*, *Diplotaxis* y *Macroductylus* causan defoliación intensa en encinos (*Quercus* sp.), álamos (*Populus* sp.), sauces (*Salix* sp.) y coníferas (*Pinus* sp.), en México, E.U.A. y América Central (Morón y Aragón, 2003). La gallina ciega ataca a un gran número de cultivos, aunque tiene preferencia por el maíz, pastos, hortalizas, flores, e incluso árboles frutales o forestales en viveros (Morón, 1986).

Las larvas de estos grupos siempre han estado presentes en las parcelas agrícolas, sin embargo, hasta hace poco destacaron por su efecto nocivo a los cultivos. Lo anterior se asocia en gran parte a la expansión del monocultivo y a la quema de rastrojos que limitan la disponibilidad de alimentos para muchas especies de gallinas ciegas con hábitos rizófagos. En consecuencia, y al no poder acceder a otro tipo de alimento, las larvas han optado por alimentarse de las raíces de los cultivos de interés para el hombre (Castro-Ramírez *et al.*, 2004).

Debido a la importancia del complejo gallina ciega, el objetivo del presente capítulo fue realizar un análisis de la información disponible sobre distribución, diversidad, biología y los programas de control disponibles para su combate en las principales regiones agrícolas del mundo.

1.3 Impacto Económico de Especies Rizófagas de Melolonthidae

En México *Phyllophaga* es el género más conocido por la diversidad de cultivos que ataca, pero los datos disponibles se asocian a pastizales y caña de azúcar y las mayores pérdidas económicas se registran en los cultivos de maíz, sorgo, trigo, solanáceas (Morón, 1986; Hidalgo, 1996; Morón *et al.*, 1996; Morón *et al.*, 1997; Aragón y Morón, 1998; Aragón *et al.*, 2006). Los daños ocasionados por *Phyllophaga*, son ocasionados por las larvas que pueden deteriorar seriamente las raíces, en especial durante el tercer estadio larval cuando son más voraces y debido a la concentración de individuos es común que el daño se manifieste en campo en forma de manchones (Hidalgo, 2001).

En el estado de Jalisco, el complejo de plagas de la raíz “gusano alfilerillo”, “gallinas ciegas”, “colaspis”, y “gusanos de alambre”, constituye uno de los principales factores que limitan la producción de maíz, sorgo, agave, caña de azúcar, cacahuate, jitomate, fresa y pastizales (Pérez-Domínguez *et al.*, 2010). En San Cristóbal de las Casas, Chiapas, a *Phyllophaga obsoleta* se le asocia con los daños de las raíces de maíz, papa, acelga, repollo, brócoli, betabel, zanahoria, cilantro, cebolla, chile, tomillo y plantas de vivero como frutales y forestales (Ramírez-Salinas y Castro-Ramírez, 2000). Morón *et al.*, (1996), señalan que las larvas de esta especie se alimentan de las raíces del maíz, pastos, papa y hortalizas; mientras que las larvas de *Phyllophaga ravidia* consumen las raíces del maíz, caña de azúcar y pastos.

En Norte América, *Popillia japonica* Newman, “escarabajo japonés” se considera la especie más dañina de los rutelinos. Fue introducida accidentalmente a Estados Unidos durante 1916 en una importación de plantas de ornato, y al cabo de pocos años se extendió por todo el Este de Norteamérica atacando el follaje y los frutos de más de 200 especies o

variedades de plantas, motivo por el cual actualmente se le controla mediante la aplicación de bacterias u hongos patógenos (Morón, 1984).

Cyclocephala pasadenae, ocasiona daños considerables a varios pastos en Alburquerque, Nuevo México, E.U.A (Blanco y Hernández, 2006), al igual que *C. lurida* y *C. immaculata* que se alimentan de varios tipos de zacates y céspedes en el estado de Texas (Crocker, 1988; Merchant *et al.*, 2004). *Phyllophaga crinita* ha ocasionado serios problemas a pastos de campos de golf, cultivos de trigo, caña de azúcar; *Ph. congrua* está identificada como plaga del zacate *Festuca arundinacea* tanto en praderas como en céspedes en Texas, E.U.A (Crocker, 1988, Merchant *et al.*, 2004).

1.4 Distribución de la familia Melolonthidae

Las especies de la familia Melolonthidae tienen una amplia distribución mundial, aunque se aprecian ciertas tendencias a restricciones en su representación en cada una de las grandes regiones zoogeográficas, por ejemplo, los Melolonthinae-Macrodactylini y los Dynastinae-Cyclocephalini son casi exclusivamente neotropicales (Morón, 2001). Al parecer, más que el sustrato de alimentación, la correlación entre temperatura y humedad es el factor que con mayor frecuencia determina la presencia de una u otra especie, aunque es posible que el pH y la textura del suelo tengan gran importancia para el establecimiento y desarrollo de las larvas. Los miembros de esta familia se han encontrado en casi todos los ambientes continentales e insulares del país, desde el nivel del mar hasta los 3,800 m de altitud (Morón *et al.*, 1997).

Estos insectos se distribuyen en todo el Continente Americano, pero son más diversos en México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Colombia y Brasil. En México estas especies tienen una distribución geográfica y ecológica heterogénea, principalmente derivada de la complejidad orográfica, climatológica y de los movimientos faunísticos propios de una zona de transición biogeográfica. Los melolóntidos muestran un incremento desde el noroeste hacia el sureste, ya que en los estados de la Meseta del Norte se han registrado un promedio de 63 especies, en los estados de la Meseta Central se tiene un

promedio de 78 especies, en la Vertiente del Pacífico existe un promedio de 88 especies y en los estados del sureste se tiene un promedio de 180 especies (Morón, 2001).

1.5 Diversidad de la superfamilia Scarabaeoidea

La superfamilia Scarabaeoidea en México está integrada por 5 familias (Morón, 2003b): Scarabaeidae, Trogidae, Melolonthidae, Passalidae y Lucanidae. Los registros de Sinaloa incluyen 45 especies de Scarabaeidae, 4 de Trogidae, 68 de Melolonthidae y 4 de Passalidae; de Lucanidae no se tiene registro alguno. Lo anterior hace un total de 121 especies de las 1,713 registradas para esta superfamilia en el territorio mexicano, lo cual coloca a Sinaloa en la posición 16 del conocimiento actual de la biodiversidad de la superfamilia. La literatura existente permite establecer que la diversidad de este grupo de coleópteros ha sido subestimada, sobre todo porque los registros de nuevas especies han crecido sustancialmente en los últimos años.

1.6 Estimaciones sobre la diversidad de Melolonthidae en Sinaloa

Si se toman como referencia las listas de escarabajos melolóntidos registrados para Nayarit y Durango, dos estados que colindan con Sinaloa y en los cuales se han recolectado más intensivamente escarabajos de este grupo; y si además se considera que se han citado 2636 especies de coleópteros melolóntidos para la República Mexicana (Morón, 2003a), entonces se puede inferir que 3.8% de ellos (102 especies) se encuentran en Nayarit con una superficie de 26,979 km² y 5.04% (133 especies) se localizan en Durango con una superficie de 123,181 km². Con estos datos, y soslayando la heterogeneidad fisiográfica climática y ecológica, así como los factores históricos de estos estados, se estima un promedio de 0.002 especies por km². De esta forma se infiere que podrían estar presentes 116 especies para los 58,328 km² que ocupa Sinaloa.

1.7 Ecología de Melolonthidae

Los adultos y las larvas de estos escarabajos son consumidores primarios o degradadores, y en algunos casos depredadores. Los adultos se alimentan de las hojas, tallos, raíces, exudados, flores, frutos y tubérculos de angiospermas, así como del follaje y las raíces de gimnospermas, y en algunos casos depredan a otros insectos. Las larvas se desarrollan en el suelo, consumiendo raíces, estiércol seco o humus, así como dentro o debajo de troncos podridos, ingiriendo la madera descompuesta para procesarla en su cámara de fermentación. Se conocen especies adaptadas a los suelos inundados, cuyos adultos pueden bucear y alimentarse sólo de las flores de plantas flotantes (Morón, 1997).

Sus hábitos son diurnos, crepusculares o nocturnos, pueden alimentarse con tejidos vegetales vivos, madera podrida, hojarasca y humus o con secreciones vegetales dulces y frutos maduros o fermentados. Algunas especies están asociadas con los productos de las colonias de hormigas y termitas. Pueden constituirse una plaga de diversos vegetales cultivados, tanto en estado adulto como en larvario, pero también resultan importantes como degradadores, polinizadores inespecíficos y como bioindicadores zoogeográficos y ecológicos (Morón y Terrón, 1988).

Los adultos de *Phyllophaga* sp. emergen del suelo al presentarse las primeras lluvias principalmente en los meses de abril a julio durante el crepúsculo o en las primeras horas de la noche, al momento de volar hacen un ruido intenso y la mayoría buscan sus hospederos para alimentarse y copular, otros primero copulan y luego vuelan, otros sólo caminan y luego se entierran (Ramírez-Salinas *et al.*, 2000). Después de la cópula las hembras ovipositan en forma homogénea y buscan las condiciones favorables (materia orgánica, humedad e insolación), para el crecimiento de su progenie (Hidalgo *et al.*, 1996).

Los adultos de este género son atraídos fuertemente por la luz eléctrica (Méndez-Aguilar *et al.*, 2005), aunque algunas especies no son atraídas como es el caso de *Phyllophaga tumulosa* y *Ph. rufotestacea*. Por otro lado, las hembras de *Ph. ravida* son atraídas fuertemente por la luz, pero no así los machos, lo cual se confirma con estudios

realizados en el estado de Puebla y Chiapas (Aragón *et al.*, 2001; Méndez-Aguilar *et al.*, 2005; Pacheco-Flores y Castro-Ramírez, 2005).

1.8 Métodos de control del complejo gallina ciega

El término “control” se basa en la suposición de que se cuenta con conocimiento para decidir qué es lo mejor que le puede pasar al agroecosistema si emprenden acciones contra los insectos nocivos. Además, asume que se reconoce el derecho de reconocer que organismos convienen y cuáles no dentro del cultivo (Villalobos y Núñez, 2010). Las funciones principales del control de plagas es crear y mantener situaciones que impidan que los insectos ocasionen problemas de importancia económica; esto se puede evitar manteniendo las poblaciones de estos organismos a un nivel en que no provoquen daños considerables al cultivo. Estas medidas de control se deben restringir al mínimo costo económico posible, y evitando riesgos para el ser humano y el ambiente. Entre los métodos de control más utilizados para la gallina ciega en México se encuentran el control químico, físico, cultural, biológico y por biodinamizados.

1.8.1 Control Químico

Este es el método más utilizado en el control de gallina ciega, donde se aplican principalmente productos granulados al suelo, antes o después de la siembra (Steffey *et al.*, 2002). Los insecticidas son más eficaces en el control de larvas de primer y segundo estadio, debido a que la larva de tercer estadio presenta una mayor movilidad, estacionalidad y patrón de ataque agregado, aunado a que en la mayoría de los casos el control se da cuando el daño al cultivo es evidente (Hidalgo, 2001).

Actualmente en México se utiliza endosulfan, carbofuran, imidacloprid, carbaril, clorpirifos y diazinon, para el control de gallina ciega, pero la eficiencia de este método depende de la aplicación adecuada y en las condiciones en que se aplica el producto (Nájera-Rincón, 1993). El control químico ha ocasionado más daños que beneficios por su uso indiscriminado y por matar organismos benéficos (Aragón *et al.*, 2006).

En el estado de Jalisco se han presentado problemas fuertes en cultivos básicos ocasionados por esta plaga, por lo que desde la década de los 60's, se emplean insecticidas como el benceno y Furadan (Morón, 1997). El Clorpirifós (Lorsban) y Carbofuran (Furadan), son los insecticidas más utilizados en agave tequilero en el estado de Jalisco (Angelina, 2004). En Guanajuato, la aplicación de 30 kg ha⁻¹ de Furadán 5G al momento de la siembra fue efectivo para el control de la *Diabrotica virgifera zea*, *D. balteata* y *D. undecimpunctata* (Magallanes, 1988). En Jalisco, Vásquez *et al.*, (2004) proponen la aplicación de 1.5 kg ha⁻¹ de Lorsban 75W al momento de la siembra para el control de gallina ciega.

En Nayarit para el control de adultos de *Ph. lalanza* que ocurre en gran abundancia durante la noche, resultó efectiva la aplicación de 5 mL de zetacipermetrina/L de agua (Morón *et al.*, 1998). En Tamaulipas, los insecticidas Counter 10G, Furadan 10G, Furadan TS, Heptacloro 5.4 G se utilizaron para el control de gallina ciega y otras plagas del suelo durante la década de los 80 (Rodríguez del Bosque, 1988). En Puebla, el furadán 5G fue más eficiente en comparación con *Trichilia havanensis* y *Azardirachta indica* para el control de *Phyllophaga ravid*a, *Ph. ilhuicaminai* y *Ph. obsoleta* (Aragón *et al.*, 2003).

1.8.2 Control Biológico

El control biológico de plagas del suelo es un proceso complejo, ya que implica conocer todos los aspectos biológicos (identificación, ciclo de vida, comportamiento, etc.) del insecto plaga y sus enemigos naturales, tanto parasitoides como depredadores; así como fundamentar, conocer y predecir el impacto de estos sobre la población de la especie objetivo en campo (Hernández-Velázquez *et al.*, 2006). Actualmente, se tiene muy poca información de campo sobre los enemigos naturales de la gallina ciega.

1.8.2.1 Depredadores

Los depredadores de larvas de *Phyllophaga* incluyen especies de aves, anfibios, mamíferos e insectos (Coleoptera y Diptera); así como larvas de algunas especies de

Asilidae (*Promachus yersonicus*) y Tabanidae. En Puerto Rico el sapo *Bufo marinus* fue introducido con éxito para el control de adultos de *Phyllophaga* en cultivos de caña de azúcar (Hanson, 1996).

La araña *Acanthepeira stellata* (Walckenaer, 1805) (Araneae: Araneidae), es un depredador de adultos de *Phyllophaga senicula* y *Phyllophaga rufotestacea*. La mayor actividad de *A. stellata* ocurre entre las 7:50 pm. a 5:00 am. Durante una semana (entre mayo y junio) 10 arañas de *A. stellata* capturaron con sus telarañas 81 escarabajos para alimentarse de ellos; de los restos que caen al suelo se alimenta la araña *Neoscona arabesca* (Walckenaer, 1842) (Pacheco-Flores *et al.*, 2006).

Morón (1997c), reportó que los pájaros del género *Lanius* sp. se alimentan de los adultos de *Phyllophaga lineata*, *Diplotaxis simillima*, *Cotinis mutabilis* y *Dichotomius colonicus*. En Chiapas, Gómez *et al.*, (2000) registraron al zorrillo *Mephitis macroura*, el armadillo *Dasypus novemcinctus*, el cerdo domestico *Sus scrofa*, las gallinas *Gallus domesticus* y el zanate *Cassidix mexicanus* alimentándose de las larvas; mientras que el gato, perro y el gato de monte se alimentan de los adultos. Los adultos de los géneros *Parachrysinia*, *Euphoria* y *Canthon* son depredados por las chinches *Apiomerus venosus* y *A. pictipes* (Hemiptera: Reduviidae) (Deloya, 1987).

1.8.2.2 Parasitoides

Entre los parasitoides de larvas de *Phyllophaga* se citan a himenópteros de las familias Thipiidae, Scoliidae y Pelecinidae, de los géneros *Thipia*, *Campsomeria*, *Scolia* y *Pelecinus* (Morón, 1986). Las larvas de primer y segundo instar de *Phyllophaga lalanza* son atacadas por avispidas de la familia Thipiidae (Hymenoptera), las cuales colocan un huevo en el dorso del tórax de una “gallina ciega”, que origina una larva ectoparásitoide que rápidamente se desarrolla consumiendo los líquidos y tejidos blandos del huésped, hasta causarle la muerte (Morón *et al.*, 1998).

1.8.2.3 Entomopatógenos

El uso de entomopatógenos para el control de plagas rizófagas incluye una gran cantidad de ventajas tales como la reducción de residuos tóxicos en los alimentos, el incremento en la conservación de enemigos naturales y biodiversidad en los agroecosistemas, así como la eliminación de riesgos por intoxicación debido al uso de insecticidas sintéticos y consumo de productos agrícolas por campesinos y consumidores (Nájera-Rincón *et al.*, 2006).

Los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopilae* y *Beauveria bassiana*, se citan con frecuencia como medios efectivos de control para algunas especies de rutelinos y melolontinos americanos (Nájera-Rincón, 2005). En Chiapas, México, Ramírez-Salinas y Castro-Ramírez, (2006) señalan que se obtuvo un control satisfactorio (43%) de la población de larvas y adultos de diferentes especies rizófagas en maíz mediante la aplicación del hongo *Beauveria bassiana*. De igual manera, en Michoacán, Nájera-Rincón *et al.*, (2006) documentaron el potencial que *B. bassiana* para el control microbiano (>50% de mortalidad) de larvas de *Ph. vetula*.

Velázquez-López *et al.*, (2006) registraron que la cepa 5APr/R3 (aislamiento número cinco proveniente del adultos *Phyllophaga ravidata* resiembra número tres) presentó la mayor eficacia al matar en los primeros 15 días a las larvas de tercer estadio de *Ph. ravidata* y *Paranomala inconstans*, tanto en cámara húmeda como en suelo estéril.

En Costa Rica se utiliza la bacteria *Bacillus popilliae* con gran éxito pues se ha confirmado su condición de parásito obligado en las larvas de gallina ciega (Hidalgo, 2001). En los Estados Unidos de América en los años 1939 y 1953 se aplicaron más de 100 toneladas de esporas de la bacteria *Paenibacillus popilliae*, para controlar las larvas de *Popillia japonica* una plaga importante en las plantas de ornato (Deacon, 1998).

1.8.3 Control con extractos vegetales

El uso de plantas insecticidas esta especialmente extendido en los países menos desarrollados, donde crecen localmente y representan un recurso renovable, más accesible y económico que los insecticidas químicos sintéticos. En varias regiones del mundo especialmente en las comunidades indígenas donde se produce para el autoconsumo, el uso de plantas para el combate de la gallina ciega es una práctica común que se ha mantenido a través de las generaciones y que actualmente ha sido revalorada, sobre todo con el resurgimiento de la agricultura libre de residuos químicos y como un elemento del control integrado de plagas (Aragón y Tapia, 2009).

En el estado de Puebla, López-Olguín y Aragón (1989) reportaron que la aplicación del polvo del fruto seco de *Trichilia havanensis* (Meliaceae) a la semilla de maíz fue efectiva para disminuir el daño a las plántulas de este cultivo ocasionadas por gallina ciega. La semilla y el pericarpo de *T. havanensis* son también importantes agentes antialimentarios para las larvas de segundo ínstar de *Phyllophaga vetula*; la hierba del perro (*Pscaliopsis purpussi*) y *T. havanensis* disminuyeron los daños que las larvas de *Ph. ravida* y *Ph. vetula* ocasionan al maíz en invernadero (Aragón *et al.*, 2003).

