

26
2 y

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Filosofía y Letras Colegio de Geografía



**Aspectos Biogeográficos Aplicados al Estudio de la Fenología del Gusano
Alfilerillo Diabrotica spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), en los
Municipios de: Chapa de Mota, Juiquipilco y san Bartolo
Morelos, del Estado de México**

T e s i s



Que para obtener el título de **FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA **COLEGIO DE GEOGRAFÍA**

PRESENTA:
GEORGINA SIERRA DOMINGUEZ

1985



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 está 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.

INDICE GENERAL:

	PAGINA
AGRADECIMIENTOS	6
INTRODUCCION	7
OBJETIVOS	14
CAPITULO I:	
A.- ANTECEDENTES	15
B.- CONCLUSIONES DEL ANALISIS	17
C.- LOCALIZACION DE LA PLAGA	19
CAPITULO II:	
A.- MEDIO FISICO Y LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	21
1) Clima	21
2) Sustrato geológico	23
3) Suelos	23
4) Vegetación	25
5) Uso actual del suelo (agricultura)	31
B.- FACTORES GEOGRAFICOS DE LOS MUNICIPIOS....	33
1) Chapa de Mota	33
a) Topografía	33
b) Hidrología	33
c) Sustrato geológico	34
d) Suelos	34
e) Clima	36
f) Vegetación	36

	PAGINA
2) Jiquipilco	37
a) Topografía	37
b) Hidrología	37
c) Sustrato geológico	38
d) Suelos	38
e) Clima	39
f) Vegetación	39
3) San Bartolo Morelos	40
a) Topografía	40
b) Hidrología	40
c) Sustrato geológico	40
d) Suelos	41
e) Clima	42
f) Vegetación	42

CAPITULO III:

METODOLOGIA

A .- FENOLOGIA DE LA PLAGA	43
B .- FACTORES ABIOTICOS	47

CAPITULO IV:

RESULTADOS

A.- ASPECTOS TAXONOMICOS.

1). Clasificación científica de <u>Diabrotica</u> .	51
a) Phylum: Artrópoda	52
b) Clase: Insecta	53
c) Subclase/ Pterygota	56

	PAGINA
d) Orden: Coleoptera	58
e) Familia: Chrysomelidae.....	58
f) Género: Diabrotica	58
g) Especies de <u>Diabrotica</u>	59
h) Subespecies de <u>Diabrotica</u>	59
B.- BIOLOGIA Y ETOLOGIA DE LA PLAGA <u>Diabrotica virgifera</u> ssp.	62
1) Ciclo de vida o biológico de <u>Diabrotica virgifera</u> ssp.....	62
a) Huevo	68
b) Larva.....	71
c) Pupa	75
d) Adulto	77
2) Reproducción.....	81
3) Alimentación y daño	82
4) Plantas Hospederas	84
5) Disposición espacial de <u>Diabrotica virgifera</u> ssp.	85

CAPITULO V:

EFFECTOS DEL CLIMA SOBRE LAS POBLACIONES DE <u>Diabrotica virgifera</u> ssp.	88
A.- LARVAS	89
1) Localidad: Dongú	89
2) Localidad: Loma de Malacota	91
3) Localidad: Barrio Segundo	92
B.- ADULTOS	95

	PAGINA
1) Localidad: Dongú.....	95
2) Localidad: Loma de Malacota	96
3) Localidad: Barrio Segundo	98
GRAFICAS DE FLUCTUACION POBLACIONAL DE LARVAS Y ADULTOS DE <u>D. Virgifera</u> ssp.	102
RESULTADOS DE LAS CORRELACIONES ENTRE LOS FACTORES CLIMATICOS Y LA PLAGA.....	105
CAPITULO VI:	
RECOMENDACIONES	111
A.- Métodos de control culturales	111
B .- Métodos de control físicos y mecánicos.	112
C.- Investigación	113
CONCLUSIONES.....	114
BIBLIOGRAFIA	116
MAPAS CONSULTADOS	123

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se inició como parte de un anteproyecto para control integrado de la plaga gusano alfilerillo Diabrotica spp. (Coleoptera: (Chrysomelidae), que se presentó en el subprograma de Sanidad Vegetal en Metepec, Estado de México en 1982, el cual no fué aceptado por la falta de presupuesto. Por lo que decidí en forma particular realizar parte de la mencionada investigación y que llevó a la conclusión del presente trabajo.

Siendo el campo de la biogeografía poco estudiado todavía, recibí la ayuda de diferentes personas especializadas en su materia, y a quienes deseo expresar mi agradecimiento: en primer lugar a la Maestra Martha Cervantes Ramírez, asesora de Tesis por brindarme su experiencia y apoyo; al Dr. Alfonso García Escobar por sus consejos y experiencia en materia de entomología y etología; al Maestro Jorge Rivera Aceves por el interés que sus enseñanzas despertaron en mí, hacia el aspecto ecológico.

A todas las personas que durante todo el desarrollo del trabajo de tesis me ofrecieron su ayuda con materiales, datos e ideas sobre climatología y entomología gracias...

INTRODUCCION

Las diabroticas son insectos del orden Coleoptera y familia Chrysomelidae; son escarabajos de cuerpo ovalado de color verde amarillento con puntos o manchas amarillas; algunas especies son conocidas como gusano alfilerillo o doradillas, y atacan al cultivo del maíz en dos estados de su ciclo biológico, tanto en el larvario como en el adulto. "El adulto se alimenta de los estigmas del elote, impidiendo la polinización y la larva barrena el sistema radicular ocasionando la muerte de la planta y por tanto causando los mayores daños" (Metcal, 1976). De acuerdo a los diferentes hábitos alimenticios y mecanismos de dormancia se les clasifica en dos grupos taxonómicos: "el grupo fucata y el virgifera. Al grupo virgifera pertenecen: Diabrotica longicornis barberi, Diabrotica longicornis longicornis (Say) Diabrotica virgifera virgifera, Diabrotica virgifera zea Krysan & Smith, Diabrotica cristata (Harris), Diabrotica lemniscata LeConte (Krysan, et al. 1980), y Diabrotica nuevas subespecies. En este grupo los insectos son univoltinos y el rango de hospederos de la larva parece estar retringido a ciertas plantas (Branson & Krysan. 1981)

Al grupo fucata pertenecen las especies: Diabrotica undecimpunctata howardi Barber, D. balteata Le Conte, D. tibialis Jacoby y D.undecimpunctata Harold. Son especies multivoltinas, en las cuales la larva es polífaga e

inverna como adulto. Por lo estudios realizados se ha llegado a la conclusión que el factor que contribuye al multivoltinismo es por sus hábitos polífagos, lo que les permite alimentarse de diversas plantas durante todo el año (Branson & Krysan, 1981)

La diferencia entre ambos grupos son los hábitos de alimentación y la duración de la diapausa, se piensa que estos cambios han ocurrido como un resultado de la selección por el clima (Branson & Krysan, 1981).

El origen del grupo virgifera se remonta al origen del maíz, en alguna región de los trópicos o subtropicos de Mesoamérica (R. Smith, 1966), de tal forma que conforme el maíz fué introducido a cada lugar lo mismo hacia la plaga. El área geográfica de la distribución de D. virgifera depende de la presencia del maíz.

Galinat (1975) concluye que la difusión del maíz desde Mesoamérica se llevó a cabo hacia lo que es ahora Estados Unidos de Norteamérica por dos trayectorias separadas, correspondiéndole a una de ellas la distribución de D. virgifera zeae y a la otra la de D. virgifera virgifera (figuras I y II)

De acuerdo a la identificación realizada por Krysan (1983), en los Municipios de Chapa de Mota, Jiquipilco y San Bartolo Morelos se encontraron especies de ambos grupos; del grupo fugata se encuentra presente Diabrotica undecimpunctata Harold y del grupo virgifera, D. virgifera zeae Krysan & Smith y nuevas subespecies no identi-

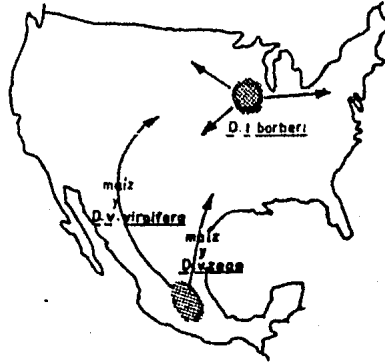


Fig. I. Supuesto origen y patrones de difusión de las asociaciones de subespecies de *Diabrotica* con maíz. (Fuente: *Annals of the Entomological Society of Am.* 3: 2)



Fig. II. Distribución de *D. v. virgifera* (+), *D. v. zeae* (-).

(Fuente: Krison, L.J. et al. A new subspecies of *D. virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae): Description, distribution and sexual compatibility)

ficadas aún (Comunicación personal). De éstas la especie D. virgifera zea ya había sido descrita como una de las plagas más importantes y que más daño económico ha causado tanto en el Estado de Jalisco (Reyes, 1981) como en los Estados Unidos de Norteamérica (Ball, 1957), donde fué reconocida por primera vez como plaga del maíz en 1912.

En el Estado de México, en la actualidad el cultivo del maíz ocupa un renglón muy importante en la actividad agrícola, con el 77.9% de la superficie total cultivada; y la presencia de este insecto ha causado pérdidas hasta por 1,200 kg. por hectárea.

Se tienen referencias que desde 1975 se comenzaron a manifestar sus daños en la parte norte del Estado de México, en 1980 se detectó su presencia en las localidades de Portezuelos y San Martín, Mpio. de Jilotepec. Para 1981 se detectó en los Distritos Agrícolas V de Atlacomulco, VIII de Jilotepec y I de Toluca. Debido a la importancia de los daños causados por la plaga Diabrotica spp, el método de control hasta ahora utilizado ha sido a base de insecticidas, un método rápido y eficiente pero con consecuencias colaterales como, la resistencia que se crea en los insectos, la perturbación del sistema ecológico al destruir especies de insectos convenientes y aumentos en los costos de producción. Con lo mencionado anteriormente no se niega la utilización de los insecticidas para el control de las plagas, pero si se sugiere que antes se

realicen los estudios ecológicos básicos referentes al insecto; estudios que incluyan:

1.- Dinámica de poblaciones y dispersión

A.- Fenología de la plaga

- a) Identificación.
- b) Biología.
- c) Ecología.
- d) Comportamiento.

B.- Muestreo

- a) Desarrollo de métodos.
- b) Estimación.
- c) Distribución.
- d) Dispersión espacial y temporal.

2.- Condiciones abióticas

- a) Temperatura.
- b) Humedad.
- c) Fotoperíodo.
- d) Evaporación.

3.- Umbral económico

A.- Análisis de daños.

- a) Meteorológico.
- b) Por plagas.
- c) Simulados.

B.- Análisis de costos.

- a) Agrotécnicos.
- b) Fitosanitarios.

4.- Control natural.

- a) Parasitoides.
- b) Depredadores.
- c) Entomopatógenos.
- d) Antibiosis.

Al tomar en cuenta las características ecológicas de la plaga, se le está considerando como lo que es, parte integrante de un ecosistema, en el cual existe un intercambio de energía entre los constituyentes bióticos y los factores ambientales externos. "Existe también una estrecha relación entre los productores vegetales y los consumidores animales. La energía solar captada y sintetizada como alimento por las plantas, es transferida a través de consumidores a distinto nivel, todos ellos entrecruzados, formando una trama alimentaria. Esta característica autógena es una propiedad importante de las comunidades biológicas para conseguir mantener una comunidad estable" - (Kucera, 1978).

"El agroecosistema, es una unidad compuesta por el total de los organismos de una área agrícola junto con todo el ambiente físico externo condicionado por las actividades agrícolas, sociales y culturales del hombre. Los principales componentes del agroecosistema son los cultivos, el suelo, el ambiente físico y químico, la energía solar, la fauna agrícola, las malezas y el hombre (Alteri, 1980.)

Bajo ciertas condiciones algunos de estos elementos

pueden constituirse en componentes dominantes en el agroecosistema; en éste caso los insectos dañinos a los cultivos, se convierten en plaga; cuando al favorecerseles el medio su densidad de población tiene un aumento tal, que causa pérdidas económicas al hombre, ya sea dañando los cultivos durante su desarrollo o transmitiendo a las plantas microorganismos causantes de enfermedades y finalmente reduciendo la calidad y cantidad de la cosecha.

El presente trabajo forma parte de los estudios ecológicos básicos propuestos con anterioridad y en específico a fenología de la plaga y al análisis de las condiciones abióticas prevalecientes durante los estados de Larva, pupa y adulto de la Diabrotica virgifera sspp.

OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden alcanzar en el presente trabajo son los siguientes:

1.- Estudiar la fenología de la plaga gusano alfilerillo o doradilla Diabrotica spp.

1.1- Identificar correctamente a las especies o subespecies presentes en los Municipios de San Bartolo Morelos, Jiquipilco y Chapa de Mota, Estado de México.

