



00343 1
2er.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**" ESTUDIO DE LOS COLEOPTEROS MELOLONTIDOS ASOCIADOS
A LA RIZOSFERA DE LA CAÑA DE AZUCAR, DE
LA ZONA DE ATENCINGO, PUEBLA "**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

(*BIOCOLOGIA ANIMAL*)

P R E S E N T A

AGUSTIN ARAGON GARCIA

DIRECTOR DE LA TESIS
Dr. MIGUEL ANGEL MORON RIOS

MEXICO, D.F.

SEPTIEMBRE 1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Esta investigación forma parte del proyecto "Estudio de los Coleópteros Asociados con la Rizosfera de las Gramíneas Cultivadas en México", apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través de los convenios P228CCOX891679 y D111-903510.

DEDICATORIA

A mi madre:

MICALINA GARCIA SOLIS

A mi compañera de siempre:

JUANITA

A mis adorados hijos:

AGUSTIN

MIGUEL

JAZMIN

A mis hermanos:

TERESA

GORGONIO

CATALINA

FELIX

CIRA

JAVIER

**Esta tesis se realizó con la acertada asesoría del
Dr. MIGUEL ANGEL MORON RIOS**
a quien agradezco profundamente su valiosa
orientación, consejos y el apoyo que me
brindo en la realización de la misma

AGRADECIMIENTOS

**Al Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas del
Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**

**A los productores del ejido Escape de Lagunillas Puebla
por las facilidades otorgadas en la realización del trabajo de campo**

**A la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones
de Educación Superior (ANUIES)**

**Mi más profundo agradecimiento a los
miembros de la Comisión de Sinodales por
las sugerencias y aportaciones al trabajo**

Dr. MIGUEL ANGEL MORON RIOS

Dr. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO

M. en C. ENRIQUE GONZALEZ SORIANO

Dra. NORA ELIZABETH GALINDO MIRANDA

Dr. RODOLFO NOVELO GUTIERREZ

Dr. JOAQUIN BUENO SORIA

Dr. MANUEL BALCAZAR LARA

CONTENIDO

	PAG.
I. INTRODUCCION.	1
II. OBJETIVOS.	3
III. ANTECEDENTES.	4
III. a. Historia de la caña de azúcar en México.	4
III. b. Importancia del cultivo de la caña de azúcar.	4
III. c. Importancia de las plagas.	5
III. d. Componentes de la rizosfera y sus relaciones ecológicas.	9
III. e. Principales coleópteros que atacan a la raíz de la caña de azúcar.	10
III. e. 1. "Gallina ciega" o "nixticuil".	10
III. e. 2. "Gusano de alambre".	12
III. f. Enemigos naturales de los coleópteros que dañan a la raíz de la caña de azúcar.	13
III. f. 1. Los depredadores.	13
III. f. 2. Los parasitoides.	14
III. g. La importancia del manejo del cultivo en la composición de la fauna del suelo.	14
III. h. Características de la caña de azúcar y los cultivos rotatorios.	17
III. h. 1. Características de las variedades de caña de azúcar de la zona de influencia del campo experimental de Izúcar de Matamoros, Puebla.	17
III. h. 2. Variedades de arroz cultivadas en la zona cañera de Atencingo.	18
III. h. 3. Variedades de maíz cultivadas en la zona cañera de Atencingo.	19
III. h. 4. Calendario de rotación de cultivos.	19
IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.	21
IV. a. Factores climáticos.	23
V. METODOS.	26
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.	30
VI. a. Características del suelo.	30
VI. a. 1. Tipo de suelo.	30
VI. a. 2. Capacidad para retener humedad.	30
VI. a. 3. Uso de agroquímicos en la parcela de estudio.	30
VI. b. Diversidad de especies encontradas en la rizosfera de la caña de azúcar.	31
VI. b. 1. Diagnósis de <i>Cyclocephala lumulata</i> Buermeister, 1847.	33
VI. b. 2. Diagnósis de <i>Phyllophaga brevidens</i> (Bates, 1888)	36
VI. c. Reconstrucción del Ciclo de vida y descripción de hábitos observados en los melolóntidos predominantes.	40

VI. c. 1. Ciclo vital de <i>Cyclocephala humulata</i> Burmeister, 1847.	40
VI. c. 2. Ciclo vital de <i>Phyllophaga brevidens</i> (Bates, 1888).	40
VI. c. 3. Biología observada en las especies de Melolonthidae.	43
VI. d. Densidad y distribución de larvas.	45
VI. e. Fluctuación poblacional.	47
VII. CONCLUSIONES	54
VIII. LITERATURA CITADA.	55

INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y GRAFICAS

Cuadro 1 Coleópteros que dañan a la raíz de la caña de azúcar en México.	9
Cuadro 2 Especies colectadas en la rizosfera de la caña de azúcar, Lagunillas, Pue.	33
Cuadro 3 Estado de desarrollo de <i>C. lumulata</i> obtenidos en las muestras de suelo con caña de azúcar durante el período de agosto de 1991 a octubre de 1992 en Lagunillas, Puebla.	42
Cuadro 4 Estado de desarrollo de <i>Ph. brevidens</i> obtenidos en las muestras de suelo con caña de azúcar durante el período de agosto de 1991 a octubre de 1992 en Lagunillas, Pue.	43
Figura 1 Localización geográfica de la zona cañera de Atencingo, Puebla .	21
Figura 2 Parcela de estudio en donde se ubican los sitios de muestreo.	28
Figura 3 Adulto de <i>Cyclocephala lumulata</i> .	35
Figura 4 Adulto de <i>Phyllophaga brevidens</i> .	37
Figura 5 Larva de tercer estadio de <i>Phyllophaga brevidens</i> .	38
Figura 6 Vista ventral del último segmento abdominal de las larvas de tercer estadio de <i>Cyclocephala lumulata</i> .	39
Figura 7 Vista ventral del último segmento abdominal de las larvas de tercer estadio de <i>Phyllophaga brevidens</i> .	39
Figura 8 Diagrama de campo donde se presenta la distribución de las larvas de melolóntidos colectados en los meses de octubre a febrero en Lagunillas, Puebla.	46
Gráfica 1 Temperatura promedio durante los años 91, 92 y 93, tomados de la estación climatológica del IMPA.	24
Gráfica 2 Precipitación promedio durante los años 91, 92 y 93, tomados de la estación climatológica del IMPA.	25
Gráfica 3 Fluctuación poblacional de las especies de Melolonthidae colectados en la rizosfera de la caña de azúcar, durante los meses de agosto de 1991 a octubre de 1992, en Lagunillas, Puebla.	48
Gráfica 4 Fluctuación poblacional de <i>Cyclocephala lumulata</i> colectados en la rizosfera de la caña de azúcar durante los meses de agosto de 1991 a octubre de 1992, en Lagunillas, Puebla.	50
Gráfica 5 Fluctuación poblacional de <i>Phyllophaga brevidens</i> colectados en la rizosfera de la caña de azúcar durante el periodo de agosto de 1991 a octubre de 1992, en Lagunillas, Puebla.	51

RESUMEN

El cultivo de la caña de azúcar ocupa uno de los primeros lugares en importancia económica en México. En el estado de Puebla, se mantiene en una superficie superior a las 13 100 hectáreas de riego dedicadas a este cultivo, el producto obtenido de la caña de azúcar está considerado dentro del sistema alimentario mexicano, razón por la cual es importante realizar estudios encaminados a incrementar la producción de este cultivo. Dentro de los factores que limitan los rendimientos de la cosecha de caña de azúcar y sobre los cuales el hombre puede influir, se encuentran las plagas agrícolas.

Entre los insectos que dañan al cultivo de caña de azúcar destacan los que se alimentan del sistema radicular, dañando tanto la raíz como las yemas en proceso de germinación. Si los daños son severos se pueden obtener pérdidas que van desde 10 hasta 70%. De los insectos que más dañan la raíz de la caña de azúcar son los pertenecientes al género *Phyllophaga*, en donde existen al menos 12 especies entre las que sobresalen *Ph. ravidata*, *Ph. dentex* y *Ph. lalanza*. En la zona cañera del ingenio Atencingo, en el estado de Puebla, se desconoce cuáles especies de “gallina ciega” están asociadas con el cultivo de caña, por este motivo, se planteó el presente trabajo que tiene los siguientes objetivos: lograr la identificación específica de las larvas y adultos de los coleópteros melolontidos asociados con la rizosfera de la caña de azúcar en la zona del ingenio de Atencingo, Puebla y determinar la fenología y la densidad poblacional relativa de las especies dominantes o más frecuentes en las muestras durante el desarrollo vegetativo del cultivo de la caña de azúcar.

En la zona de estudio se seleccionó una parcela que fuera representativa de las que existen en el área, en relación con las condiciones agroecológicas y de tecnología agrícola que se utilizan. Por otro lado, la parcela cumplió con las condiciones de rotación de cultivo que normalmente se practican en la región (caña de azúcar-arroz-maíz-caña de azúcar). En la parcela seleccionada se realizaron muestreos mensuales, en cuatro transectos de 80 m de longitud separados 20 m entre sí. A lo largo de cada línea, se distribuyeron cuatro puntos separados 20 m entre sí, de donde se extrajó

un cubo de suelo de 30 cm por lado, que se desmenuzó cuidadosamente sobre una pieza de plástico obteniéndose todos los estados de vida de los coleópteros presentes.

Los estados inmaduros que se encontraron se depositaron en recipientes de plástico debidamente etiquetados y se trasladaron al laboratorio, donde se siguió su desarrollo hasta obtener los adultos. Los adultos hallados se sacrificaron con líquido de Pampel depositándose en frascos de plástico debidamente etiquetados. Los muestreos se realizaron mensualmente iniciándose en agosto de 1991 y concluyeron tres meses después del primer corte, siendo éste en agosto de 1992. La información básica que se recopiló durante el desarrollo del trabajo fue: tipo de textura del suelo, humedad y profundidad del mismo, número de larvas por muestra, ubicación espacial de la larva con respecto a la raíz y profundidad para efectuar la pupación.

La especie dominante en todos los muestreos fue *Cyclocephala lunulata* Burm., cuyas larvas alcanzaron densidades hasta de 36 individuos por muestra, mientras que las larvas de *Phyllophaga brevidens* (Bates) no superaron los 11 ejemplares por muestra. Se confirmó la duración anual del ciclo vital de ambas especies. Las larvas se desarrollan entre agosto y febrero; las pupas se forman entre marzo y abril y los adultos inmaduros aparecen en mayo y junio. Las larvas se encontraron entre 5 y 25 cm de profundidad y a una distancia de 2 a 20 cm del tallo. Las prepupas y pupas se encuentran alrededor de los 25 cm de profundidad, mientras que los adultos se observaron enterrados entre los 5 y 15 cm.

I. INTRODUCCION.

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), ocupa uno de los primeros lugares en importancia económica en México. Los estados productores de caña de azúcar en nuestro país son: Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tabasco y Veracruz.

Durante su desarrollo, el cultivo de la caña de azúcar es afectado por diversos factores, entre los que sobresalen por las pérdidas que ocasiona, el ataque de insectos edafícolas rizófagos. Del complejo de plagas que dañan la planta, los coleópteros están catalogados dentro de los más importantes por los altos porcentajes de perdidas que ocasionan en los climas tropicales y subtropicales de México (IMPA, 1957).

Existen en México algunos coleópteros que por los daños que causan al cultivo de la caña han sido considerados como plagas importantes en varios ingenios del país, éstos insectos son conocidos en nuestro medio agrícola con los nombres de "gallinas ciegas" o "nixticuil", "mayatito del tallo" y "mayate rinoceronte" (melolóntidos); "picudos del tallo", "picudos del tronco", (curculionidos) y "gusano de alambre" (Elateridos) (IMPA, 1957).

Para desarrollar un buen combate de plagas en el cultivo y minimizar efectos adversos, Vera (1986) mencionó que es necesario obtener información de índole biológica y ecológica de la región de interés. Dentro de la primera está la identificación taxonómica de la (s) especie (s), la determinación de su ciclo biológico y sus hábitos más generales. Dentro de la segunda, se deberá estudiar su dinámica poblacional e investigar cuáles son sus plantas hospederas alternantes, especies competidoras y factores físicos del medio que causan una mortalidad significativa. El mismo autor menciona que ésta es la mínima información necesaria para poder tener una visión general del comportamiento de la población insectil que causa el problema, a parte de la evaluación del daño que produce y su extensión.

Con el objeto de que los agricultores tomen las medidas necesarias para el manejo de plagas, el sistema de alarma como componente del Manejo Integrado de Plagas se basa inicialmente en el principio de alertar e informar masivamente a las comunidades de productores, sobre condiciones climáticas, estado del tiempo y aparición de brotes de plagas insectiles.

Debido a la importancia que revisten las plagas en el cultivo de la caña de azúcar y dado que para la zona cañera de Atencingo no se tiene información sobre los coleópteros melolontidos asociados a este cultivo, se consideró conveniente llevar a cabo la presente investigación, en la cual se obtuvo información importante para futuros trabajos relacionados con el control de estas plagas.