1.8.4 Control con Biodinamizados

El uso de los biodinamizados (licuados de insectos plaga) ha sido efectivo en el combate de chapulines, chinches, conchuelas, gallinas ciegas, pulgones y hormigas. Con esta medida, generalmente las plagas no se mueren, sino que se repelen o inhibe su crecimiento. Los biodinamizados suelen tener efecto sólo contra individuos de la misma especie. Durante el proceso de manipulación de la plaga y el mezclado en la licuadora se liberan sustancias químicas (aleloquímicos) que repelen a los individuos de su propia especie. Por otra parte, cuando se aplica el macerado en campo, es posible que se usen individuos enfermos, debido a la infección de entomopatógenos (hongos, bacterias, nematodos, etc.), por lo tanto, al asperjar este preparado se está diseminando la enfermedad y en consecuencia se infectan los individuos presentes. Además con la utilización de los

biodinamizados de plagas pueden estimularse los mecanismos de defensa de la planta, siendo común la producción de metabolitos secundarios (Toledo e Infante, 2008).

1.8.5 Control Cultural

Algunas de las prácticas agrícolas más utilizadas para el control de gallinas ciega incluyen la rotación de cultivos, cambio de fechas de siembra, cultivos trampa, y destrucción de plantas hospederas (Aragón *et al.*, 2001); estas medidas de control se fundamentan con el conocimiento completo del insecto plaga, como es el ciclo de vida, hospederos, hábitos alimenticios y etapa más vulnerable del insecto, entre otros. Toda esta información puede ser útil para reducir los daños ocasionados al cultivo.

En San Miguel Xoxtla, Puebla, adelantar la fecha de siembra, efectuada a mediados de marzo, registró menos problemas de gallina ciega en comparación a las siembras efectuadas a mediados de abril, diferencia que se explica debido a que la especie más dañina en la zona fue *Ph. vetula*, la cual vuela y reproduce a finales de abril. Bajo este esquema se ha observado que en las siembras tardías del maíz, entre el 15 y 30 de abril, la germinación de la planta coincide con la época de vuelo de *Ph. vetula* y el estadio de desarrollo más voraz de la larva se presenta cuando el maíz se encuentra en estado de plántula, que es la etapa de desarrollo más susceptible al daño (Aragón *et al.*, 2005). Por tanto, se recomienda adelantar la fecha de siembra entre el 15 y 20 de marzo para asegurar que la presencia de larvas de tercer estadio no coincida con la etapa más susceptible del cultivo.

Para evitar los daños que ocasionan *Phyllophaga ravida* y *Ph. obsoleta* en cultivos de maíz en Puebla, se realiza la rotación maíz-jamaica ya que este último cultivo es menos susceptible al daño de la plaga, debido a que su raíz es leñosa y menos apetecible para estas especies. La jamaica se siembra en junio cuando los adultos de *Phyllophaga* se encuentran en vuelo y en algunos casos cuando ya depositaron sus huevos, lo que ocasiona que los insectos adultos no tengan opción para elegir entre el cultivo de maíz y el de jamaica (Aragón *et al.*, 1998). En el norte de Tamaulipas, *Ph. crinita* prefiere ovipositar en maíz y

sorgo que en fríjol, por tal motivo, el monocultivo de estas dos gramíneas en dicha región por casi cinco décadas, ha favorecido el aumento en las poblaciones de la plaga (Rodríguez de Bosque, 1988).

El voltear o arar el suelo al termino del temporal, es una práctica eficaz para disminuir las poblaciones de gallina ciega, debido a que las larvas quedan expuestas a los rayos del sol, pájaros, insectos y algunos pequeños mamíferos que se alimentan de estos insectos (Selman, 1998). El barbecho y el rastreo de terrenos agrícolas son actividades que en ocasiones se realizan con doble propósito, ya que además de preparar el terreno para la siembra, eliminan algunas plagas que invernan o viven en él. En Tepic, Nayarit, el volteo del suelo después de la cosecha mediante labores de barbecho y subsuelo en caña de azúcar causo 80% de mortalidad de la plaga debido a que las celdas pupales se expusieron a la desecación y acción mecánica (Morón *et al.*, 1998).

El barbecho es una alternativa de control en sistemas de laboreo convencional en Uruguay debido a que destruye algunas larvas que se encuentran enterradas; otras las deja expuestas al sol y a las aves. El laboreo temprano (enero y febrero) es otra práctica que disminuye las poblaciones de larvas debido a que los suelos trabajados no son preferidos para la oviposición de los adultos (Alzugaray *et al.*, 1998).

1.8.6 Control Físico

1.8.6.1 Trampas de luz

Este método de control se basa principalmente en el conocimiento de la ecología y biología de la plaga. La colocación de trampas de luz blanca, ultravioleta, fluorescente o negra, se han utilizado por mucho tiempo para atraer a adultos de Melolonthidae con fines taxonómicos, para estudios de fluctuación y seguimiento de poblaciones (Marín y Bujanos, 2003). Los daños de gallina ciega de la especie *Ph. lalanza* en la caña de azúcar que abastece al Ingenio de puga, Nayarit, México, se redujeron con trampas de luz, tipo Luís de Quiroz modificadas, instaladas en los alrededores de los cañaverales para capturar hembras

y machos. Una trampa de este tipo, con un tubo de luz fluorescente blanca de 12 W, puede atraer hasta 772 ejemplares, que potencialmente podrían procrear 8,100 individuos en la siguiente generación (Morón *et al.*, 2001).

En el 2004 en Santa Cruz Alpuyecá, Cuautinchán, Puebla se evaluó la eficacia de las trampas de luz negra tipo embudo en una parcela de maíz. De los 90,289 individuos de *Ph. ravidá* capturados el 89% (80,110) fueron hembras y 10 179 (11%) machos (Aragón *et al.*, 2008); la mayor proporción de hembras capturadas favorece una reducción importante de la población de larvas para el siguiente ciclo, ya que cada hembra ovípará en el suelo entre 18 y 32 huevos (Aragón *et al.*, 2005). Por tanto, el empleo de trampas de luz fluorescente negra tipo embudo se considera un método eficaz para reducir los daños del complejo gallina ciega en el cultivo de maíz (Aragón *et al.*, 2008).

En Río Bravo, Tamaulipas se registraron capturas de 12 mil adultos de *Phyllophaga crínita* y 25 mil de *Paranomala flavipennis* en mayo de 1992. Rodríguez del Bosque, (2003) anota que el monocultivo de maíz y sorgo en casi un millón de hectáreas sembradas en las últimas cuatro décadas, es la causa más probable de las altas infestaciones de *Ph. crínita* y a que esta especie prefiere ovíparar en estos dos cultivos y no en soya y frijol.

1.8.6.2 Recolecta manual

Esta medida de control se realiza en cultivos que requieren de mucha mano de obra como es el caso de la fresa, flores y hortalizas. En el Madronal, Chiapas, 83 alumnos de primaria capturaron manualmente 40,995 adultos melolóntidos (*Phyllophaga* sp. y *Paranomala* sp.), lo que permitió romper el ciclo biológico de la mayoría de las especies dañinas presentes en maíz de temporal, traduciéndose en bajas densidades de larvas (1.5/m²), comparadas con las obtenidas un año antes de 17,34 larvas/m² (Ramírez-Salinas y Castro-Ramírez, 2000). En Guatemala se capacitó a 500 agricultores, maestros, niños y técnicos para la captura masiva de adultos en regiones agrícolas, el resultado fue la captura de 36 millones de ronrones en un periodo de tiempo de 1990-1993 (Rodríguez, 1997).

1.8.6.3 Barreras físicas

En Honduras, se evaluó el uso de cubiertas (malla anti-insectos y polietileno de 0.5 mm de grosor) en cultivo de fresa para evitar la oviposición de *Phyllophaga* sp. Durante ocho meses el cultivo se cubrió diariamente, durante el tiempo de mayor actividad de vuelo y abrió durante las primeras horas de la mañana. Las parcelas cubiertas tanto con polietileno como con malla anti-insectos registraron menor densidad de larvas (1-2 /m²) en comparación con las parcelas sin cubierta (23-24 /m²) y tuvieron menor porcentaje de pérdida de plantas (9-11%) que las parcelas sin cobertura (94%) (Toledo, 2002).

1.9 COMENTARIOS

La mayor parte de los estudios realizados en México con las especies de gallina ciega, están enfocados hacia el conocimiento de la morfología, taxonomía y distribución de los adultos, y con menor frecuencia a los estados inmaduros. La dificultad para evaluar los daños que ocasionan las larvas de estos insectos se debe a que se conoce poco sobre la actividad de los adultos y hábitos de alimentación de las larvas, por tanto, es común que se subestimen o sobreestimen las pérdidas en la producción agrícola, ya que se confunden los efectos de la actividad de las larvas edafícolas, con problemas de disponibilidad de agua, nutrientes, nematodos y hongos; es frecuente que este factor quede determinado sin precisión o en complejo gallina ciega. Sin embargo, para desarrollar un método de control adecuado para estas plagas, es imprescindible identificar puntos susceptibles y manejables en el ciclo de vida de las especies plagas para lograr más efectividad en su control.

La investigación dedicada a mejorar la eficiencia del control químico de las plagas en México es casi nula, ante esta situación, se realizan prácticas principalmente con aplicaciones de insecticidas, teniéndose poco éxito y es probable que uno de los factores que impiden el control exitoso de “gallina ciega” sea la falta de una identificación adecuada. Hasta la fecha las medidas de combate se han enfocado principalmente al tercer

estadio larval, porque es la etapa que causa más daños pero, precisamente es la más difícil de alcanzar con los recursos convencionales de control durante la etapa de máximo crecimiento del cultivo, sobre todo en gramíneas. Por lo anterior, se requieren estudios que identifiquen las causas de los problemas fitosanitarios, determinar su impacto económico y diseñar las estrategias de manejo pertinentes con la finalidad de minimizar las pérdidas que ocasionan a los cultivos.

A pesar de que ya se dispone de información detallada para abordar algunos problemas locales ocasionados por estos insectos, es necesario evaluar el nivel de parasitismo y depredación por enemigos naturales, el uso de entomófagos, extractos vegetales, feromonas, así como la biología y ecología de las especies de escarabajos más problemáticas en los ambientes agrícolas, lo cual es indispensable para impulsar el estudio de estos insectos, el cual permitiría manejar las plagas agrícolas y reducir las pérdidas de los productos agrícolas, así como proteger los recursos naturales como es la conservación de los mantos acuíferos y la cubierta del suelo orgánico.

CAPÍTULO 2

ESPECIES DE GALLINA CIEGA (COLEOPTERA: SCARABAEOIDEA) ASOCIADAS AL CULTIVO DE MAÍZ EN AHOME, SINALOA, MÉXICO

2.1 RESUMEN

En algunas regiones del estado de Sinaloa se considera que las larvas de coleópteros Melolonthidae conocidas como gallina ciega son una de las principales plagas rizófagas del maíz. Por ello, el objetivo del presente estudio fue conocer las especies de gallina asociadas al cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Sinaloa. Se realizaron muestreos de suelo de septiembre de 2008 a marzo de 2009 y se recolectaron adultos de julio a octubre de 2008, dos veces por semana, con una trampa de luz fluorescente negra tipo embudo, instalada en el centro de la parcela. En suelo se identificaron sólo *C. sinaloae* y *Phyllophaga* sp. La primera fue la especie dominante (98.94 %) y la mayor población de larvas se presentó en octubre. En la trampa de luz se recolectaron 61,198 ejemplares pertenecientes a ocho especies de Scarabaeidae. *C. sinaloae* fue la más abundante (71.67 %), seguida de *Oxygryllus ruginasus* (26.89 %), *Phyllophaga opaca* (1.15 %) y *Phyllophaga cristagalli* (0.2 %). La abundancia de estas especies fue mayor en julio (48.55 %) lo que coincidió con el periodo de lluvias. En total se recolectaron ocho especies de coleópteros Melolonthidae que volaron en la parcela de maíz en el norte de Sinaloa, donde *C. sinaloae* fue la más abundante y es probable que sea la causante de los mayores daños en maíz. Se registra por primera vez que los adultos de *C. sinaloae* se alimentan de frutos de guayaba durante la mañana.

Palabras clave: *Phyllophaga*, *Cyclocephala*, *Zea mays*.

2.2 INTRODUCCIÓN

En México, Sinaloa es el principal estado productor de maíz; en el ciclo otoño invierno 2006-2007 se sembraron 476,533 ha⁻¹ y se cosecharon 4'700,000 toneladas. En Sinaloa el potencial productivo de maíz es superior a 20 t/ha⁻¹, y aunque algunos productores destacados llegan a superar 15 t/ha⁻¹, un número creciente de ellos que usan los mismos híbridos sólo producen 8 t/ha⁻¹.

Una de las causas de los bajos rendimientos en el cultivo de maíz es el efecto de plagas y enfermedades, favorecidas por el monocultivo y el marcado incremento en la superficie sembrada. Entre los insectos plaga que dañan el sistema radical destaca el complejo gallina ciega que ha incrementado su agresividad (Aragón y Morón, 1998). En México hay pocos estudios sobre los problemas ocasionados por las especies de gallina ciega asociadas al cultivo de maíz destacando los realizados en los estados de Morelos, Puebla, Michoacán, Jalisco, Estado de México, Chiapas y Nayarit (Nájera-Rincón *et al.*, 2003; Díaz *et al.*, 2006; Pérez-Agis *et al.*, 2008).

Hasta la fecha en la región norte de Sinaloa no existe un registro detallado de las especies de gallina ciega asociadas a los cultivos y los géneros conocidos son aquellos que aparecen en las Guías Técnicas publicadas por el INIFAP. Un problema importante en el caso de estas especies dañinas o de importancia económica, es el desconocimiento de su biología, identidad y dinámica poblacional, ya que en la mayoría de las citas sólo se hace referencia al hallazgo del adulto o la larva en una planta, sin una cuantificación y calificación del daño ocasionado.

Peraza-Medina y Macías-Cervantes (2000) documentan la coexistencia de una especie de *Phyllophaga* como plaga importante del cultivo de maíz en el norte de Sinaloa. Los estudios entomológicos realizados prácticamente se concentran en el control de las especies plaga, mediante la aplicación de grandes cantidades de insecticidas que seguramente han modificado la composición natural de la entomofauna cercana a las zonas de cultivo, causando aumentos de las poblaciones de algunas especies (Morón *et al.*, 1998).

Por tanto, los objetivos del presente estudio fueron determinar las especies de gallina ciega asociadas al cultivo de maíz, conocer su fluctuación poblacional, conformar una colección entomológica de referencia y elaborar una clave para el reconocimiento de las especies de adultos.

2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

2.3.1 Área de estudio

Esta investigación se realizó de julio de 2008 a marzo de 2009 en una parcela de maíz variedad Cebú, de 5 ha⁻¹, ubicada en el ejido Revolución Mexicana, Valle del Carrizo, Municipio de Ahome, estado de Sinaloa (26°18'19.2''N y 108°56'33.8''O y 36 msnm) (Figura, 2.1). El Valle del Carrizo dispone de 43,250 ha⁻¹ de cultivo, con temperatura máxima de 35 °C en julio y agosto y mínima de 17 °C, aunque puede descender hasta 2 °C en diciembre. El terreno en general es plano con presencia de serranías de poca elevación donde predomina el clima seco cálido apenas modificado por precipitaciones pluviales, las cuales pueden alcanzar 352 mm anuales.

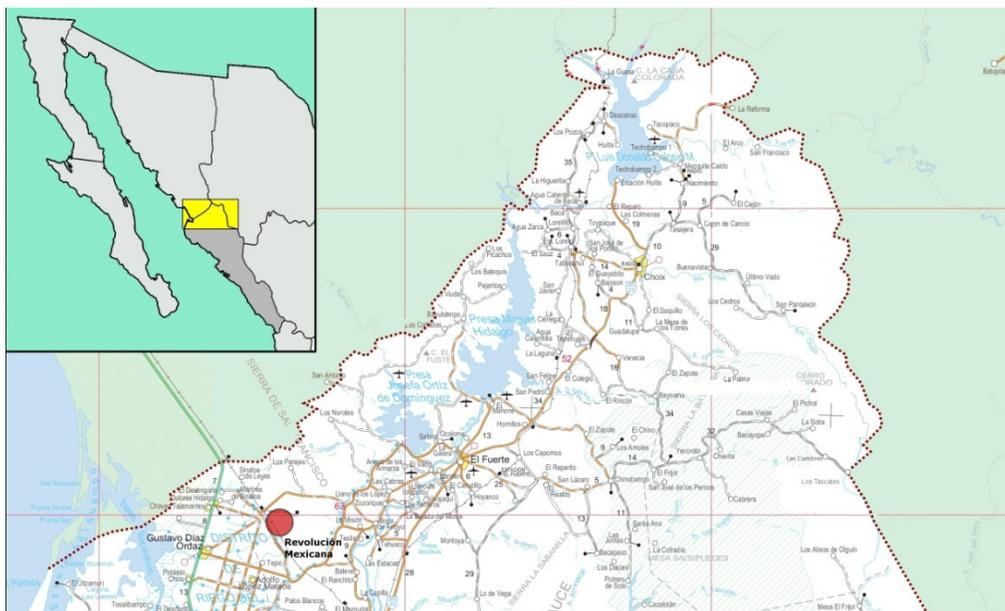


Figura 2.1. Localidad de Revolución Mexicana, ubicada en el norte de Sinaloa, México.

2.3.2 Recolecta de larvas

Las larvas se recolectaron mensualmente, a partir de muestras de suelo de 30 x 30 x 30 cm de septiembre de 2008 a marzo de 2009. Cada muestra se examinó minuciosamente de acuerdo con el método de separación manual para contabilizar las larvas, fijar 50% en líquido Pampel y conservarlas en alcohol etílico al 70%. Éstas se trasladaron al Laboratorio de Entomología de la Universidad Autónoma de Sinaloa para su determinación taxonómica, para la cual se utilizaron las claves dicotómicas publicadas por Boving (1942), Ritcher (1966) y Morón (1986), además se consultaron bases de datos y la colaboración de expertos. El otro 50% de las larvas de tercer estadio, recolectadas en el cultivo, se trasladaron vivas al laboratorio y se colocaron en pequeños terrarios de plástico de 1000 ml con suelo orgánico esterilizado y pequeños trozos de zanahoria (50 grs.), para continuar el proceso de cría y la obtención de las formas adultas para verificar su identidad.

2.3.3 Recolecta de adultos

De julio a octubre de 2008 se realizaron recolectas nocturnas de escarabajos con una trampa tipo embudo de luz fluorescente negra de 20 watts, conectada con un recipiente colector de 19 L de capacidad. La trampa se colocó en el centro de la parcela y se operó de las 19:00 a las 23:00 h, dos veces por semana. Los insectos capturados se conservaron en alcohol etílico al 70% (Morón y Terrón 1988), se separaron y etiquetaron debidamente con los datos de recolección (fecha, localidad, horario de captura y recolector). Se trasladaron al laboratorio de Entomología de la Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte, donde se procesaron de acuerdo con las técnicas convencionales, montando en alfileres entomológicos series representativas de la población para su conservación y determinación taxonómica, la cual se realizó con las claves propuestas por Morón (1986), Deloya y Ratcliffe (1988), Morón *et al.*, (1998); además se consultaron las colecciones de referencia del Instituto de Ecología A. C. de Xalapa y el Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Los ejemplares estudiados están depositados en las colecciones entomológicas del Colegio de Postgraduados (CENA), Montecillo, Estado de México, la Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte (UAS), el Instituto de

Ecología, A. C. Xalapa (IEXA), y del Departamento de Agroecología y Ambiente, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (DAGAM-BUAP).