1.2- Determinar cual de las especies y/o subespecies es la causante de los mayores daños al cultivo del maíz.

1.3- Contribuir al conocimiento de su biología, ecología y comportamiento a nivel bibliográfico y campo.

2.- Realizar el estudio de los factores abióticos en la zona a nivel bibliográfico y campo.

2.1- Determinar como influyen los parámetros: temperatura y humedad del suelo y medio ambiente en la presencia de Diabrotica spp.

CAPITULO I

A.- ANTECEDENTES.

Los antecedentes abarcan los trabajos y acciones realizadas para el control de Diabrotica spp. en la parte norte del Estado de México, por el Subprograma de Sanidad Vegetal en el Estado.

En el Estado de México desde 1979, el laboratorio de Entomología de Sanidad Vegetal de CODAGEM ha realizado diferentes estudios, y el Subprograma de Sanidad Vegetal ha desarrollado actividades encaminadas a controlar la larva (gusano alfilerillo) y el adulto de Diabrotica spp. (Coleoptera: Chrysomelidae)

En 1979 (anónimo, 1979) se llevaron a cabo una serie de muestreos en la parte norte del Estado de México que incluyeron las Unidades Agrícolas de Desarrollo Municipal (ADM): San Felipe del Progreso, Jilotepec, Polotitlán, Ixtlahuaca, Temascalcingo, Villa del Carbón, El Oro, San Bartolo Morelos, Acambay, Aculco, Jocotitlán, Jiquipilco y Chapa de Mota. De éstas las que mostraron mayor índice de infestación fueron:

UADM	Localidad
Temascalcingo	{ Calderas
	{ Cerritos de Cárdenas
Jocotitlán.	{ San Juan y San Agustín
	{ Siffari
	{ Zacualpan.

UADM	Localidad
Ixtlahuaca	{ Concepción de los Baños
	{ San Pedro de los Baños
San Felipe del Progreso	{ San Pedro el Alto
	{ Nenasi

En 1980 (anónimo, 1980) la Unidad Agrícola de Desarrollo Municipal de Acambay se sumó a las unidades que el año anterior (1979) mostraron mayor infestación.

Se determinó la fluctuación poblacional del insecto en los municipios de Temascalcingo, Jocotitlán, El Oro, Ixtlahuaca, Jiquipilco, Acambay y San Felipe del Progreso.

Se hicieron pruebas químicas en las localidades de Tecuac y San Antonio Enchise, resultando el volatón 2.5% P en dosis de 50 kg/ha como el insecticida más efectivo.

También se llevó a cabo una campaña emergente contra el gusano alfilerillo, donde trataron 900 ha., en Jiquipilco y 500 ha. en Atlacomulco.

En 1981 (anónimo, 1981 a) se suma a la zona infestada el Municipio de Jiquipilco. Se determina la fluctuación poblacional de gusano alfilerillo Diabrotica spp. en los Municipios de Ixtlahuaca, Jiquipilco, Acambay, Jocotitlán, Temascalcingo y San Felipe del Progreso.

Se hicieron pruebas de control químico, concluyéndose se que el insecticida furadán G 5.0% en dosis de 30 kg./ha. es el más efectivo, en las localidades de Zacualpan y Tecuac. Además se hicieron muestreos en los Distritos Agrícolas I de Toluca y V de Atlacomulco; por tener éste

último una infestación mayor, localizada en 2,919 ha. se implementaron campañas emergentes contra el adulto y las localidades donde se realizaron fueron: Distrito Agrícola I de Toluca, localidad de Almoloya de Juárez; Distrito Agrícola V de Atlacomulco, localidades de Jocotitlán, San Bartolo Morelos, San Felipe del Progreso, Ixtlahuaca, Jiquipilco, Atlacomulco, Acambay, El Oro y Temascalcingo; Distrito Agrícola VIII de Jilotepec, localidades de San Andrés Timilpan, Chapa de Mota, Jilotepec, Aculco y Villa del Carbón (Anónimo, 1981 b. Anónimo, 1981 c) Fig. 1.

Se realizó una campaña de divulgación para dar a conocer al agricultor las medidas preventivas y control de la plaga.

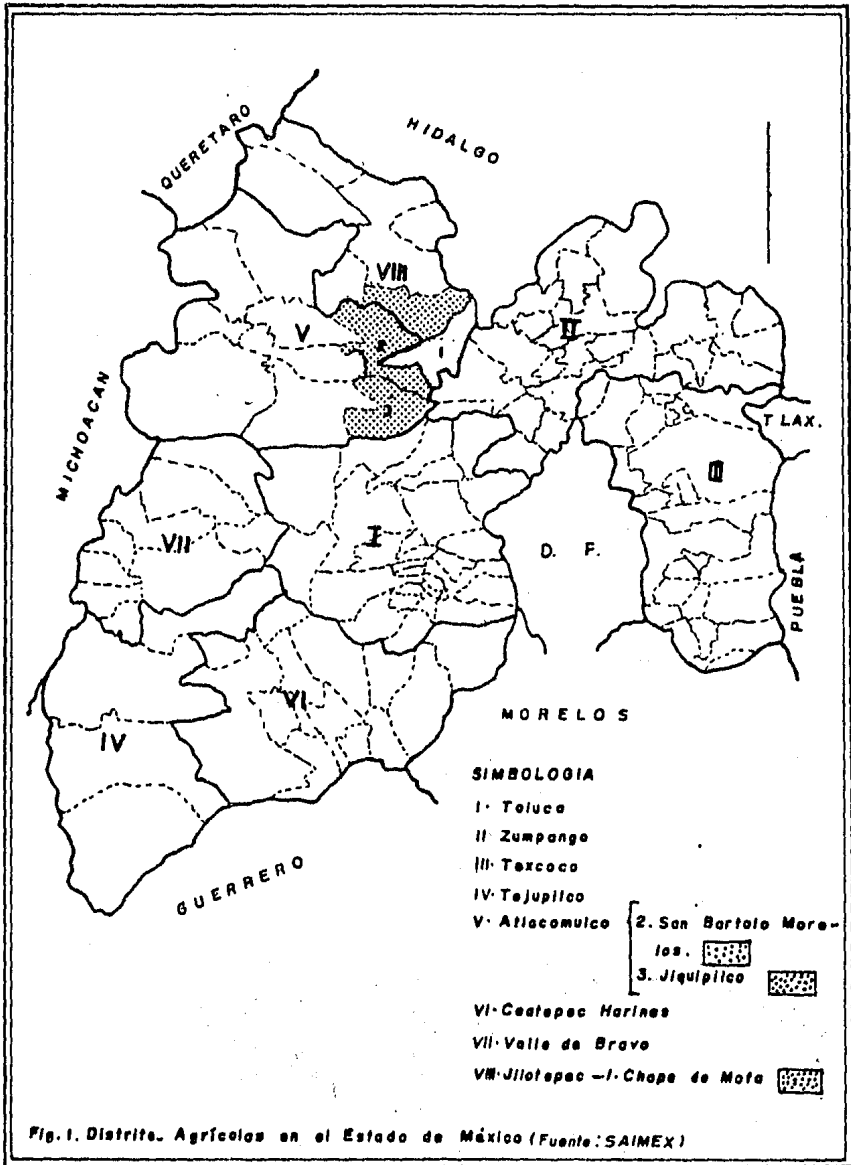
En 1982 (Anónimo, 1982) se hicieron muestreos y pruebas de control químico en Jocotitlán y Atlacomulco.

B.- CONCLUSIONES DEL ANALISIS

1.- Todas las actividades y acciones que se realizaron desde 1979 a 1982, se llevaron a cabo sin un pleno conocimiento de la plaga, no se identificó, por tanto no se tenía la información bibliográfica necesaria sobre su biología, comportamiento, ecología y otros factores importantes que se deben tomar en cuenta en el desarrollo de medidas de control de una plaga.

2.- Se determinó el área de influencia del insecto.

3.- El enfoque dado para resolver el problema de



de Diabrotica spp. fué básicamente químico.

4.º Todo el material de divulgación utilizado está enfocado hacia Diabrotica udecimpunctata (duodecimnota-ta) Harold, siendo que la que causa los mayores daños es Diabrotica virgifera zeae Krysan & Smith y Diabrotica virgifera sssp. (nuevas subespecies).

C.- LOCALIZACION DE LA PLAGA (Diabrotica virgifera spp)

De acuerdo con los antecedentes antes mencionados, se presenta un mapa (ver fig. No.2) de la distribución del insecto, encontrándose aspectos muy importantes relacionados con el clima. Al analizar el mapa se puede observar que los lugares de mayor infestación son los que tiene un clima $C(w_2)$ (w) templado subhúmedo con lluvias de verano, y los de menor infestación los que tienen un clima $C(w_0)$ (w) , que es templado subhúmedo con lluvias de verano pero más seco que el anterior y en donde no se presenta es donde el clima es BS_1kw que es semiseco, el menos seco de los BS; de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García 1981. La causa de esta distribución puede ser la cantidad de humedad que necesita para que se rompa la diapausa en la que permanecen los huevecillos de la plaga Diabrotica virgifera sssp. durante ocho meses.

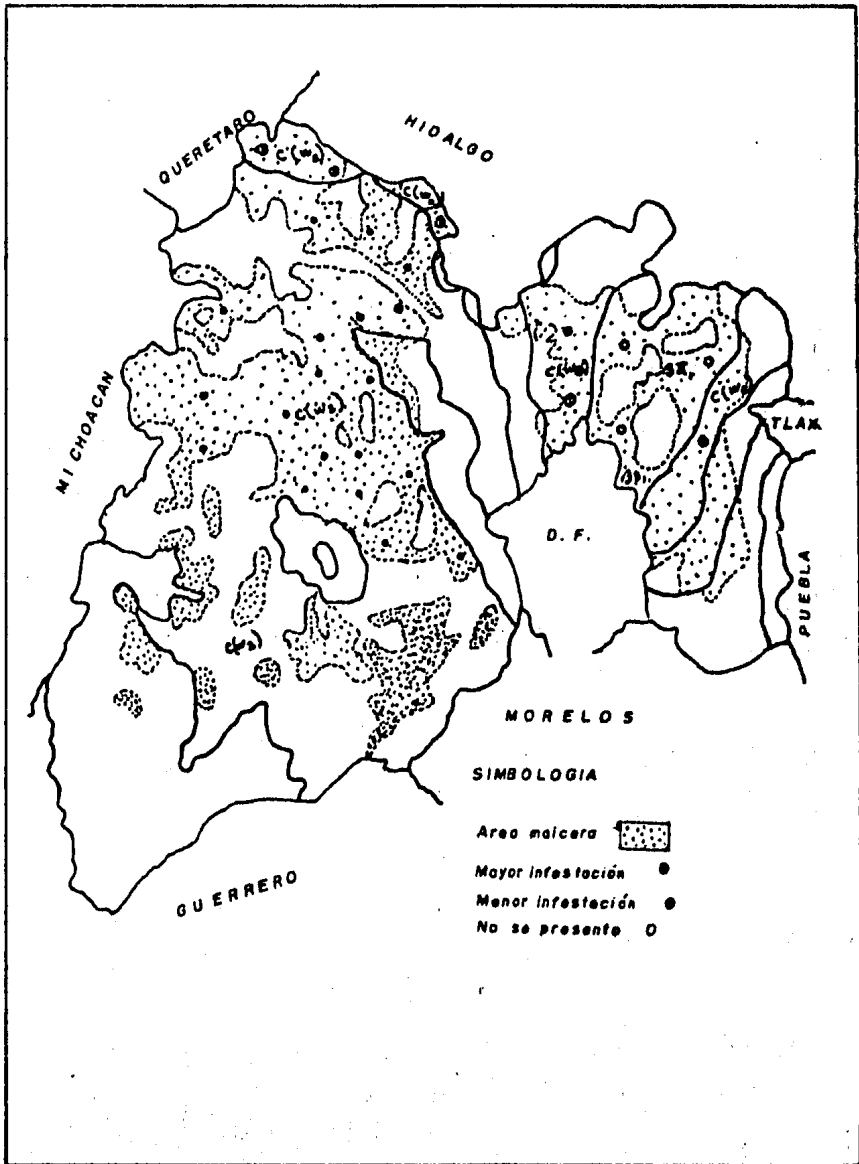


Fig. 2. Mapa de localización de la plaga, en el norte del Edo. de México 'Fuente: SAIMEX I

CAPITULO II

A.- MEDIO FISICO Y LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende los Municipios de Chapa de Mota, Jiquipilco y San Bartolo Morelos; localizados al norte del Estado de México; siendo sus coordenadas extremas: 19°29' y 19°54' de latitud norte y 99°26' y 99°45' de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Los Municipios limítrofes son: al norte Jilotepec y San Andrés Timilpan, al sur Temoaya, al este Villa del Carbón y Nicolás Romero y al oeste Atlacomulco, Jocotitlán e Ixtlahuaca (mapa de Fig 3). Con una extensión total aproximada de 804.036 Km².