Este trabajo forma parte integral de las investigaciones que el Instituto de Ecología, A.C. viene desarrollando a nivel nacional dentro del proyecto, "Estudio de los coleópteros asociados con la rizosfera de la gramíneas cultivadas en México", bajo la dirección del Dr. Miguel Angel Morón Ríos (1989-1996).

II. OBJETIVOS.

- 1. Realizar la identificación específica de las larvas y adultos de los coleópteros melolóntidos asociados con la rizosfera de la caña de azúcar en la zona cañera del Ingenio de Atencingo, Puebla.**
- 2. Determinar la fenología y la densidad poblacional relativa de las especies dominantes o más frecuentes en las muestras, durante el desarrollo vegetativo del cultivo de la caña de azúcar.**
- 3. Determinar las especies depredadoras, parásitas, parasitoides y patógenas específicas, que potencialmente puedan regular en forma natural las poblaciones de éstos coleópteros.**

III. ANTECEDENTES.

III.a. HISTORIA DE LA CAÑA DE AZUCAR EN MEXICO.

Entre los cultivos que se introdujeron en la Nueva España por iniciativa de Hernán Cortés, figuran el trigo, arroz, centeno, cebada, avena, café y caña de azúcar. Las primeras plantaciones de caña de azúcar se establecieron en 1524 en San Andrés Tuxtla, en el actual estado de Veracruz. Allí se instaló el primer ingenio azucarero y posteriormente se hicieron otras plantaciones en los alrededores de Cuautla y Cuernavaca en el estado de Morelos. La variedad de caña de azúcar sembrada por Cortés fue la criolla, pródiga de jugo rico en azúcar, vigorosa y resistente a las enfermedades; de tallo delgado y de tres y medio metros de altura (García, 1992).

En el curso del siglo XVII el cultivo y los beneficios de la caña se extendían desde Coyoacán hasta Tehuantepec y por todos los rumbos de la Nueva España, con excepción de las mesetas y las regiones desérticas. Después de un receso que se prolongó hasta mediados del siglo XVIII, continuó su impulso para alcanzar arraigo definitivo a principios del siglo XIX, en cuya época había 300 fincas azucareras distribuidas en el vasto territorio que corresponde en la actualidad a los estados de: Campeche, Chiapas, Colima, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán, (Almazán, 1882; citado por Flores, 1994).

III.b. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR.

El cultivo de la caña de azúcar en México representa una de las actividades de mayor importancia en la economía nacional y junto con el maíz, frijol, trigo y café, está catalogado entre los cinco productos básicos alimenticios. En 1992/93 se cosecharon 509 659 hectáreas y se molieron 39 764 536 toneladas de caña, siendo la más alta de toda la historia del país (Flores, 1994). La producción de azúcar en México ha sido una actividad económica que promueve el empleo y participa en la exportación agrícola (Barrios y Salcedo, 1983).

En el estado de Puebla, el cultivo de caña de azúcar ocupa el cuarto lugar en superficie cultivada, después del maíz, frijol y alfalfa (INEGI, 1987); para el ciclo agrícola 1988 se sembraron 13 185 has, en donde se obtuvieron un total de 1 410 188 ton, con un rendimiento promedio de 106.9 ton/ha (INEGI, 1990).

El producto obtenido del cultivo de la caña de azúcar se considera dentro del sistema alimentario mexicano; razón por la cual se toma como producto prioritario para el estado de Puebla en materia agroindustrial (Anónimo, 1990). El mismo autor considera que los productos principales que se obtienen de este cultivo son: el azúcar y las mieles incristalizables, que sirven de materia prima en industrias como la dulcera, elaboración de bebidas alcohólicas, piloncillo y panela; también se utiliza como forraje en la alimentación de animales.

III.c. IMPORTANCIA DE LAS PLAGAS.

No existe cultivo alguno que no padezca, aunque sea temporalmente, el ataque de plagas. Los ataques pueden ser ligeros, sin causar quebrantos económicos sensibles, o bien, pueden ocasionar pérdidas significativas. También puede suceder que el daño se haga notorio sólo bajo ciertas condiciones del ambiente o del estado de desarrollo vegetativo de la planta (Flores y Abarca, 1961).

La caña de azúcar ha sufrido el ataque de plagas, enfermedades, sequías, inundaciones y huracanes a lo largo de la historia de las civilizaciones. Así, en 1174 se presentó una plaga de ratas en Egipto; en 1239 una plaga de orugas en Sicilia; en 1516 las hormigas causaron grandes daños en la Española y Puerto Rico; el barrenador fue observado por primera vez en 1734 en las Antillas menores; en 1854 se introdujo en Hawaí el picudo perforador y en 1902 llegó a Mauricio el escarabajo de la raíz (*Phytalus smithi*) en caña procedente de Barbados. Para México, ya en 1865, Don Aniceto Ortega citaba que en algunos ingenios de Morelos y Veracruz se observaban daños de la "gallina ciega" o "niztecuite", (Flores, 1994).

Morón (1990), señala que los cinco cultivos más frecuentemente afectados por plagas subterráneas en el trópico de México y de Centroamérica son: maíz, arroz de secano, frijol, cañero y caña de azúcar.

La bibliografía que existe con respecto a *Phyllophaga* sp. (Coleoptera:Melolonthidae) la menciona como plaga del suelo de importancia en Guatemala, que causa daños en los cultivos de maíz, frijol, trigo, papa, caña de azúcar y flores, aunque se tienen pocos datos que indican cuantitativamente el daño que causa (Velásquez, 1994). El mismo autor menciona que el cultivo de la caña de azúcar, tiene importancia económica debido a que es una gran área de tierra la que se dedica a este cultivo, y tiene importancia social porque representa para los pobladores de las regiones cañeras, una actividad que demanda numerosos empleos. Además de representar para Guatemala uno de los rubros de mayor ingreso de divisas.

El sistema radicular de la caña de azúcar y las yemas en proceso de germinación, son atacadas por varios insectos, nemátodos, hongos y bacterias cuando están recién sembradas. Los daños son en general más graves en los terrenos arcillosos pesados, de mal drenaje interno y se manifiestan por "claros" en los surcos donde no hubo desarrollo de las yemas; en otras ocasiones hay manchones de plantas afectadas por un marchitamiento y con tendencia a la muerte (Flores, 1994).

La caña de azúcar, parece tener especial atracción para una gran diversidad de animales: macro y microscópicos que dañan la raíz, el tallo o el follaje, ocasionando frecuentemente pérdidas considerables, no sólo directa sino también indirectamente, pues facilitan la entrada de hongos, bacterias y virus patógenos (Flores y Abarca, 1961). En México se han citado 17 especies de coleópteros melolontidos que atacan a la raíz de la caña de azúcar (Cuadro 1). Estas especies atacan a la "semilla de caña" (trozos o estacas) pocos días después de que ha sido enterrada en el fondo del surco, destruyendo las raíces, raicecillas y pelos radiculares, evitando el desarrollo normal de las plántulas (Flores, 1994). Cuando las plantas tienen de 2 a 3 meses de edad el "pelillo" se retrasa en su desarrollo y si el daño es severo, muchas cepas mueren. Desde luego, la intensidad del daño depende de la edad de la caña y la abundancia de las larvas en el suelo; se considera que un número

mayor de 6 larvas por cepa en terrenos arcillosos pesados o más de 10 en suelos aluviales, representan una infestación alta que puede causar la muerte de las cepas en 2 meses (Allsopp y Chandler, 1989; citados por Flores, 1994).

Por su amplia distribución en las diferentes regiones cañeras, las plagas y enfermedades representan un renglón primordial en la economía cañera del país, pues se estima que éstas ocasionan pérdidas en la producción total de la caña de azúcar que van desde el 10 al 50% cuando los ataques son severos (IMPA, 1983).

Las plagas que han atacado a la caña desde que los españoles comenzaron a propagar esta gramínea en Cuernavaca, Morelos en el siglo XVI, eran: roedores como las ratas, o las tuzas y también los conejos y coyotes; entre los insectos, la "gallina ciega" o "nixticuil", los "gusanos cortadores de las hojas", "picudos del tallo" y la "langosta", que arrasaban con muchas plantas silvestres y cultivadas (Ortega, 1965; citado por Flores 1983).

Sin duda alguna, las primeras referencias de muchas de las plagas de la caña de azúcar que ahora tenemos en México aparecieron consignadas en la Biología Centrali-Americana en donde Druce, en 1886 (citado por Flores, 1983), dió a conocer los primeros informes sobre los daños del barrenador del tallo " *Diatraea saccharalis* (Fabricius).

Bates (1890; citado por Flores, 1994), cita varios coleópteros de los géneros *Anomala*, *Cyclocephala*, *Dyscinetus*, *Euetheola*, *Golofa*, *Ligyris* y *Lachnosterna*(=*Phyllophaga*); la mayoría de ellos conocidos en el medio agrícola como "gallina ciega".

Zwaluwenburg (1947; citado por Flores, 1994), encontró varios ejemplares que fueron clasificados en los géneros *Phyllophaga*, *Ligyris* y *Anomala*. Posteriormente Riess y Flores (1976; citados por Flores, 1994) mencionaron 15 especies en la caña de azúcar entre las que destacan: *Phyllophaga crinalis* Bates; *Ph. sturmi* Bates; *Anomala cincta* Say y *Cyclocephala fulgurata* Burm.

Badilla (1994), cita que en el cultivo de la caña de azúcar, en casi todos los países del continente americano, el género *Phyllophaga* se encuentra presente causando pérdidas cuantiosas, ya que las larvas destruyen el sistema radicular provocando un amarillamiento, crecimiento raquítico y acame de las plantas; además menciona que en Costa Rica el área afectada es de 6,580 Has (15% del área cultivada).

Los daños producidos se caracterizan por su desigualdad y aparición esporádica, de manera que raramente se aprecia su presencia hasta que se ha producido el daño. Una vez en el suelo, el control de las larvas grandes es difícil y costoso, resultando únicamente viable la adopción de medidas preventivas. Esto quiere decir que sería altamente útil poder contar con un método que permitiera predecir cuáles son los campos o ubicaciones con mayor riesgo (King, 1994).

En la zona cañera de Nayarit, México y durante la zafra 1993-1994, se detectaron infestaciones muy altas de “gallina ciega” en una superficie estimada de 1000 has en la zona de abastecimiento del ingenio de Puga, con variedades MEX57-473, L6014 y MEX54-81, establecidas en suelos arcillosos, rojos o pardo-rojizos, ácidos, profundos y con bajos contenidos de materia orgánica. En los manchones más afectados el rendimiento de la caña disminuyó entre 20 y 70% debido a la destrucción del 70 al 100% del sistema radicular. Las especies reportadas se presentan en el Cuadro 1 (Morón *et al.*, 1996).

CUADRO 1. COLEOPTEROS QUE DAÑAN A LA RAIZ DE LA CAÑA DE AZUCAR EN MEXICO (Flores y Abarca, 1961; Sánchez, 1972; Morón, *et al*, 1996).

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Gallina ciega	<i>Phyllophaga trichia</i> <i>Ph. dasypoda</i> <i>Ph. rubella</i> <i>Ph. sturmi</i> <i>ph. crinalis</i> <i>Ph. lalanza</i> <i>Ph. fulviventris</i> <i>Ph. lenis</i> <i>Ph. dentex</i> <i>Ph. ravidia</i> <i>Ph. brevidens</i> <i>Ph. crinita</i>	Melolonthidae
	<i>Cyclocephala fulgurata</i> <i>C. lunulata</i>	
Mayatito de junio	<i>Euetheola bidentata</i>	
Escarabajo anómalo	<i>Anomala cincta</i>	

III.d. COMPONENTES DE LA RIZOSFERA Y SUS RELACIONES ECOLOGICAS.

La rizosfera está formada por las partes vegetales subterráneas, las bacterias y los hongos simbióticos, los oligoquetos, nemátodos y moluscos, así como una enorme variedad de grupos de artrópodos, entre los cuales destacan los ácaros y los insectos. Todos estos organismos interactúan constantemente entre sí y se adaptan a los factores abióticos del suelo, constituidos por la composición mineral y orgánica del mismo, la humedad, la temperatura y recientemente por los compuestos tóxicos sintéticos incorporados por la tecnología humana (Morón, 1990). El mismo

autor menciona que la complejidad de la rizosfera depende directamente de la diversidad de la biota que la conforma, así como de la distribución espacio-temporal de la misma. El equilibrio existente en este sistema es más delicado cuando participan más elementos y el más ligero desajuste da oportunidad a los elementos ecológicamente más agresivos para incrementar su predominio.

Además de las condiciones ecológicas que determinan el comportamiento de las plagas y los cambios bruscos que proporcionan el aumento o la disminución de la población de las plagas, el hombre es también responsable de la conservación y hasta el fomento de las mismas. Como es el caso de la falta de drenaje en el cultivo de la caña de azúcar, que favorece el desarrollo de todas las plagas y enfermedades que atacan a la raíz. Hay que señalar, además, que la extraordinaria "adaptabilidad" de los insectos a las condiciones adversas y a diferentes condiciones ecológicas, propicia que en las zonas donde no se ha presentado una determinada especie, ésta lo pueda hacer ocasionando daños fuertes a los cultivos (Flores y Abarca, 1961).