2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.4.1 Larvas de tercer estadio

En muestreos de suelo realizados en el cultivo de maíz en el Valle del Carrizo se recolectaron 377 larvas, las cuales representan a dos subfamilias, dos tribus, dos géneros y dos especies de la familia Melolonthidae (Cuadro 2.1). En la colección entomológica de la Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte se depositaron 187 larvas y 28 pupas de *C. sinaloae* preservadas en alcohol etílico al 70%.

Cuadro 2.1. Especies de la familia Melolonthidae asociadas al cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México.

Subfamilia	Tribu	Especies	Nº de larvas
Dynastinae	Cyclocephalini	<i>Cyclocephala sinaloae</i>	373
Melolonthinae	Melolonthini	<i>Phyllophaga</i> sp. 1	4
Total			377

La amplia predominancia de *C. sinaloae* estuvo representada por 98.93 % en el cultivo de maíz seguida de *Phyllophaga* sp. 1 con sólo 1.07 %, lo cual refleja la adaptación de la primera especie en la zona de estudio. A pesar de que no se tiene gran diversidad de especies de larvas de gallina ciega en el cultivo de maíz, la mayor abundancia generalmente corresponde a una o dos especies (Nájera-Rincón, 1998). A medida que la diversidad de especies disminuye los daños al sistema radical aumentan considerablemente por parte de la especie dominante. En este estudio se obtuvo un promedio de 1.35 larvas por muestra de suelo, resultados que coinciden con el valor de 1.9 larvas por cepellón reportado por Díaz *et al.* (2006) en la zona subhúmeda de los Altos de Jalisco. Sin embargo, Rodríguez del

Bosque (1996) y Nájera-Rincón (1998) comentan que el número de especies de *Phyllophaga*, *Cyclocephala* y *Paranomala* aumenta conforme se expande la siembra de maíz y que el número de larvas por cepellón varía con la localidad, el sistema de producción y la época del año.

2.4.2 Fluctuación poblacional de las larvas de las especies de gallina ciega asociadas al cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México.

La distribución estacional de larvas de gallina ciega en el Valle del Carrizo muestra que la mayor población se presentó en octubre con 184 individuos representada por *C. sinaloae*, y la más baja en marzo cuando no se recolectó ningún ejemplar, lo cual se relaciona con los periodos de máxima precipitación y la etapa de mayor susceptibilidad del cultivo. Los ejemplares de *Phyllophaga* sp 1. se recolectaron en septiembre (1 individuo), enero (1) y febrero (2).

Las larvas de primer estadio de *C. sinaloae* se encontraron en septiembre, las de segundo estadio predominaron de septiembre a octubre y el tercer estadio de noviembre a marzo, lo cual evidencia que las especies presentes en la región tienen un ciclo de vida anual (Figura 2.2). El mayor número de larvas se recolectó en octubre, lo que se relaciona con la época de vuelo de los adultos, ya que inician su actividad a partir de julio y en octubre la población de larvas está en tercer estadio.

Sin embargo, para noviembre las poblaciones de larvas disminuyeron gradualmente hasta casi desaparecer en marzo, lo cual se asoció con la aplicación del fertilizante amoniacado anhidro (NH_3) en los primeros riegos de auxilio, que también alteraron la abundancia de insectos plaga del suelo. Al respecto, Aragón y Morón (2000) señalan que tras la aplicación de fertilizantes, en particular sulfato de amonio, es frecuente encontrar larvas a profundidades mayores de 25 cm ya que éstas tratan de evitar el contacto con los iones de sulfato formados de la reacción del sulfato de amonio con el agua, aspecto contrario a lo que sucede después de aplicarse un riego pesado donde las larvas se

encuentran a una profundidad menor a los 5 cm, tratando de evitar el suelo saturado de agua donde se les dificulta la respiración.

La mayor abundancia de larvas estuvo representada por *C. sinaloae*, por lo que se infiere que esta especie sea la responsable de los daños ocasionados en el cultivo de maíz, como sucedió en el estado de Morelos ante la presencia de *C. lunulata*, o en los Altos de Jalisco donde es común encontrar las larvas de *Cyclocephala comata*, *Ph. ravida* y *Phyllophaga misteca* en la cercanía de las raíces, aunque no se ha confirmado que se alimenten de éstas (Deloya, 1998; Díaz *et al.*, 2006).

En la región Purhépecha de Michoacán dos especies de *Phyllophaga* y una de *Paranomala* sp. se asocian con los daños al cultivo de maíz (Pérez-Agis *et al.*, 2008), mientras que en maíz de temporal de Ahuacatlán, Jala, Compostela, Santa María del Oro y San Pedro Lagunillas, Nayarit los daños se adjudican a *Ph. ravida* ya que ésta fue la especie dominante (Urías-López, 1993).

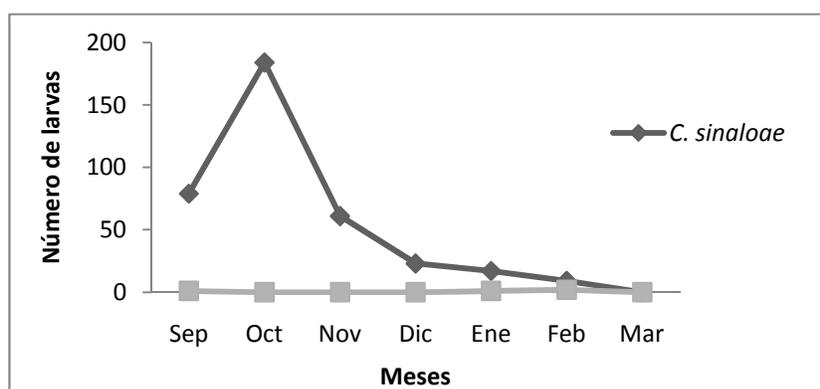


Figura 2.2. Distribución estacional de las larvas por especie asociadas al cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Sinaloa, México. 2008-2009.

Las especies de gallina ciega registradas para el Valle del Carrizo tienen potencial para dañar al cultivo de maíz, como la mayoría de las especies del género *Phyllophaga* en México. El género *Cyclocephala* fue el más abundante en la zona de estudio a diferencia de la región de Los Altos y en el centro de Jalisco, Los Altos de Chiapas, Guanajuato,

Michoacán, Puebla y Valle de Bravo, Estado de México, donde reportan a *Phyllophaga* como el género predominante con base en el número de especies de importancia económica en el cultivo de maíz (Aragón *et al.*, 1998; Nájera-Rincón *et al.*, 2003; Díaz *et al.*, 2006).

2.4.3 Adultos de Melolonthidae presentes en el cultivo de maíz en Ahome, Sinaloa, México.

En las recolectas realizadas con trampa de luz instalada en cultivo de maíz en el municipio de Ahome, Sinaloa, se capturaron 61,198 ejemplares que representan a cuatro subfamilias, seis tribus, siete géneros y ocho especies de la superfamilia Scarabaeoidea (Cuadro 3.2), de los cuales 833 individuos se depositaron en la colección entomológica (UAS).

Cuadro 2.2. Adultos de Scarabaeoidea por especie recolectados con trampa de luz fluorescente negra en cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México.

Familia	Tribu	Especies	N° de adultos
Melolonthinae	Melolonthini	<i>Phyllophaga opaca</i>	643
		<i>Phyllophaga cristagalli</i>	115
		<i>Diploaxis</i> sp.	24
Dynastinae	Cyclocephalini	<i>Cyclocephala sinaloae</i>	39,825
	Oryctini	<i>Strategus aloeus</i>	4
	Pentodontini	<i>Oxygrylius ruginasus</i>	14,944
Rutelinae	Rutelini	<i>Pelidnota virescens</i>	7
Scarabaeinae	Onthophagini	<i>Digitonthophagus gazella</i>	5,636

El género *Cyclocephala* fue el más abundante (65.07 %), seguido de *Oxygrylius* (24.41 %) y *Phyllophaga*, *Diploaxis*, *Strategus*, *Pelidnota* y *Digitonthophagus* (10.52 %). De éstos, sólo *Phyllophaga* presentó la mayor diversidad con dos especies y las especies del género *Phyllophaga* estuvieron presentes en julio y agosto. *Ph. opaca* registró la mayor

abundancia lo cual se relacionó positivamente con el periodo de mayor precipitación en Sinaloa.

A continuación se comenta la composición específica de cada una de las especies y se proporcionan datos básicos sobre su biología.

Melolonthidae: Melolonthinae, Melolonthini.

***Phyllophaga opaca* Moser, 1918.** Esta especie se recolectó en julio y agosto, siendo en el último mes cuando se presentó su mayor abundancia con 385 individuos (Cuadro 2.3) (Figura 2.3A). Los adultos volaron entre las 21:00 y 21:50 h y copularon en los árboles *Acacia farnesiana* (Fabaceae) y *Parkinsonia aculeata* (Fabaceae). La cópula tuvo una duración promedio de 12 minutos en un ángulo de 90° donde la hembra sostuvo al macho. Esta especie se distribuye en los estados de Michoacán, Nayarit y Sonora (Morón, 2003a).

***Phyllophaga cristagalli* Arrow, 1933.** Esta especie se recolectó en julio y agosto y estuvo representada por 52 y 63 individuos (Cuadro 2.3) (Figura 2.3B). La cópula la efectuaron en *Parkinsonia aculeata* y tuvo una duración promedio de nueve minutos en un ángulo de 90° donde la hembra sostuvo al macho. El vuelo lo realizaron entre las 20:30 y 21:40 h. Su distribución se restringe a Sinaloa y Sonora (Morón, 2003a).

***Diplotaxis* sp.** De este género se recolectó una morfoespecie el 22 de septiembre de 2008, la cual estuvo representada por 24 individuos (Cuadro 3.3) capturados de las 20:25 a 21:00 h, comportamiento inusual según Magaña-Cuevas y Rivera-Cervantes (1998) quienes anotan que en Atenguillo, Jalisco este género se capturó de junio a agosto y su mayor pico de actividad ocurrió entre las 22:00 y 23:00 h. Las especies de este género se distribuyen desde Canadá hasta Panamá (Morón *et al.*, 1997).

Cuadro 2.3. Abundancia estacional de los adultos de Scarabaeoidea capturados en trampas de luz fluorescente negra en el cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México. 2008-2009.

Especie	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Phyllophaga opaca</i>	258	385	0	0
<i>Ph. cristagalli</i>	52	63	0	0
<i>Diplotaxis sp.</i>	0	0	24	0
<i>Cyclocephala sinaloae</i>	26,669	13,156	0	0
<i>Strategus aloeus</i>	0	0	3	1
<i>Oxygryllus ruginasus</i>	0	1,867	12,970	107
<i>Pelidnota virescens</i>	0	0	7	0
<i>Digitothotopagus gazella</i>	184	358	5,077	17

Melolonthidae: Dynastinae, Cyclocephalini

Cyclocephala sinaloae **Howden y Endrödi, 1966**. Estuvo representada por 39,825 individuos atraídos a la trampa de luz. En junio se presentó la mayor abundancia con 26,669 ejemplares, hasta dejarse de capturar a finales de agosto (Figura 2.3C). Los adultos se capturaron entre las 20:15 y 22:00 h. Realizaron la cópula en los árboles de *Acacia farnesiana* y *Parkinsonia aculeata*, con una duración promedio de 7 min, donde el macho se posó encima de la hembra. Esta especie está registrada sólo en Jalisco y Sinaloa (Morón *et al.*, 1997). Es una de las pocas especies de Melolonthidae que presenta hábitos nocturnos y diurnos. Durante el día se alimentó con frutos de guayaba *Psidium guajava* L. (Myrtaceae).

Melolonthidae: Dynastinae, Oryctini

Strategus aloeus **Linné, 1758**. Se recolectaron cuatro ejemplares de esta especie atraídos por la trampa de luz; tres machos en septiembre y una hembra en octubre (Figura 2.3D). En México esta especie tiene amplia distribución excepto en la península de Baja

California. Los adultos y las larvas se alimentan generalmente de materia orgánica, raíces, tubérculos o tallos subterráneos, aunque también se le encuentra barrenando tejidos xilosos (Morón *et al.*, 1997). El tiempo de vuelo fue de 30 minutos entre las 21:15 a 21:45 h.

Melolonthidae: Dynastinae, Pentodontini

***Oxygryllus ruginasus* LeConte, 1856.** Los adultos de esta especie iniciaron su vuelo el 28 de agosto, durante el cual se recolectaron 1,867 individuos (Figura 2.3E). La mayor abundancia se presentó en septiembre con 12,970 y en octubre sólo se capturaron 107 ejemplares. Esta especie habita en bosque tropical caducifolio, matorrales xerófilos, pastizales y comunidades vegetales secundarias establecidas entre el nivel del mar y 1500 m de altitud. Las larvas se desarrollan en el suelo consumiendo raíces y materia orgánica. Esta especie es común y abundante en zonas áridas del suroeste de los E.U., Baja California Sur (Cabo San Lucas), Chihuahua (Cd. Juárez), Coahuila (Saltillo, Coahuila), Durango (Gómez Palacios, Mapimi), Nayarit (Tepic), Nuevo León (San Nicolás de los Garza, Monterrey), San Luis Potosí (Cd. Valles), Sinaloa (Los Mochis) y Sonora (Navojoa, Cd. Obregón) (Morón *et al.*, 1997).

Melolonthidae: Rutelinae, Rutelini

***Pelidnota virescens* Burmeister, 1844.** Se recolectaron siete individuos atraídos por la trampa de luz el 17 de septiembre de 2008 (Figura 2.3F). Es una especie con amplia distribución en la vertiente del Pacífico mexicano, desde el sur de Sonora hasta Tehuantepec, que penetra por la cuenca del Balsas (Morón *et al.*, 1997). Las larvas de esta especie se han encontrado en raíces podridas de árboles de mango y troncos derribados de *Anona* sp. o consumiendo follaje de árboles como *Guazuma ulmifolia* (Sterculiaceae) y *Acacia* sp. (Fabaceae) (Morón *et al.*, 1997).

Scarabaeidae: Scarabaeinae, Onthophagini

Digitonthophagus gazella Fabricius, 1787. Esta especie estuvo presente desde el 5 de julio hasta el 3 de octubre de 2008. El mayor número de ejemplares (1,824) se registró el 17 de septiembre. Es una especie indo-africana introducida y aclimatada en Australia como parte de un grupo de especies seleccionadas para regular la acumulación de heces de bovinos en las praderas de ese país. Debido a su potencial reproductivo o la rapidez de su desarrollo, esta especie se dispersó rápidamente en México, poco después de su introducción y liberación en California, Georgia, Louisiana y Texas (EE.UU.). Es una especie coprófaga que prefiere espacios abiertos y secos, ubicados entre el nivel del mar y los 2,100 m de altitud. Los adultos permanecen activos de junio a octubre (Morón, 2003b).

2.4.4 COMENTARIOS

En cuanto a la fenología presentada por los adultos capturados con trampa de luz negra en el cultivo de maíz, *C. sinaloae* presentó su mayor abundancia durante julio y agosto, lo cual coincide con lo reportado por Morón *et al.* (1998) en la región cañera de Tepic, Nayarit, donde este género estuvo presente sólo en junio, julio y agosto, pero su población disminuyó considerablemente en septiembre, lo cual indica que el inicio de vuelo de esta especie se relaciona con la aparición de las lluvias. Las especies del género *Phyllophaga* estuvieron presentes en julio y agosto presentando su mayor abundancia en el primer mes lo cual está estrechamente relacionado con el periodo de lluvias en el estado (Figura 2.4). Estos resultados coinciden con los reportados por López-Vieyra y Rivera-Cervantes, (1998) en Guanajuato y Nayarit; sin embargo, difieren de los obtenidos en Cuernavaca, Morelos y en Manantlán, Jalisco, donde el género *Phyllophaga* representó la mayor abundancia en junio (Deloya, 1998).

Se presenta una clave para la identificación de las especies de adultos de Coleoptera Scarabaeoidea presentes en el cultivo de maíz en el Valle de Carrizo, Sinaloa, México (Cuadro 2.4.).

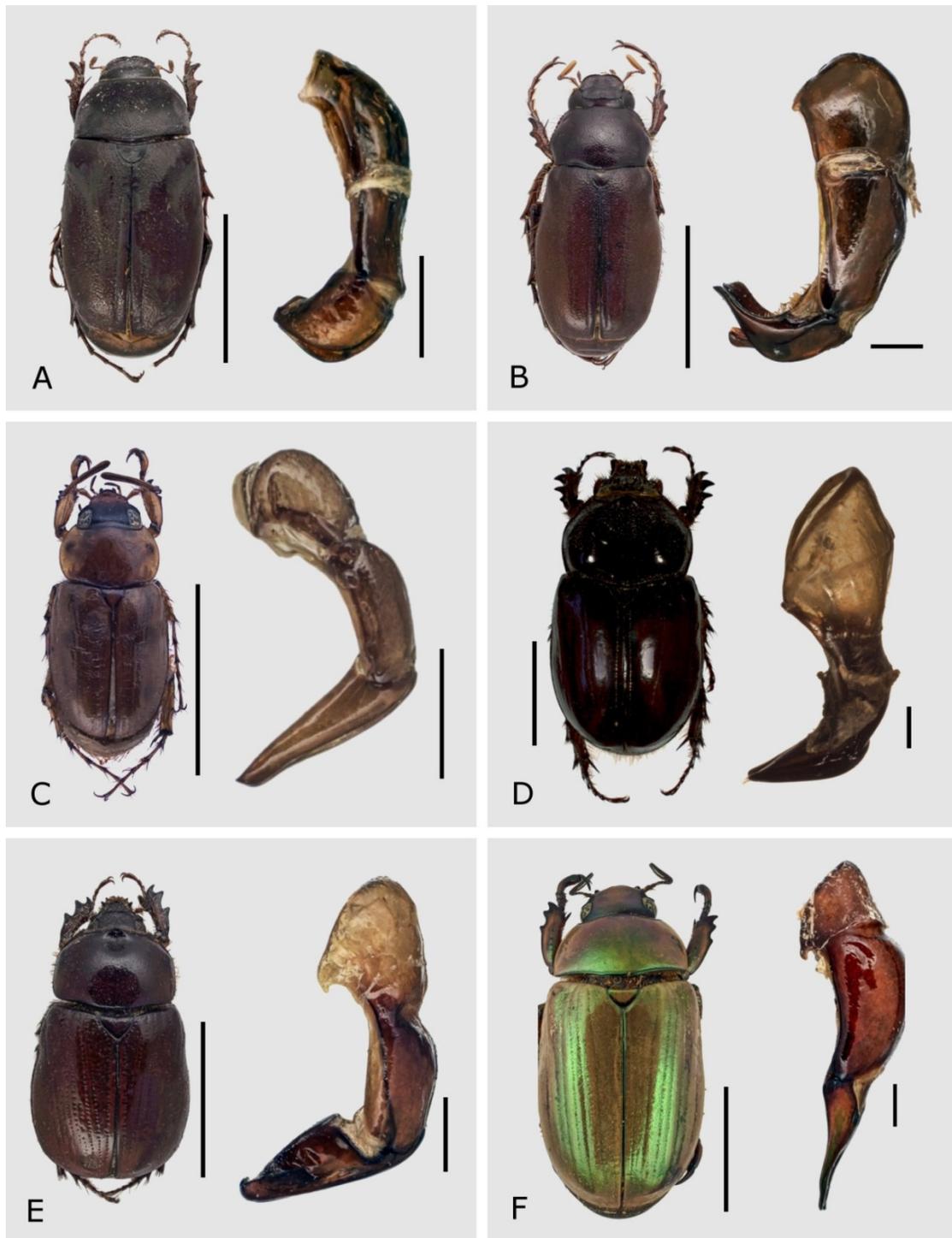


Figura 2.3 Adultos de gallina ciega y eedeagos de las especies recolectadas con trampa de luz negra en el cultivo de maíz. A) *Phyllophaga opaca* (Moser); B) *Phyllophaga cristagalli* (Arrow); C) *Cyclocephala sinaloae* (Howden y Endrödi); D) *Strategus aloeus* (Linné); E) *Oxygryllus ruginasus* (LeConte); F) *Pelidnota virescens* (Burmeister). Escala adultos 1cm. Escala eedeago 1 mm.