1) Clima: de acuerdo con la Carta Estatal de Climas de la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP) en la que se emplea el sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1964), encontramos que predominan: en las zonas con alturas menores de 3,000 metros de altura, el clima C(w₂)(w)b(g) y en las mayores a esta altura el C(E)(w₂)(w)(b')(i'). El primero es un clima templado subhúmedo con lluvias de verano, precipitación del mes más seco menor de 40 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5, es el más húmedo de los templados subhúmedos, verano fresco y largo y marcha de la temperatura tipo ganges, que significa que es mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano (antes

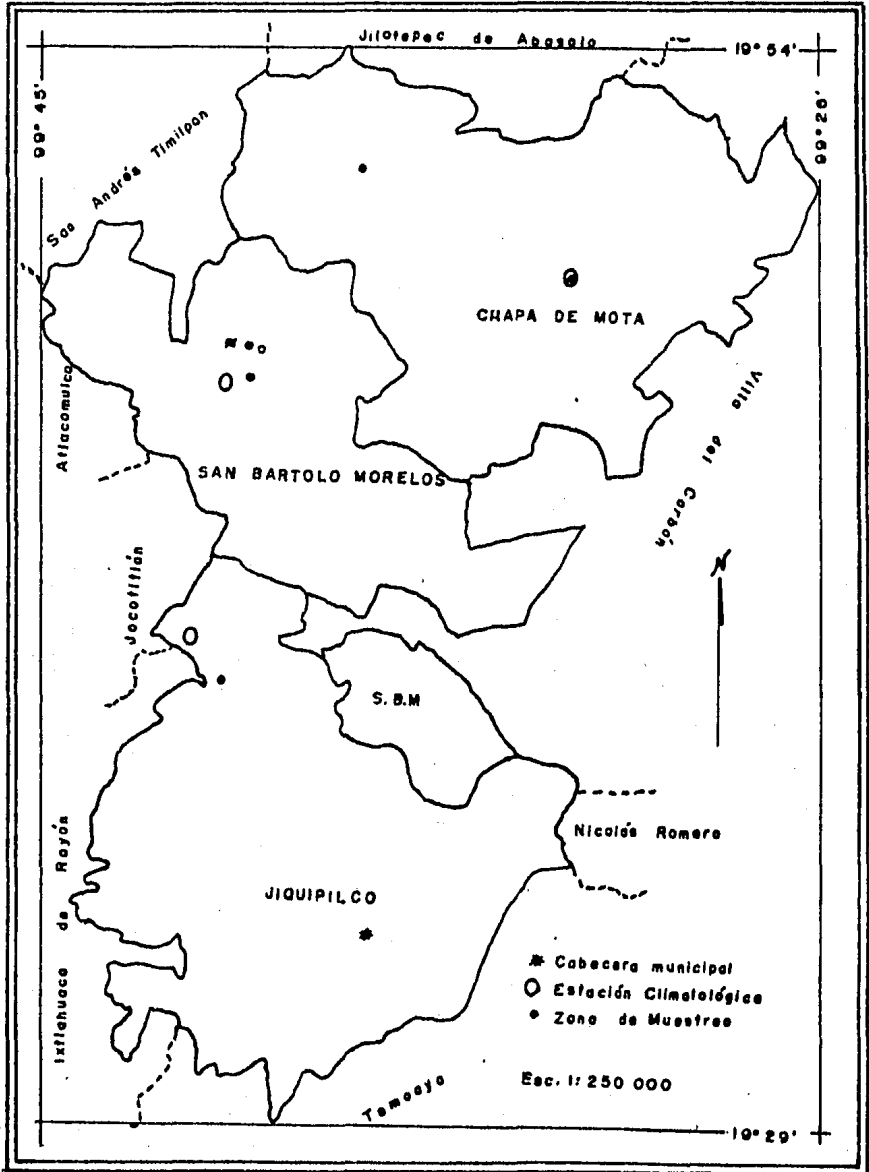


Fig.3. Mapa de localización del área de estudio (Fuente: Carta topográfica, SPP).

de junio); el segundo es un clima semifrío, con lluvias de verano, precipitación del mes más seco menor a 40 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5, es el más húmedo de los semifríos, con verano fresco y largo y poca oscilación térmica. Ver mapa núm.4.

2) Sustrato geológico: Por su geología pertenece a la Provincia Morfogenética del Eje Neovolcánico, constituida por un relieve accidentado en su mayor parte, por encontrarse al norte de la Sierra de San Andrés y al sureste la Sierra de Monte Bajo; la altitud promedio es de 3,200 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) ver mapa núm. ; el tipo de rocas que la constituyen son:

"rocas efusivas terciarias y postterciarias, que debieron su origen a tres épocas sucesivas de actividad volcánica, las rocas de las dos primeras etapas son andesitas, mientras que las correspondientes a la última son basálticas" (1)

3) Suelos: la constitución litológica de esta zona formada por andesitas y basaltos principalmente, determinan los cuatro tipos de suelo que predominan de acuerdo a la clasificación de la FAO-UNESCO 1970 (2)

(1) Alfonso y Gilberto Fabila. México Ensayo Socioeconómico. P. 18

(2) Manual para la aplicación de las cartas edafológicas de CETENAL para fines de Ingeniería Civil. P 14.

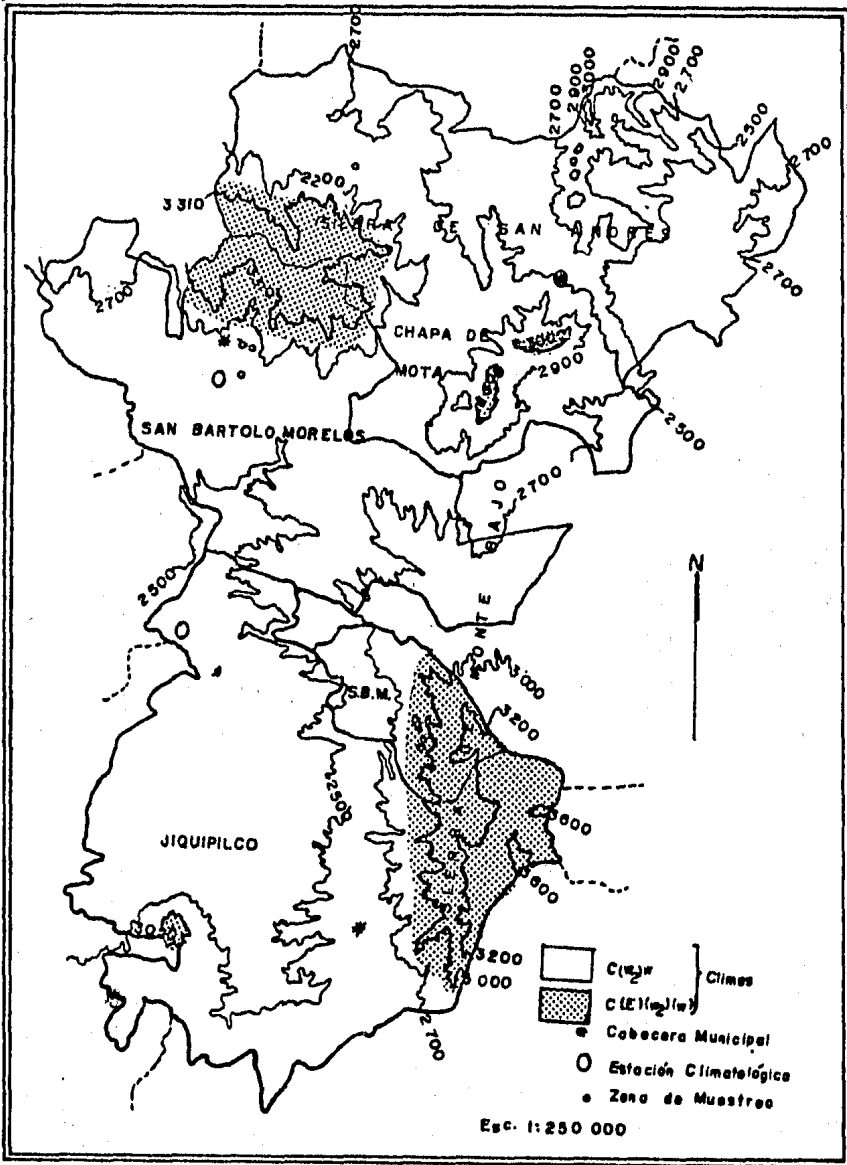


Fig. 4. Mapa Altimétrico y Climatológico (Tomado de la Carta Estatal de Climas, S.P.P.)

Andosol óerico (To). Suelos derivados de cenizas volcánicas, muy ligeros y con alta retención de agua, presentan una capa superficial clara y pobre de nutrientes.

Feozem Lúvico (Hl). Se caracteriza por presentar en el subsuelo una capa de arcilla, suelen ser ácidos y con una susceptibilidad para la erosión de moderada a alta.

Lluvisol crómico (Lc). Presenta acumulación de arcilla en el subsuelo, cuyo color es rojo o amarillo, su fertilidad es moderada.

Planosol mólico (Wm). Es el más fértil de los planosoles; tiene una capa superficial fértil oscura y rica en humus, debajo de ella se encuentra una capa más o menos delgada de un material claro que es siempre menos arcilloso que las capas adyacentes. Esta capa es ácida e infértil y a veces impide el paso a las raíces. Abajo de ella se encuentra tepetate que es impermeable (mapa fig. 5)

4) Vegetación: Por la diversidad de suelos que se presenta, el clima y la perturbación que ha hecho el hombre de los estratos herbáceos naturales, se pueden encontrar en la región en estudio siete tipos de vegetación, que son: bosque de oyamel, bosque de pino-oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de encino-pino, bosque de encino y pastizales inducidos. (mapa de fig.6)

Bosque de oyamel (Abies religiosa). Son bosques de

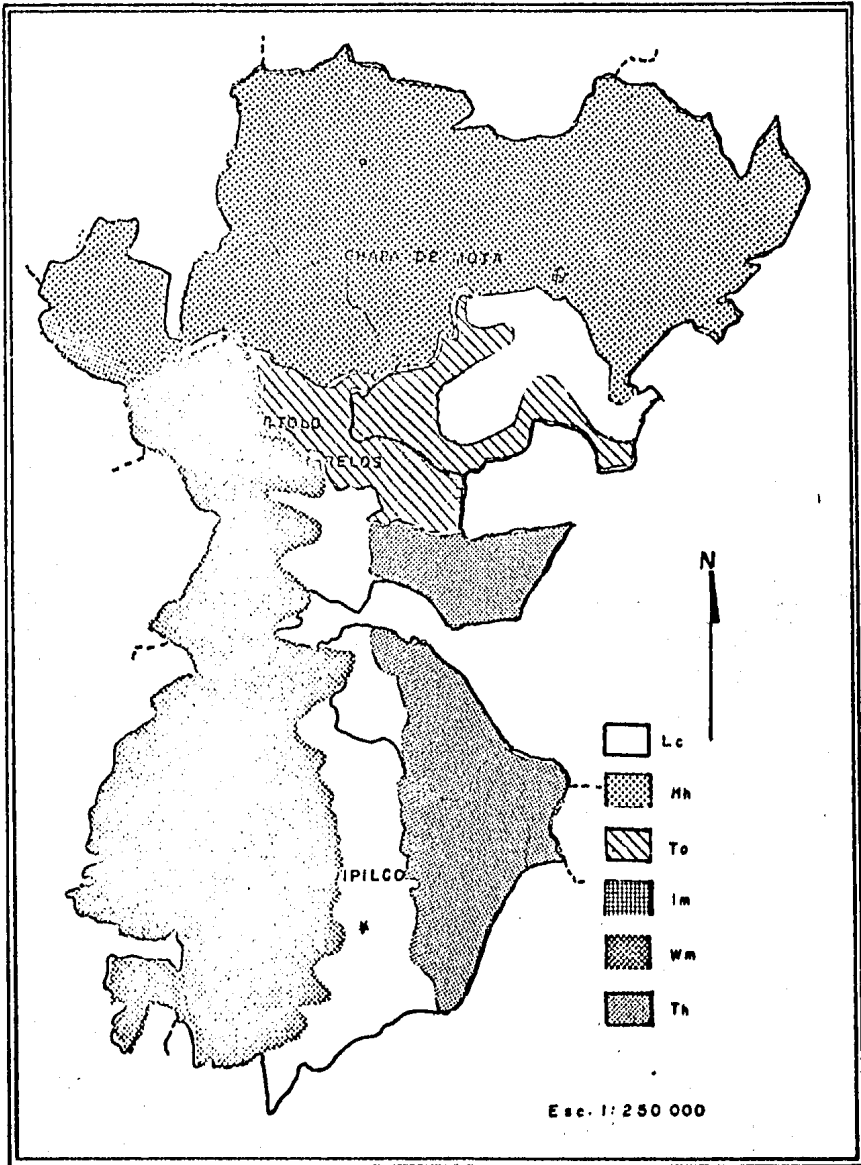


Fig. 8. Mapa de suelos (Fuente: Carta de suelos SPP.)