III.e. PRINCIPALES COLEOPTEROS QUE ATACAN A LA RAIZ DE LA CAÑA DE AZUCAR.

El orden de los coleópteros incluye muchos escarabajos que como larvas o adultos causan daño a la caña de azúcar, alimentándose de las raíces o las partes aéreas. Algunos también se pueden clasificar como insectos benéficos porque son enemigos importantes de los pulgones (Roger, 1974). Los coleópteros que dañan a la raíz del cultivo de la caña de azúcar en México se mencionan en el Cuadro 1.

III.e. 1. "Gallina ciega" o "nixticuil".

Para el cultivo de la caña de azúcar, se han citado cuando menos ocho especies, entre las que destacan *Phyllophaga crinalis* Bates, *Ph sturmi* Bates, *Anomala cincta* Say, *Cyclocephala fulgurata* Burmeister (Flores y Abarca, 1961). Morón *et al.*, (1996), citan que las llamadas "gallinas ciegas" constituyen un complejo formado por 51 especies de *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Isonychus*, *Anomala*, *Cyclocephala*, *Dycinetus*, *Ligyris*, *Orizabus*, *Strategus* y *Golofa*. Las especies más

abundantes en la rizosfera de la caña son *Phyllophaga (Triodomys) lalanza* (Saylor), *Ph. (Phyllophaga) fulviventris* (Moser), *Ph.(Ph.) lenis* (Horn), *Ph.(Ph.) dentex* (Bates) y *Ph.(Ph.) ravidia* (Blanch), con un notable predominio de la primera de ellas. Las "gallinas ciegas" constituyen quizá una de las plagas más conocidas por los agricultores del país, pues además de la caña de azúcar atacan diversos cultivos como son el maíz, trigo, papa, arroz, chile, pastos forrajeros fresa, zanahoria, espinaca, betabel, jitomate, haba, cebolla, sorgo, maguey, palma de coco, jicama, frijol cacahuete, eatatis, brócoli, amaranto, y espárrago (Morón, 1984).

Los daños ocasionados por estos insectos han sido frecuentes e intensos en los ingenios de la vertiente del Golfo de México, especialmente en los ingenios de la zona de Córdoba y Jalapa; también se ha presentado en forma grave en los ingenios de Calipan, cerca de Tehuacán, Pue. De hecho la plaga ha tenido brotes en casi todos los ingenios del país. Recientemente uno de los problemas más notables por la "gallina ciega" fue el descubrimiento de *Phyllophaga lalanza* la cual se dañan fuertemente el cultivo de la caña de azúcar en la zona cañera del ingenio Puga en Nayarit (Hernández, Ramírez y Morón, 1996). Por otro lado, Morón *et al.* (1996) mencionan que los adultos se alimentan del follaje de la caña de azúcar.

Los adultos son "mayates" de color café oscuro de unos 2 cm de longitud, Morón (1986) mencionó que las hembras ponen sus huevos en el suelo húmedo, normalmente al final de la primavera o principio del verano, en zonas con alta concentración de materia orgánica, a una profundidad de 10 a 20 cm, esparcidos en una área aproximada de 20 cm². La eclosión ocurre de 2 a 6 semanas después, dando lugar a las pequeñas larvas de primer estadio, las cuales se alimentan activamente con raíces finas, tallos subterráneos blandos, bulbos o materia orgánica durante un periodo que varía entre 20 y 60 días, hasta aumentar de 10 a 15 veces su peso inicial, antes de la ecdisis. Durante el segundo estadio incrementan de 5 a 7 veces su biomasa en el transcurso de 30 a 60 días. La ecdisis para el tercer estadio larval ocurre entre agosto y octubre, esta es la fase más longeva y voraz de estas especies, que en las zonas tropicales o subtropicales es de 4 a 8 meses, y en las zonas templadas y frías de 7 a 14 meses, hasta aumentar de seis a ocho veces su peso antes de iniciar la etapa de prepupa. En las zonas frías o extremosas las larvas de tercer estadio cesan de

alimentarse y se inactivan durante parte del otoño y del invierno, enterrándose hasta 30 y 40 cm en el suelo para protegerse de las bajas temperaturas y resequedad que afectan las capas superiores de suelo. Morón (1986) señala que a finales del otoño o durante la primavera, la larva de tercer estadio delimita una celda o cámara ovoide, compactando con sus excrementos las partículas de suelo que le rodean a una profundidad de 15-20 cm, en la cual expulsa todo el contenido del aparato digestivo y se inmoviliza como prepupa durante una o dos semanas antes de la ecdisis que da origen a la pupa exarata. La etapa de pupa transcurre durante 30-45 días, para dar lugar al imago, el cual permanece dentro de la celda en tanto madura su aparato reproductor y se incrementa la humedad y la temperatura para realizar sus primeras actividades en el exterior. En condiciones naturales la longevidad de los adultos varía entre 8 y 30 días, aún cuando las hembras de algunas especies pueden sobrevivir más de dos meses.

III.e.2. Gusanos de alambre (Elateridae).

Los gusanos de alambre del género *Simodactylus* a veces han probado ser particularmente dañinos para la caña de azúcar en Fiji, en tanto que *Monocrepidius* sp (= *Conoderus* sp), en ocasiones daña la caña en Queensland, Australia. Este último se encuentra también en la costa de Humakua en Hawaii y a menudo hace daños considerables a las yemas de los trozos de caña sembrados ocasionando una población con claros. Esto es más serio en los campos altos donde la germinación es más lenta y menos apta para escapar a los ataques de los gusanos de alambre (Roger, 1974).

En el caso de México, no se han estudiado bien a estas especies, aun cuando son frecuentemente citadas en relación con el maíz y la caña de azúcar. Morón (1990), cita a 74 especies edáficas de la familia Elateridae, incluidas dentro de los géneros *Melanotus*, *Conoderus*, *Agriotes* y *Aeolus*, que posiblemente están relacionados con las raíces de estos cultivos.

III.f. ENEMIGOS NATURALES DE LOS COLEOPTEROS QUE DAÑAN A LA RAIZ DE LA CAÑA DE AZUCAR.

Dentro de la rizosfera de la caña de azúcar se encuentran organismos reguladores de las poblaciones de insectos, que el hombre ha tratado de aprovechar para generar un control de tipo biológico. Así, tenemos organismos parásitos, parasitoides y depredadores (IMPA, 1957). La misma institución menciona que la "gallina ciega" cuenta con numerosos enemigos naturales que ejercen un control muy efectivo de la plaga, como es el caso de las larvas de los "cocuyos" *Pyrophorus luminosus*, que actúan como depredadores y de varias especies de avispas de la familia Scoliidae que son parasitoides. Por otro lado, el "mayatito de junio" (*Euethela bidentata*) es parasitado por la mosca *Myiophasia aenea* (= *Gnadochaeta aenea*) (Tachinidae).

En América Central existe muy poca información sobre los depredadores y parasitoides de los coleópteros melolóntidos, pues no son fáciles de criar. Hay, por lo tanto, desconocimiento sobre la posibilidad de usar los depredadores y parasitoides en el manejo integrado de estos insectos (Hanson, 1996).

III.f.1. Los depredadores.

Hanson (1994), refiriéndose a varios autores, menciona que los depredadores de larvas de *Phyllophaga* incluyen varios mamíferos, así como a coleópteros y dípteros. Entre los coleópteros los depredadores incluyen adultos y larvas de Carabidae (Lim *et al.* 1981) y larvas de Elateridae; por ejemplo, las larvas de *Pyrophorus luminosus* Illiger son citados como depredadores de *Phyllophaga* en Puerto Rico (Wolcott, 1950). Las larvas de algunas especies de Asilidae y Tabanidae son reportados como depredadores de *Phyllophaga* en los Estados Unidos (Davis, 1919). Por ejemplo, las larvas de *Promachus yesonicus* Bigot (Asilidae) son depredadoras de larvas de Scarabaeidae (Knutson, 1972).

Los depredadores de los adultos de *Phyllophaga* incluyen una diversidad de invertebrados y vertebrados. Entre los vertebrados, el sapo *Bufo marinus* L. fue introducido exitosamente en Puerto Rico para el control de *Phyllophaga* en caña de azúcar (Wolcott, 1950; citado por Hanson, 1996).

III.f.2. Los parasitoides.

Nó hay ningún registro de parasitoides de huevos de *Phyllophaga*. Las larvas son parasitadas por Asilidae, Bombyliidae, Tachinidae, Pelecinidae, Tiphidae y Scoliidae. Las pupas son atacadas por Asilidae y Bombyliidae, y los adultos son parasitados principalmente por Tachinidae pero también por Pyrgotidae (Hanson, 1996).

Hymenoptera: Pelecinidae. De esta familia se conoce la especie, *Pelecimus polyurator* (Drury), la cual ocurre desde Argentina hasta Canadá. La larva es un endoparásitoide solitario de las larvas de Scarabaeidae, especialmente de *Phyllophaga*.

Hymenoptera: Tiphidae. A nivel mundial esta familia consiste de aproximadamente 90 géneros y 2,000 especies. En Costa Rica existen ocho géneros y por lo menos 30 especies (Kimsey, 1994; citado por Hanson, 1996). La mayoría son ectoparásitoides solitarios de larvas de Cicindelidae o de Scarabaeidae. En Costa Rica los géneros que parasitan larvas de Scarabaeidae incluyen *Aleurus*, *Epomidopteron*, *Myzinum*, *Paratiphia* y *Tiphia*. Para el caso de México se desconoce cuales son los depredadores de los melolóntidos.

III.g. LA IMPORTANCIA DEL MANEJO DEL CULTIVO EN LA COMPOSICION DE LA FAUNA DEL SUELO.

Para el desarrollo adecuado de cualquier cultivo es necesario preparar adecuadamente el suelo, sobre todo cuando el cultivo que es uno que perdura en el terreno durante varios años, como la caña de azúcar; de esta forma, se puede tener una buena germinación y desarrollo de las raíces para lograr así un aprovechamiento óptimo del agua y los nutrientes (Anónimo, 1985). La preparación del terreno tiene dos funciones fundamentales: por un lado, se logra que la semilla encuentre las

condiciones óptimas para su desarrollo y por el otro, se logra un control de las plagas del suelo y de las malezas.

. Las labores agrícolas que se deben realizar en la preparación del terreno para sembrar caña de azúcar son las siguientes (Anónimo, 1985):

a) **Chapeo o limpieza del terreno.** Previo al inicio de las labores de preparación del suelo se debe eliminar y quemar las malezas, troncos raíces y residuos del cultivo anterior, a fin de tener una buena eficiencia en la operación de los implementos agrícolas.

b) **Subsuelo.** Se realiza con arados de subsuelo con una separación de 1.0 a 1.5 m los cuales deben profundizar de 50 a 60 cm para romper el suelo compactado. Esta labor facilita la salida de el exceso de agua y promueve un buen enraizamiento de la planta. En suelos muy compactados se recomienda dos pasos de subsuelo.

c) **Barbecho.** Se lleva a cabo con arado de discos, con el cual se voltea, rompe o fragmenta la capa arable del suelo, hasta una profundidad de 25 a 30 cm. Para un mejor resultado, es necesario que el suelo este en punto de humedad, es decir que tenga un porcentaje de humedad del 30%, Además con esta labor se logra un control de las plagas del suelo y malezas, ya que las larvas, huevecillos y semillas de malas hierbas quedan expuestos al sol y a los pájaros. Se recomienda dar un barbecho y una cruz con un intervalo de 20 días aproximadamente.

d) **Rastra.** Consiste en reducir los terrenos que quedan con el barbecho a una fracción más pequeña y uniforme. Se recomienda dar 2 pasos de rastras cruzadas o bien alternarlos con los barbechos, con un intervalo de 20 días aproximadamente.

e) **Nivelación.** Con el fin de aprovechar mejor el agua de riego y la de lluvia, es necesario procurar una superficie del suelo uniforme, lo cual se logra mediante los trabajos de nivelación de tierras, que consisten básicamente en rebajar las elevaciones y rellenar las partes bajas del terreno.

f) **Surcado.** En terrenos más o menos planos los surcos deberán trazarse con una inclinación de 50 cm por cada 100 m de largo (pendiente 5 al millar o 0.5%). La profundidad que se recomienda es de 30 cm, con una distancia entre surcos de 1.10 m y con una longitud de surco de 80-100 m a los que deberán construirse las regaderas.