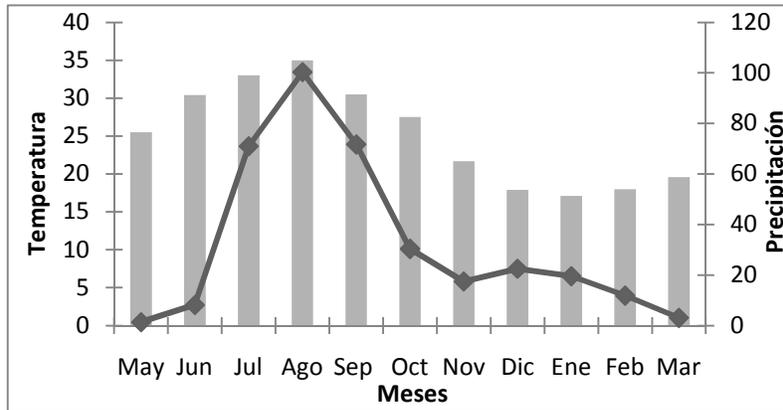


Figura 2.4 Temperatura media mensual (barras) y precipitación mensual (polígono) del Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México.

Cuadro 2.4. Clave para separar las especies de adultos de Coleoptera Scarabaeoidea asociadas al cultivo de maíz en el Valle de Carrizo, Sinaloa, México.

- 1 Maza antenal brillante, con sedas conspicuas y escasas, formadas por tres a cinco lamelas. Estigmas abdominales colocados sobre los extremos laterales de los esternitos, de tal forma que es posible observar uno a tres pares de ellos aún cuando los élitros estén plegados.
 **MELOLONTHIDAE** 2
- 1' Maza antenal opaca, tomentosa, siempre con tres lamelas. Tercer artejo de los palpos labiales inconspicuo, reducido o ausente. Pronoto con el margen laterobasal pardo amarillento y el disco negro, élitros pardo amarillento, manchados. Con dos proyecciones ceratiformes recurvadas en la frente y con una quilla frontoclipeal. Longitud corporal 9-11 mm.
 . **SCARABAEIDAE**. *Digitonthophagus gazella* (Fab.)
- 2 Labro reducido, laminar o membranoso con el borde anterior muy delgado y oculto bajo el clípeo. Las dos uñas de cada meso y metatarsos sencillas de igual longitud y grosor. **DYNASTINAE**. 3
- 2' Labro amplio, bien desarrollado, con el borde anterior más o menos engrosado y visible bajo el clípeo. Las dos uñas de cada meso y metatarsos sencillas, dentadas o bífidas, de igual o diferente longitud y grosor. 5

- 3 Pronoto con un tubérculo o depresión central amplia. 4
- 3' Pronoto sin tubérculo. Élitros sin manchas oscuras. Protarsos más cortos que la tibia respectiva. Con la maza antenal dos veces más larga que todos los artejos precedentes. Longitud corporal 10-11 mm. **Cyclocephalini**.
. *Cyclocephala sinaloae* (H y E)
- 4 Pronoto del macho con un pequeño tubérculo central en el borde anterior seguido por una pequeña depresión somera. Ápice de las metatibias ligeramente festonado, dentado. Ápice del clípeo aguzado y ligeramente levantado. Protibias con tres dentículos en el borde exterior. Parámetros ensanchados cerca del ápice. Coloración parda rojiza brillante. Long. 14-19 mm. **Pentodontini**.
. *Oxygryllus ruginasus* (LeConte)
- 4 Pronoto con una depresión central muy amplia y profunda, flanqueada por tres proyecciones o tubérculos grandes o anchos, más o menos dirigidos hacia el frente. Ápice de las metatibias con dentículos grandes. Protibias con cuatro dentículos. Cabeza con dos tubérculos transversales. Longitud corporal 30-54 mm. **Oryctini**. *Strategus aloeus* (Linné).
- 5 Borde exterior de las mandíbulas usualmente oculto bajo el clípeo. Las dos uñas de cada pro y metatarsos con la misma longitud, forma y grosor.
. **MELOLONTHINAE** 6
- 5' Borde exterior de las mandíbulas usualmente expuesto a los lados del clípeo. El clípeo semitrapezoidal con puntuación fina y regular. Espolones metatibiales estrechos y agudos. Región dorsal testácea, iridiscente, amarillenta, blanquecina y muy brillante. Regiones ventrales verde metálico.
. **RUTELINAE**. *Pelidnota virescens* (Burm.)
- 6 Coxas anteriores transversales, poco sobresalientes. 7
- 6' Coxas anteriores más o menos cónicas y sobresalientes. Esternitos V o VI tan largos o más cortos que los precedentes. Placa pigidial pequeña, semitriangular. Cuerpo glabro o con sedas esparcidas. *Diploptaxis* sp.
- 7 Clípeo bilobulado. Cabeza, pronoto y élitros punteados. Uñas unidentadas. Placa pigidial glabro. Parámetros anchos y cortos. Color rojo oscuro opaco.
. *Phyllophaga opaca* (Moser)

- 7' Clípeo sinuado. Cabeza y pronoto de color rojo oscuro, punteado. Uñas bipectinadas. Esternitos abdominales con proyecciones agudas y anchas en la base, situadas en la parte media, Placa pigidial prominente y glabro, parámetros largos y anchos. *Phyllophaga cristagalli* (Arrow)

2.5 CONCLUSIONES

Se identificaron ocho especies de gallina ciega asociadas al cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa. En suelo se registraron *C. sinaloae* y una especie de *Phyllophaga*, mientras que en la trampa de luz se capturaron ocho especies de Scarabaeoidea. Fue *C. sinaloae* la especie predominante; su mayor abundancia se presentó de julio y agosto lo cual coincidió con el periodo de máxima precipitación en el estado. Se registra por primera vez que los adultos de *C. sinaloae* se alimentan de frutos de guayaba durante la mañana. Se incluye clave para el reconocimiento de los adultos de las especies asociadas al cultivo de maíz en Ahome, Sinaloa.

CAPÍTULO 3

HÚESPEDES VEGETALES DE ADULTOS DE COLEÓPTEROS MELOLONTHIDAE PRESENTES EN EL CULTIVO DE MAIZ EN EL VALLE DEL CARRIZO, AHOME, SINALOA, MÉXICO.

3.1 RESUMEN

Se realizó un estudio para conocer las plantas huésped de adultos de coleópteros Scarabaeoidea asociados a zonas agrícolas, bosque tropical caducifolio, bosque espinoso y matorral xerófilo del norte del estado de Sinaloa. Los datos se obtuvieron durante recolectas diurnas y nocturnas en los meses de agosto a octubre de 2008. Se obtuvieron seis especies de los géneros *Diplotaxis*, *Phyllophaga*, *Pelidnota*, *Cyclocephala* y *Oxygrylius*. *Phyllophaga* fue el género con mayor número de especies (2), dentro de las cuales *Phyllophaga opaca* fue la que mostró mayor número de huéspedes, con un total de 15 especies pertenecientes a 10 familias botánicas. Las plantas consumidas por los lamelicornios observados pertenecen a 22 especies y 14 familias, de las cuales la familia Fabaceae fue la más frecuentada y dentro de ella el “bacaporo” *Parkinsonia aculeata* fue la especie preferida por un total de seis especies de escarabajos.

Palabras clave: *Phyllophaga*, escarabajos, plantas, hábitos alimenticios.

3.2 INTRODUCCIÓN

El orden Coleoptera es el más numeroso de los insectos ya que contiene el 40% de las especies de los hexápodos (Borror *et al.*, 1989). Los Scarabaeoidea son una de las superfamilias de coleópteros más diversificadas, con ciclos de vida y hábitos alimentarios heterogéneos. Algunos se destacan por ser consumidores de follaje (fitófagos), de materia orgánica (saprófagos), árboles muertos (xilófagos o sapro-xilófagos), excremento de aves, reptiles y mamíferos (coprófagos), y cadáveres y restos de animales (necrófagos). Un

número reducido de ellos actúan como reguladores (depredadores) de otros invertebrados (Morón y Terrón, 1988).

Los Melolonthidae constituyen la familia de lamelicornios con mayor riqueza específica a nivel mundial; Morón *et al.*, (1997) y Morón (2003a) citan 113 géneros y 1,138 especies para México, las que se encuentran distribuidas ampliamente en el territorio nacional, desde el nivel del mar hasta los 3,800 m de altitud, abarcando la mayor parte de los diferentes tipos de vegetación natural y secundaria (Morón, 1984).

Los adultos de un gran número de especies mexicanas se alimentan con los tejidos vegetales vivos, ya sea de hojas, tallos, flores y frutos, incluyendo algunas que pueden consumir los tejidos fibrosos presentes en los tallos de palmeras y gramíneas (Morón, 2004). Las grandes poblaciones de adultos de algunas especies de Melolonthidae pueden constituirse en plagas importantes en cultivos de frutales, forrajeros y de ornato, por lo cual, es necesario reunir información sobre sus huéspedes y hábitos alimentarios para planear métodos de control eficaces (Ritcher, 1958, 1966; Morón, 1983, 1994). El conocimiento sobre las preferencias alimentarias de los adultos también es importante para desarrollar programas de manejo de sus larvas, que en numerosos casos son plagas del sistema radicular de numerosos cultivos alimenticios e industriales (Morón *et al.*, 1996). Las especies de esta familia desempeñan funciones importantes dentro de las comunidades bióticas a través de la polinización, la distribución de semillas, la degradación de la materia orgánica, etc. (Morón, 1984; Dirzo, 1986; Palacios-Ríos *et al.*, 1990).

Las observaciones crepusculares y nocturnas reportadas por Morón *et al.*, (1996) en la región de Tepic, Nayarit, permitieron determinar los huéspedes de los cuales se alimentan los adultos de varias especies: *Phyllophaga lalanza* (Saylor) consume el follaje de 26 especies de plantas silvestres y cultivadas, nativas e introducidas, pertenecientes a 18 familias de angiospermas; *Phyllophaga vetula* (Horn) se registró en el follaje de seis especies de Fagáceas y Fabáceas; *Phyllophaga ravidia* se alimenta de las hojas de cinco especies de encinos y robles; *Phyllophaga lenis* (Horn) se localizó en las ramas de “guapinol” (*Hymenaea courbaril* L.) (Fabaceae); *Phyllophaga pruinosa* (Blanchard) y

Paranomala histrionella (Bates) frecuentan el follaje de “guácima” (*Guazuma ulmifolia* Lam.) (Sterculiaceae); *Phyllophaga fulviventris* (Moser) y *Phyllophaga setifera* (Burmeister) consumen las hojas y flores del “árbol de haba” (*Hura poliandra*) (Euphorbiaceae) y *Cyclocephala lunulata* (Burmeister) visita las flores del guayabo (*Psidium guajava* L.) (Myrtaceae). En la Cantera, Tepic, Nayarit se recolectaron adultos de ambos sexos de *Callirhinus metallescens* (Coleoptera: Melolonthidae: Rutelinae) alimentándose de las hojas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) (Morón y Hernández-Rodríguez, 1996).

Los adultos de *Paranomala cincta* (Say), se han recolectado alimentándose de flores y follaje de “guamúchil” (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.) (Fabaceae) en Puebla y Morelos; en Veracruz se les ha observado en las flores de *Acacia pennatula* (Fabaceae), *Vernonia patens* (Asteraceae) e *Hybiscus rosa-sinensis* (Malvaceae) (Morón *et al.*, 1997; Aragón *et al.*, 2001).

Los adultos de *Cyclocephala lunulata* (Burmeister) son considerados una plaga importante para los frutos de guayaba (Morón, 1999). Insectos adultos de *Cyclocephala picta* (Burmeister), *Cyclocephala amblyopsis* (Bates), *Cyclocephala stictica* (Burmeister), *Cyclocephala sexpunctata* (Laporte de Castelnau), y *Cyclocephala mafaffa* (Burmeister) se han observado consumiendo parte del tejido floral de aráceas del género *Xanthosoma* (Schott) en Chiapas y Veracruz (Morón, 1997b).

En Chiapas se encontraron adultos de *Strigoderma sulcipennis* (Burmeister) en flores de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae); de *Strigoderma mexicana* (Blanchard) en las flores de *Amaranthus hybridus* L. (Amaranthaceae) y *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) y los de *Strigoderma aterrma* (Casey) en la flor de *Mikania micrantha* (H.B.K.) (Asteraceae); Adultos de *Diplotaxis* aff. *megapleura* se encontraron en el follaje de *Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth. (Fabaceae), *Mimosa albida* H. & B. Willd. (Fabaceae), *Guazuma ulmifolia* (Sterculiaceae), *Waltheria americana* L. (Sterculiaceae), *Scoparia dulces* L. (Scrophulariaceae) y *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae) (Pacheco *et al.*, 2008). En

los Altos de Chiapas *Paranomala inconstans* (Burmeister) se alimenta del follaje de encino (*Quercus* sp.) (Fagaceae) (Castro-Ramírez *et al.*, 2005).

Ramírez-Salinas *et al.*, (2001) observaron que los hábitos alimenticios de *Euphoria bassalis* (Gory et Percheron) incluyen el polen y pétalos de las flores de cucurbitáceas, como chilacayote (*Curcubita ficifolia* Bouche) y, calabaza (*Cucurbita pepo* L.); también incluye poáceas como maíz (*Zea mays* L.), asteráceas como el cempoalxóchitl (*Tagetes erecta* L.) y la arvense “estrellita” (*Galinsoga quadriradiata* R. & P.), crucíferas como el brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica* Plenck); rosáceas como el rosal rosado (*Rosa* sp.); aráceas como el alcatraz (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.), o liliáceas como la azucena amarilla (*Hemerocallis flava* L.)

A pesar de que se ha alcanzado un buen nivel en el conocimiento taxonómico de los Melolonthidae y su distribución geográfica en México, aún se tiene poca información sobre los hábitos de alimentación y reproducción de una gran parte de las especies que están citadas para el país (Morón *et al.*, 1997). Por tanto, el objetivo de este trabajo fue contribuir al conocimiento de los escarabaeoideos de Sinaloa a través de la descripción de los hábitos de alimentación de los adultos de las especies relacionadas con plantas cultivadas del Valle del Carrizo, Sinaloa, México.

3.3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.3.1 Área de estudio

El área de estudio comprendió terrenos agrícolas, vegetación natural y urbana de dos municipios del norte de Sinaloa: 1) Ahome: El Colorado, Tosalibampo y El Carrizo; 2) El Fuerte: Presa Josefa Ortiz de Domínguez, Los Terreros y Rancho Olgún. La vegetación natural corresponde a bosque caducifolio, bosque espinoso y matorral xerófilo.

Las localidades dentro del área presentan tipos climáticos muy secos (BW) y secos (BS), con precipitaciones de 326 a 607 mm anuales, temperaturas promedio de 23.5-25.6°C y extremas mensuales de 4.0 y 40.7°C. La elevación varía entre los 8 y 84 m sobre el nivel del mar (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Localidades de muestreo y datos climáticos de la estación más cercana.

Datos	El Colorado	Tosalibampo (San Miguel)	El Carrizo (El Carrizo)	Presa JOD (El Fuerte)	Los Terreros	Rancho Olguín (El Fuerte)
Coordenadas	25°48'46.2"N 109°19'3.0"O	25°59'18.9"N 109° 6'55.9"O	26°18'18"N 108°56'44"O	26°25'40"N 108°42'47"O	26°21'1"N, 108°42'39"O	26°25'32"N 108°35'54" O
Precipitación media anual	326.2	450.5	353.7	607.5	528.3	607.5
Temperatura media anual	24.5	25.6	24.4	24.4	23.5	24.4
Mínima extrema mensual (mes)	8.3 Enero	9.2 Enero	5.5 Diciembre	4.0 Diciembre	2.6 Enero	4.0 Diciembre
Máxima extrema mensual (mes)	40.5 Julio	40.3 Julio	40.1 Julio	40.7 Junio	41.5 Junio	40.7 Junio
Msnm	9 m	20 m	8 m	84 m	80 m	84 m

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (<http://smn.cna.gob.mx/>).

3.3.2 Recolecta de adultos

En todas las localidades se realizaron colectas de las 9:00 y 12:00 h y de 18 a 23 h. durante los meses de agosto a octubre, debido a que es el periodo de mayor actividad de

vuelo de los adultos de la familia Melolonthidae, y que en parte coincide con la época de lluvias (Morón *et al.*, 1996). La recolección de los ejemplares adultos se efectuó manualmente sobre el follaje de las plantas, mediante recolectas diurnas y nocturnas, en estas últimas fue necesario utilizar linternas portátiles para localizar los escarabajos y confirmar que se estaban alimentando del vegetal.

Los individuos se mataron con vapores de acetato de etilo en frascos de plástico de 500 mL de capacidad, posteriormente se introdujeron en bolsas de celofán envueltos en papel higiénico impregnado de acetato de etilo y etiquetados con fecha, localidad, especie vegetal sobre la cual se capturó, horario de captura y colector, para trasladarlos al laboratorio de Entomología del Departamento de Agroecología y Ambiente del Instituto de Ciencias, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). La determinación taxonómica se realizó con la ayuda de las claves propuestas por Vaurie (1958, 1960), Deloya y Ratcliffe (1988), Morón (1986) Morón *et al.*, (1996) y las colecciones de referencia del Instituto de Ecología A. C. de Xalapa e Instituto de Ciencias de la BUAP. El material estudiado se depositó en la colección entomológica de la Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte (UAS) con duplicados en la Colección Entomológica del Departamento de Agroecología y Ambiente (DAGAM, BUAP).