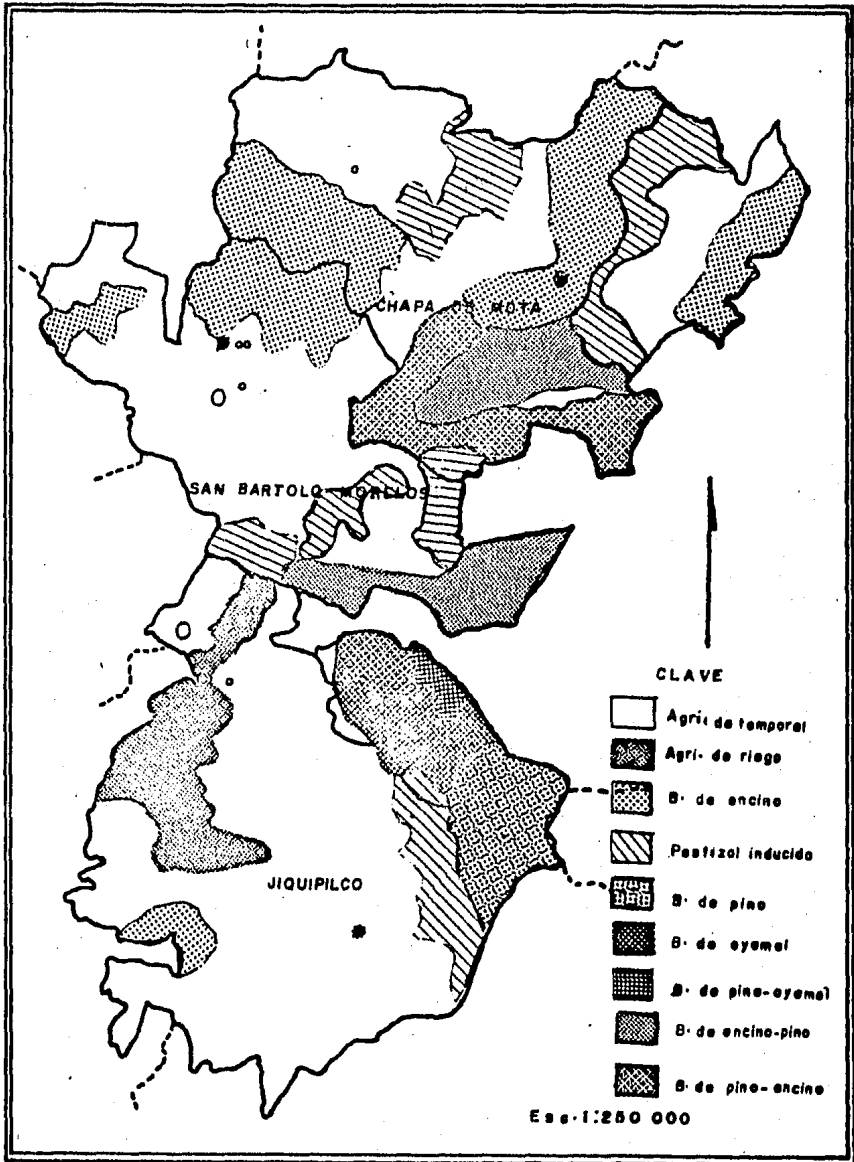


Fig. 5. Mapa de vegetación y uso del suelo (Fuente: Carta de vegetación y uso actual - SPP)

características ecológicas muy peculiares; se presenta la comunidad en forma de manchones aislados y en ocasiones restringidas a un cerro; en este caso al C. Potrillo y C. Lobos en la Sierra de Monte Bajo, al este del Municipio de Jiquipilco a una altura mayor de los 2,500 metros.

Bosque de pino-oyamel. Son comunidades dominadas por especies de pino (Pinus spp.) y oyamel (Abies religiosa), en los que predominan los primeros, se localizan en una pequeña zona al NE del municipio de Jiquipilco, sobre la S. de Monte Bajo en alturas mayores de los 3,000 metros.

Bosque de pino. Es un bosque de coníferas, el cual se encuentra al E del Municipio de Jiquipilco, a alturas mayores de los 3,000 metros. "El bosque de pino son comunidades resistentes a las heladas, a un largo período de sequía, a incendios frecuentes, al pastoreo y a otro tipo de maltrato; a menudo se establecen sobre suelos someros, rocosos y muchas veces pobres en nutrientes minerales" (1)

Es un recurso de primera importancia por su madera la cual es utilizada para construcción, muebles, obtención de papel y celulosa, etc. y su resina.

(1) Jerzy Rzedowsky. Vegetación de México. México, 1978. p. 283-85

Bosque de pino-encino. Son comunidades formadas por especies de pino (Pinus spp.) y encino (Quercus), en las que predominan las primeras; se les localiza en alturas mayores de los 3,000 metros, al sur de Chapa de Mota, al este de San Bartolo Morelos y norte de Jiquipilco.

Bosque encino-pino. Son bosque de tipo mixto formado por encino (Quercus) y pinos (Pinus spp.) , con predominio del primero, se localizan en alturas mayores de los 3,000 metros rodeado al bosque de pino-encino.

En general, el área restringida que ocupan los bosques antes descritos se debe a que la influencia del hombre ha sido muy importante y determinante ; al realizar la explotación forestal excesiva (clandestina), los desmontes para fines agrícolas, ganaderos o habitacionales; el pastoreo y el uso indebido del fuego como instrumento para el manejo de pastos.

Bosque de encinos (Quercus). Nuestra área de estudio se encuentra cubierta en las zonas localizadas sobre los 2,500 metros de altura sobre el nivel del mar, por bosque natural latifoliado de Quercus o encinares, que son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México y de las cuales extensas superficies de terrenos antes cubiertos por ellos se emplean para la agricultura y en especial de temporal, o bien para fines ganaderos sometiéndolos a la acción periódica del fuego, con el objeto de estimular la producción brotes tiernos de plantas herbáceas y arbustivas para ali-

mentar el ganado lo que "provoca cambios en la composición y en la estructura de las comunidades, así, muchos encinares mueren por completo, bien porque no resisten los incendios, o bien porque no reproducen los árboles dominantes y a la larga si el bosque no puede perpetuarse. Bajo este mecanismo se convierte en bosque, matorrales o zacatonales secundarios" (1) Los resultados a que se llega con frecuencia es que, el uso de terrenos no aptos para la agricultura permanente son abandonados en cuanto dejan de ser productivos y su suelo es presa fácil para la erosión, en este caso el tipo que preomina es la hídrica fuerte, y como menciona Rzedowsky: "el exceso de población rural en relación con las escasas tierras laborables a su disposición y la falta de otras fuentes de trabajo son la causa de que dichos campesinos tengan que dedicarse a actividades que les proporcionan ingresos ridiculamente bajos y al mismo tiempo deterioran los recursos naturales de la región" (2)

Pastizal inducido. En las partes aledañas a los bosques encontramos pastizal inducido. "que es una comunidad herbácea que surge espontáneamente en las zonas donde se ha eliminado la vegetación natural, ya

(1) Jerzy Rzedowsky. Op. Cit. P. 265-66.

(2) Idem. P. 58.

sea por desmonte, abandono de un área agrícola, sobrepas-
toreo o incendio" (1)

5.- Uso actual del suelo: Agricultura.

Agricultura de temporal. En las partes bajas, lome-
ríos y valles tenemos en su mayoría terrenos dedicados
como ya se mencionó antes, a la agricultura de temporal
que: "es de baja productividad por ser una agricultura
de tipo tradicional, donde aún se emplean técnicas rudi-
mentarias de producción; la utilización de los fertili-
zantes y semillas mejoradas es escasa y casi nula y la
producción está destinada al autoconsumo" (2)

La producción agrícola de temporal de la Entidad es
en gran medida el cultivo del maíz cuyo rendimiento por
Ha. fué de 1.94 Ton. (1983. Dirección de Planeación SARH-
CODAGEM), y otras plantas de cierta importancia como el
haba, frijo, cebada y avena.

Agricultura de riego. Ocupa una franja pequeña al
oeste del municipio de Jiquipilco, pero en realidad no
se puede considerar como de riego, sino de jugo o hume-
dad, debido a que solo recibe dos riegos durante el año,
las técnicas empleadas también son rudimentarias y la
producción en su mayor parte está destinada al autoconsu-
mo. Su rendimiento por Ha. en temporada 1982-83 fué de

(1) SPP. Síntesis Geográfica del Estado de México. Méxi-
co 1981. p.30.

(2) IEPES. Informática. p. 61-62.

2.66 Ton. (Dirección de Planeación SARH-CODAGEM).

Otros de los problemas a que se enfrenta el campesino, aparte de los ya mencionados son la insuficiencia y la falta de oportunidad de créditos, la precaria asistencia técnica, la tenencia de la tierra y la presencia de enfermedades y plagas en los cultivos, y en este caso una de las que se presenta año con año es el gusano alfilerillo o doradilla (*Diabrotica* spp.), la cual pertenece al complejo de plagas del suelo, y que es objeto fundamental de esta investigación.

B.- FACTORES GEOGRAFICOS DE LOS MUNICIPIOS.

1) CHAPA DE MOTA

La cabecera municipal se encuentra localizada a 2,600 m.s.n.m. a los 19°48'52" de latitud norte y 99°31'50" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una superficie de 296.548 km², de los cuales 24,716 Ha. son dedicadas a la agricultura. Este municipio pertenece al Distrito Agrícola VIII. de Jilotepec; y sus límites son: al norte Jilotepec de Abasco, al sur y este Villa del Carbón y al oeste San Andrés Timilpan y San Bartolo Morelos.

a) Topografía. Entre las elevaciones más importantes se encuentran el cerro de Docuay, C. La Campana, C. Idolos, C. Chapa Viejo, C. Las Animas, etc., como se puede observar (mapa núm.2), por la cantidad de cerros se puede decir que un 75% de la superficie total del municipio es abrupta, y solo el centro y norte es una zona con lomeríos y valles de origen aluvial.

b) Hidrología. Pertenece a la Región Hidrológica "Alto Pánuco" (No.26) y está representada por la presa Danxho y una serie de arroyos como: A. Los Ocotes, A. La Mora, A. El Zapote, A. El Membrillo, A. La Ladera, A. Chiquito, A. Dongú, A. La Joya, etc., la mayoría de estos arroyos son de curso intermitente y desembocan en la presa (CETENAL 1976) (1)

(1) CETENAL. 1976. Carta Topográfica. Esc. 1:50 000

c) Sustrato geológico. De acuerdo a la carta geológica publicada por CETENAL (1) el origen de esta zona data del cenozoico, período terciario, dominan en las partes elevadas rocas extrusivas ácidas, andesitas y basaltos, y en las partes bajas areniscas y depósitos aluviales.

d) Suelos. La carta edafológica nos indica que en el municipio predominan las siguientes unidades de suelos:

Feozem lúvico (Hl). Se caracteriza por presentar una capa superficial (horizonte A) blanda de color oscuro, rica en material orgánica y nutrientes; y en el subsuelo (horizonte B) presenta una capa de arcilla; algunos de estos suelos pueden ser algo más infértiles y ácidos que la mayoría de los Feozem y tienen una susceptibilidad para la erosión de moderada a alta. Este tipo de suelo es el que predomina sobre todo en las partes altas al norte del municipio.

Feozem háplico (Hh). Tiene una capa superficial (horizonte A) oscura, suave y rica en nutrientes y materia orgánica. Es un suelo con fertilidad moderada o alta. Dentro del municipio lo encontramos en la parte norte y centro.

Luvisol crómico (Lc). Suelos con una capa superficial de color claro que puede ser o no pobre en materia orgánica; con un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, es frecuentemente de color rojo intenso y de fertilidad moderada. Predomina al sur del municipio junto con el

(1) CETENAL. 1976. Carta Geológica. Esc. 1:50 000

Andosol ócrico.

Planosol mólico (Wm). Son suelos que presentan una capa superficial oscura, fértil y rica en humus (son los más fértiles de los Planosoles). Sobre el horizonte B existe una capa más o menos delgada de un material claro que es siempre menos arcilloso que las capas adyacentes. Esta capa es ácida e infértil y a veces impide el paso a las raíces. Abajo de ella se encuentra un subsuelo muy arcilloso e impermeable, o tepetate.

Planosol éutrico (We). Tiene una capa superficial oscura, fértil y rica en humus, con una capa sobre el horizonte B, decolorada y muy permeable y el subsuelo muy arcilloso, que ocasiona un drenaje deficiente. Son suelos muy susceptibles de erosionarse.