Otras labores agrícolas que se efectúan en el periodo de tiempo entre la germinación y el cierre del campo para la plantilla son:

g) **Raspadilla o limpias.** Se efectúa manualmente con pala o azadón, y tiene por objeto destruir la maleza que se encuentra en el surco, generalmente se requiere de dos raspadillas, dependiendo de la maleza que tenga el cultivo. La primera raspadilla se hace de 20 a 30 días después de la siembra y la segunda 30 días más tarde. Se recomienda también el uso de herbicidas en época de lluvias o cuando la mano de obra sea escasa.

h) **Pasos de cultivadora.** Cuando la caña tiene una altura de aproximadamente 15 cm se recomienda dar un paso de cultivadora para combatir la maleza que crece en el entresurco y rompe la capa que se forma en los suelos, aumentando así la porosidad y aereación del suelo. Generalmente son también en un número de dos y se puede complementar la labor con limpias de azadón para quitar la tierra y malezas del pie de las cepas o levantar los tallos que con el paso de la cultivadora se hayan enterrado.

i) **Aporque o despacho.** Con esta labor se invierte el surco de tal forma que la hilera de plantas quedan sobre el lomo del surco. Debe efectuarse poco antes del cierre de campo, cuando la planta tiene un desarrollo de aproximadamente 50 a 60 cm, con ella se da tierra a la planta, propiciando un mejor enraice y amacollamiento.

j) **Redondeo.** Por las labores de aporque o despacho las entradas de los surcos quedan muy irregulares, siendo necesario acondicionar las entradas de los surcos a fin de permitir una mejor circulación del agua.

k) **Tlamateca o chapeo.** Esta labor practicamente es una limpia con machete, la cual se realiza después de que el cañaveral ha cerrado y se encuentra en pleno desarrollo.

III.h. CARACTERISTICAS DE LA CAÑA DE AZUCAR Y LOS CULTIVOS ROTATORIOS.

III.h.1. Características de las variedades de caña de azúcar cultivadas en la zona de influencia del campo experimental de Izúcar de Matamoros, Puebla.

Variedad Mex 52-17. Los rendimientos de campo son buenos; grosor del tallo de medio a grueso; resistente a los vientos; color verde opaco seroso, hoja de anchura media sin ahuates; copa grande; moderadamente resistente al carbón y susceptible a la roya; desarrollo rápido; su rendimiento en campo de sacarosa es del 13.5% y su producción promedio es de 132 Ton/ha.

Variedad Mex 57-473. Rendimiento de campo medio, tendiendo a bajo; tallos erectos y gruesos, resistente al acame; color del tallo morado claro; hoja media sin ahuates; alto contenido de sacarosa 15.8%, muy escasa floración; resistente a la roya y al carbón; requiere de buena humedad y drenaje; no se recomienda darle más de cinco cortes a la caña porque se bajan los rendimientos considerablemente.

Variedad Mex 58-682. Altos rendimientos de campo 150 Ton/ha; tallos delgados a medios; población abundante; hoja angosta; maduración de media a tardía; hay que suspender el riego por lo menos dos meses antes del corte para la concentración de sacarosa la cual es del 13.4%; se recomienda para los suelos delgados y con poca agua; se recomienda sembrarla con anchura de surco de 1:20 m.

Variedad Mex 68- 808. Variedad vigorosa; tallos erectos; grosor de delgado a medio, tiene poca cera; rendimiento de campo muy bajo y sacarosa buena 12.6%; maduración media tardía; floración muy baja; resistente a la roya y al carbón; se sugiere que se amplie anchura de surco,

porque a medida que va aumentando el número de cortes, van dando mayor cantidad de tallos, pero más delgados.

Variedad Mex 69-749. Variedad de tallos erectos; grosor de medio a grueso; los tallos se presentan en zig-zag; resisten al acame, pero cuando éste sucede, se debe a los altos rendimientos de campo que son de 171 Ton/ha; contenido de sacarosa 14.5%; fibra aceptable; susceptible al carbón y resistente a la roya.

Variedad Cp 29-203. Variedad vigorosa; tallos erectos de color verde; grosor de medio a grueso; poca cera; la yema resiste bien el manejo de campo; hoja media de copa chica; sacarosa en campo del 13.4%; maduración de media a tardía; número de cortes en promedio 5; susceptible al carbón y resistente a la roya, está bien adaptada a los suelos de migajón arcilloso; su producción en promedio es de 125 Kg/ha; y se han llegado a cultivar en la zona hasta 4788 Has .

III.h.2. Variedades de arroz cultivadas en la zona cañera de Atencingo.

Las variedades de arroz utilizadas en la zona cañera de Atencingo, Puebla son: Morelos A-92 y CAEZ-852-1111-84. La época de siembra del almácigo es del 15 de abril al 15 de mayo con una cantidad de siembra de 60 gr por metro cuadrado; la época del transplante es del 15 de mayo al 15 de junio; las labores agrícolas que se practican para la preparación del terreno son barbecho, rastra y tajos, los tajos se deben marcar de 10 a 12 metros de ancho en el sentido de la pendiente y la densidad de planta es de 25 matas por metro cuadrado con dos plantas por mata y espaciadas a 20 cm una de otra.

III.h.3. Variedades de maíz cultivadas en la zona cañera de Atencingo.

El área de influencia de la tecnología del Distrito de Desarrollo Rural Núm. 061. Izúcar de Matamoros, es considerada una zona de alta productividad de maíz y las variedades que se siembran son A-7500; B-810; B-830; VS-529; VS-535; H-311; H-507; Costeño mejorado y Pioneer 3288.

III.h.4. Calendario de rotación de cultivos.

A la parcela en donde se ha cosechado caña de azúcar y se va a rotar el cultivo, después de la cosecha se pasa un barbecho profundo para sacar las cepas y no dejar que retoñen, de esta forma se deja hasta la preparación del terreno para la siembra de arroz, esto se realiza en el mes de abril y principios de mayo, el trasplante se realiza a finales de mayo y en el mes de junio, para que se coseche en noviembre o principios de diciembre.

Después de la cosecha del arroz se prepara el terreno para la siembra del maíz, la preparación se realiza a finales de diciembre y principios de enero y la siembra se efectúa en el mes de enero o principios de febrero, este cultivo se cosecha en junio y julio, otra fecha de siembra del maíz es en el mes de mayo y junio, en este caso el terreno se prepara 15 días antes de la siembra y se cosecha en los meses de octubre y noviembre. Para esto, después de la cosecha del arroz, se da un barbecho y se deja descansar el terreno hasta la siembra del maíz, después de cosechar el maíz se da un barbecho y se deja descansar la parcela hasta la siembra de caña de azúcar.

La siembra de caña de azúcar se realiza entre los meses de julio, agosto y septiembre, realizando las siguientes labores agrícolas: chapeo y limpia del terreno, subsoleo, barbecho, rastra, nivelación y surcado, estas labores se realizan dos meses antes de la siembra.

Después de analizar los antecedentes sobre este tema, observamos la poca información que se ha generado en torno al conocimiento de los escarabajos asociados a la rizosfera de la caña de azúcar, es bueno destacar, que tanto en México como en el extranjero, se desconoce sobre las

especies asociadas a este cultivo, así como la densidad poblacional de las plagas que dañan la raíz y más aún sobre la biología, hábitos y su ciclo de vida. Por otra parte para poder desarrollar un método adecuado, que nos ayude a disminuir las densidades poblacionales y por ende las pérdidas que los insectos ocasionan en la producción de la caña de azúcar, es necesario iniciar trabajos enfocados al conocimiento de las especies asociadas a la raíz de este cultivo.

IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

El trabajo de campo se desarrolló en una parcela del ejido Escape de Lagunillas, perteneciente al Municipio de Chietla, Puebla, ubicado dentro de la zona cañera del Ingenio de Atencingo del estado de Puebla.

La zona cañera se encuentra localizada en la parte suroeste del estado de Puebla (Fig. 1), dentro del valle de Izúcar de Matamoros. Sus coordenadas geográficas son 18° 26' y 18° 36' de latitud norte y 98° 31' 24" y 98° 42' 36" de longitud oeste presentando una altitud entre los 1080 y 1280 msnm. El valle de Izúcar de Matamoros se extiende unos 50 ó 60 kilómetros aproximadamente de noreste a sureste, con un ancho promedio de 6 km (INEGI, 1988).

El clima de la zona es semicálido subhúmedo con lluvias en verano y sequía notable en invierno, con una precipitación anual menor de 800 mm. La temperatura media anual oscila entre 22 y 26°C; (INEGI, 1987; 1988) por lo cual queda ubicada dentro del tipo de clima Aw" ó (w) (I) g. (según Köppen, modificado por García, 1973).

Los suelos de la región son muy variados, pues se pueden identificar cinco grupos de suelos; Vertisoles que son suelos de textura arcillosa y pesada que se agrietan notablemente cuando se secan; Litosoles que son suelos de menos de 10 cm. de espesor sobre roca o tepetate; Regosoles o suelos formados por material suelto que no sea aluvial reciente, son pobres en nutrientes y en ocasiones infértiles; Rendzinas que son suelos ricos en materia orgánica y nutrientes y Feozem, que son suelos adecuados a cultivos y que toleran excesos de agua (INEGI, 1988).

La vegetación original que presentaba la zona corresponde al tipo de vegetación secundaria arbustiva o arbórea asociada a la selva baja caducifolia; también pueden observarse pequeñas manchas de matorrales de encinos asociados a vegetación secundaria arbustiva El principal cultivo comercial es la caña de azúcar y su cosecha proporciona el mejor nivel de empleo para los peones de campo (INEGI, 1988).

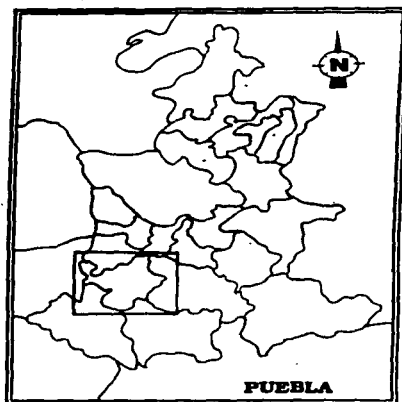


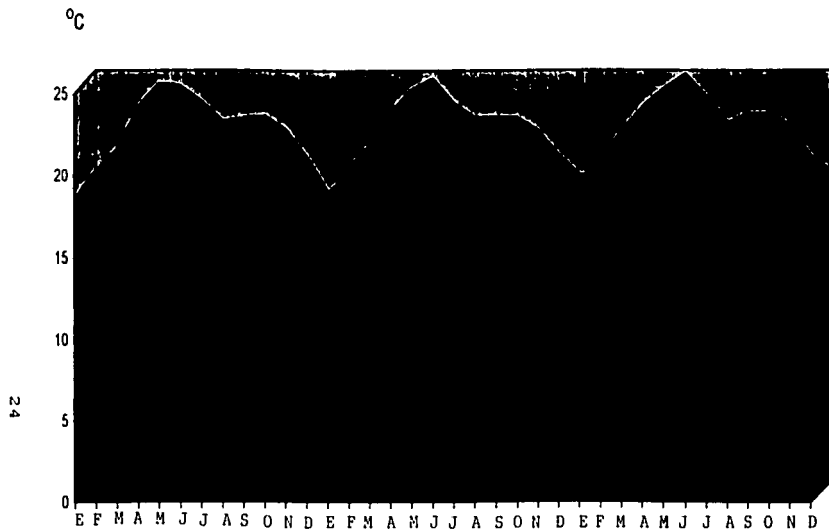
Fig. 1. Localización geográfica de la zona cañera de Atencingo, Puebla .

IV.a. FACTORES CLIMATICOS.

Como se puede observar en la gráfica 1, en donde se presenta la temperatura promedio por mes y para los años 1991, 1992 y 1993 (datos tomados de la estación meteorológica del IMPA, ubicada en el km 3 de la carretera Izúcar de Matamoros-Atencingo), la temperatura se presenta muy similar a través de los años, observándose la máxima temperatura en el mes de mayo con un promedio de 24.4 °C, mientras que la temperatura mínima se presenta en enero y diciembre.

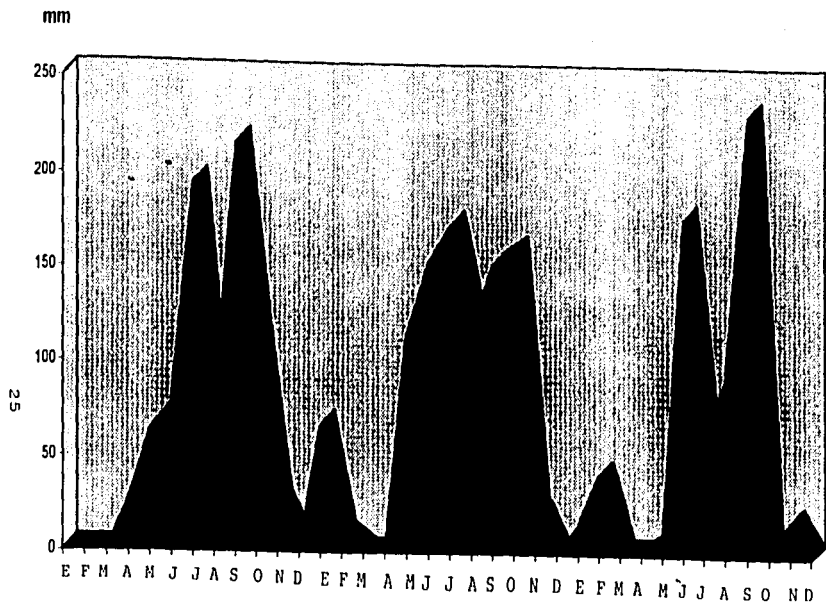
Con respecto a la precipitación, en la gráfica 2 se observa que, en general, se presentan dos tipos de máxima precipitación pluvial, una en el mes de junio y otro en septiembre. Esporádicamente se han presentado escasas lluvias en los meses de enero y febrero para los años 92 y 93 respectivamente, mientras que las lluvias comienzan en forma establecida en el mes de mayo, éstas se intensifican para el mes de junio y son mayores en julio, descendiendo un poco para el mes de agosto, nuevamente se incrementan en septiembre y decrecen a partir de octubre, siendo escasas en diciembre.