3.3.3 Recolectas de plantas

Para realizar la determinación taxonómica de las especies vegetales huéspedes de adultos estás se recolectaron en floración y/o fructificación. Las muestras, por triplicado se prensaron y trasladaron al herbario de la UAS donde se secaron y conservaron para su posterior determinación. La identidad taxonómica de las muestras se determinó con el apoyo de claves taxonómicas de floras regionales y monografías disponibles (Shreve and Wiggins, 1964; McVaugh, 1984, 1987) y se cotejaron con ejemplares de otros herbarios e imágenes de floras digitales en línea.

3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las observaciones diurnas y nocturnas efectuadas permitieron determinar los huéspedes sobre los cuales se alimentan los adultos de seis especies de coleópteros lamelicornios, entre las que se encontraron miembros de los géneros *Diplotaxis*, *Phyllophaga*, *Pelidnota*, *Cyclocephala* y *Oxygrylius*. En total se registraron 22 especies vegetales incluidas en 14 familias que utilizaron como alimento. La familia Fabaceae fue la más representada con 9 especies. Las especies *Parkinsonia aculeata*, *Acacia farnesiana*, *Haemotoxylum brasiletto*, *Pithecellobium dulce*, *Ficus thonningii* y *Parkinsonia praecox* resultaron ser las hospedantes preferidas por las especies de escarabajos. Los escarabajos en su mayoría consumieron follaje, a excepción de *C. sinaloae* que se encontró alimentándose de frutos de guayaba durante la mañana (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.2. Especies vegetales hospederas de Coleópteros Scarabaeoidea en el Valle del Carrizo en el estado de Sinaloa, México.

Familia	Especie vegetal	Especies de	Parte consumida
		Scarabaeoidea	
Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Parkinsonia florida</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Parkinsonia praecox</i>	<i>Diplotaxis</i> sp.	Follaje
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Caesalpinia palmeri</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Haemotoxylum brasiletto</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>		Follaje
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i>		Follaje
Asclepiadaceae	<i>Funastrum cynanchoides</i>	<i>Phyllophaga</i> <i>opaca</i>	Follaje
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>		Follaje
Esterculiaceae	<i>Melochia pyramidata</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>		Follaje

Amarantaceae	<i>Amaranthus spinosus</i>		Follaje
Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>		Follaje
Moraceae	<i>Ficus thonningii</i>		Follaje
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria macdougalli</i>		Follaje
Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Caesalpinia palmeri</i>		Follaje
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Parkinsonia praecox</i>	<i>Phyllophaga</i>	Follaje
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	<i>crisagalli</i>	Follaje
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>		Follaje
Moraceae	<i>Ficus thonningii</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	<i>Pelidnota</i>	Follaje
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	<i>virescens</i>	Follaje
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>		Follaje
Chenopodiaceae	<i>Funastrum cynanchoides</i>		Follaje
Polygonaceae	<i>Rumex. sp.</i>		Follaje
Sterculiaceae	<i>Melochia pyramidata</i>	<i>Cyclocephala</i>	Follaje
Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>	<i>sinaloae</i>	Follaje
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>		Fruta de guayaba
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>		Follaje
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria macdougalli</i>		Follaje
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>		Follaje
Moraceae	<i>Ficus thonningii</i>	<i>Oxygryllus</i>	Follaje
Fabaceae	<i>Haemotoxylum brasiletto</i>	<i>ruginasus</i>	Follaje
Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>		Follaje
Polygonaceae	<i>Antigonon leptopus</i>		Follaje

Melolonthidae, Melolonthinae.

***Diplotaxis* Kirby, 1837.** En México está representado por más de 220 especies (Morón *et al.*, 1997). Una especie no identificada de éste género, obtenida en este estudio se encontró alimentándose del follaje de las fabáceas y una boraginácea.

***Phyllophaga* Harris, 1841.** Se han registrado más de 369 especies en el territorio mexicano (Morón, 2003b), pero se desconocen las preferencias alimentarias de la mayor parte de ellas, y se ha comprobado que los adultos de algunas no se alimentan (Aragón, 2005).

***Phyllophaga (Phyllophaga) opaca* (Moser, 1918).** Fue la especie con mayor número de huéspedes. En la zona agrícola se le observó consumiendo el follaje de 13 especies. Mientras que en la zona de selva baja sólo se encontró alimentándose de dos pertenecientes a las familias Asteraceae y Fouquieriaceae respectivamente. Los adultos de esta especie no se habían reportado alimentándose, sin embargo en la zona de estudio se presentó con abundancia.

***Phyllophaga (Listrochelus) cristagalli* (Arrow, 1933).** Se encontró consumiendo follaje de cinco especies en las áreas agrícolas. En la vegetación silvestre se alimenta sólo de *Parkinsonia praecox* (“brea”).

Melolonthidae, Rutelinae

***Pelidnota* Mac Leay, 1819.** Se conocen 14 especies en México. ***Pelidnota virescens* Burmeister, 1844.** Es una especie con amplia distribución para la vertiente del Pacífico mexicano y la depresión del río Balsas, que se ha reportado consumiendo follaje de distintos árboles como *Guazuma ulmifolia* y *Acacia* sp. (Morón *et al.*, 1997). En este trabajo se le encontró alimentándose del follaje de dos especies una de la zona agrícola, y otra en selva baja.

Melolonthidae, Dynastinae

***Cyclocephala* Latreille, 1829.** En México se han registrado 57 especies distribuidas principalmente en los estados situados al sur del trópico de Cáncer. *Cyclocephala sinaloae* Howden & Endrödi está registrada sólo para Jalisco y Sinaloa (Morón *et al.*, 1997) y en este estudio se reporta que el adulto se alimenta de seis especies. En los frutos de guayaba se le recolectó durante el día (10:00 hrs).

***Oxygrylius* Casey, 1915.** Es un género monotípico distribuido entre los estados del sur de los EUA y el noroeste de México, incluyendo la península de Baja California (Morón *et al.*, 1997). *Oxygrylius ruginasus* Leconte, sus adultos son atraídos por las luces eléctricas y en este estudio se les encontró consumiendo el follaje de *Fouquieria macdougalii* (“torote verde”), *Antigonon leptopus* (“san miguelito”), *Haematoxylum brasiletto* (“brasil”), *Parkinsonia aculeata* (“bacaporo”), *Parthenium argentatum* (“estafiate”) y *Ficus thonningii* (“macapule”).

3.5 CONCLUSIONES

Se encontraron un total de 6 especies de Coleoptera Scarabaeoidea alimentándose de 22 especies de 14 familias vegetales. Las especies de Fabaceae fueron las más frecuentadas y el “bacaporo” *Parkinsonia aculeata* fue la especie preferida por las 6 especies de escarabajos. Se registra por primera vez a *Phyllophaga opaca* para el estado de Sinaloa.

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN DEL DAÑO A LAS RAÍCES DE MAÍZ POR *Cyclocephala sinaloae* Howden & Endrödi (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN EL VALLE DEL CARRIZO, AHOME, SINALOA, MÉXICO.

4.1 RESUMEN

Con la finalidad de determinar el daño que ocasionan las larvas de *C. sinaloae* en las raíces del maíz en el Valle del Carrizo, Sinaloa, se establecieron dos experimentos en condiciones de invernadero donde: 1) número de larvas con suelo más el 10% de soca de maíz y, 2) número de larvas con suelo sin soca, la variable evaluada fue el daño directo a la planta de maíz (peso seco de raíces) y número de larvas. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones en los dos experimentos, realizando un análisis estadístico para la comparación de medias de Tukey al 0.05% de probabilidad. En el experimento de maíz con soca, el T4 presentó el nivel más alto de daños en la raíz con el 45.78%, seguido del T3 (37.7%); los T1 y T2 presentaron daños del 32.2 y 34.21%. En el experimento de maíz sin soca, los T3 y T4 presentaron el mayor daño (30.5% y 20.7%), mientras que los tratamientos 1 y 2 resultaron con un daño de 37.9 y 44.1% con respecto al testigo. Esto puede deberse a que las larvas de *C. sinaloae* tienen hábitos alimenticios facultativos y al haber materia orgánica en el suelo prefieren alimentarse de la soca y no de las raíces del maíz, pero el daño provocado repercute directamente en el peso seco de raíz del maíz.

4.2 INTRODUCCIÓN

La entomología no ha llegado a un consenso universal sobre el significado de plaga, ya sea desde una perspectiva económica y mucho menos de una perspectiva social. La definición de “plaga” incluye a todo aquel organismo que afecta negativamente los intereses del hombre. Los ejemplos de estos intereses que han surgido con la crisis

ambiental se deben en gran parte al diseño de producción de alimentos inocuos; la protección de la salud de los trabajadores del campo y a la reducción de la contaminación ambiental y el mantenimiento de la capacidad productiva del agroecosistema. Todos estos efectos pueden mejorar la calidad de vida de la población, por lo que deben considerarse en la toma de decisiones para llegar a un manejo sustentable de las plagas (Villalobos y Núñez, 2010).

En la mayoría de los casos la “gallina ciega” es considerada la principal causante del daño a las raíces de una gran variedad de plantas de interés agrícola y forestal, el cual puede ser leve, moderado o severo dependiendo del cultivo, de las condiciones ambientales y del estado de desarrollo en que se encuentre el insecto, siendo el tercer estadio larval el que ocasiona el mayor daño pues es más voraz, grande y longevo (Morón, 2004).

Los daños ocasionados por estos insectos se manifiestan de diversas formas, dependiendo del cultivo y la época de ataque. En cultivos anuales, y si el ataque es severo en etapas tempranas de su desarrollo, las plantas pueden morir, o bien si logran sobrevivir crecen raquíticas y la producción es casi nula. Si el ataque es tardío, las plantas se desarrollan casi normales hasta la floración y es en ese momento cuando se resiente el daño, manifestándose con un escaso desarrollo del fruto, o bien puede darse el acame por el viento, debido a lo pobre de su sistema radicular a consecuencia del daño causado por la plaga (Bravo-Mosqueda, 2003). El mayor daño ocasionado por estas larvas en las plantas se presenta cuando la alimentación se concentra en las partes sensibles, como la unión del tallo y la raíz (Aragón *et al.*, 2003). En relación a ello Villalobos (1999), clasifica el daño ocasionado por la “gallina ciega” en tres categorías: leve, si la larva consume del 1 al 15% de la raíz; moderado si consume del 16–40% y severo, si el consumo es mayor del 40%.

A pesar que no se ha cuantificado adecuadamente el impacto económico causado por el complejo “gallina ciega” en México, Michel (1978, citado por Morón 1986) anota que 13,748 ha sembradas de maíz, trigo, frijol y sorgo en Jalisco fueron destruidas por dicha plaga. Para la Sierra Norte Puebla, las larvas de *Phyllophaga* ocasionaron pérdidas de 48% en maíz (López-Olguín y Aragón, 1989) y en los Altos de Chiapas la “gallina ciega” fue la

causante de destruir 500 kg/ha de maíz de temporal (Méndez *et al.*, 2003), mientras que en Aguacatenango, Venustiano Carranza, Chiapas, se perdió el 42.64% de la producción de maíz (Méndez, 2003) y en lotes comerciales de maíz en Tamaulipas, las bajas en rendimiento oscilaron entre los 400 y 700 kg/ha², durante los ciclos de primavera y otoño (Rodríguez del Bosque, 1988). En Michoacán, Nájera-Rincón *et al.*, (2003) señalan que las larvas de *Ph. vetula* pueden ocasionar la pérdida total del cultivo, sobre todo en suelos con alto contenido de materia orgánica (25-50%).

En México se han hecho estimaciones del nivel de daño económico (NDE) para la “gallina ciega”; sin embargo, los valores varían de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo y la etapa de desarrollo del insecto. Para *Phyllophaga* el NDE que se reporta es de 3.3 larvas por metro cuadrado (Loera y Vargas, Inédito; citado por Moya, 1993). Rodríguez del Bosque (1980), indica que el umbral económico para “gallina ciega en maíz en Tamaulipas, en estado de plántula es de 0.2 y 0.3 larvas por muestra de 30x30x30 cm de suelo. Debido a los escasos trabajos sobre el nivel de infestación y el potencial de daño por la “gallina ciega” en la región norte de Sinaloa, se planteo como objetivo evaluar el daño que ocasionan las larvas de *C. sinaloae* en las raíces del cultivo de maíz en condiciones de invernadero.

4.3 MATERIALES Y MÉTODOS

4.3.1 Área de estudio

Este estudio se realizó de julio de 2008 a febrero de 2009 en un invernadero en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa ubicado en 26° 18' 18.6" N y 108° 56' 44.5" W y con 8 m de altitud.

4.3.2 Recolecta de adultos y obtención de larvas

En julio y agosto de 2008 entre las 20:15 y 21:00 h. se recolectaron 50 parejas en cópula de *C. sinaloae*, que se encontraron sobre el follaje de *Parkinsonia aculeata* (bacaporo) y *Acacia farnesiana* (vinorama). En recipientes de plástico de 500 mL de

capacidad, se introdujeron cinco parejas y follaje de la planta donde se colectaron. Cada recipiente se rotulo con los datos: número de pareja, hora y fecha de colecta, tiempo de cópula y sustrato sobre el cual se recolectaron. Los recipientes con los insectos se trasladaron al laboratorio en donde se cambiaron a recipientes de 1000 mL de capacidad, los cuales contenían una capa de suelo húmedo y material vegetal (*Parkinsonia aculeata*) que sirvió de sustrato para su alimentación y oviposición. Cada recipiente se tapó con una malla fina para evitar la fuga de los adultos y para favorecer la circulación de aire. El suelo se reviso cada tercer día para separar los huevos y depositarlos en recipientes de plástico, los cuales contenían suelo estéril y húmedo.

El suelo se esterilizó de acuerdo a la metodología propuesta por Aragón y Morón (2004), la cual consiste en colocar en un vaso de precipitado de 500 mL, 450 gramos de suelo tapado con un sombrerito de papel bond, que se sometió a esterilización en un horno de microondas durante cinco minutos, tiempo después del cual se dejaron enfriar a temperatura ambiente. Los recipientes se revisaron a los tres y seis días para humedecer el suelo y posteriormente cada 24 horas para separar las larvas emergidas, mismas que se colocaron en nuevos recipientes que contenían suelo húmedo y rodajas de zanahoria (50 gr) para su alimentación. En estas condiciones las larvas se mantuvieron hasta que alcanzaron el tercer estadio, lo cual ocurrió a los 60 días. De esta forma se obtuvieron las larvas para corroborar su identidad y utilizarlas en los ensayos.

4.3.3 Evaluación de daño

Para conocer los daños que ocasionan las larvas de tercer estadio al maíz, se realizaron dos experimentos: 1) (suelo- soca maíz) y 2 (suelo). En el 1, plantas individuales de maíz variedad Bisonte de 15 días de edad (15 cm de altura) desarrolladas en macetas que contenían 5 kg de suelo con 10% de soca de maíz, se infestaron 1, 2, 3 y 4 larvas de *C. sinaloae* de tercer instar. Cada maceta se regó cada tercer días con agua corriente hasta el termino del experimento. Para evaluar el daño, a los 80 días después de la infestación, el contenido de cada maceta se vació sobre un plástico negro para separar la raíz de la planta (cortando a nivel de cuello), colocarlas en bolsas de papel, etiquetarlas y trasladarlas al

laboratorio de Fitopatología de la Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte, secarlas a 60 °C en una estufa para obtener el peso seco constante (72 h). El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con cinco tratamientos, incluyendo testigo sin larvas y cuatro repeticiones. En el experimento 2 se siguió el mismo procedimiento, que en el 1 sólo que las plantas se desarrollaron en suelo sin soca de maíz.

4.3.4 Análisis estadístico

Los datos del peso seco de raíz por tratamiento se sometieron a un análisis de varianza usando SAS versión 9.1 (2004) y a una prueba de medias usando Tukey ($p \leq 0.05$).

4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza con un nivel de significancia del 5% (89.96 $p < 0.0005$) indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamiento estudiados de peso seco de raíz con soca. En el análisis de comparación de medias se encontró que el testigo (sin larvas) presentó el mayor peso seco de raíz (89.22 g), comportándose estadísticamente diferente a los demás, seguido de los tratamientos 4, 3 y 2 (40.85, 33.75 y 30.525), los cuales no presentaron diferencias significativas entre ellos (Cuadro 5.3). El tratamiento 4 presentó el nivel más alto de daños en la raíz con el 45.78%, seguido del tratamiento 3 (37.82%). Los tratamientos 1 y 2 presentaron daños del 34.21 y 32.22%.

El valor de peso seco de raíz sin soca más alto (33.5 g) se presentó en el tratamiento sin larvas, encontrándose diferencia estadística significativa respecto al resto de los tratamientos. Mientras que el valor de peso seco más bajo (6.95 g) se observó en el T4, es decir, plantas con mayor cantidad de larvas; sin embargo, no presentó diferencia estadística significativa respecto al T3. En general se observa una relación inversa entre la cantidad de larvas por tratamiento y el peso seco de raíz. Los tratamientos 3 y 4 presentaron el mayor daño (30.5% y 20.7%) y estadísticamente fueron iguales entre ellos, mientras que los T1 y

T2 resultaron con un daño de 37.9 y 44.1% con respecto al testigo. Estos resultados son contrarios a los registrados por Rodríguez del Bosque (1983) en Tamaulipas, donde indica que una larva de *Ph. crinita* ocasiona pérdidas del 48% de la producción de una planta de maíz, mientras que cuando la planta es dañada por dos larvas las pérdidas son del 78%.

Cuadro 4.1. Peso seco de raíz de maíz infestadas con diferentes densidades de larvas de *C. sinaloae* y desarrolladas en suelo con y sin soca en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México.

Tratamientos	Suelo con soca			Suelo sin soca		
	Peso seco de raíz	Reducción peso (%)		Peso seco de raíz	Reducción peso (%)	
sin larvas	89.22 ± 3.41	0	a	33.50 ± 1.30	0	a
4 larvas	40.85 ± 1.94	54.3	b	6.95 ± 0.32	79.3	b
3 larvas	33.75 ± 2.93	62.2	bc	10.22 ± 0.34	69.5	bc
2 larvas	30.52 ± 2.99	65.8	bc	14.77 ± 1.58	62.1	cd
1 larva	28.75 ± 1.66	67.8	c	12.70 ± 0.74	55.9	d

Valores con la misma letra no representan diferencias significativas $P < 0.05$ (Tukey).

No se presentaron diferencias significativas entre la relación del daño con la densidad de larvas en los tratamientos 1, 2 y 3 en cuanto a la reducción de peso seco de raíces en los dos experimentos, en cambio el tratamiento con 4 larvas presentó una reducción del peso de raíces del 79.3% en suelo sin soca y del 54.3% con soca (Cuadro 5.3), por tanto, puede estimarse que afectan negativamente a la raíz en estado de plántula cuando hay poca cantidad de materia orgánica en el suelo, estos resultados difieren a los reportados en otras regiones del país, donde las gallinas ciegas se presentan en etapas fenológicas posteriores cuando la planta es más tolerante al daño y con suelos con pocos nutrientes (Ramírez-Salinas y Castro-Ramírez, 2000).