Vertisol pélico (Vp). Se caracteriza por ser muy arcilloso, presenta grietas anchas y profundas en la época de sequía. Con la humedad se vuelve pegajoso. Es de color negro o gris oscuro y casi siempre muy fértil, pero su dureza dificulta la labranza; además presenta problemas de drenaje.

Cambisol crómico (Bc). Es un suelo joven poco desarrollado, el subsuelo es una capa que parece más suelo que roca, y que forma terrones; se caracteriza por su color rojo intenso o pardo oscuro y por su alta capacidad para retener nutrientes.

Andosol ócrico (To). Se caracteriza por ser un suelo derivado de cenizas volcánicas recientes; tiene una

capa superficial de color claro que puede ser o no pobre en material orgánica. Son muy ligeros y con alta capacidad de retención de agua y nutrientes. Son muy susceptibles a erosionarse (1)

e) Clima: Su clima es $C(w_2)(w)b(i')g$; templado subhúmedo con lluvias de verano, precipitación del mes más seco menor a 40 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5, al más húmedo de los templados subhúmedos, con verano fresco y largo, poca oscilación térmica y marcha de la temperatura tipo ganges.

f) Vegetación: De los tipos de vegetación existe en el área de estudio cuatro los encontramos en este municipio: bosque de encino o *Quercus*, B. de encino-pino, B. de pino-encino y pastizal inducido. Predominando el bosque de Quercus.

Bosque de encino. Estos se localizan entre los 2500 a 3100 m.s.n.m.

Bosque de encino-pino. Es un bosque de fisonomía mixta, dominada por el encino, se encuentra en zonas situadas entre los 2600 a 2800 m.s.n.m., en una pequeña franja al este del C. de Las Animas, al sur del municipio.

Bosque pino-encino. Se trata de un bosque mixto bastante parecido al descrito anteriormente; solo que en éste dominan los pinos, lo encontramos entre los 2800 y

3350 m.s.n.m. al sureste del municipio.

Pastizal inducido. Lo encontramos rodeando las áreas boscosas y agrícolas de temporal, a alturas menores de los 2600 m.s.n.m. (1)

Dentro del municipio la parcela se encuentra en el ejido de Dongú, zona de lomerío a 2600 m.s.n.m., entre los arroyos de Dongú y La Ladera; su suelo es Vertisol pélico ya descrito anteriormente y con clase textural fina.

2) JIQUIPILCO

Su cabecera municipal se encuentra localizada a 2 565 m.s.n.m., a los 19°32'58" de latitud norte, y 19°36'25" de longitud oeste, del meridiano de Greenwich, con una superficie de 278.65 Km², de los cuales 257.3 Ha. son dedicadas a la agricultura (2). Este municipio pertenece al Distrito Agrícola V de Atlacomulco.

a) Topografía. Sus elevaciones más importantes se encuentran sobre la Sierra de Monte Bajo al este del municipio, ocupando un 25% de la superficie total; estas elevaciones son: Los Tres Cerros, C. Ojo de Palo, C. del Aguila, C. Santuario, C. La Pastora, C. Yoco, y, C. Los Lobos.

El resto del municipio son lomeríos y valles.

b) Hidrología. Esta está configurada por la Laguna

(1) CETENAL. 1976. Carta topográfica. Esc. 1:50 000

(2) Secretaría de Programación y Presupuesto. Op.Cit.p.4

Boximo, la presa Camino Real y numerosos bordos como: B. Santa Lucía, B. San Pedro, B. Las Tinajas, B. Grande, B. Xola, B. La Caterina, etc.; los arroyos en su mayoría son de tipo intermitente, entre los que se encuentra: A. Morelos, Ac. La Catarina, A. La Biznaga, A. Malacota, A. San Bartolo, etc. Todo el municipio pertenece a la Cuenca Hidrológica del Lerma (1)

c) Geología. De acuerdo a la Carta Geológica editada por CETENAL, el origen de esta zona data del Cenozoico, período terciario; el tipo de rocas en el área más elevada son andesitas, tobas y areniscas; y en el resto del municipio conglomerados, areniscas y acarreos de origen aluvial (2)

d) Suelos. En este municipio encontramos seis unidades de suelos: Andosol húmico, Cambisol éutrico, Luvisol crómico, Feozem háptico, Planosol mólico y Planosol éutrico. De éstos solo se describirán dos, ya que los demás se analizaron en apartados anteriores.

Andosol húmico (Th). Con gase lítica profunda; predomina en las partes altas, arriba de los 3 000 m.s.n.m. Son suelos derivados de cenizas volcánicas, tienen en su superficie una capa oscura o negra, rica en materia orgánica, pero muy ácida y pobre en nutrientes. Es muy ligero y tiene una alta capacidad de retención de agua y nu-

(1) CETENAL. 1976. Carta topográfica. Esc. 1:50 000

(2) CETENAL. 1976. Carta Geológica. Esc. 1:50 000

trientes. Se erosiona fácilmente y fija fuertemente el fósforo; el lecho rocoso se encuentra entre 50 y 100 cm. de profundidad (fase lítica profunda).

Cambisol éutrico (Be), con fase lítica profunda; es un suelo joven poco desarrollado, con una capa superficial de color oscuro o claro, puede ser o no pobre en materia orgánica. Tiene una alta capacidad para retener nutrientes; y además puede presentar acumulación de algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, fierro, manganeso, etc. .

La forma en que se distribuyen los suelos predominantes en Jiquipilco es la siguiente: al oeste en las partes bajas Planosol mólico en un franja dirección norte-sur; en el centro Luvisol crómico (área de Lomeros) y al este Andosol húmico (1)

e) Clima: Al igual que en Chapa de Mota, predomina el clima templado C(w₂)(w)b(g), ya descrito anteriormente.

f) Vegetación: La vegetación natural solo la encuentra al este del municipio y está representada por: B. de encinos, B. pino-encino, B. pino, B. pino-oyamel y B. de oyamel. La mayor parte es pastizal inducido y agricultura de temporal (2)

Dentro del municipio la parcela se localiza en el ejido de Loma de Malacota, zona plana a 2 250 m.s.n.m.,

(1) CETENAL. 1976. Carta Edafológica Esc. 1:50 000

(2) CETENAL. 1976. Carta de uso del suelo. Esc. 1:50 000

cerca del arroyo de malacota; su tipo de suelo es Planosol mólico ya descrito anteriormente, con su clase textural media.

3) SAN BARTOLO MORELOS

Su cabecera municipal se encuentra localizada a 2 800 m.s.n.m. a los 19°47'20" de latitud norte y 99°40'00" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una extensión de 228.8 km², de los cuales 1929 Ha. son dedicadas a la agricultura (1). Este municipio al igual que el anterior pertenece al Distrito Agrícola V de Atlacomulco.

a) Topografía. Aproximadamente un 80% del territorio municipal es abrupto y con lomeríos; solo la parte oeste y centro es más o menos plana; entre sus elevaciones más importantes tenemos: Cerro Bondequí, C. Seco, C. Chado, C. Juan Julián, C. Las Peñas, C. La Pluma, C. de Enmedio y C. La Peñuela.

b) Hidrología. Pertenece a la Cuenca Hidrológica del Lerma, los Arroyos son de corriente intermitente en su mayoría, excepto: El Pescado, Pescado II, La Ceniza y Los Candados. (2)

c) Geología. De acuerdo a la carta geológica, el origen de la zona también es del Cenozoico, período terciario; el tipo de rocas son andesitas, areniscas y rocas

(1) SPP. Op. Cit. p. 4

(2) CETENAL. Carta Topográfica. Esc. 1: 50 000

extrusivas intermedias en las partes altas; y en las partes bajas tobas, brechas volcánicas, conglomerados y depósitos aluviales.(1)

d) Suelos. En el municipio la diversidad adáfrica está representada por nueve unidades de suelos que son: Feozem háplico, Feozem lúvico, Vertisol pélico, Luvisol crómico, Andosol mólico, Andosol ócrico, Planosol húmico y Fluvisol éutrico; de los cuales se describirán solo tres, los demás ya fueron descritos con anterioridad,

Andosol mólico (Tm). Tiene una capa superficial obscura o negra, rica en materia orgánica y nutrientes; deriva de cenizas volcánicas, es muy ligero y tiene una alta capacidad de retención de agua y nutrientes. Se erosiona fácilmente y fija fuertemente el fósforo.

Planosol húmico (Wh). Son suelos que presentan una capa superficial obscura, fértil, rica en humus y pobre en nutrientes; en el subsuelo se encuentra arcilla pesada o tepetate y ocasiona una condición de drenaje deficiente; son suelos muy susceptibles de erosionarse.

Fluvisol éutrico (Je). Esta formado por materiales transportados por el agua. No tiene estructura definida y solo presenta capas alternas de arena, arcilla o grava. Puede ser profundo o somero, arenoso o arcilloso, fértil o infértil, dependiendo del material parental que lo constituye.

(1) CETENAL. Carta Geológica. Esc. 1:50 000

En San Bartolo Morelos se distribuyen al noreste Feozem lúvico, al suroeste Andosol ótrico, y al centro y sur Planosol húmico y Puvisol crómico (1)

e) Clima: El predominante es el templado subhúmedo C(w₂)(w)b(g) ya descrito en otros apartados.

f) Vegetación: Encontramos agricultura de temporal en su mayor parte, solo al norte y al oeste bosque de Quercus; y al este bosque de pino-encino y pastizal inducido (2)

Dentro del municipio las parcelas se localizan en las localidades de La Loma, Barrio Segundo y Barrio Cuarto de la cabecera municipal. Las tres parcelas están en una zona de lomeríos, con una altitud promedio de 2,700 m.s.n.m.; los arroyos cercanos son: El Pescado II, El Tejocote, La Loma y Los Candados; su tipo de suelo es feozem Háptico en La Loma y Vertisol Pélico en ambos barrios.

(1) CETENAL. 1976. Carta Edafológica. Esc. a:50 000

(2) CETENAL. 1976. Carta de uso del suelo. Esc. 1:50 000

CAPITULO III

METODOLOGIA

A.- FENOLOGIA DE LA PLAGA.

La fenología es: "Una rama de la ecología que estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales tales como la temperatura, luz, humedad, etc." (1). El estudio de la fenología de la plaga Diabrotica spp., se realizó en cinco parcelas, cuyas características en común fueron:

- 1.- Registros de muestreos realizados en años anteriores y que indicaban la presencia del insecto.
- 2.- La no aplicación de ningún insecticida.
- 3.- Realización de las mismas prácticas culturales de la región.
- 4.- Cercanía de estaciones climáticas.
- 5.- Información verbal, proporcionada por los representantes de Sanidad Vegetal en los Distritos Agrícolas.

La Metodología se inició en el mes de octubre de 1982, con el análisis de los antecedentes proporcionados por la Jefatura del Subprograma de Sanidad Vegetal en el Estado, concluyéndose lo siguiente:

(1) De Fina A. Et. Al. Climatología y Fenología Agrícolas. Buenos Aires Argentina 1973. p.201.

- a) Cuando se detectó por primera vez la plaga.
- b) Que se trata de una plaga endémica o clave por presentarse año con año.
- c) Los sitios de mayor infestación.

Este último punto sirvió para seleccionar los sitios para el trabajo de campo, el cual se inició en el mes de abril de 1983, con un muestreo de suelo en la localidad de Dongú, con la finalidad de localizar huevecillos de Diabrotica spp.; para lo cual se usó el método de muestreo más común que es el muestreo de centro (1), y que consiste en tomar muestras de suelo al azar a dos profundidades: de 0 a 15 cm y de 15 a 30 cm, en total se hicieron cinco; éstas se colocaron en bolsas de plástico con sus etiquetas de identificación y se llevaron al laboratorio.

De las muestras de suelo los huevecillos fueron extraídos por el método de flotación, para lo cual se hace pasar el suelo a través: primero de un tamiz de 100 mallas y posteriormente por uno de 60 mallas(2) lavándolo con agua a presión. La porción retenida en el tamiz de 60 mallas contiene los huevecillos, residuos de las plantas y grános de arena; todo esto se vació en un vaso de

(1) Chiang, H.C. Bionomics of the norther and western corn rootworm. 18:50-51

(2) Lawson, D.E.; Wecman, G.T. A method of recovering eggs of the western corn rootworm from the soil. 59: 657-59

precipitado, el cual contenfa agua saturada de azúcar, que es una solución usada para separar los huevecillos de la masa de tierra (este tratamiento no afecta la viabilidad del huevecillo)(1); lo que flotó se recogió con tiras de papel secante y se observó al microscopio binocular, haciéndose el recuento de huevecillos.

Los muestreos de larva y adulto se iniciaron diez días después de la emergencia de la planta (14 de mayo) y se continuaron uno cada semana hasta completar 20 de ellos. Se muestreó suelo para localizar larvas y se hicieron caminatas entre las plantas para contar adultos.