En años anteriores a 1991, el comportamiento de temperatura y precipitación pluvial han sido muy similares a los reportados durante este trabajo, sobre todo la temperatura es muy similar en los años 1991, 1992 y 1993, como se observa en la gráfica 1.



MESES DE LOS AÑOS 91, 92 Y 93

Gráfica 1. Temperatura promedio durante los años 1991, 92 y 93, tomados de la estación climatológica del IMPA



MESES DE LOS AÑOS 91, 92 y 93

Gráfica 2. Precipitación promedio durante los años 1991, 92 y 93, tomados de la estación climatológica del IMPA.

V. METODOS.

En la zona de estudio se seleccionó una parcela con base en su representatividad de las condiciones agroecológicas y de tecnología agrícola que se utiliza, disponibilidad del agricultor para realizar la investigación y a su conformidad de no aplicar insecticidas y/o fungicidas en el área de estudio. Por otro lado, la parcela cumplió con las condiciones de rotación de cultivo que normalmente se practican en la zona, esto es, se sembró arroz y maíz antes de programar la siembra de caña; de este modo se llevó un seguimiento del establecimiento de las plagas en el cultivo.

Se realizó un muestreo previo a la siembra en la parcela seleccionada y posteriormente, se realizaron muestreos mensuales. En el área que comprende la parcela se procedió a trazar cuatro transectos, de 80 m de longitud separados 20 m entre sí; a lo largo de cada línea se seleccionaron cinco sitios de muestreo, separados 20 m entre sí (Fig. 2), en donde se obtuvo un cubo de suelo con 30 cm de lado que se desmenuzó cuidadosamente sobre una pieza de plástico negro, antes de pasarlo por una criba del número 6; de esta forma, se obtuvieron todas las larvas de macrocoleópteros que se encontraron, esto es, se aplicó la técnica de separación manual directa (Lavelle *et al*, 1981). Los muestreos se realizaron mensualmente durante el desarrollo de la "plantilla" que en este caso fue de 15 meses, desde la siembra (agosto 1991), hasta tres meses después del primer corte (octubre 1992), debido a que la planta se utilizó para semilla. Para evitar que se muestreara el mismo sitio, en cada muestreo se recorría un surco, de esta forma el transecto se marcaba un surco después al del muestreo anterior.

Para completar estos muestreos se realizaron colectas nocturnas de los escarabajos atraídos por el alumbrado público más cercano a la parcela en estudio. Además, en el centro de ésta se colocó una lámpara portátil de baterías secas con dos tubos de luz fluorescente ultravioleta de 6 watts, colectándose los escarabajos atraídos por ésta; estos muestreos se realizaron en los meses de mayo, junio, julio y agosto, época en que se presentan los adultos.

Los registros climatológicos para 1991-1992 fueron obtenidos de la estación metereológica del IMPA, ubicada en el km 2 de la carretera Izúcar de Matamoros-Atencingo.

En el caso de las larvas que se encontraron, éstas se mantuvieron vivas en recipientes de polietileno de 500 ml con suelo de la muestra obtenida y colocadas a la sombra en la zona de estudio hasta que se obtuvieron los adultos, mismos que se mandaron a identificar. Los adultos y pupas que se encontraron dentro de sus celdas en el suelo se fijaron por separado con las exuvias y de esta forma se identificaron. Después de establecer las correlaciones de identidad entre las formas larvarias y los adultos, se procedió a identificar todo el material hasta el nivel de especie, preparando en seco un 20% de la muestra de adultos y conservando el resto en alcohol al 70% o en fijador de Pampel rebajado.

La información básica que se obtuvo de la parcela en estudio fue: tipo de textura del suelo, humedad y profundidad del mismo, pérdidas estimadas por el propietario atribuibles a los insectos del suelo, fertilizantes e insecticidas empleados en los años anteriores, número de larvas de cada especie de coleópteros presentes en las 20 muestras de la parcela, en cada uno de los muestreos, número de individuos de cada especie depredadora potencial de estos coleópteros encontrados en cada muestra y otro tipo de entomofauna edáfica.

Como no se cuenta con información sobre la textura, pH, porcentaje de materia orgánica y contenido de nutrientes de la parcela en estudio; se realizó el análisis fisicoquímico del suelo. Por otro lado se desconoce sobre el uso de productos químicos utilizados en la zona de estudio para el control de plagas de la caña de azúcar, por lo que se obtuvo esta información

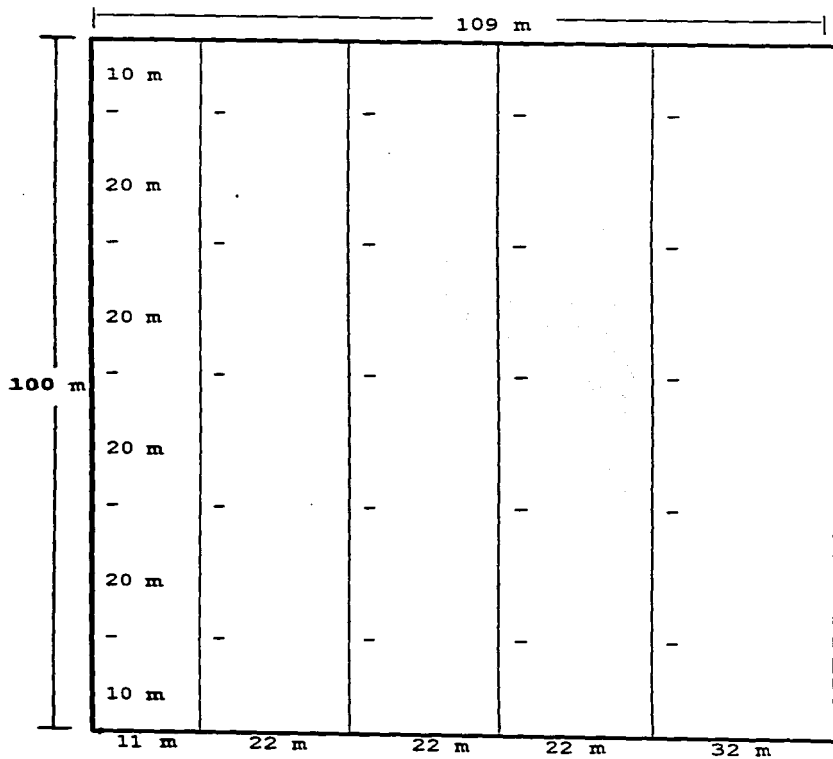


Fig. 2. Parcela de estudio en donde se ubican los sitios de muestreo.

Los ejemplares colectados durante el desarrollo del trabajo fueron identificados por diferentes especialistas: los melolóntidos por el Dr. Miguel Angel Morón Ríos del Instituto de Ecología A.C. de Xalapa, Ver.; los estafilínidos por el Biól. Juan Márquez Luna del laboratorio de Morfofisiología Animal de la Facultad de Ciencias de la UNAM y los himenópteros por el Dr. Enrique Ruiz Cancino.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

VI.a. CARACTERISTICAS DEL SUELO.

VI.a.1. Tipo de suelo.

De acuerdo al análisis fisicoquímico practicado a las muestras de suelo de la parcela en donde se desarrolló el muestreo de melolóntidos, se encontró que presenta textura arcillosa, con una cantidad de arena del 30.%, limo 17% y el porcentaje de arcilla es del 53, el pH que presenta es alcalino (8.07) y extremadamente rico en el porcentaje de materia orgánica (5.2), el contenido de nitrógeno (0.83%) nos indica que es un suelo rico, mientras que el fósforo (4.75 ppm) y el potasio (0.24 meq/100g) están en bajas cantidades. El pH se relaciona con el alto contenido de calcio (11.5 meq/100g). La interpretación de los resultados del análisis de suelo fue de acuerdo con la clasificación propuesta por Moreno (1978).

VI.a.2. Capacidad para retener humedad.

Con los datos reportados en el análisis de suelo y refiriéndonos al comportamiento de ellos con respecto al agua, podemos decir que, debido a que tenemos un suelo arcilloso el cual tiene la característica de retener altas cantidades de agua, la retención de la misma se ve mejorada básicamente por los altos contenidos de materia orgánica, lo que contribuye a que existan poros grandes en el suelo y por consiguiente una buena porosidad y aereación, que permiten retener el agua y drenar el exceso de la capa arable del suelo (Romero y Vázquez, com. pers.).

VI.a.3. Uso de agroquímicos en la parcela de estudio.

El uso de productos químicos para el control de plagas es muy escaso e inadecuado, debido a que no se cuenta con la asesoría adecuada para este fin, por lo que los productores aplican paratión metílico como una medida preventiva contra problemas de defoliadores o piojos harinosos y

muchas veces sin que tengan la necesidad de hacerlo por que no están los insectos en ese momento; la aplicación la realizan junto con un fertilizante foliar, esto es, aplican el insecticida junto con sulfato ferroso. Uno de los problemas fuertes en cuanto a plagas del tallo que se presentan en la zona es el "barrenador del tallo de la caña de azúcar" *Diatraea* spp. Sin embargo, para esta plaga no realizan ningún control.

Los fertilizantes aplicados al suelo fueron: en el cultivo de arroz, urea (46%), superfosfato de calcio triple (46%) y cloruro de potasio (50%); para el maíz se aplicó urea (46%), sulfato de amonio (20.5%) y superfosfato de calcio triple (46%) y para el cultivo de la caña de azúcar se fertilizó aplicando sulfato de amonio (20.5%). Los fertilizantes en el cultivo de arroz se aplicaron cuando se le dio el primer castigo de agua (45 días después del transplante) a una dosis de 180-40-40, en el maíz, la aplicación se realizó antes del aporque, a una dosis de 130-70-30, en la caña de azúcar la dosis aplicada fue 240-0-0, los 240 kg de nitrógeno se aplicaron empleando 1200 kg de sulfato de amonio en forma fraccionada (50% al momento de la siembra y 50% antes de realizar el despacho).

VI.b. DIVERSIDAD DE ESPECIES ENCONTRADAS EN LA RIZOSFERA DE LA CAÑA DE AZUCAR.

Considerando que en la parcela en estudio, se desarrollaron todas las labores agrícolas practicadas para el cultivo de la caña de azúcar, esto es se preparó bien el terreno, antes de la siembra y después de ésta se realizaron las labores agrícolas respectivas, aun así se encontró un total de 20 especies comprendidas en 6 familias del orden Coleoptera y una familia del orden Hymenoptera (cuadro 2), las especies que se encontraron con mayor frecuencia y que ocasionaron daños económicos al cultivo fueron: *Cyclocephala lunulata* y *Phyllophaga brevidens*. Además, se encontraron larvas de la familia Elateridae. Relacionando la presencia de estas especies, con el análisis fisicoquímico practicado al suelo de la parcela en estudio, observamos que, tanto *C. lunulata* como *Ph. brevidens*, se desarrollan bastante bien en suelos arcillosos, con pH alcalino y ricos en materia orgánica, esto

hay que tenerlo en cuenta para que en estudios posteriores se relacione el tipo de suelo con la presencia de estas especies.

De la familia Tiphidae se colectaron especies del género *Tiphia*, reportada en Costa Rica parasitando larvas de Scarabaeidae (Kimsey, 1994; Citado por Hanson, 1996), por lo que se piensa que la especie de este género esté parasitando larvas de *Ph. brevidens*. Entre las especies de los géneros *Lathrobium* y *Paederus* que son los de mayor talla de los Stafilínidos, es muy probable que éstos puedan depredar a la “gallina ciega”. En el caso de parasitoides y depredadores de las especies de “gallina ciega” se conoce muy poco, en parte por que no se conocen los hábitos de las especies de estos melolónidos y más aun su determinación taxonómica específica, esto complica conocer cuales son sus enemigos naturales.

CUADRO 2. ESPECIES COLECTADAS EN LA RIZOSFERA DE LA CAÑA DE AZUCAR, LAGUNILLAS, PUE.