No fue posible establecer un umbral de daño económico para *C. sinaloae* como los registrados en Tamaulipas donde establecieron que el umbral económico para *Ph. crinita* en maíz es de 0.3 larvas de 3^{er} estadio/muestra de 30x30x30 en el estado de plántula (Rodríguez del Bosque, 1980) y en Oaxaca, el umbral económico para gallinas ciegas de 2^{do} estadio es de 1 larva de *Ph. vetula*/planta de maíz mediante infestaciones artificiales en bolsas de plástico de 10 kg (Ruíz *et al.*, 2006), ya que los daños de *C. sinaloae* dependen del contenido de materia orgánica del suelo, hábitos alimenticios, densidad de larvas y densidad de siembra.

Las larvas de *C. sinaloae* tienen hábitos facultativos; ya que las larvas consumieron raíces, pero también consumieron materia orgánica en proporciones desconocidas y porque los híbridos y variedades mejoradas utilizadas en el Valle del Carrizo son susceptibles al daño por estas larvas en comparación con las variedades criollas.

Existen dudas sobre los hábitos de las larvas de varias especies de este género, sobre todo de *C. lunulata* que es la más frecuente en las muestras; en algunas siembras de maíz parece rizófaga y en plantaciones de caña es claramente saprófaga. Las larvas de *C. comata* también pueden ser facultativas, mientras que las de *C. alexi* y *C. maffafa* son saprófagas, y las larvas de *C. barrerai* pueden ser rizófagas estrictas, pero no se aprecia su impacto en densidades bajas. En el caso de las larvas de *Euphoria* (Cetoniidae) aparentemente son saprófagas estrictas, aunque existe la posibilidad de que algunas puedan consumir raíces de pastos como complemento a su dieta de humus, o en suelos con escasa materia orgánica (Morón, 2010). En cambio, Castro-Ramírez y colaboradores (2001) registraron que las larvas de *Ph. menetriesi*, *Ph. ravidia* y *Ph. obsoleta* son rizófagas estrictas y *Ph. tumulosa* es facultativa. Méndez y colaboradores (2003), determinaron que las larvas de especies de *Paranomala* y *Hoplia* mostraron preferencias por los suelos con alto contenido de materia orgánica, mientras que las de *Phyllophaga* mostraron una amplitud de supervivencia en suelos con bajo contenido, debido a que algunas especies son rizófagas y pueden coexistir con especies de *Paranomala* y *Cyclocephala* que también pueden causar daños y fungir como saprófagas (Villalobos-Hernández y Núñez-Valdez, 2010).

Las larvas de los Melolonthidae edafícolas muestran una diversidad funcional bastante amplia, ya que se conocen especies rizófagas, saprófagas y facultativas, así como especies asociadas con hormigas, las cuales ocupan los niveles tróficos primarios y secundarios (Morón, 2001). Las especies del género *Phyllophaga* predominan sobre las especies de los géneros *Cyclocephala*, *Paranomala* y *Macroductylus* en cultivos agrícolas, debido a que sus larvas son rizófagas estrictas y se alimentan principalmente de las raíces de las plantas cultivadas ocasionando pérdidas considerables en la agricultura. Su dominancia puede deberse a la mayor adaptabilidad o agresividad ecológica de sus especies, y su desarrollo como plaga puede deberse a la eliminación repentina y progresiva de la biodiversidad subterránea, propiciada por las prácticas agrícolas de monocultivos, así como la aplicación indiscriminada de sustancias químicas (Morón, 1986).

Es posible, que un incremento en la rizofagia de las larvas de *C. sinaloae* en el Valle del Carrizo esté asociado con la pérdida de componente orgánico de los suelos agrícolas sobreexplotados y por la quema de la soca año con año del cultivo anterior; así como el uso inapropiado de la labranza que expone la materia orgánica del suelo a los factores que producen su pérdida, lo cual obliga a las larvas a buscar su fuente de alimentación en las raíces vivas del cultivo.

La escasa materia orgánica y la abundancia de raíces en la parcelas agrícolas, puede relacionarse con un predominio de larvas rizófagas, mientras que los suelos con mucho material orgánico y alta densidad de raíces pueden tener predominio las larvas tanto rizófagas como saprófagas, pero no es fácil saber si estas larvas tienen uno u otro hábito, porque las plantas no muestran síntomas de debilitamiento por problemas radiculares (Morón, 2010).

Por otra parte García-López (2004), registró que el consumo limitado de las raíces que causan las larvas de las especies no rizófagas, pueden estimular un mayor desarrollo de la biomasa radical y el aérea de las plantas; mientras que Morón (2000) indica que cuando las larvas consumen las raíces de las plantas, estimulan el crecimiento y la renovación o regeneración de esos tejidos mejorando las características morfológicas de las plantas. Las

excretas de las larvas de *Paragymnetis flavomarginata sallei* (Schaum) son un buen producto como mejorador de suelos, ya que la mayoría de los nutrientes contenidos en el sustrato en el cual se desarrollan se conservan e incluso algunos de ellos incrementan su concentración en el contenido de materia orgánica (Martínez-Virués, 2000).

4.5 CONCLUSIONES

Los valores de peso seco de raíz de maíz sin soca con 4 larvas (6.95g) son menores a los de las plantas de maíz con soca 4 larvas (40.85), esto puede ser debido a que las larvas de *C. sinaloae* tienen hábitos alimenticios facultativos y al haber materia orgánica en el suelo prefieren alimentarse de la soca y no de las raíces del maíz, pero el daño provocado repercute directamente en el peso seco de raíz del maíz.

CAPÍTULO 5

CONTROL CULTURAL Y BIOLÓGICO DE *Cyclocephala sinaloae* Howden & Endrödi (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN EL VALLE DEL CARRIZO, AHOME, SINALOA, MÉXICO.

5.1 RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el impacto del barbecho, aves y solarización en la mortalidad de *C. sinaloae* en 17 ha de maíz en el Valle del Carrizo, Sinaloa, México. Se realizaron registros de la población de larvas y pupas, antes y después de la aplicación de cada práctica en 17 has de maíz en el Valle del Carrizo, Sinaloa, México. La población de *C. sinaloae* se estimó con base en la revisión minuciosa del suelo contenido en un área de 100 x 100 x 30 cm en 70 muestras seleccionadas aleatoriamente en las parcelas agrícolas. La densidad poblacional inicial de *Cyclocephala sinaloae* se estimó en 68,911 individuos por hectárea. Las tres prácticas evaluadas (barbecho, solarización y depredación por aves) eliminaron en 48.61% la población de *C. sinaloae*. Se registró a las aves *Quiscalus mexicanus*, *Bubulcus ibis ibis* y *Caracara cheriway* como depredadoras de larvas y pupas de gallinas ciegas en el Valle del Carrizo, Sinaloa, donde *Q. mexicanus* fue más abundante

Palabras claves: Mortalidad, larvas, barbecho, aves, solarización, control biológico, etc.

5.2 INTRODUCCIÓN

Algunas de las prácticas agrícolas más utilizadas para control de gallinas ciega incluyen la rotación de cultivos, cambio de fechas de siembra, cultivos trampa, y destrucción de plantas hospederas (Aragón *et al.*, 2001); estas medidas de control se fundamentan con el conocimiento completo del insecto plaga, como es el ciclo de vida, hospederos, hábitos alimenticios y etapa más vulnerable del insecto, entre otros. Toda esta información puede ser útil para reducir los daños ocasionados al cultivo.

Las gallinas ciegas son insectos difíciles de combatir debido a que: 1) son un blanco oculto en el suelo; 2) la principal parte de su ciclo de vida, la fase larvaria que puede durar casi nueve meses en especies anuales, tiene lugar en un ambiente dinámico; 3) el suelo es una matriz viviente, oscura y estratificada con múltiples parámetros físicos, químicos y biológicos, con variaciones en tiempo y espacio; 4) el daño causado a las plantas por estos insectos es difícil de evaluar y predecir; 5) existe una gran dificultad para restaurar la pérdida de biodiversidad ocasionada por factores antropogénicos que han transformado el ambiente edáfico en un medio que ha propiciado la rizofagia; y 6) estos insectos son difíciles de manejar dentro del paradigma del manejo integrado de plagas debido a su notable biodiversidad (Villalobos-Hernández y Núñez-Valdez, 2010).

El voltear o arar el suelo al término del temporal es una práctica eficaz para disminuir las poblaciones de gallina ciega, debido a que las larvas quedan expuestas a los rayos del sol, pájaros, insectos y algunos pequeños mamíferos que se alimentan de estos insectos (Selman, 1998). El barbecho y el rastreo de terrenos agrícolas son actividades que en ocasiones se realizan con doble propósito, ya que además de preparar el terreno para la siembra, eliminan algunas plagas que invernan o viven en él. En Tepic, Nayarit, el volteo del suelo después de la cosecha mediante labores de barbecho y subsuelo en caña de azúcar causó 80% de mortalidad de la plaga debido a que las celdas pupales se expusieron a la desecación y acción mecánica (Morón *et al.*, 1998).

Entre los aspectos básicos a considerar para desarrollar estrategias de control o programas de manejo integrado de las plagas subterráneas, es indispensable la identificación precisa de las especies asociadas al cultivo, el estudio de sus hábitos alimenticios y ciclos de vida (Morón, 1997a), así como contar con los enemigos naturales que tengan la facultad de buscar, encontrar y atacar al insecto y convertirse en uno de los principales agentes de control de estas plagas. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la mortalidad de *C. sinaloae* ocasionada por el arado (barbecho), solarización y aves en el Valle del Carrizo, Ahome, Sinaloa, México.

5.3 MATERIALES Y MÉTODOS

5.3.1 Área de estudio

El estudio se realizó de noviembre de 2008 a febrero de 2009 en dos parcelas de maíz variedad Bisonte, una de 10 y otra de 7 has ubicadas a $26^{\circ}17' 29''\text{N}$ y $108^{\circ}58'15''\text{O}$ y 23 msnm en el ejido Revolución Mexicana, Valle de Carrizo, Sinaloa, México.

5.3.2 Densidad preliminar de larvas de *C. sinaloae*

Las parcelas se cosecharon el 28 de mayo de 2009 y 10 días después se procedió a realizar un muestreo preliminar de suelo, para estimar la densidad poblacional de *C. sinaloae* antes del experimento. Para ello se realizó un diagrama de campo de acuerdo al muestreo sistemático de acuerdo a la metodología propuesta por Morón y Terrón (1988), con ligeras modificaciones y que consistió en dividir cada parcela en rectángulos de 5 m de largo por lo ancho del surco y un metro entre cada rectángulo (Figura 1), y seleccionar 70 de ellos en las dos parcelas, al azar. En cada rectángulo seleccionado, el suelo contenido en un área de 100 x 100 x 30 cm se extrajo y se vertió sobre un plástico negro para revisarlo manualmente y separar larvas, pupas y adultos tenerales, de acuerdo a la metodología propuesta por Aragón (2005) y estimar así la densidad poblacional de *C. sinaloae*.

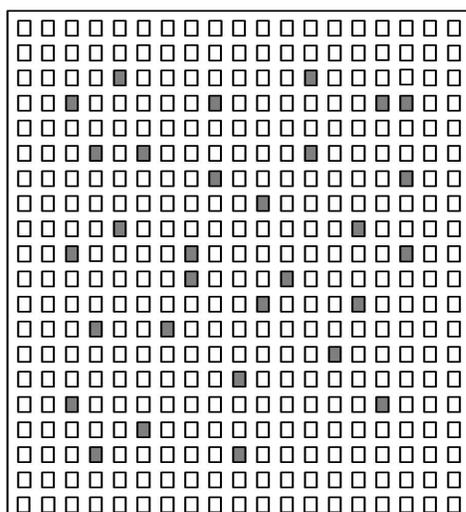


Figura 5.1. Diagrama de campo en donde se ubicaron los sitios de muestreo.

5.3.3 Efecto de barbecho, solarización y aves en la densidad de larvas de *C. sinaloae*

Al término del muestreo preliminar se realizó el barbecho a una profundidad de 30 cm provisto con un arado de cuatro discos. Al paso del arado se recolectaron las larvas, pupas y adultos de *C. sinaloae* muertas por él. Asimismo se realizaron observaciones sobre el número y tipo de aves que volaban detrás del tractor, así como el número de individuos que fueron depredados por estas. De cada ave registrada se tomaron series de fotografías que ayudaron a la determinación de la especie mediante comparación con imágenes expuestas en guías y referencias específicas (National Geographic, 2001; Peterson y Chalif, 1994).

En esas condiciones, las parcelas permanecieron expuestas a la solarización durante 24 horas (8-10 horas diarias durante tres días) y tiempo después del cual se estimó la densidad poblacional de larvas de *C. sinaloae* de acuerdo a la metodología descrita previamente. El material recolectado en ambos muestreos se depositó en frascos transparentes de plástico de 30 mL con su respectiva etiqueta y se fijó en líquido Pampel (Morón y Terrón 1988), para trasladarlo al laboratorio de Entomología de la Universidad Autónoma de Sinaloa, donde se procedió a la identificación, recuento y separación de los individuos vivos/muertos. El material se depositó en la colección de referencia de la misma institución y una copia se encuentra en la colección entomológica del Departamento de Agroecología y Ambiente, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (DAGAM-BUAP).

5.3.4 Análisis de datos

Para determinar el efecto de cada una de las prácticas de control, los registros del número de larvas antes y después del experimento se sometieron a un análisis de varianza para muestras apareadas de acuerdo al procedimiento univariado usando SAS versión 9.1. (SAS, 2004).

5.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cyclocephala sinaloae fue abundante en el área de estudio pues la densidad inicial de larvas, pupas y adultos recolectados en las dos parcelas de maíz mediante muestreos de suelo se estimó en 68,911 individuos por hectárea. Las tres practicas evaluadas (barbecho, solarización y depredación) fueron efectivas para eliminar larvas de *Cyclocephala sinaloae* ($P < 0.0001$). El barbecho causó la mayor mortalidad (34.06%); seguido por las aves (9.98%) y solarización (4.57%) (Cuadro 6.1).

Cuadro 5.1. Mortalidad de larvas de *Cyclocephala sinaloae* (%) ocasionada por barbecho, solarización y aves en el Valle del Carrizo, Sinaloa.

Fuente	Larvas ha ⁻¹ Número/ha	Mortalidad (%)	t value	Pr > t
Densidad inicial	68911			
Barbecho	23470	34.06	8.9	<0.0001
Solarización	3147	4.57	3.73	0.0018
Aves	6882	9.98	6.79	<0.0001
Densidad final	62738			

5.4.1 Efecto de Barbecho

Morón *et al.*, (1998) indican que en parcelas dañadas de caña de azúcar por larvas de *Ph. lalanza* en Tepic, Nayarit, el paso del arado inmediatamente después de la cosecha redujó hasta en 80% de las pupas y adultos tenerales de esta especie, debido a que la mayor parte de las celdas estaban situadas entre los 10-20 cm de profundidad. En este estudio la mortalidad registrada (34.06%) fue inferior a lo reportado por dichos autores, sin embargo, Castro-Ramírez *et al.*, (1999) y Aragón *et al.*, (2001) señalan que la efectividad de dicha práctica depende en gran medida de las condiciones prevalecientes en el suelo, y época en la cual se realiza dicha práctica.

El barbecho del suelo debe realizarse en fechas cercanas a la siembra, época en que los adultos de diversos insectos se encuentran en posibilidad de emerger del suelo, a diferencia de pre-pupas y pupas, sin movilidad y por lo cual son más susceptibles a la acción de los depredadores (aves), desecación por efecto de la temperatura y por la acción contundente de los implementos de cultivo (Aragón *et al.*, 2001). Al respecto, Castro-Ramírez *et al.*, (1999) y Morón *et al.*, (1998) señalan que el barbecho y rastreo de terrenos agrícolas es determinante para eliminar o crear condiciones desfavorables para el establecimiento de plagas rizófagas. Sin embargo, Nájera-Rincón *et al.*, (2010) anotan que debe de tomarse con cautela el uso de dichas prácticas porque estas también provocan alteraciones en la diversidad y abundancia de artrópodos y microbios asociados, no sólo de los insectos considerados como plaga, si no de la fauna benéfica como entomófagos, degradadores de materia orgánica y entomopatógenos.

5.4.2 Efecto de solarización

La exposición del suelo a 24 horas de sol, también afectó adversamente a la población de *C. sinloae* pues causó el 4.57% de mortalidad (68.5% larvas y 31.5% en pupas). Alexander (1980), comenta que la acción benéfica de la solarización se traduce en una eliminación o debilitamiento de los organismos nocivos presentes en el suelo a través del aumento de la temperatura, combinado con la humedad. La mayoría de los microorganismos del suelo son mesófilos (25-30°C). La actividad de las enzimas hidrolíticas en los psicófilos ocurre entre 0 y 15 °C, para los mesófilos entre 20 y 40°C y para los termófilos entre 50 y 70°C (Mayea, 1977). Diversos autores reportan que las temperaturas del suelo bajo condiciones de solarización, se elevan hasta en 10°C aniquilando a los pobladores del suelo (Bohra *et al.*, 1996 y Montealegre *et al.*, 1997).

En México, las referencias bibliográficas respecto al efecto de la solarización en la sobrevivencia de larvas de gallina ciega son escasas y las pocas existentes no han cuantificado adecuadamente el grado de control, sin embargo, Nájera-Rincón *et al.*, (2010) comentan que han observado una reducción en la presencia de larvas de insectos del suelo después de que el suelo se solariza por varios días.

5.4.3 Efecto de depredación por aves

Se registró a las especies *Quiscalus mexicanus* (Icteridae), *Caracara cheriway* (Falconidae) y *Bubulcus ibis ibis* (Ardeidae) como depredadoras de larvas y pupas de *C. sinaloae* y que en conjunto causaron una mortalidad del 9.98%.

Stiles y Skutch, (1989) y Skutch, (1996) anotan que el “zanate”, *Q. mexicanus* (Icteridae), originario de la vertiente del Golfo de México, fue introducido al centro del país en la época del octavo emperador azteca Ahuizotl entre los años 1486 y 1502 (Christensen, 2000) por lo que las poblaciones silvestres de esta especie tienen gran adaptabilidad y tolerancia a las condiciones urbanas, favorecidas por los cambios antropogénicos que ha sufrido el ambiente en las últimas décadas. También comentan que su dieta alimenticia incluye insectos, frutos, granos recién cultivados o en maduración, larvas extraídas del suelo, garrapatas del ganado, lagartijas, peces pequeños y huevos (Skutch, 1996).