El muestreo de larvas consistió en seleccionar seis plantas al azar por parcela, las cuales fueron sacadas con un cepellón de 30 X 30 X 30 (volumen aproximado de 8 000 cm³), este es el espacio donde se encuentran las poblaciones más altas (2); el suelo se extendió sobre un plástico negro (para contraste con las larvas) y se procedió a cuantificar, registrar el número de larvas encontradas tanto en el suelo como en la raíz y cuello de las plantas, posteriormente se colocaron en frascos con sus etiquetas correspondientes y se llevaron a laboratorio para ser hervidas y conservadas en alcohol al 70%.

(1) Matteson, J.W. Flotation technique for extracting eggs of *Diabrotica* spp. and other organisms from soil 50:657-59

(2) Chiang, H.C. Op. Cit. p.50-51.

La cuantificación de adultos se realizó en forma visual, caminando entre las plantas y contando el número de ellos en un lapso de tres minutos (1), también se usó la red entomológica para su captura; los especímenes fueron colocados en frascos con alcohol al 70%, para posteriormente ser identificados. Unas muestras se llevaron al Departamento de Entomología de la Dirección General de Sanidad Vegetal en México, D.F., de donde fueron remitidas al Instituto de Biología de la UNAM, y otras se enviaron al U.S. Department of Agriculture.

Algunos especímenes se conservaron vivos en cajas, para comprobar algunas técnicas de oviposición, y observar su conducta.

(1) Branson, F.T., Reyes, R.J. and Valdés M.H. Field Biology of Mexican corn rootworm, *Diabrotica virgifera zeae* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Central Mexico. 11:1078

B.- FACTORES ABIOTICOS

El cultivo del maíz es un ecosistema (agroecosistema), donde existe una relación muy estrecha entre los constituyentes bióticos y los factores ambientales externos; y donde también hay una estrecha relación entre los productores vegetales y los consumidores animales, en este caso el gusano alfilerillo Diabrotica spp.; por tanto para el estudio de la población de este insecto nocivo se debe tomar en cuenta: "las relaciones básicas entre la planta huésped, la población de insectos invasores y los agentes abióticos relacionados como son: el suelo, clima, y prácticas de manejo realizadas por el hombre. Los suelos, plantas huéspedes, y prácticas de cultivo, por si solos o combinados resultan más o menos estables en cuanto al mantenimiento de la producción total de los cultivos, pero las poblaciones de insectos nocivos y los factores naturales de control conexos, parásitos, depredadores, enfermedades, y el estado del tiempo, fluctúan dinámicamente de tiempo en tiempo y contienen indicios de evidentes aumentos y disminuciones de la población plaga".(1) Por tanto, siendo uno de los objetivos del presente trabajo, el conocer cómo afectan los factores ambientales a la población plaga, Diabrotica spp. se to-

(1) NAS. Manejo y control de plagas de insectos. México 1978. 3:73-74

maron en cuenta los siguientes parámetros:

1.- Propiedades físicas del suelo de cada parcela (textura, humedad y temperatura)

2.- Condiciones atmosféricas prevalecientes durante el tiempo que duró el estudio (temperatura máxima, temperatura mínima, evaporación, lluvia, heladas, etc.)

Para conocer las propiedades físicas del suelo en las parcelas de estudio; a la vez que se muestreaban insectos, se tomaba la temperatura del suelo a 15 cm. de profundidad con un termómetro blindado del subsuelo. Se hicieron submuestras del suelo de diferentes partes de cada parcela a 15 cm. de profundidad y se guardaban en bolsas de plástico perfectamente cerradas y etiquetadas, para posteriormente en el laboratorio determinar el porcentaje de humedad, por el método gravimétrico basado en el peso del suelo seco; pesando las muestras húmedas antes de secarse a la estufa a 110°C durante 24 horas. Después de secado se pesaron nuevamente y se calculó el contenido de humedad con la fórmula (1)

$$\% H = \frac{PSH - PSS}{PSS} \times 100$$

DONDE:

PSH Peso del suelo húmedo (g)

PSS Peso del suelo seco.

(1) Torres, R.E. Agrometeorología. México, 1983.p.113-14

Para determinar cuáles fueron las condiciones atmosféricas prevalecientes en la zona de estudio durante los muestreos, se eligieron tres estaciones climatológicas localizadas a menos de 3 km. de las parcelas y éstas fueron:

- 1.-San Antonio Ninguinf en el municipio de Jiquipilco.
- 2.-El Tigre en el municipio de San Bartolo Morelos.
- 3.-Chapa de Mota en el municipio de Chapa de Mota.

Sus datos estadísticos los proporcionó la Oficina de Cálculo Climatológico de la SARH.

Así, con las estadísticas poblacionales de los insectos y las estadísticas de los factores ambientales se aplicó la técnica de correlación múltiple para ver como influyen éstos en la población plaga.

La correlación múltiple es el grado de relación de interdependencia que existe entre la estimación de una variable Y dependiente, a partir de varias variables independientes ($X_1, X_2 \dots X_n$) relacionadas entre sí y aleatorias (sucesos que pueden identificarse fácilmente mediante número)

De este modo, se dice que dos variables o más están muy correlacionadas cuando los valores de unas y otras guardan una relación muy elevada la cual puede ser formulada matemáticamente.

La medida del grado de relación entre las variables se efectúa mediante un coeficiente denominado, coeficiente de correlación múltiple, el cual se representa median-

te la letra "R" y su expresión matemática es:

$$R_{1.23} = \frac{\sqrt{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2 r_{12} r_{13} r_{23}}}{1 - r_{23}^2}$$

"Un coeficiente de correlación múltiple, tal como $R_{1.23}$, se encuentra entre 0 y 1. Cuanto más se acerque al 1, la correlación se dice perfecta"(1)

Todos los datos fueron procesados por computadora en el Centro de Cómputo de la UNAM.

(1) Murray, R. Spiegel. Teoría y Problemas de Estadística.
México 1970. p.269-72

CAPITULO IV

RESULTADOS

A.- Aspectos taxonómicos.

De acuerdo a la taxonomía Diabrotica pertenece a las siguientes agrupaciones sistemáticas:

1) Clasificación científica de Diabrotica (1)

Reino: Animal

Sub-reino: Metazoa

Phyllum: Arthropoda

Sub-phyllum: Mandibulata.

Clase: Insecta

Sub-clase: Pterygota

Orden: Coleoptera

Familia: Chrysomelidae

Sub-familia: Galerucinae

Género: Diabrotica

Especie: D. Undecimpunctata

D. Virgifera

Sub-especie: D. undecimpunctata Harol.
D. virgifera zeae Krysan & Smith.
D. nuevas subespecies en el grupo virgifera

(1) Huerta P.R. Introducción a la Entomología Agrícola.

Chapingo 1979. p.36-37

(2) Krysan, J.L., USD,ARS, Brooking. South Dakota. 1983.

Comunicación personal.

Nombre científico: Diabrotica udecimpunctata Harold

v

Diabrotica virgifera Zeae Krysan &
Smith..

D. nuevas especies en el grupo virgife-
ra.

Nombre común: Gusano alfilerillo o doradilla.

a) Phylum Artrópoda (animales de patas articuladas)

1.- Exoesqueleto segmentado formado de quitina.

2.- Apéndices que tienen articulaciones sobre la parte externa.

3.- Músculos internos adheridos a la parte interna de sus esqueletos.

4.- Fueron los primeros animales en desarrollar un exoesqueleto que le sirve de sostén.

5.- Para su tamaño son los animales más fuertes del mundo.

6.- Son los únicos animales que poseen dientes en el estómago.

7.- Han desarrollado el más alto grado de cefalización que se presenta en todos los invertebrados, con la posible excepción de los cefalópodos.

8.- Son los únicos animales que han desarrollado glándulas verdes y tubos de Melpighi, como órganos excretorios.

9.- Han desarrollado ojos compuestos (ojos con numerosos cristalitos, con una visión que forma una serie de imágenes que se superponen), debido a que, al mismo tiempo ven un objeto en diferentes ángulos.

10.- Han dado origen a los únicos invertebrados voladores." (1)

b) Clase: Insecta (Insectos)

La clase más importante de los artrópodos es la de los Exápoda o Insectos, que representa a los animales terrestres más abundantes y ampliamente distribuidos en la actualidad.

Insecto. Palabra derivada del latín *Insectum*, que significa cortado en, y sus características generales son:

1.- Están divididos en tres regiones corporales: cabeza, tórax y abdomen.

2.- Poseen seis patas de posición torásica (un par de ellas por cada segmento de tórax).

3.- Generalmente poseen dos pares de alas que se encuentran articuladas al tórax (segundo y tercer segmentos).

4.- Únicos invertebrados que pueden volar, lo que les permite hallar alimento, pareja, escapar de sus enemigos, dispersarse y ocupar nuevos territorios.

5.- Sufren metamorfosis y sus ciclos biológicos son cortos lo que les permite en condiciones favorables producirse en grandes cantidades.

6.- El tamaño de los insectos varía desde .5 mm o menos, por ejemplo los colémbolos, hasta 24.5 mm de ex-

(1) Max, N.S. Zoología. México, 1978. p. 183.

pansión alar para el caso de la mariposa Thysania agrippina Cram.

7.- El color de los insectos varía desde el blanco casi traslúcido hasta el negro metálico, y éste se debe a los pigmentos y/o a la estructura de los tejidos superficiales.

8.- La forma típica de un insecto adulto es generalmente el cuerpo alargado y dividido en tres regiones; la anterior o cabeza contienen los ojos, antenas y las piezas bucales ya sean masticadoras, chupadoras o lamedoras; la región media o tórax que consta de tres segmentos, cada uno con un par de patas, por lo general el segundo y tercer segmentos torácicos tienen un par de alas cada uno; la región posterior o final llamada abdomen consta cuando más de once segmentos y carecen de patas del octavo al noveno segmento generalmente están adaptados para la cópula y la oviposición (fig.7)

9.- Los insectos abundan en todos los ambientes menos en el mar. Varias especies son fitófagos se alimentan de las plantas o parte de ellas: raíces, tallos u hojas, jugos o flores, semillas o frutos; muchos insectos contribuyen a la polinización. Otros utilizan los tejidos, líquidos y excreciones de los animales; y los insectos necrófagos consumen animales y plantas muertos. Algunos insectos transmiten enfermedades, virus, bacterias, protozoarios u otros a las plantas o animales y al hombre. Los insectos a su vez, tienen de enemigos a

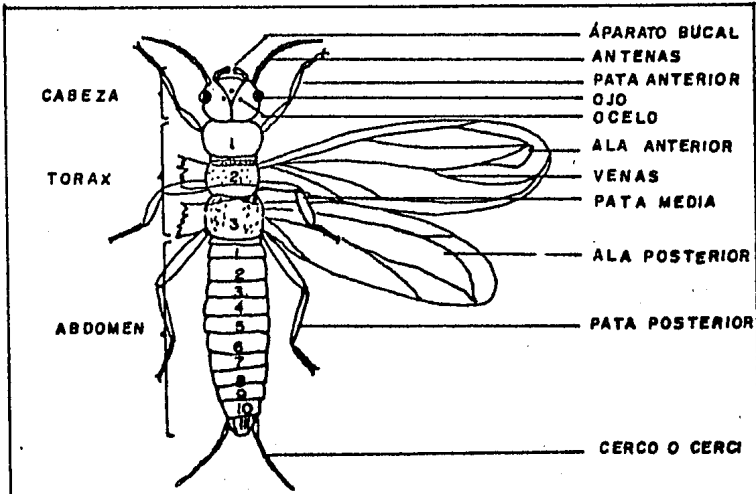


Fig. 6. Insecto tipo, con sus principales partes (Fuente: Huerta, R.R. Op.Cit. p.15)

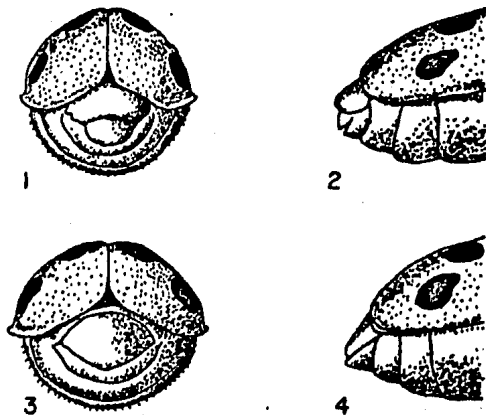


Fig. 7. Características sexuales de *Diabrotica undecimpunctata*, opico abdominal, vista posterior y lateral. 1-2, macho. 3-4, hembra (Fuente: White, R. Op. Cit., p.108)

otros insectos, a los arácnidos, escorpiones y animales vertebrados.