	Nº de individuos
COLEOPTERA	
Melolonthidae	
<i>Cyclocephala lunulata</i>	314
<i>Phyllophaga brevidens</i>	66
Carabidae 1	18
Carabidae 2	2
Carabidae 3	1
Carabidae 4	3
Carabidae 5	1
Melandryidae	5
Elateridae	5
Staphylinidae	
<i>Simiotrichus</i> sp	4
<i>Paederus</i> sp	2
<i>Astenus</i> sp	1
<i>Lathrobium</i> spp	3
<i>Scopaeus</i> sp	1
<i>Lithocharodes</i> spp	7
<i>Neobisnius</i> sp	3
Chrysomelidae 1	2
Chrysomelidae 2	1
HYMENOPTERA	
Tiphiidae	
<i>Tiphia</i> sp	17
TOTAL	456

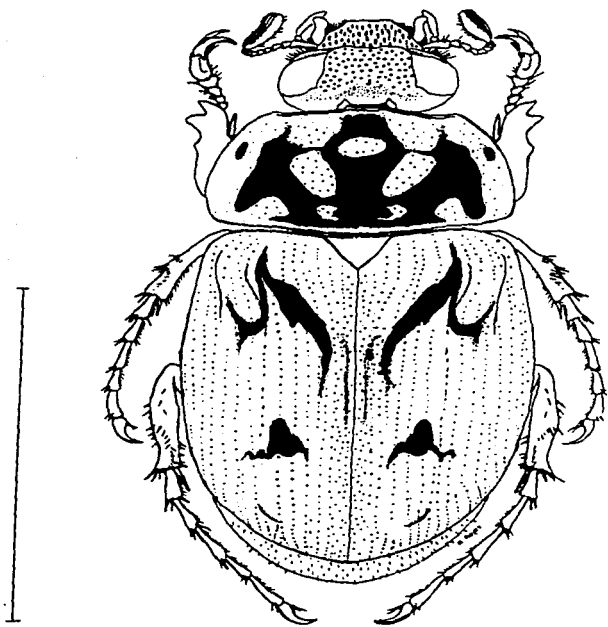
VI.b.1. Diagnósis de *Cyclocephala lunulata* Burmeister, 1847.

El adulto es un Dynastino con forma ovalada-alargada, convexo, de color pardo amarillento, con 4 a 8 manchas rojizas irregulares pero simétricas en el pronoto y con 4 a 10 manchas oscuras en los

élitros de forma sigmoide, alargada o semilunar, independientes o unidas entre sí (Fig. 3). Clípeo semitrapezoidal con el ápice recto y un poco levantado. Margen basal del pronoto incompleto en su tercio central. Sin cobertura de sedas en el pronoto y en los élitros. Placa pigdial con sedas cortas hacia sus lados y la base. Tarsos anteriores de los machos engrosados, con la uña interna más grande y gruesa que la externa, cuyo ápice se encuentra estrecha y profundamente hendido. Longitud corporal va de 12 a 16.5 mm.

La larva es del tipo escarabaeiforme, de color blanco ligeramente amarillento, con el tercio posterior grisáceo. Cabeza de color pardo amarillento brillante, con dos sedas antero-frontales, dos sedas postero-frontales, y seis dorso-epicraneales. Ocelos poco evidentes. Último artejo antenal con dos áreas sensoriales dorsales. Estigmas respiratorios muy esclerosados, de color pardo-amarillento, con los lóbulos de la placa respiratoria cercanos entre sí. Abertura anal ligeramente recurvada. La región ventral del último segmento abdominal carece de séptula y de palidia definidos. Las sedas que forman las tegilla son largas, deprimidas y tienen el ápice muy recurvado hacia atrás. Las uñas tarsales están muy desarrolladas y presentan una seda anteapical y una seda basal. Longitud aproximada de la larva de tercer estadio: 30-34 mm.

Distribución conocida: De México hasta Colombia. En México se han encontrado en casi todas las zonas templadas y cálidas del país, incluyendo los altiplanos y se han reportado en los estados de Chis., Col., Gro., Hgo., Jal., Edo. De Méx., Mich., Mor., Nay., Oax., Pue., Qr., SLP., Tamp., Ver. (Morón, Ratcliffe y Deloya, 1997).



Figs. 3. Adulto de *Cyclocephala fumilata*. Línea corresponde a 1 cm..

VI.b.2. Diagnósis de *Phyllophaga brevidens* (Bates, 1888).

El adulto presenta la forma típica del género *Phyllophaga*, ovalado y alargado, de color castaño rojizo, con el dorso setífero. La cabeza es de tipo prognato más ancha que larga. Los márgenes anterolaterales del pronoto crenulados y los posteriores normales. Uñas tarsales unidentadas. Longitud corporal de 14 a 19 mm (Fig. 4).

Las larvas son típicas escarabiformes de color blanco amarillento, con la cabeza de color amarillo y las patas amarillentas. La cabeza es de forma subovalada, más ancha que larga con una anchura promedio de 4.83 mm, la sutura frontoclipeal bien marcada. Presenta 12 sedas antero-frontales y cinco sedas dorso-epicraneales a cada lado; último artejo antenal con una área sensorial dorsal. Las patas están constituidas por cuatro artejos subcilíndricos plurisetosos; coxa muy larga; trocánter corto; fémur largo, ensanchado distalmente y tibia alargada. El abdomen, está formado por diez segmentos, hacia los lados de los primeros ocho segmentos son aparentes las prominentes áreas estigmales. La abertura anal presenta forma de "Y" invertida. Palidia y septula bien definidas. Longitud dorsal promedio de las larvas de segundo y tercer estadio de 2.9 y 43.66 mm respectivamente (Fig. 5).

Distribución. Es muy abundante en la Depresión del Balsas y montañas circunvecinas, en terrenos agrícolas o silvestres ubicados entre los 900 y 2100 m de altitud (Morón y Terrón, 1988) se ha reportado para los estados de Méx., Mor., Nay., Pue. y Sin. (Morón, Ratcliffe y Deloya, 1997).

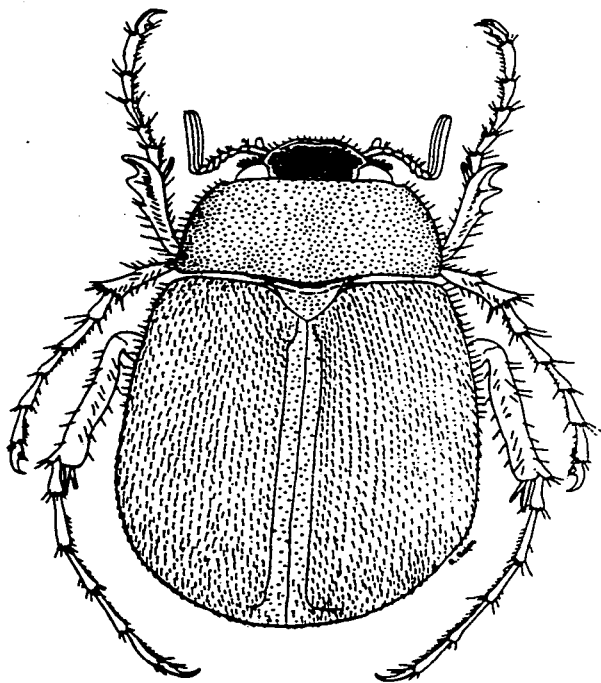


Fig. 4. Adulto de *Phyllophaga brevidens*. Línea corresponde a 1 cm.

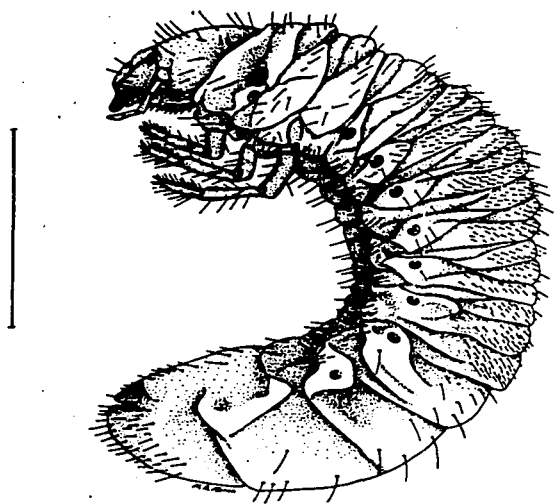
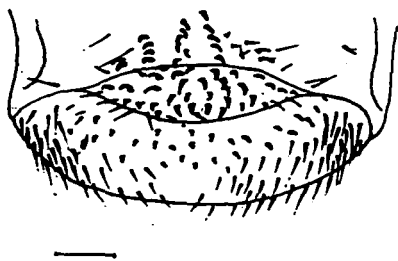


Fig. 5. Larva de tercer estadio de *Phyllophaga brevidens*. Línea corresponde a 1 cm.
(según Morón, 1986).

Una forma práctica de diferenciar las larvas de *C. lumulata* y *P. brevidens* en el campo es observando la abertura anal, la cual se encuentra en el décimo segmento abdominal; para el caso de *C. lumulata* ésta se observa en forma de una abertura lineal transversal a la región ventral (Fig. 6) y para el caso de *P. brevidens* la abertura anal presenta forma de "Y" invertida (Fig. 7).



6



7

Fig. 6-7. Vista ventral del último segmento abdominal de las larvas de tercer estadio de:
6) *C. lumulata*. 7) *P. brevidens*. Línea corresponde a 1 mm.

VI.c. RECONSTRUCCION DEL CICLO DE VIDA Y DESCRIPCION DE HABITOS OBSERVADOS EN LOS MELOLONTIDOS PREDOMINANTES.

VI.c.1. Ciclo de vida de *Cyclocephala tumulata*.

De acuerdo a las colectas realizadas tanto de adultos como de larvas en la parcela de estudio, podemos observar en el cuadro 3 que las larvas se colectaron en la mayoría de los meses, sin embargo, la población disminuyó considerablemente en los meses de marzo y abril; en mayo y junio no se colectaron individuos; por el contrario, en los meses de octubre y febrero la población se incrementó, por lo que se afirma que el desarrollo de la larva de *C. tumulata* se da entre agosto y febrero y que probablemente la disminución de larvas en agosto y septiembre se debió a que en esas fechas se realizaron las labores de preparación de terreno por lo que muchas larvas se vieron afectadas .

Para el caso de las prepupas, se puede observar en el cuadro 3 que su densidad fue en general baja en todos los meses del año, sin embargo, el periodo de prepupa está bien marcado entre los meses de enero a mayo, por lo que se supone que las pupas se desarrollan entre febrero y junio lo que se ve reflejado en la emergencia de los adultos colectados en las lámparas del alumbrado público en los meses de mayo, junio, julio y septiembre, de estos meses la máxima población se colectó en junio decreciendo en julio, en agosto no se colectó ningún ejemplar y en septiembre se incrementó nuevamente la actividad, estas colectas se realizaron esporádicamente, esto es no se realizó un muestreo sistemático de adultos en la parcela de estudio. Se confirma que el ciclo biológico de *C. tumulata* para la zona cañera de Atencingo es anual.

VI.c.2. Ciclo de vida de *Phyllophaga brevidens* (Bates, 1888).

De acuerdo a las colectas realizadas en la parcela del muestreo, podemos observar en el cuadro 4 que el ciclo biológico de *Phyllophaga brevidens* es anual y esto se ha confirmado con la colecta de adultos en el alumbrado público, presentándose una población muy alta de adultos en las lámparas

que emiten luz fluorescente en los meses de mayo y junio, aunque depende de la época de lluvias. Por otro lado, las poblaciones más altas de larvas se presentaron en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre. Estos datos concuerdan con los reportados por Morón, quien en 1986 cita que *Ph. brevidens* completa su ciclo vital en un año. En el año de 1997 los adultos comenzaron a salir a principios del mes de abril debido probablemente a que en el mes de marzo la cantidad de agua acumulada fue de 18 mm,

CUADRO 3 ESTADOS DE DESARROLLO DE *C. lumulata* OBTENIDOS EN LAS MUESTRAS DE SUELO CON CAÑA DE AZUCAR DURANTE EL PERIODO DE AGOSTO DE 1991 A OCTUBRE DE 1992 EN LAGUNILLAS, PUEBLA.

Fecha	Número de individuos			
	Larva	Prepupa	Pupas	Adultos
Ago/91	8	--	2	2
Sep/91	4	--	1	--
Oct/91	36	--	--	--
Nov/91	21	--	4	--
Dic/91	27	--	2	2
Ene/92	23	16	2	--
Feb/92	24	17	1	--
Mar/92	2	22	8	--
Abr/92	1	27	1	--
May/92	--	10	1	5
Jun/92	--	--	1	10
Ago/92	11	3	2	1
Sep/92	9	--	--	5
Oct/92	7	--	1	--

CUADRO 4 ESTADO DE DESARROLLO DE *Ph. brevidens* OBTENIDAS EN LAS MUESTRAS DE SUELO CON CAÑA DE AZUCAR DURANTE EL PERIODO DE AGOSTO DE 1991 A OCTUBRE DE 1992 EN LAGUNILLAS, PUEBLA.

Fecha	Número de individuos			
	Larva	Prepupa	Pupas	Adultos
Ago/91	8	--	--	--
Sep/91	5	--	--	--
Oct/91	3	--	--	--
Nov/91	11	--	--	--
Dic/91	2	--	--	--
Ene/92	2	--	--	--
Feb/92	3	--	--	--
Mar/92	2	2	--	--
Abr/92	2	--	--	--
May/92	2	--	--	5
Ago/92	5	--	--	--
Sep/92	2	--	--	1
Oct/92	1	--	--	--

VI.c.3. Biología observada en las especies de Melolonthidae.