La garza ganadera *Bubulcus ibis ibis* es originaria de África y Europa, así como de los trópicos húmedos de Asia desde India y Japón hasta el norte de Australia (Telfair, 1994). Esta especie se reportó en México en 1950 y está registrada en toda la república. Es visitante invernal de Isla Guadalupe en Baja California, así como en Cayo Arenas, Yucatán (Binford, 1989). Gran parte de la expansión de esta especie está relacionada principalmente con el ganado y suelos agrícolas, sabanas, pastizales y manglares. Sick (1993) anota que esta especie se alimenta particularmente de insectos, como saltamontes, arañas, grillos y otros que saltan al paso del ganado cuando este forrajea, o al paso de tractores en campos agrícolas. En ocasiones los grupos de esta especie forrajean por su cuenta en campos agrícolas y se alimentan de lombrices de tierra, escarabajos de la familia Gyrinidae, lagartijas y mamíferos pequeños

El “quelele” *Caracara cheriway* es un ave rapaz y oportunista que se alimenta principalmente de carroña, animales atropellados, ganado y pescados muertos, detritos y frutas. Además, captura algunas presas vivas, incluyendo tortugas, iguanas, culebras, cangrejos, lombrices de tierra, curculiónidos, así como larvas de coleópteros y lepidópteros (Del Hoyo *et al.*, 1994; Dukes, 1996). Se reconocen dos especies vivientes del género *Caracara*; *C. plancus* al sur del Amazonas y *C. cheriway* desde el norte del Amazonas hasta los Estados Unidos. Existía una tercera subespecie reportada en las islas Guadalupe, Baja California, México, pero se extinguió. En los Mochis, Sinaloa a esta especie se le ha

observado posada sobre *Tamarix pentandra* y es considerada un depredador importante de rata de campo (*Sigmodon arizonae*) en cultivos de caña de azúcar (*Saccharum officinalis*) (Quintero-Romanillo *et al.*, 2009).

En la Mixteca, Oaxaqueña, Bravo-Mosqueda (2003) reportan que la acción conjunta de insectos depredadores (Coleoptera: Carabidae) y algunas aves (zopilotes y quebrantahuesos) redujeron las poblaciones de larvas de escarabajos o las gallinas ciegas de 80-100 larvas por m² registradas en agosto y septiembre a 2-3 larvas por m² para noviembre.

En E.U.A. las aves *Dolichonix oryzivorus* (L.), *Corvus brachyrhynchos* (Brehm) y *Sturnus vulgaris* (L.), así como zorrillos y roedores se alimentan de pupas de *Spodoptera frugiperda* (Noctuidae) y pueden causar una mortalidad de 60 a 90% (Capinera, 2005, 2006).

Los adultos de melolóntidos son depredados por una diversidad de especies de mamíferos, aves, reptiles y anfibios, principalmente en los periodos de primavera y verano, cuando se activan grandes concentraciones de escarabajos; sin embargo, no se ha comprobado ninguna especificidad en ellos. Se ha encontrado que pájaros que habitan los bosques templados de México tienen una habilidad especial para consumir el abdomen de estos insectos dejando intacto el resto del cuerpo (Morón, 1986).

Las especies de aves detectadas en este estudio, se pueden agrupar en dos niveles tróficos: *C. cheriway* que se alimenta de carroña y es considerada oportunista, la cual contribuye en sanear el ecosistema, mediante la eliminación de cadáveres acumulados en el monte o en las parcelas agrícolas así, como de los animales enfermos; y a *Q. mexicanus* y *B. ibis ibis* que incluyen en su dieta pequeños insectos demostrando así su función como controladores biológicos de algunas especies que pueden llegar a ser plagas de importancia económica en la agricultura.

A pesar que el área de estudio muestra una gran presión, ejercida por actividades humanas (ganadería y agricultura), la riqueza avifaunística que se presentó indica que estas aves utilizan la vegetación de la selva baja caducifolia presente en el norte de Sinaloa como sitio de reposo, nidificación y alimentación, aumentando su riqueza específica e importancia. Por tal motivo se deben realizar grandes esfuerzos para conservar estas

especies y estudiar en detalle su distribución, abundancia y hábitos alimenticios (Navarro y Benítez, 1993).

El control biológico del complejo gallina ciega es un proceso complicado, ya que implica conocer todos los aspectos biológicos del insecto plaga y sus enemigos naturales, tanto parasitoides como depredadores; así como fundamentar, conocer y predecir el impacto de éstos sobre la población de la especie objetivo en campo (Hernández-Velázquez *et al.*, 2006).

Debido a la versatilidad alimentaria y fenológica de las especies de melolóntidos establecidas en el estado, no es fácil diseñar una alternativa de manejo que incluya variedades resistentes o rotación de cultivos. Con excepción de los entomopatógenos nativos, el control por medio de enemigos naturales sólo sería viable a largo plazo al considerar la recuperación de las poblaciones de parásitos y parasitoides que fueron drásticamente desequilibradas durante los últimos años. Por tanto, los estudios futuros deberán orientarse a buscar enemigos naturales que atacan las especies de gallina ciega en el cultivo de maíz, así como evaluar su efectividad en el control de esta plaga.

5.5 CONCLUSIONES

La mortalidad de *C. sinaloae* en el Valle del Carrizo ocasionada por el barbecho, las aves y la solarización fue del 48.61%, por lo cual es recomendable realizar dichas prácticas inmediatamente después de la cosecha del cultivo de maíz en el Valle del Carrizo, Sinaloa. Se registró a las aves *Quiscalus mexicanus*, *Bubulcus ibis* y *Caracara cheriway* como depredadoras de *C. sinaloae* en el Valle del Carrizo, Sinaloa, donde *Q. mexicanus* fue más abundante.

CONCLUSIONES GENERALES

El conocer las especies de gallina ciega asociadas al maíz, así como sus hábitos alimenticios, ciclos de vida, distribución y la evaluación de sus daños en la región norte de Sinaloa, permitió dirigir el manejo hacia las especies que son dañinas al cultivo para minimizar su impacto y en consecuencia mejorar la rentabilidad del cultivo sin deterioro del ambiente y salud de los productores; así como realizar estudios detallados de la biología de enemigos naturales y demografía de las especies de escarabajos con importancia agrícola que se han registrado con más frecuencia en el país. Otro de los aspectos interesantes de este tipo de estudios va más allá de las listas faunísticas, y se refiere a la detección de las especies endémicas o con distribución geográfica-ecológica muy restringida, con las cuales se puede abordar los campos de la biogeografía y la evolución, por medio de hipótesis sobre los centros de diversificación y los refugios faunísticos. Con la escasa información referente a las especies de escarabajos de Sinaloa, aún no es posible plantear una idea clara sobre los fenómenos que se han desarrollado en su intrincado territorio, como parte de la intensa dinámica biótica que caracteriza a la Zona de Transición Mexicana.

El control cultural (barbecho, solarización) y natural (aves) en el Valle del Carrizo fue eficaz en el control de *C. sinaloae*, por lo que se debe dar seguimiento a este tipo de estudios, debido a que hasta la fecha se han realizado pocos estudios concernientes a la depredación de las plagas del suelo. Sin embargo, sería conveniente integrar las medidas de control microbiano de plagas del suelo a una propuesta de manejo agroecológico del cultivo. Para confirmar la eficacia y las repercusiones de cada tipo de control es necesario dar seguimiento a los muestreos cuando menos durante cinco años, y es altamente recomendable diseñar un programa a largo plazo para monitorear la región en forma anual, con la finalidad de conocer con detalle cuales especies de melolóntidos predominan.

La información generada fortalecerá acciones de transferencia de tecnología, así como la capacitación de productores y técnicos, principalmente en los cultivos de maíz, trigo y caña de azúcar en las distintas regiones del estado.

LITERATURA CITADA

- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. AGT, Editorial S.A., 2da edición. pp. 13-116.
- Alzugaray, R., A. Ribeiro, M.S. Zerbino, E. Morelli, & E. Castiglioni. 1998. Situación de los insectos del suelo en Uruguay, pp: 151-164. *In*: Morón, M. A., y A. Aragón (Eds.). Avances en el Estudio de la Diversidad, Importancia y Manejo de los Coleópteros Edafícolas Americanos. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. Puebla, México.
- Angelina, B. R. 2004. Complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en *Agave tequilana* Weber Var. Azul en Tepatitlán, Jalisco, México. Tesis de Maestría, Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 70 p.
- Aragón, G. A. 2005. Biología, comportamiento e importancia de cinco especies del género *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) en agrosistemas del estado de Puebla. Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. p 117.
- Aragón, G. A. y A. M. Tapia R. 2009. Amaranto orgánico, métodos alternativos para el control de plagas y enfermedades. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Alternativas y Procesos de Participación Social A.C. Puebla, Puebla. 63 p.
- Aragón G., A., y M. A. Morón R. 1998. Evaluación del daño ocasionado por el complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en el estado de Puebla. pp: 143-149. *In*: Morón, M. A., y A. Aragón (Eds.). Avances en el Estudio de la Diversidad, Importancia y Manejo de los Coleópteros Edafícolas Americanos. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. Puebla, México.
- Aragón G., A., y M. A. Morón R. 2000. Los coleópteros Melolonthidae asociados a la rizósfera de la caña de azúcar en Chietla, Puebla, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 108:79-94.

- Aragón, G. A. y M. A. Morón, 2004. Descripción de las larvas de tres especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae) del valle de Puebla, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 46 (3): 295- 306.
- Aragón G., A., M. A. Morón R., A. M. Tapia R., y G. R. Rojas. 1998. Las especies Coleóptera Melolonthidae relacionadas con plantas cultivadas en el estado de Puebla, México. pp: 131-142. *In: Morón, M. A., y A. Aragón (Eds.). Avances en el Estudio de la Diversidad, Importancia y Manejo de los Coleópteros Edafícolas Americanos. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. Puebla, México*
- Aragón, G. A., M. A. Morón; A. M. Tapia y R. Rojas. 2001. Fauna de Coleoptera Melolonthidae en el Rancho “La Joya”, Atlixco, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 83: 143-164.
- Aragón, G. A., C. D. Nochebuena-Trujillo, M. A. Morón R. y J. F. López-Olguín. 2008. Use of fluorescent light traps for management of white grub (Coleoptera: Melolonthidae) in maize (*Zea mays* L.) *Agrociencia*. 42: 217-223.
- Aragón, G. A., M. A. Morón, A. M. Tapia, R., J. F. López-Olguín y B. C. Pérez T. 2003. Especies de gallina ciega en algunos cultivos del estado de Puebla y su control con extractos vegetales. pp. 238-297. *In: Aragón, G. A., M. A. Morón y A. Marín J. (Eds.). Estudios sobre Coleópteros del Suelo de América. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.*
- Aragón, G. A., Pérez-Torres. B. C; M. A. Morón, J. F. López-Olguín y R. A. M. Tapia. 2006. Desarrollo Biológico y Comportamiento de Cinco especies del género *Phyllophaga* (Harris, 1827) (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae). pp. 49-62. *In: Castro-Ramírez, A.C., M. A. Morón y A. Aragón (Eds.). Diversidad, Importancia y Manejo de Escarabajos Edafícolas. Publicación especial de El Colegio de la Frontera Sur, la Fundación PRODUCE Chiapas, A. C. y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.*
- Aragón, G. A., M. A. Morón, J. F. López-Olguín y L. M. Cervantes. 2005. Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). *Acta Zoológica Mexicana. (n.s)* 21 (2): 87- 99.

- Binford, L.C. 1989. A distributional survey of the birds of the Mexican state of Oaxaca. American Ornithologist' Union. 43.
- Blanco C. A. y G. Hernández. 2006. Prediction of masked chafer, *Cyclocephala pasadenae*, capture in light traps using a degree-day model. 6 pp. Journal of Insects Science 6: 36, available online: insectscience.org/6.36.
- Bohra, M., L. Harsh y S. Lodha. 1996. Solar heating for controlling pathogens of jujoba (*Simmondsia chinensis*) in nursery soils". *Indian Journal of Agricultural Sciences* 66 (11): 679-683.
- Borror, D. J., F. Norman y Triplehorn C. 1989. An Introduction to the Study of Insects. Six edition. Saunders Collage Publishing. pp. 370-381.
- Boving, A. 1942. A classification of larvae and adults of the genus *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Memoirs of the Entomological Society Washington*. 2:1-95.
- Bravo-Mosqueda, E. 2003. Gallina ciega, diagnóstico de la situación que guarda en las regiones de la Mixteca y de Valles Centrales de Oaxaca. pp: 269-282. *In*: Aragón, G. A., M. A. Morón y A. Marín, J. (Eds.). *Estudios de Coleópteros del Suelo en América*. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Capinera, J. L. 2005. Feature creatures. Publication EENY-98. Department Entomology & Fitopatology., University of Florida (Disponible en línea en: http://creatures.ifas.ufl.edu/field/fall_armyworm.htm).
- Capinera, 2006. Feature creatures. Publication EENY-395. Department Entomology & Fitopatology., University of Florida (Disponible en línea en: http://creatures.ifas.ufl.edu/field/veg/black_cutworm.htm).
- Castro-Ramírez, A. E., C. Ramírez-Salinas y C. Pacheco-Flores. 2004. Guía ilustrada sobre "gallina ciega" en la región Altos de Chiapas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. 48 p.
- Castro-Ramírez, A. E., J. Cruz-López., C. Ramírez-Salinas y J. Gómez. 1999. Cambio de prácticas agrícolas y biodiversidad en el cultivo de maíz en la región Altos de

- Chiapas. Memorias del Seminario Internacional sobre Agrodiversidad Campesina. México. pp. 47-53.
- Castro-Ramírez, A. E., H. Delfín G., V. Parra T. y M. A. Morón, 2005. Fauna de Melolonthidos (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al maíz (*Zea mays*) en Los Altos de Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 44 (3): 339-365.
- Castro-Ramírez, A. E., J. A. Cruz-López., H. Perales R., C. Ramírez-Salinas, y Hernández L. 2001. Composta y rizofagia de cuatro especies de *Phyllophaga* bajo invernadero. *In*. Memoria (CD) V Reunión Latinoamericana de Scarabaeidologia. Quito, Ecuador. 8 p.
- Christensen, A. F. 2000. The Fifteenth -and Twentieth- Century Colonization of the Basin of Mexico by the Great-tailed Grackle (*Quiscalus mexicanus*). *Global Ecology and Biogeography*. 9: 415-420.
- Crocker, R. L. 1988. Control químico de “gallinas ciegas” (Coleoptera: Scarabaeidae) en zacates ornamentales. Memoria de la tercera mesa redonda sobre plagas del suelo (Centro de convenciones de Morelia, Michoacán, México. 3: 103-114.
- Deacon J. W. 1998. Profiles of microorganisms. Biological control: *Bacillus popilliae*. University of Edinburg. <http://helioss.bto.ed.ac.uk/micobes.control.htm>.
- Del Hoyo, J., Elliot, A. y Sargatal, J. 1992. Handbook of the birds of the world. Vol. 1. Ostrich to Ducks. Lynx Ediciones. Barcelona, España.
- Deloya, C. 1987. Observaciones acerca de la depredación de *Apiomerus venosus* y *A. pictipes* (Hemiptera: Reduviidae) sobre coleópteros lamelicornios adultos. *Folia Entomológica Mexicana*. 71: 65-66.
- Deloya, C. 1998. *Cyclocephala lunulata* Burmeister, 1847 (Coleoptera: Melolonthidae, Dynastinae) asociada al cultivo de maíz (*Zea mays*) en Pueblo Nuevo, Morelos, México. pp: 121-130. *In*: Morón, M. A. y A. Aragón (Eds.). Avances en el Estudio de la Diversidad, Importancia y Manejo de los Coleópteros Edafícolas Americanos. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. Puebla, México.
- Deloya, C. y B. C. Ratcliffe. 1988. Las especies de *Cotinis* Burmeister en México (Coleoptera: Melolonthidae: Cetoniinae). *Acta Zoológica Mexicana* (N.S.) 28: 1-52.

- Díaz M., M., M. B. Nájera R., R. Ledesma., O. Rebolledo D., H. E. Flores L., y J. A. Martínez S. 2006. Especies de gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) y su asociación con factores agroclimáticos y de manejo del maíz en los altos de Jalisco, México. *Fitosanidad* 10 (3):209-215.
- Dirzo, R. 1986. *Insecto plantas*. SEP. México. 78 pp.
- Dukes, G. E. 1996. Digestão nas aves. *In*: Swenson, M. J. & Reece, W. O. (eds). *Dukes fisiologia dos animais domésticos*. Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 390-397.
- García-López, O. 2004. Evaluación del daño a las raíces de leguminosas y solanáceas por gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae). Tesis Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Instituto tecnológico de Comitán. Comitán de Domínguez, Chiapas, México. 102 p.
- García-Martell, C. 1974. Primer catálogo de insectos fitófagos de México. *Fitófilo (SAG)* 69: 175 pp.
- Gómez, B., A. Castro-Ramírez., C. Junghans., L. Ruíz y F. J. Villalobos. 2000. Ethnoecology of white grubs (Coleoptera: Melolonthidae) en una localidad de los Altos de Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. (n.s) 78: 173-177.
- Hanson, P. 1996. Control biológico de *Phyllophaga*: Depredadores y parasitoides. pp. 74-79. *In*: Shannon P. y M. Carballo (Eds.). *Biología y control de Phyllophaga sp.* CATIE, PRIAG. Turrialba, Costa Rica.
- Hernández-Velázquez, V. M., C. Méndez-Morales., F. J. Villalobos., L. L. García y E. Sánchez-Salinas. 2006. Enemigos naturales de gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en Agroecosistemas de maíz en el estado de Morelos. pp. 221-230. *In*: Castro-Ramírez, A.C., M. A. Morón y A. Aragón (Eds.). *Diversidad, Importancia y Manejo de Escarabajos Edafícolas*. Publicación especial de El Colegio de la Frontera Sur, la Fundación PRODUCE Chiapas, A. C. y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Hidalgo, E., L. Flores y P.S. Shannon. 1996. El género *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica y avances en el desarrollo de agentes microbianos para su control. *In*: IX Congreso Nacional Agronómico. pp. 101-106.
- Hidalgo, E. 2001. Uso de Microorganismos para el control de *Phyllophaga sp.* Hoja técnica N° 37. *Revista Manejo Integrado de Plagas*. CATIE. 60.