10.- La fecundación en los insectos es siempre interna. La mayor parte de las especies son ovíparas y ponen sus huevos en forma aislada o en grupos, en la superficie o dentro de la tierra, en los tejidos o sobre las plantas o sobre otros animales, en el agua o cerca de ella. Los huevos de algunas especies emergen en unas horas o después de haber sido ovipositados y otros requieren de muchos meses para ello.

11.- Algunos insectos tienen una distribución muy amplia pudiéndoseles encontrar en varias partes del mundo, sin embargo otras especies sólo se les localiza en lugares muy específicos y ocupando áreas reducidas.

12.- Adaptación a las variaciones estacionales. Cada especie de insecto está adaptado a las condiciones extremas de temperatura, humedad y de la cantidad de alimento disponible. Muchas especies abundan en las estaciones cálidas y están reducidas en otros períodos; algunas invernan en la fase adulta y otras sobreviven en forma de pupas, larvas o huevos.

c) Subclase: Pterygota. Insectos con alas, aunque algunas veces están reducidas o faltan; sin apéndices abdominales, excepto los cercos y los genitales.

División Endopterygota (desarrollo alar interno), Son insectos más evolucionados que los Exopterygota (desarrollo alar externo).

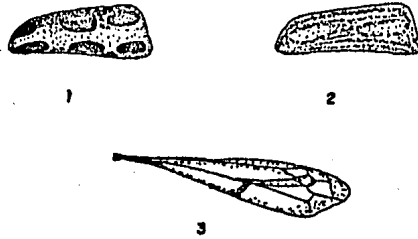
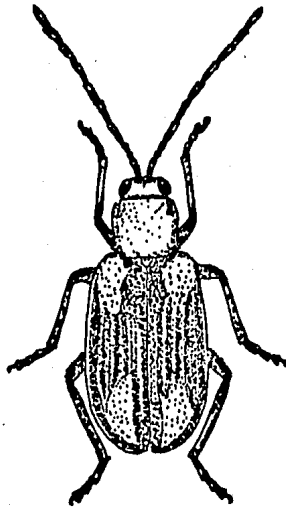


Fig. B. Modificación de las alas: 1, élitro *D. undecimpunctata*. 2, élitro *D. virgífera*. 3, ala membranosa. (Fuente: Huerta, R.R. Op. Cit. p. 22)



Fórmula tarsal:



Tamaño: De 5 a 7 mm

Color: Verde clara con manchas amarillos en los élitros

Forma: Ovalada

Antenas: Filiformes

Fig. C. *Diabrotica virgifera zea* Kryson and Smith (Fuente: Kryson, J.L. Op. Cit. p. 125)

d) Orden: Coleoptera

Coleoptera significa "alas en estuche"; es el orden más numeroso de las Clase Insecta. Son de tamaño muy variado, desde muy pequeños hasta muy grandes, tienen el aparato bucal masticador, las alas anteriores están modificadas, son esclerosadas y reciben el nombre de élitros, no tienen venación y durante el reposo cubren a las alas posteriores, que son membranosas. Comúnmente se les llama escarabajos, mayates, catorinitas, etc. (fig.No.8)

e) Familia: Chrysomelidae.

Son muy abundantes de tamaño pequeño, de cuerpo ovalado, convexo o hemisférico, la superficie ventral es plana. Se diferencian por tener una fórmula tarsal aparente de 4,4,4; en realidad es 5,5,5; las antenas filiformes o ligeramente clavadas a menudo más largas que el cuerpo, en la hembra son más cortas que en el macho. Todas las especies son fitófagas. Se conocen comúnmente como doradillas, por ejemplo: Diabrotica longicornis, D. undecimpunctata, muy común en alfalfares (fig. No.9)

f) Género: Diabrotica

Es de origen neotropical y se le considera una de las plagas más importantes del cultivo del maíz; también ataca otros cultivos como son: frijol, papa, jitomate y cucurbitáceas principalmente.

Los adultos son pequeños, miden de 5 a 7 mm de longitud y tienen diferente coloración de acuerdo a la especie que se trate.

g) Especies de Diabrotica.

"El género Diabrotica en América, está formado por cerca de 300 especies, la mayoría son neotropicales y diferentes especies son plagas importantes."(1)

De acuerdo a los muestreos realizados dentro de la zona de estudio se encontraron las siguientes especies y subespecies, de acuerdo a la clasificación taxonómica de terminada por J.L. Krysan, USDA, ARS, Brookings, South Dakota.

h) Sub-especies de Diabrotica

D. undecimpunctata (duodecimnotata) Harold.

En cada uno de los élitros presenta seis puntos negros. En algunos casos el punto más posterior puede estar muy reducido o ausente.

D. virgifera Zeae Krysan and Smith.

Su femur no es enteramente negro, algunas de sus partes son amarillas o café oscuro. El vértice (esto es la parte dorsal de la cabeza) está frecuentemente pálido.

Diabrotica nuevas subespecies en el grupo virgifera.

Femur enteramente negro en la mayoría de los especímenes. También hay menos tendencia a presentar puntos amarillos en los élitros; existe la posibilidad de dife-

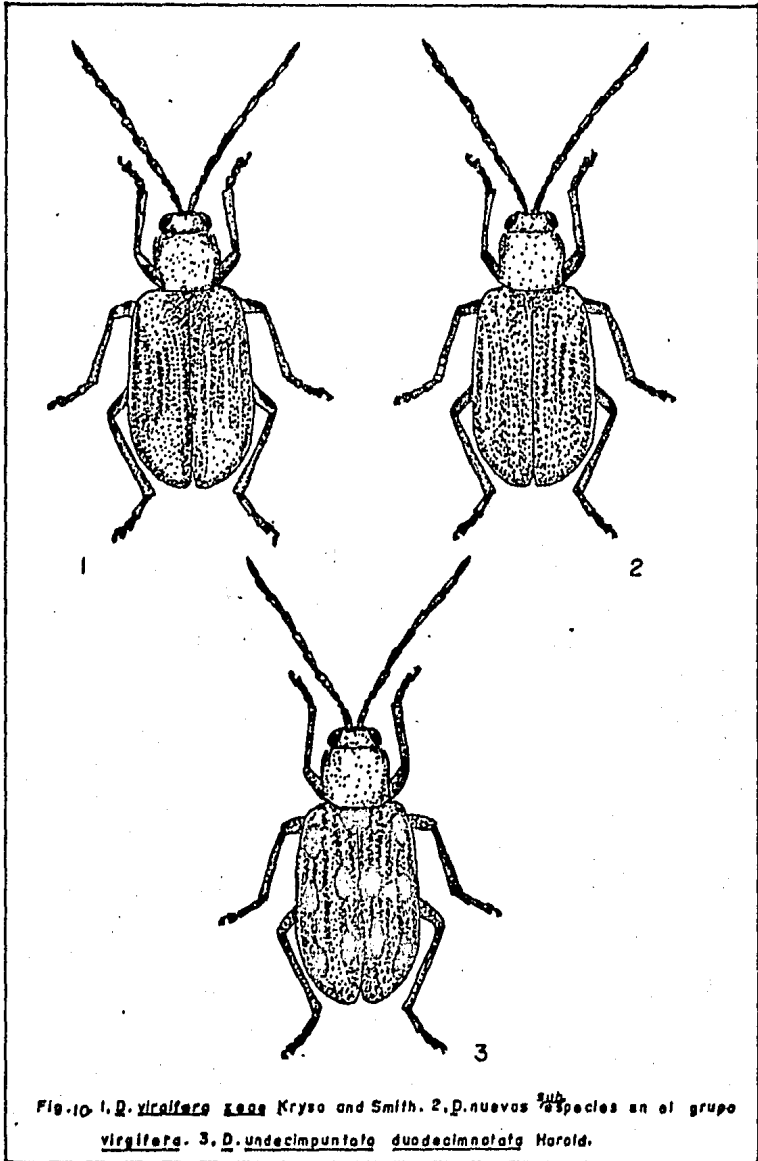
(1) White, R. Sexual Character of species of Diabrotica
(Chrysomelidae: Coleoptera) p. 168

renciarla por las características genéticas del macho. Las diferencias entre estas subespecies son similares a las que se muestran entre D. virgifera y D. longicornis (ver fig. núm.10) De estas subespecies, las dos últimas son las que predominan en los cultivos de maíz y por lo tanto son las que causan los mayores daños, sobre todo en estado larvario.

Se observó en el área de estudio, que de las dos especies: Diabrotica nuevas subespecies en el grupo virgifera se presentó en mayor número en junio y principios de julio; y en los meses de julio y agosto predominaron los escarabajos de D. virgifera zeae Krysan and Smith.



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA



B.- BIOLOGIA Y ETOLOGIA DE LA PLAGA Diabrotica virgife-
ra spp.

En vista de que aún no existe una clasificación taxo-
nómica definitiva para Diabrotica nuevas subespecies en el
grupo virgifera. Se tratará a la plaga a nivel de especie:
Diabrotica virgifera spp.

1) Ciclo de vida o biológico de Diabrotica virgifera
spp.

El ciclo biológico es la cadena de acontecimientos
que ocurren desde el huevo hasta el estado adulto, se divi-
de en dos fases: desarrollo y madurez; el desarrollo es el
crecimiento del huevo al adulto, y madurez es el estado
adulto apta para reproducirse.

El gusano alfilerillo o doradilla, Diabrotica virgi-
fera spp. dentro de su ciclo de vida presenta metamorfo-
sis completa o holometábola, que son todos los cambios
ocurridos durante el desarrollo del insecto, incluyendo
el desarrollo embrionario y post-embrionario, pasando por
los estados de huevo, larva, pupa y adulto (fig.11 y 12)

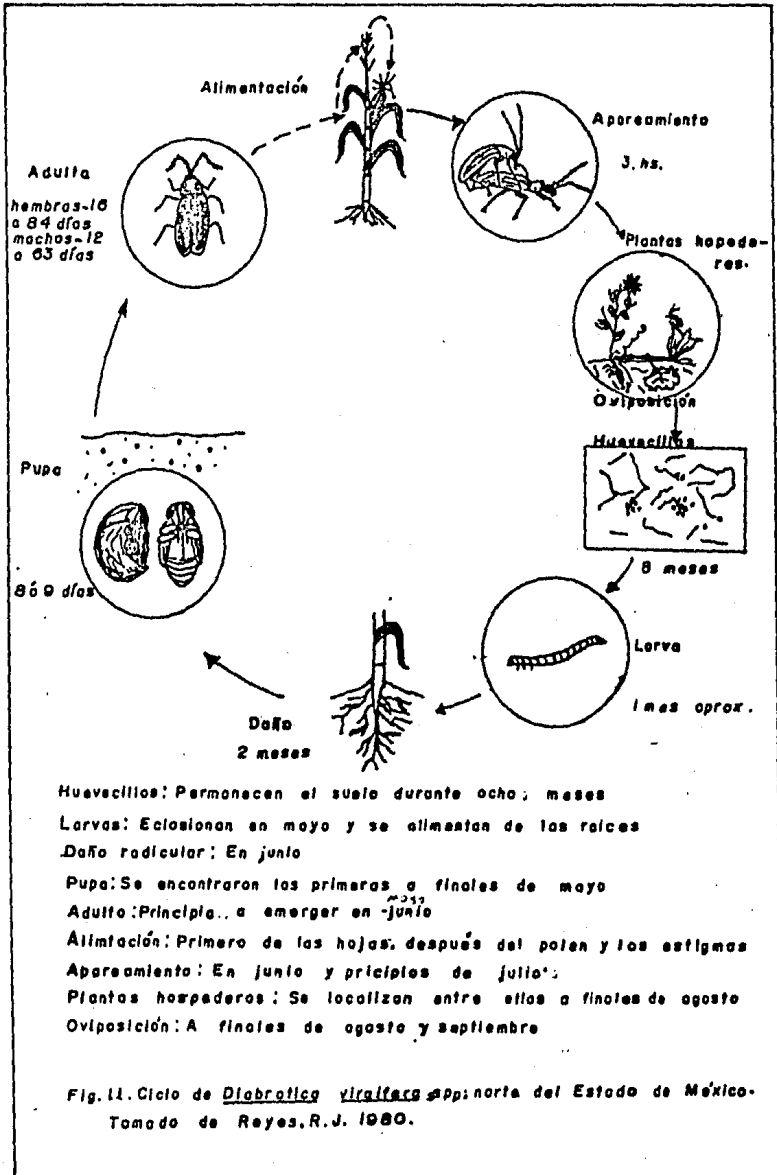
De acuerdo a los datos proporcionados por el Subpro-
grama de Sanidad Vegetal en CODAGEM, quien realizó mues-
treos en la zona temporalera del Estado de México del in-
secto en estudio desde 1979 y los obtenidos en el estudio
de campo para el presente trabajo; los huevecillos comien-
zan a eclosionar a finales de abril en forma sucesiva has-
ta principios del mes de julio; inmediatamente después de
que emergen las larvas se alimentan de la raíz del maíz,