De las especies de la familia Melolonthidae recolectadas en el área se obtuvieron larvas, pupas, prepupas y adultos, además de que algunos adultos se obtuvieron en el laboratorio al seguirles su ciclo biológico. En general las larvas se localizan a profundidades que van desde los 5 a lo 25 cm y a una distancia del tallo de la planta de 2 a 20 cm, por lo que su desarrollo lo realizan dentro de la rizosfera de la caña de azúcar, alimentándose de la raíz primaria y secundaria, dependiendo del desarrollo de la larva. Sin embargo, este estado se ve afectado por las labores agrícolas del cultivo,

como es el caso de la fertilización ya que cuando se aplica el sulfato de amonio simple, las larvas se encuentran a profundidades mayores a los 25 cm, esto puede deberse a que el sulfato de amonio en medio acuoso forma el ion amonio más iones sulfato. Los iones amonio se nitrifican rápidamente, facilitando el uso del nitrógeno por las plantas. Esta reacción posiblemente afecta a las larvas, que tratan de evitarla profundizando en el terreno. Un efecto contrario sucede con la humedad, debido a que después de un riego "pesado", las larvas se encuentran en la superficie del suelo o a profundidades menores a 5 cm, tratando de evitar el suelo saturado de agua, donde se les dificulta la respiración.

Para el caso de la prepupas y pupas, éstas se encontraron a profundidades de alrededor de 25 cm; la prepupa busca la humedad que retiene el suelo para realizar una celda compacta con sus excrementos y las partículas del suelo que las rodean, además, expulsa todo el contenido del aparato digestivo, por lo que la prepupa se torna totalmente blanca. La pupa inicia su desarrollo dentro de la celda que construyó la prepupa y aquí completa su desarrollo hasta que emergen los adultos, los cuales se encuentran a profundidades de entre 5 y 15 cm, esperando las primeras lluvias para salir a la superficie.

Entre las observaciones realizadas con los adultos colectados en las trampas de luz, se encontró que *Ph. brevidens* inicia su actividad de vuelo a las 19:15 horas y disminuye alrededor de las 20:55, con un pico de actividad entre 19:30 y 20:05. Para el caso de *C. lumulata* la actividad de vuelo inicia a las 19:40 y concluye alrededor de las 21:10, presentándose la mayor actividad entre las 19:50 y 20:30 horas. Los adultos de *Ph. brevidens* se observaron alimentándose del follaje de la caña de azúcar, además del árbol de mezquite (*Prosopis sp*). Después de la cópula, las hembras se introducen en el suelo para realizar la oviposición.

VI.d. DENSIDAD Y DISTRIBUCION DE LARVAS.

El número de larvas que se encontró en cada muestra dependió del desarrollo biológico de los melolontidos, como se puede observar en los datos de la figura 8 en donde se presentan las larvas colectadas entre octubre y febrero, que fueron los meses en que se desarrollaron las larvas. En dicha figura se tienen cuatro bloques representando en cada mes los cuatro transectos y los cinco sitios de muestreo para cada transecto. En el diagrama de campo observamos muestras con una larva, hasta las que presentaron seis por cada cubo de muestra y otras donde no se encontraron larvas; en promedio podemos decir que hay 20 larvas por metro cuadrado, lo que equivale a que en cada hectárea se encuentren más de 200 000 larvas; podría darse el caso, de que en otra parcela en donde no este bien trabajado el terreno, la población de las especies aquí reportadas fuera mucho mayor, esto es supongamos que no se realizan las labores agrícolas de preparación del suelo antes de la siembra y que los adultos emergen entre junio y julio los cuales ovipositan en la parcela y si no se remueve el suelo no se exponen los huevos al sol o éstos no se destruyen por el paso del arado, lo que ocasionaría un incremento de larvas.

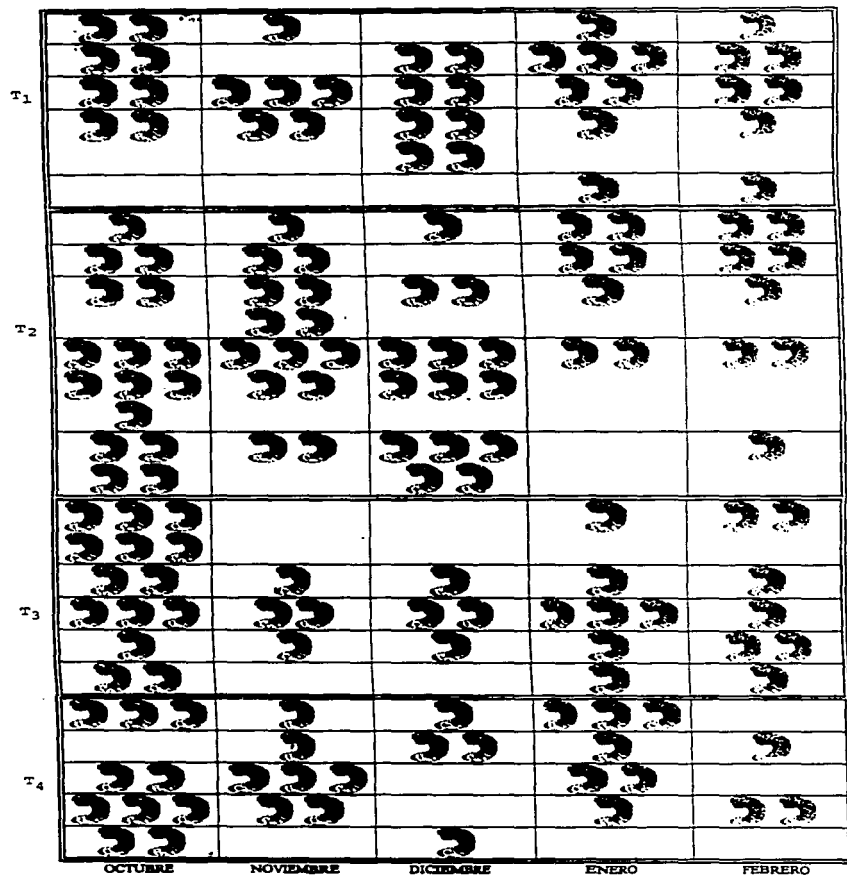
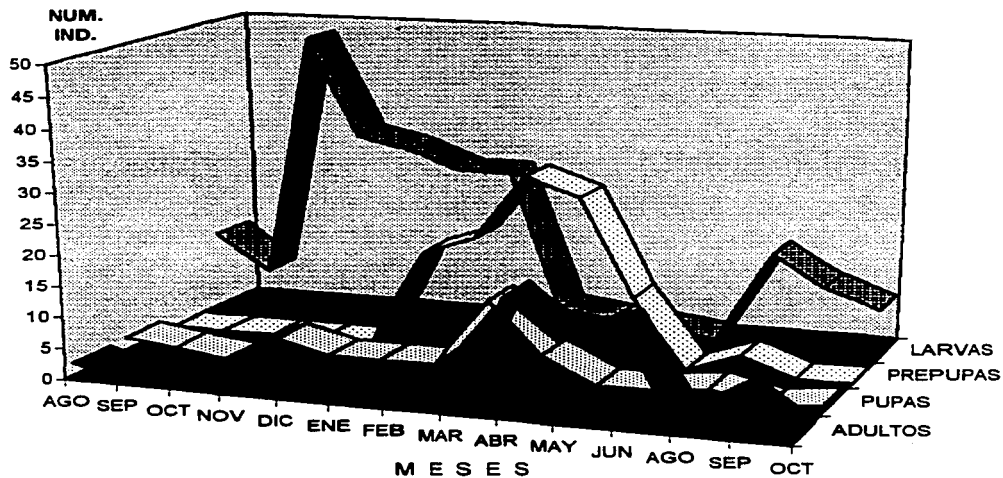


Figura 8 Diagrama de campo donde se presenta la distribución de las larvas de melolóntidos colectados en los meses de octubre a febrero en Lagunillas, Puebla: Nota la T indica cada uno de los transectos.

La distribución espacial de las larvas nos indican que éstas se distribuyen en forma agregada como se puede ver en el diagrama de campo de la figura 8, en donde hay zonas que se observa claramente el manchón. Estos datos concuerdan con los reportados por Rodríguez del Bosque (1988), quien cita que las larvas de *Ph. crinita* en el cultivo de maíz tienen una distribución agregada. Hay que destacar que en los meses de octubre, noviembre y diciembre es cuando las poblaciones se encontraban agrupadas, mientras que para los meses de enero y febrero las poblaciones estuvieron más dispersas, probablemente por que cuando las larvas alcanzan su máximo estado de desarrollo, tienden a competir por espacio físico y otras veces por el alimento, lo que ocasiona que se separen entre ellas.

VI.e. FLUCTUACION POBLACIONAL.

Al graficar la fluctuación poblacional de las especies de Melolonthidae encontradas en la rizosfera de la caña de azúcar, observamos que la máxima población de larvas se presenta en el mes de octubre con una población de 48 larvas, mientras que en los meses de noviembre y diciembre la población descendió a 30 individuos (gráfica 3), mientras que en enero y febrero la población se mantuvo en 27 individuos y para el mes de marzo, ésta bajó considerablemente. En forma general, la población de larvas tiende a disminuir de 48 en el mes de octubre a 27 en el mes de febrero, lo que equivale a una disminución de 43.7 %; esta disminución puede deberse a varios factores, entre ellos: muerte natural; por el manejo del cultivo, ya que en el mes de noviembre se realizó el “despacho”; o bien debido a la presencia de parasitoides, como en este caso que se encontraron pupas y capullos de una avispa del género *Tiphia*, reportada en Costa Rica parasitando larvas de Scarabaeidae. Por otro lado, se colectaron también carábidos y estafilínidos de los géneros *Lathrobium* y *Paederus* quienes pueden estar depredando las poblaciones de “gallina ciega”. Para el caso de las prepupas, la máxima población se presentó entre marzo y abril y la máxima población de pupas fue en marzo. Para los adultos la máxima población se presentó en abril.



Gráfica 3. Fluctuación poblacional de las especies de Melolonthidae colectados en la rizosfera de la caña de azúcar, durante los meses de agosto de 1991 a octubre de 1992, en Lagunillas, Puebla.

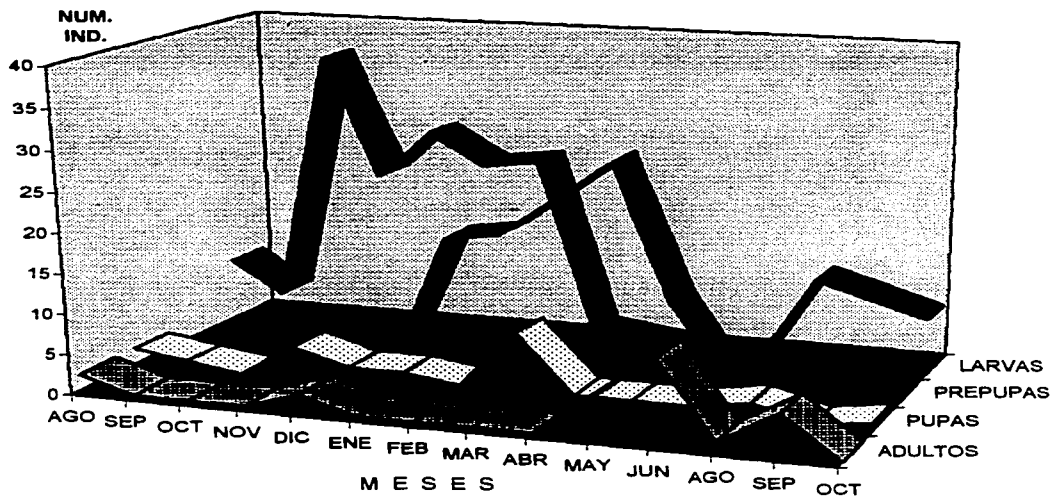
Los resultados obtenidos sobre la fluctuación poblacional por especie se presentan en las gráficas 4 y 5, en las cuales se observan que la mayor actividad dentro de la rizosfera de la caña la presentan las larvas de *C. lumulata*, encontrándose densidades de hasta 36 individuos por mes mientras que *Ph. brevidens* no supera los 11 ejemplares por mes.

Al observar las gráficas de fluctuación poblacional para *C. lumulata* y *Ph. brevidens* (gráficas 4 y 5 respectivamente), se aprecia que la mayor población de *C. lumulata* se registró en los meses de octubre a febrero; mientras que la máxima población de prepupas fue en marzo y abril.