- López-Olguín, J. F. y A. Aragón G. 1989. Efecto de plagas de la raíz, follaje y complejo sobre el rendimiento de maíz criollo blanco en la comunidad de Amatlán, Sierra Norte de Puebla. Ciclo de temporal de 1987. Memorias del XXIV Congreso Nacional de Entomología, Sociedad Mexicana de Entomología. Oaxtepec, Morelos. pp. 149-150.
- López-Vieyra, M., y L. E. Rivera-Cervantes. 1998. Abundancia estacional de los coleópteros Melolonthidae) asociados a un bosque mesófilo de montaña en la estación científica las Joyas, sierra de Manantlan, Jalisco, México. pp: 61-70. *In*: Morón, M. A., y A. Aragón (Eds.). Avances en el Estudio de la Diversidad, Importancia y Manejo de los Coleópteros Edafícolas Americanos. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. Puebla, México.
- McVaugh, R. 1984. Flora Novo-Galiciana: A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western México. Volume 12: Compositae. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- McVaugh, R. 1987. Flora Novo-Galiciana: A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western México. Volume 5: Leguminosae. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Magallanes, C. R. 1988. Enfoque a la investigación sobre problemática por gusano de la raíz del maíz *Diabrotica virgifera zea* K. yS. (Coleoptera: Chrysomelidae) en Guanajuato. pp: 147-165. Memoria de la Tercera Mesa Redonda de Plagas del Suelo. Morón, M. A. y C. Deloya (Eds.). Morelia, Michoacán, México.
- Magaña-Cuevas, B., y L. E. Rivera-Cervantes. 1998. Abundancia Estacional de los Coleópteros Nocturnos de la Familia Melolonthidae (Insecta: Lamellicornia), asociados a un bosque de pino-encino en el Municipio de Atenguillo, Jalisco, México. pp: 51-60. *In*: Morón, M. A. y A. Aragón (Eds.). Avances en el Estudio de la Diversidad, Importancia y Manejo de los Coleópteros Edafícolas Americanos. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. Puebla, México.
- Marín, J. A. y M. R. Bujanos. 2003. El complejo “gallina ciega” (Coleóptera: Melolonthidae) asociado al maíz de temporal en Guanajuato, México. pp. 79-95. *In*: Aragón, G. A., M. A. Morón y A. Marín, J. (Eds.). Estudios de Coleópteros del Suelo

- en América. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Martínez-Virué, A. 2000. Cambios en la calidad química de la lombricomposta de pulpa de café ingerida por *Paragymnetis flavomarginata sallei* (Schaum, 1849), Coleoptera: Melolonthidae. Tesis de licenciatura, Químico Farmacéutico Biólogo. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. 102 p.
- Méndez, P. C. G. 2003. Efecto del complejo “gallina ciega” (Coleoptera Melolonthidae) en maíz en Aguatenango, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 133 p.
- Méndez-Aguilar M. J.; A. E. Castro-Ramírez; R. Alvarado; C. Pacheco y C. Ramírez-Salinas. 2005. Eficacia de dos tipos de recolecta para registrar la diversidad de Melolontidos Nocturnos (Coleoptera: Scarabaeoidea). Acta Zoológica Mexicana. (n. s) 21 (3): 109-124.
- Merchant, M., S. Biles y D. Mott. 2004. White grubs in Texas turfgrass. Texas Cooperative Extension. The Texas A & M University System.
- Montealegre, J.R., B. Defilippi, y J.L. Henríquez. 1997. Uso de la solarización y de bromuro de metilo en el control de *Fusarium oxysporum f. sp. fragariae* en un suelo con monocultivo de frutillas. Fitopatología 32:18-31.
- Morón, M. A. 1983. Introducción a la biosistemática y ecología de los Coleópteros Melolonthidae edafícolas de México. In: II Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo. C1-C14.
- Morón, M. A. 1984. Escarabajos. 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología. Pub. 14. México. 132 pp.
- Morón M., A. 1986. El género *Phyllophaga* en México. Morfología, Distribución y Sistemática supraespecífica (Insecta: Coleóptera). Publicación 20. Instituto de Ecología. 344 p.
- Morón, M. A. 1994. Aspectos biológicos sobre Scarabaeidae (sensu lato) (Insecta: Coleóptera). Pp. 151-158. In: Memorias XXI Congreso Sociedad de Entomología, Medellín, SOCOLEN, Colombia.

- Morón, M. A. 1995. Insecta, Coleoptera, familia Melolonthidae. *In*: Catálogo de las plagas agrícolas de México. Sociedad Mexicana de Entomología, IICA, Dirección General de Sanidad Vegetal, SARH, México.
- Morón, M. A. 1997. White grubs (Coleoptera: Melolonthidae: *Phyllophaga* Harris) in México and Central América. A brief review. Trends in Entomology. Vol. 1. 117-128 p.
- Morón, M. A. 1997b. Notas sobre *Cyclocephala* Latreille (Coleóptera: Melolonthidae, Dynastinae) asociadas con *Xanthosoma* Schott (Araceae) en Chiapas, México. Giornale italiano di Entomología, 8: 399-407.
- Morón, M. A. 1997c. Notas sobre coleópteros lamellicornios depredados por pájaros de la Familia Laniidae. Dugesiana 4: 69-72.
- Morón, M. A. 1999. Coleóptera Melolonthidae. *In*: Deloya, C. y J. Valenzuela (Eds.) Catálogo de Insectos y Ácaros Plaga de los Cultivos Agrícolas de México. Sociedad Mexicana de Entomología. Xalapa, Veracruz, México. pp. 41-59.
- Morón, M.A. 2000. Twelve new species of *Phyllophaga* subgenus *Phytalus* (Coleoptera: Melolonthidae, Melolonthinae) from eastern and southern Mexico. Journal Kansas Entomol. Soc., 73 (1): 35-60
- Morón M. A. 2001. Larvas de escarabajos del suelo (Coleoptera: Melolonthidae). *In*: C. Fragoso-Barois (Eds.). Biodiversidad de los organismos del suelo en México. Número especial de Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) Xalapa, México. 67 p.
- Morón M., A. 2003a. Diversidad, distribución e importancia de las especies de *Phyllophaga* Harris en México (Coleoptera: Melolonthidae). pp: 1-27. *In*: Aragón, A., M. A. Morón, y A. Marín J. (Eds.). Estudios sobre Coleópteros del Suelo en América. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
- Morón M., A. 2003b. Atlas de los Escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol. 2. Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania editio. Barcelona. 227 p.

- Morón, M. A. 2004. Revision of the *cavata* group of *Phyllophaga* (*Listrochelus*) Blanchard (Coleoptera: Melolonthidae). *Annals of the Entomological Society of America* 97(1): 77-96.
- Morón, M. A. 2010. Diversidad y distribución del complejo gallina ciega (Coleoptera: Scarabaeoidea). pp. 41-64. *In*: Rodríguez del Bosque L. A y M. A. Morón. Plagas del Suelo.
- Morón M., A., y R. A. Terrón S. 1988. Entomología Práctica: Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, médica, forestal y ecológica de México. Publicación 22. Instituto de Ecología, México. 504 p.
- Morón, M.A. y A. Aragón, G. 2003. Importancia ecológica de las especies americanas de Coleoptera Scarabaeoidea. *Dugesiana*, 10(1): 13–29.
- Morón M., A., B. C. Ratcliffe, y C. Deloya. 1997. Atlas de los Escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol. I Familia Melolonthidae. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Sociedad Mexicana de Entomología, México, D.F. 280 p.
- Morón, M. A., S. Hernández-Rodríguez y A. Ramírez. 1996. El complejo de “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas con la caña de azúcar en Tepic, Nayarit México. *Folia Entomológica Mexicana*. 98:1-44.
- Morón, M. A., S. Hernández R. y A. Ramírez-Campos. 2001. La “gallina ciega” en el Ingenio de Puga, Nayarit. Ingenio de Puga S. A. IPSA. Tepic, Nayarit, México. 70 p.
- Morón M., A., C. Deloya., S. Hernández-Rodríguez, y A. Ramírez-Campos. 1998. Fauna de Coleoptera Lamellicornia de la región de Tepic, Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s) 75: 73-116.
- Moya, R. G. 1993. Plagas subterráneas del maíz (*Zea mays* L.) cultivo bajo agricultura de montaña. pp. 105-112. *In*: M. A. Morón. Diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas. Publicación especial de la Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz, México.
- Nájera-Rincón, M. B. 1993. Coleópteros rizófagos asociados al maíz de temporal en el Centro del Estado de Jalisco, México. pp. 143-154. *In*: M. A. Morón. Diversidad y

- manejo de plagas subterráneas, Publicación especial de la Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología, Jalapa, México.
- Nájera-Rincón, M. B. 1998. Diversidad y abundancia del Complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) en agroecosistemas de maíz en la región templada de Michoacán, México. pp: 96-106. *In*: Morón, M. A., y A. Aragón (Eds.). Avances en el Estudio de la Diversidad, Importancia y Manejo de los Coleópteros Edafícolas Americanos. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. Puebla, México.
- Nájera-Rincón, M. B. 2005. Fungal production for pest control in small communities of Mexico. Abstracts First German/New Zealand Workshop on Microbial Bioproduction. Canterbury Agriculture and Science Centre. Lincoln, New Zealand. pp. 43-44
- Nájera-Rincón, M. B., A. Castro-Ramírez y A. Aragón-García. 2010. Prácticas culturales y físicas. pp. 149-168. *In*: Rodríguez del Bosque L. A y M. A. Morón. Plagas del Suelo.
- Nájera-Rincón, M. B., T. A. Jackson y J. D. López Mora. 2006. Hongos entomopatógenos para el control de *Phyllophaga vetula* (Horn) (Coleoptera: Melolonthidae) en cultivos de maíz en Zacapu, Michoacán, México. pp. 241-262. *In*: Castro-Ramírez, A. C., M. A. Morón y A. Aragón (Eds.). Diversidad, Importancia y manejo de escarabajos edafícolas. Publicación Especial El Colegio de la Frontera Sur, la Fundación Produce Chiapas, A.C. y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Nájera-Rincón, M. B., A. Jackson T., y J. D. López M. 2003. Especies de “gallina ciega” (Coleoptera Melolonthidae) asociadas al cultivo de maíz en tres localidades de la ciénaga de Zacapu, Michoacán México. pp: 215-230. *In*: Aragón, A., M. A. Morón, y A. Marín, J. (Eds.). Estudios sobre Coleópteros del Suelo en América. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Nathional Geographic. 2001. Birds of North America. Nathional Geographic society. 480 p.
- Navarro, A. G. y H. Benítez. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. Ciencias 7:45-53.
- Pacheco-Flores C. y A. E. Castro-Ramírez. 2005. Primer registro de *Phyllophaga* (Phytalus) *rufotestacea* (Moser, 1918) (Coleoptera: Scarabaeoidea) para México y Chiapas. Nota científica. Acta Zoológica Mexicana (n.s) 21 (2): 157- 158.

- Pacheco- Flores C.; A. E. Castro-Ramírez; M. A. Pinkus R. y C. Ramírez- Salinas. 2006. *Acanthepeira stellata* (Walckenaer, 1805) (Araneae: Araneidae), enemigo natural de especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) en Chiapas, México. Nota científica. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s) 22 (3): 151- 152.
- Pacheco- Flores, C., Castro-Ramírez A. E., Morón, M. A. & Gómez y Gómez B. 2008. Fauna de Escarabajos Melolonthidos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en el Municipio de Villa flores, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. (n.s) 24(1) 139-168.
- Palacios-Ríos, M., V. Rico-Gray & E. Fuentes. 1990. Inventario preliminar de los Coleoptera Lamellicornia de la zona de Yaxchilán, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana* 78:49-60.
- Pardo-Locarno, L. C., M. A. Morón., Gaigl, A. y A. C. Belloti. 2003. Los complejos regionales de Melolonthidae (Coleoptera) rizófagos en Colombia. pp. 45-63. *In*; Aragón, G. A., M. A. Morón y A. Marín J. (Eds.). Estudios sobre coleópteros del suelo en América. 2003. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Peraza-Medina, S., y J. Macías-Cervantes. 2000. Plagas del cultivo del maíz en el Norte de Sinaloa. <http://www.agronet.com.mx/cgi/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=4&Type=A&atemin=2000-12-01%2000:00:00&Datemax=2000-12-1%2023:59:59>. (Consultado marzo de 2008).
- Pérez-Agis, S. E., M. A. Morón R., M. B. Nájera R., E. López B., y M. Vázquez G. 2008. Análisis de diversidad del complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en dos sistemas de producción tradicional de maíz en la región Purhépecha, Michoacán. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 24 (1): 221-235.
- Pérez-Domínguez J. F., M. B. Nájera-Rincón y R. Álvarez-Zagoya. 2010. Plagas del Suelo en Jalisco. pp: 251-261. *In*: Rodríguez del Bosque L. A y M. A. Morón. Plagas del Suelo.
- Peterson T. R. y E. Chalif. 1994. Aves de México, guía de campo. Primera edición. Editorial Diana. México, D. F. 473 p.
- Quintero-Romanillo, A. L., R. C. Barreras-Fitch., J. A. Orozco-Gerardo y G. Rangel-Cota. 2009. Determinación de especies de aves rapaces, en el área de abastecimiento de

- caña de azúcar (*Sacharum officinarum*) de la compañía azucarera de los Mochis, S. A. de C. V., susceptibles de ser utilizadas como control biológico en el manejo integrado de plagas. Ra Ximhai. Vol. 5. Número 2. pp. 239-245.
- Ramírez-Salinas, C. y A. E. Castro-Ramírez. 2000. El complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) en el cultivo de maíz en el Madronal, municipio de Amatenango del Valle de Chiapas, México. (n.s) Acta Zoológica Mexicana. 79: 17-41.
- Ramírez-Salinas, C. y A. E. Castro-Ramírez, 2006. Ciclo de Vida de Dos especie Rizófagas de “Gallina Ciega” (Coleoptera Melolonthidae) en los Altos de Chiapas. pp. 37-48. *In*: Castro-Ramírez, A.C., M. A. Morón y A. Aragón (Eds.). Diversidad, Importancia y Manejo de Escarabajos Edafícolas. Publicación especial de El Colegio de la Frontera Sur, la Fundación PRODUCE Chiapas, A. C. y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Ramírez-Salinas, C., M. A Morón y A. Castro-Ramírez. 2000. Descripción de los estados inmaduros de seis especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae, Melolonthinae) de la región Altos de Chiapas, México. Folia Entomológica Mexicana. 109:73-106.
- Ramírez-Salinas, C., Castro- Ramírez A.E. y Morón M.A. 2001. Descripción de la larva y pupa de *Euphoria basalis* (Gory & Percheron, 1833) (Coleóptera: Melolonthidae: Cetoniinae) con observaciones sobre su biología. Acta Zoológica Mexicana (n.s) 083:73-82.
- Ritcher, P. O. 1958. Biology of Scarabaeidae. Annual Review Entomology. 3:311-334.
- Ritcher, P. O. 1966. White grubs and their allies: a study of North American scarabaeoid larvae. Studies in Entomology No. 4, Oregon State University Press, Corvallis. 219 p.
- Rodríguez, D. A. 1997. Biología y manejo de chisas. Boletín de Sanidad Vegetal 21. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Produmedios. Santafé de Bogotá, DC, Colombia. 31p.
- Rodríguez del Bosque L. A. 1980. Las plagas del suelo en el Norte de Tamaulipas. Memorias del VIII Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. pp. 29-38.

- Rodríguez del Bosque L. A. 1983. Aplicación de furadán a la semilla de maíz, bajo infestaciones artificiales de *Ph. crinita* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeoidea). Resúmenes del XVII Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. Tapachula, Chiapas, México. p. 90.
- Rodríguez del Bosque L. A. 1988. *Phyllophaga crinita* Burmeister (Coleoptera: Melolonthidae): Historia de una plaga del suelo (1855-1988). Tercera Mesa Redonda sobre plagas del suelo. Sociedad Mexicana de Entomología. Morelia, Michoacán, México. pp. 53-79.
- Rodríguez del Bosque, L. A. 2003. Estrategias de *Phyllophaga crinita* y *Anomala flavipennis* (Coleoptera: Scarabaeidae) para coexistir en Agroecosistemas del noroeste de México. Un modelo conceptual. pp. 167-177. In: Aragón, G. A., M. A. Morón, y A. Marín J. (Eds.). Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Ruíz, V. J. S., S. Girón, P. y T. Aquino-Bolaños. 2006. Umbrales económicos para el uso de entomopatógenos en el control de gallinas ciegas (*Phyllophaga vetula* Horn). pp: 263-274. In: Castro-Ramírez, A. C., M. A. Morón y A. Aragón (Eds.). Diversidad, Importancia y Manejo de Escarabajos Edafícolas. Publicación especial de El Colegio de la Frontera Sur, la Fundación PRODUCE Chiapas, A. C. y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
- SAS Institute. 2004. SAS/Stat® 9.1. User's Guide. SAS Institute INC. Cary, N. C. 5121p.
- Selman, H. L. 1998. Department of Entomology and Nematology, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. White Grub Biology and Management al <http://creatures.ifas.ufl.edu>
- Shreve, F., and . L. Wiggins. 1964. Vegetation and Flora of the Sonoran Desert, Vol. I y II. Stanford University Press, Stanford, CA.
- SIACON-SIAP, 2006. Importancia del Maíz en el Sector Agropecuario. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. 20 p.
- Sick, H. 1993. Birds in Brazil: a natural history. Princeton University Press. Princeton, NJ.

- Skutch, A. F. 1996. Orioles, blackbirds and their kin: a natural history. *Univ. of Arizona Press*, Tucson, AZ.
- Steffey, K., Megan, D. P. y Glogoza M. J. W. 2002. The concern for the white foods takes. Bulletin of development of the management and the crop of the parasite. Entomology Department. University of Illinois. U.S.A.
- Stiles, D. y A.F. Skutch. 1989. A guide to the birds of Costa Rica. Cornell University. Ithaca, Nueva York. 511 p.
- Telfair R.C. II. 1994. Cattle egret (*Bubulcus ibis*). In: The birds of North America, No. 113 (A. Poole and F. Gill, Eds.). The Academy of Natural Sciences, Washington, D.C.
- Toledo, M. 2002. Uso de barreras físicas para evitar la oviposición de gallina ciega (*Phyllophaga spp.*) en fresa. *Agronomía Mesoamericana*. 13: 55-58.
- Toledo, J. y F. Infante. 2008. Manejo integrado de plagas. Ed. Trillas, México. 326 p.
- Uriás-López, M. 1993. Distribución de plagas rizófagas del maíz de temporal en el estado de Nayarit. pp: 163-174. In: Morón, M. A. (Eds.). *Diversidad y Manejo de Pagas Subterráneas*. Publicación especial de la Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología, Jalapa, México.
- Vaurie, P. 1958. A revision of the genus *Diplotaxis* (Col. Scarab. Melolonthinae). Part I. *Bulletin of the American Museum Natural Histoty*. 115(5): 267-396.
- Vaurie, P. 1960. A revision of the genus *Diplotaxis* (Col. Scarab. Melolonthinae). Part II. *Bulletin of the American Museum Natural Histoty*. 120 (2): 161-434.
- Vásquez, G. M., R. Torres., K. H. Ibarra y S. Quiñones. 2004. Control de “gallina ciega” (*Phyllophaga sp.*) con Clorpirifos y Carbofuran en maíz. *Entomología Mexicana*. 3: 550-554.
- Velázquez-López, O. E., C. Ramírez-Salinas., A. Castro-Ramírez y A. Flores-Ricárdez. 2006. Aislamiento y evaluación de cepas nativas del hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin de gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en los Altos de Chiapas. pp: 231-240 In: Castro-Ramírez, A. C., M. A. Morón y A. Aragón (Eds.). *Diversidad, Importancia y manejo de escarabajos edafícolas*. Publicación Especial El Colegio de la Frontera Sur, la Fundación Produce Chiapas, A.C. y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

- Villalobos, F. J. 1999. The sustainable management of white grubs (Coleoptera: Melolonthidae) pest of corn in “El Cielo” biosphere reserve, Tamaulipas, México. *Journal of Sustainable Agriculture*, 14: 5-29.
- Villalobos-Hernández F. J. y M. E. Núñez-Valdez. 2010. Manejo Sustentable. pp. 215-236. *In: Rodríguez del Bosque L. A y M. A. Morón. Plagas del Suelo.*