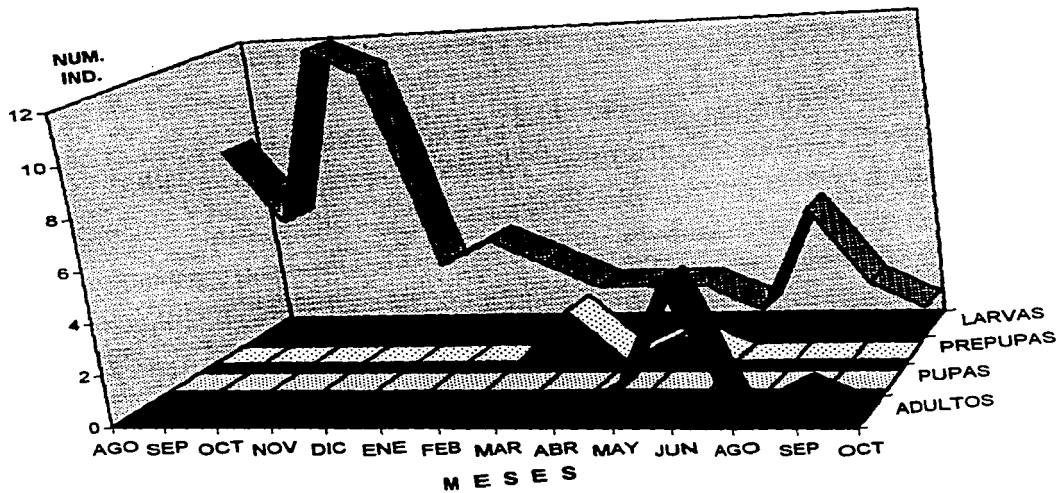
Phyllophaga brevidens tiene un comportamiento similar al de *C. lumulata*, encontrándose el mayor número de larvas en los meses de octubre y noviembre, sin embargo, la población de esta especie fue mucho menor que *C. lumulata*.

Las larvas que se encontraron en los dos primeros muestreos tanto de *C. lumulata* como de *Ph. brevidens*, son muy escasas en comparación con las que se encontraron en los siguientes muestreos. Esto se debió a que el primer muestreo se realizó 15 días antes de la siembra y el segundo 15 días después de la siembra. Además hay que tomar en cuenta el efecto del movimiento del suelo durante la preparación del terreno. Sin embargo, a partir de octubre de 1991, se incrementó considerablemente la población para ambas especies.

La fecha de siembra de la caña de azúcar en la zona de estudio se da entre julio y septiembre, lo cual aprovechan perfectamente estos coleópteros para iniciar su desarrollo, encontrándose que las larvas de *C. lumulata* están presentes entre agosto y abril, las prepupas se localizan entre enero y mayo, las pupas se encuentran entre abril y junio. La puesta de huevos se realiza aparentemente entre agosto y septiembre, confirmando con esto la duración anual del ciclo vital de *C. lumulata* en la zona cañera de Atencingo, Pue.



Gráfica 4. Fluctuación poblacional de *Cyclocephala lumulata* colectadas en caña de azúcar durante el periodo de agosto de 1991 a octubre de 1992, en Lagunillas, Puebla.



Gráfica 5. Fluctuación poblacional de *Phyllophaga brevidens* colectadas en caña de azúcar durante el periodo de agosto de 1991 a octubre de 1992, en Lagunillas, Puebla.

La fluctuación poblacional se ve favorecida por las labores agrícolas de la zona, por ejemplo, cuando no se practica la rotación de cultivo los productores preparan el terreno para la siembra en los meses de junio y julio, en estos casos la siembra se realiza a finales de julio y principios de agosto, como los barbechos los realizan en la época en que los adultos están emergiendo o volando la preparación del terreno no afecta a la población de la “gallina ciega”. Por otro lado las condiciones ideales que los adultos buscan para ovipositar corresponden a la de un terreno removido donde el suelo se encuentra poroso, después de las labores del surcado para la siembra y cuando la caña de azúcar comienza a desarrollar las primeras raíces las larvas pueden alimentarse de éstas. Para el mes de septiembre la caña tiene un desarrollo de 20 ó 30 cm y la larva estaría en segundo estadio, para el mes de octubre la larva alcanza su máximo desarrollo y empieza a ocasionar los daños más fuertes, lo cual se refleja entre octubre, noviembre y diciembre que es cuando la larva se alimenta más, en enero y febrero termina el desarrollo larval y comienzan a desarrollarse las prepupas y posteriormente las pupas, pero el daño ya fue hecho.

Para la zona de estudio se cuenta con la rotación de cultivos, lo que ayuda a disminuir la presencia de larvas en la zona cañera y esto sucede de la siguiente forma; para el mes de junio se siembra el cultivo de arroz, lo que implica una anegación del terreno y se espera que ésta afecte a las especies de “gallina ciega” presentes en el suelo; posteriormente en el mes de diciembre preparan el terreno para sembrar en enero el maíz, con lo cual disminuye la población que logra sobrevivir a la anegación; el maíz se cosecha en mayo y se prepara el terreno para la siembra de caña de azúcar, esto trae como consecuencia una considerable baja en la población de “gallina ciega”. ¿Qué pasa cuando no se realizan las actividades bajo esta programación?, supongamos que no se rotó el cultivo, pero se va a voltear el terreno (se siembra nuevamente caña de azúcar), para esto, la cosecha de caña de azúcar se realiza entre noviembre y mayo que es el periodo que dura la zafra, como el suelo no se mueve la mayor parte de la población de “gallina ciega” que se encuentran en el terreno completa su ciclo de vida y, más aún, los adultos que vuelan en mayo, ovipositan en la misma parcela y como ésta no se trabaja adecuadamente aumenta la población de “gallina ciega”. Lo que se recomienda realizar en estos casos, es que, en enero se realice un barbecho profundo seguido de una rastra, en febrero se realice un segundo barbecho, igualmente profundo, para destruir o exponer a las

prepupas y las pupas que se están desarrollando en ese periodo, que pueden encontrarse a profundidades mayores a los 25 cm. Las pupas que logren concluir el ciclo de vida pasan a adultos y emergen en mayo, por lo que es conveniente que en julio se dé otro barbecho y una rastra cruzada, para eliminar los huevecillos que fueron ovipositados en junio, o bien, a las larvas que hayan emergido, y para el mes de agosto realizar el surcado y la siembra de la caña de azúcar en un terreno casi libre de larvas de las especies dañinas.

VII. CONCLUSIONES.

1. Las especies dominantes de Melolonthidae colectadas en la rizosfera de la caña de azúcar en la región de estudio fueron *Cyclocephala lunulata* y *Phyllophaga brevidens*.
2. Entre los parasitoides identificados se encuentran individuos de la familia Tiphidae del género *Tiphia* y entre los depredadores potenciales se identificaron los géneros *Lanthrobium* y *Paederus* miembros de la familia Staphylinidae.
3. Se confirma que los ciclos biológicos de *Cyclocephala lunulata* y *Phyllophaga brevidens* son anuales, encontrando que las larvas se desarrollan entre agosto y febrero, las pupas entre marzo y abril y los adultos se encuentran entre mayo y julio.
4. La distribución de las larvas de los melolontidos asociados a la raíz de la caña de azúcar se dan en forma agregada y la profundidad a la que se encuentran es de los 5 a 25 cm, las prepupas y pupas se encuentran alrededor de los 25 cm y los adultos entre los 5 y 15 cm. La densidad promedio observada fue de 14 larvas de *Cyclocephala lunulata* por metro cuadrado y 6 larvas de *Phyllophaga brevidens* por metro cuadrado.
5. Tanto el fertilizante (sulfato de amonio simple) como la humedad del suelo afecta en el desarrollo de las larvas, encontrando que cuando el suelo está saturado de humedad, las larvas se encuentran a profundidades de 5 cm, mientras que con el fertilizante se localizan a profundidades mayores a los 25 cm.

VIII. LITERATURA CITADA.

- Anónimo. 1985. Día de Campo. *Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar. Boletín de divulgación* I. Matamoros, Puebla.
- Anónimo. 1990. *Estudios por sistemas agroindustriales, caña de azúcar*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Representación general en el Estado de Puebla. Programa de Desarrollo Agroindustrial. Puebla, Pue. México.
- Badilla, F. F. 1994. Manejo integrado de jobotos *Phyllophaga* spp en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. *Seminario taller Centroamericano sobre biología y control de insectos del género Phyllophaga* spp. Costa Rica-CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Barrios, P.G. y D. Salcedo, B. 1983. Estimación de la demanda de azúcar en México. *Revista Chapingo*. Año VIII, núm 39. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Edo. de México.
- Flores, C.S. 1983. Historia sobre las plagas y enfermedades de la caña de azúcar en México. *Revista Chapingo*. Año VIII, núm 41. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Edo. de México.
- Flores, C.S. 1994. *Las plagas de la caña de azúcar en México*. Primera edición. México D. F.
- _____ y M. Abarca, R. 1961. Principales plagas de la caña de azúcar en México. *Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar. Boletín de divulgación núm. 4*. México, D.F.
- García, E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*, 4a Edición UNAM. México, D.F.
- García, G. A. 1992. Hernán Cortés y la agricultura: la caña de azúcar, la Industria azucarera y sus proyecciones. *Memoria del Patronato Mexicano del V Centenario de Cortés*. Diana, México.
- Hanson, P. 1996. Control biológico de *Phyllophaga* depredadores y parasitoides. *Seminario taller Centroamericano sobre biología y control de insectos del género Phyllophaga* spp. Costa Rica-CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Hernández, D. A. G. y D. Monterroso. 1994. Sistema de alarma un componente del manejo integrado de plagas. *Seminario taller Centroamericano sobre biología y control de insectos del género Phyllophaga* spp. Costa Rica-CATIE. Turrialba, Costa Rica.

- Hernández, R. S., A. Ramírez y M. A. Morón R. 1996. Control integrado de la "gallina ciega" en la zona de abastecimiento del ingenio de PUGA, Nayarit, México. *Resumen del VII Latinoamericano y XXXI Nacional Congreso de Entomología*. Sociedad Mexicana de Entomología. Mérida, Yucatán, México.
- I.M.P.A. 1957. Principales coleópteros que atacan a la caña de azúcar. *Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar. Folleto de divulgación núm 3*. México, D.F.
- _____ 1983. Caña de azúcar en la región Golfo Centro. *Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar*, Córdoba, Veracruz, México.
- I.N.E.G.I. 1987. Síntesis geográfica, nomenclatura y anexo cartográfico del Estado de Puebla. *Secretaría de Gobierno del Estado de Puebla*, México.
- _____ 1988. Los municipios de Puebla. Colección Enciclopedia de los municipios de México. *Secretaría de Gobierno del Estado de Puebla*, México.
- _____ 1990. Anuario estadístico del Estado de Puebla. *Secretaría de Gobierno del Estado de Puebla*, México.
- King, A.B.S. 1994 . La biología, identificación y distribución de especies económicas de *Phyllophaga* en América Central. *Seminario taller Centroamericano sobre biología y control de insectos del género Phyllophaga* spp. Costa Rica-CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Lavelle, P., M.E. Maury y V. Serrano. 1981. Estudio comparativo de la fauna del suelo en la región de Laguna Verde, Veracruz. Época de lluvias. En: Reyes Castillo, P. (Ed.) *Estudios ecológicos en el trópico mexicano*. Instituto de Ecología A.C. México, D.F.
- Moreno, D.R. 1978. Clasificación de suelos. *Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas*. SARH.
- Morón, R.M.A. 1984. Escarabajos 200 millones de años de evolución. *Publicación 14*. Instituto de Ecología A.C. México, D.F.
- _____ 1986. El género *Phyllophaga* en México. morfología, distribución y sistemática supraespecífica. *Publicación 19*. Instituto de Ecología A.C. México, D.F.
- _____ 1990. Plagas del suelo y su control. *Curso Internacional sobre protección de cultivos tropicales*, CIES. Tapachula, Chis. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, México.

- _____, B. C. Ratcliffe y C. Deloya, L. 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, A.C. México, D.F.*
- _____, S. Hernández-Rodríguez, A. Ramírez y M.A. Gutiérrez. 1996. El complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con la caña de azúcar en la zona de abastecimiento del ingenio de PUGA, Nayarit, México. *Resumen del VI Latinoamericano y XXXI Nacional Congreso de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. Mérida, Yucatán, México.*
- _____, R. A. Terrón. 1988. Entomología práctica. *Publicación 22. Instituto de Ecología A.C. México, D.F.*
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1988. *Phyllophaga crinita* Burmeister (Coleoptera: Melolonthidae): Historia de una plaga del suelo (1855-1988). *Memoria de la tercera mesa redonda sobre plagas del suelo. Sociedad Mexicana de Entomología. Morelia, Michoacan, Méx.*
- Roger, P.H. 1974. *El cultivo de la caña de azúcar*. Compañía Editorial Continental. CECSA. México, D.F.
- Sánchez, N.F. 1972. *Materia prima: caña de azúcar*. Librería de Porrúa, Hnos. y Cia. S.A. México, D.F.
- Velásquez, M. 1994. Incidencia y control del complejo *Phyllophaga* sp en Guatemala. *Seminario taller Centroamericano sobre biología y control de insectos del género Phyllophaga spp. Costa Rica-CATIE. Turrialba, Costa Rica.*
- Vera, G.J. 1986. *Temas selectos sobre ecología de poblaciones*. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo Estado de México.