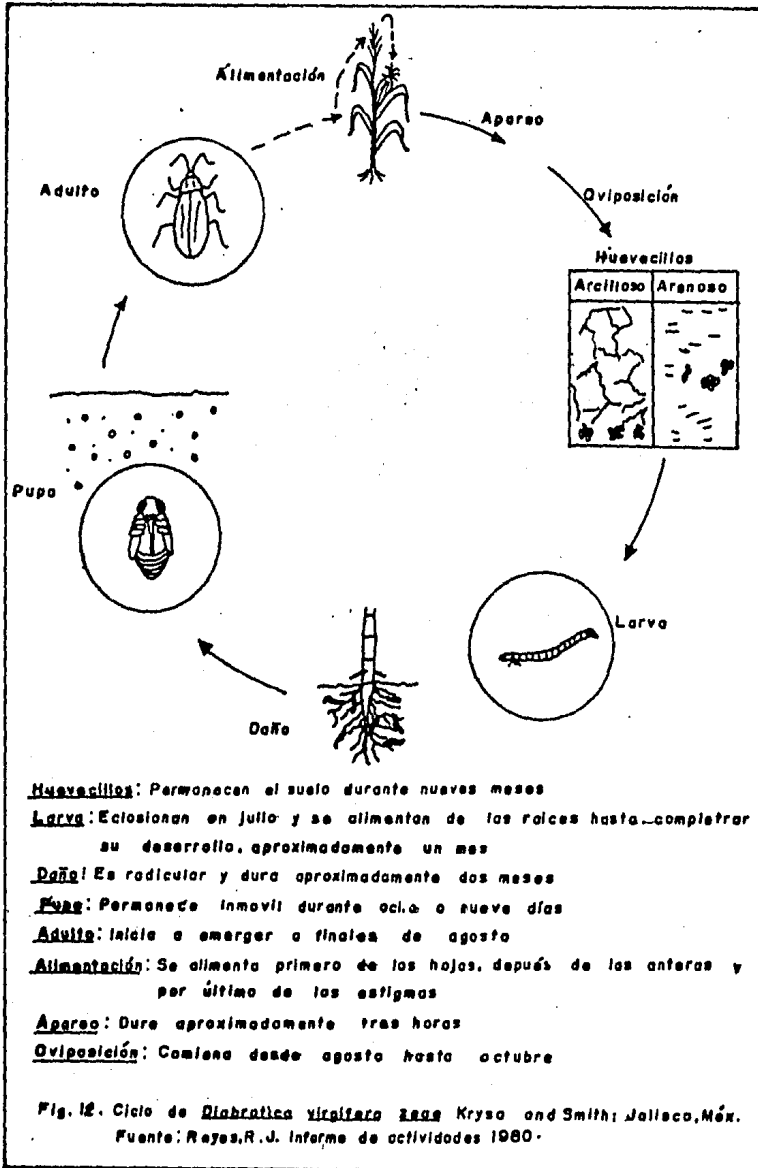
quien presenta el mayor daño en junio por carecer de raíz y se le observa acebollado y amarillento. En este estado larvario duran aproximadamente un mes: en el primer estadio seis días, en el segundo siete días y en el tercero dieciséis días.

Para finales de mayor se encontraron las primeras pupas y adultos. En estado pupal dura de ocho a nueve días y posteriormente emergen los adultos cuya longevidad varía de 16 a 84 días las hembras y los machos de 12 a 63 días. Estos se aparean casi inmediatamente después de la emergencia de las hembras (en julio), éstas guardan los huevecillos un mes aproximadamente y en agosto y septiembre ovipositan en el suelo. Allí permanecen los huevecillos en estado diapausa o latencia durante ocho meses, hasta el nuevo ciclo.

Ahora bien este ciclo se presentará año con año si la humedad del suelo es mayor a 11.7% durante la primavera siguiente, esta humedad se considera como umbral, y por tanto la que va a permitir continuar el desarrollo de los huevecillos; en caso de que no exista esa humedad en el suelo entrará el insecto a una etapa llamada quiescencia seca, la cual le permite continuar en estado de latencia (fig. 11)

Este ciclo de vida de Diabrotica virgifera sspp en comparación con el obtenido en Jalisco, México de Diabrotica virgifera Zea Krysan & Smith (fig. No.12) tiene una diferencia de dos meses en la duración de la diapausa. Así vemos que: en el Estado de México la eclosión de hue-





vecillos comienza a finales de abril y principios de mayo, y en Jalisco en julio; el apareamiento en el Estado de México es en julio y su oviposición en agosto y septiembre; en cambio en Jalisco se aparean y ovipositan del mes de agosto hasta octubre. En el Estado de México los huevecillos permanecen en el suelo ocho meses y en Jalisco nueve. En cuanto a las condiciones morfológicas y hábitos son muy semejantes.

Las posibles causas de estas diferencias pueden ser:

1) Las diferentes fechas de desarrollo de cada estado del insecto, de acuerdo al estado fenológico del maíz de cada región; el cual a su vez está sujeto a los factores del clima (humedad, temperatura y fotoperíodo) y como menciona Andrewartha (1973): "En las regiones de clima templado, y quizá en la mayoría de los demás climas, muchas especies tienen épocas de reproducción bien definidas y la mayoría de las especies están sujetas a un período limitado para multiplicarse. Durante el resto del año las muertes exceden a los nacimientos y el número descende. Por tanto, las poblaciones cuyo número viene determinado principalmente por el clima tienen como característica una fluctuación más o menos correlacionada con las estaciones (1)

(1) Andrewartha, H.C. Introducción al estudio de las poblaciones animales. Editorial Alhambra, 1970, p. 175

Y de acuerdo a los climatológicos de la zona maicera de Jalisco que son los Distritos Agrícolas de Temporal I y IV principalmente y donde se ha presentado la plaga, son de clima semicálido y templado respectivamente y aunque en promedio precipita más que en la zona maicera del Estado de México, las precipitaciones durante los meses de abril y mayo son más altas que en Jalisco. Para confirmar lo anterior se tomaron los datos de dos estaciones climatológicas(1) una de cada estado y de los lugares donde se presenta la plaga:

Localidad: Tequila Jalisco

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
5.8	1.4	3.2	2.6	16.3	211.1	165.9
AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
231.9	140.2	59.8	8.3	9.4	950.9 mm	

Localidad: Danxhó Edo. de México.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
13.5	2.9	4.5	28.8	67.0	136.2	185.7
AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
164.9	153.5	77.8	24.0	8.4	867.2	

En el Estado de México se siembra antes que en Jalisco.

(1) García, E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. México 1981. p.129 y 133

2) Dentro de las parcelas el medio no es homogéneo y se encuentran larvas en diferentes instars durante cada muestra y como menciona Musich, et al (1971) "un amplio rango de tamaño de larvas puede estar presente al realizar un muestreo, debido probablemente al prolongado periodo de incubación del huevecillo"

3) La respuesta de los insectos a estímulos climáticos de temperatura, humedad y fotoperíodo, que son cambios genéticos que aparecen por mutación y selección, siendo sólo reversibles a través del mismo mecanismo evolutivo.

4) Que las subespecies del nuevo grupo de Diabrotica virgifera, sea más precoz que Diabrotica virgifera Zee Kryan & Smith.

Estado biológico del gusano alfilerillo o doradilla, Diabrotica virgifera spp. (Coleoptera: Chrysomelidae)

El estado biológico es un período rigurosamente diferenciado en la vida de los insectos, por ejemplo el estado de huevo, larva, pupa y adulto.

a) Huevo.

El huevo de Diabrotica virgifera, es de color blanco lechoso, con el corión finamente reticulado en forma de exágonos bien definidos, mide 0.65 mm. de longitud y 0.45 mm de anchura. La diferencia con los huevecillos de Diabrotica undecimpunctata (duodecimnotata) Harold, está en que estos son de color amarillo claro, de forma más alargada, casi de las mismas dimensiones y su corión

también finamente reticulado, pero los exágonos no están bien definidos (ver fig.13) (1)

De huevecillos se realizó solo un muestreo, en la parcela localizada en Dongú (Municipio de Chapa de Mota), el día 12 de abril; y de las cinco muestras de suelo, se obtuvieron un total de 13 huevecillos, todos ellos a una profundidad de 0 a 15 cm.; de los cuales solo cinco eran viables; los no viables estaban rotos o secos. Se pudo afirmar que estos huevecillos pertenecen a la especie de D. virgifera sspp. por sus características, éstos se compararon con los huevecillos que se obtuvieron en las cajas de oviposición de D. undecimpunctata (duodecimnotata) Harold, que se tuvieron en cautiverio para tal efecto (ver fig. 13)

Los huevecillos en la zona de estudio fueron ovipositados en los meses de agosto y septiembre; para estas fechas la humedad del suelo era entre 17-23%, y se comenzaban a formar grietas de desecación, muy propicias para que dentro de ellas fueran depositados los huevecillos y en especial cerca de la base de las plantas.

Se calcula que cada hembra durante toda su vida oviposita 1,023 huevecillos, o sea 10.4 huevecillos por día.

Ya en el suelo los huevecillos comienzan su desarro

(1) Misich. et. al. Field studie on rate of hatching of western corn root worm eggs in Missouri during 1965-68: 9-11

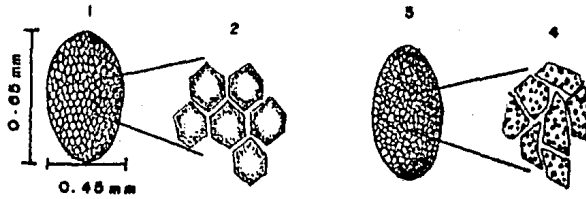


Fig. 13. Huevos y corión: 1. huevo de *D. virgifera* spp. 2. reticulación del corión. 3. huevo de *D. undecimpunctata* (*duodecimnotata*) Herol. 4. reticulación del corión

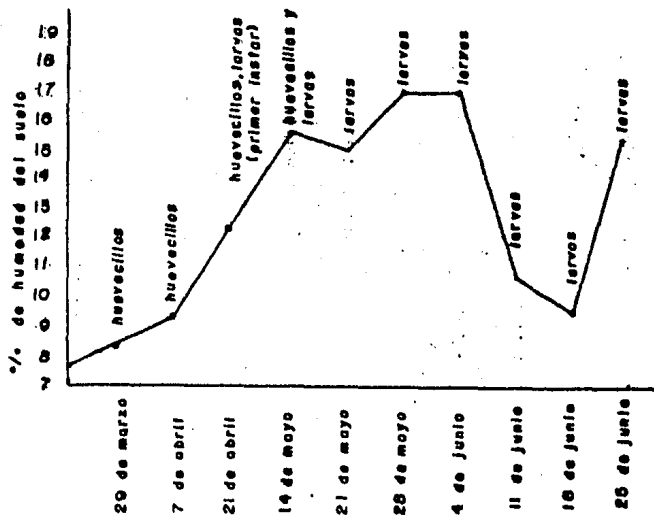


Fig. 14. Humedad (%) existente en el suelo y su relación con la presencia de huvecillos y larvas de *D. virgifera* spp. en Dongú, 1983

llo embrionario al absorber la humedad que se encuentra a su alrededor; esta etapa dura doce días. De aquí en adelante entra genéticamente a una etapa de latencia o diapausa, la cual es un período más o menos largo de inactividad. Este fenómeno es provocado por condiciones desfavorables del medio ambiente y es de origen hormonal (genético). Esta diapausa es muy característica y varía de acuerdo a las condiciones de cada lugar, así tenemos que en la zona de estudio dura ocho meses y en Jalisco nueve.

Pasados estos meses termina su diapausa obligatoria por lo que requiere un porcentaje de humedad en el suelo mayor a 11.6% (1), para continuar su desarrollo; en caso de que no exista, como ya se mencionó con anterioridad, los huevecillos entran a una etapa de dormancia que es facultativa, llamada quiescencia seca.

Posteriormente al obtener la humedad necesaria los organismos pasan a la siguiente etapa de su desarrollo llamada posdiapausa y cuya duración es de 22 días y a partir de este momento comienzan a eclosionar los huevecillos (ver fig. No.14)

b) Larva.

"Larva. Estado inmaduro de los insectos holometábolos, (metamorfosis completa) tienen escasa o ninguna seme

(1) Branson, T.F. et.al. Field biology of Mexican corn rootworm, *Diabrotica virgifera* Zee (Coleoptera: Chrysomelidae) in Central (Mexico)

Janza con los adultos; no presentan evidencias alares externas; las alas se desarrollan internamente por medio de yemas imaginales, no presentan ojos; pueden tener uno o varios ocelos; por lo general la biología y hábitos son diferentes a las de sus correspondientes adultos."(1) El estado larvario se inicia con el desarrollo postembrionario que es el desarrollo que se lleva a cabo después de la eclosión del huevo. Durante el desarrollo postembrionario se suceden los siguientes fenómenos principales:

Estadfa. Intervalo de tiempo entre cada muda.

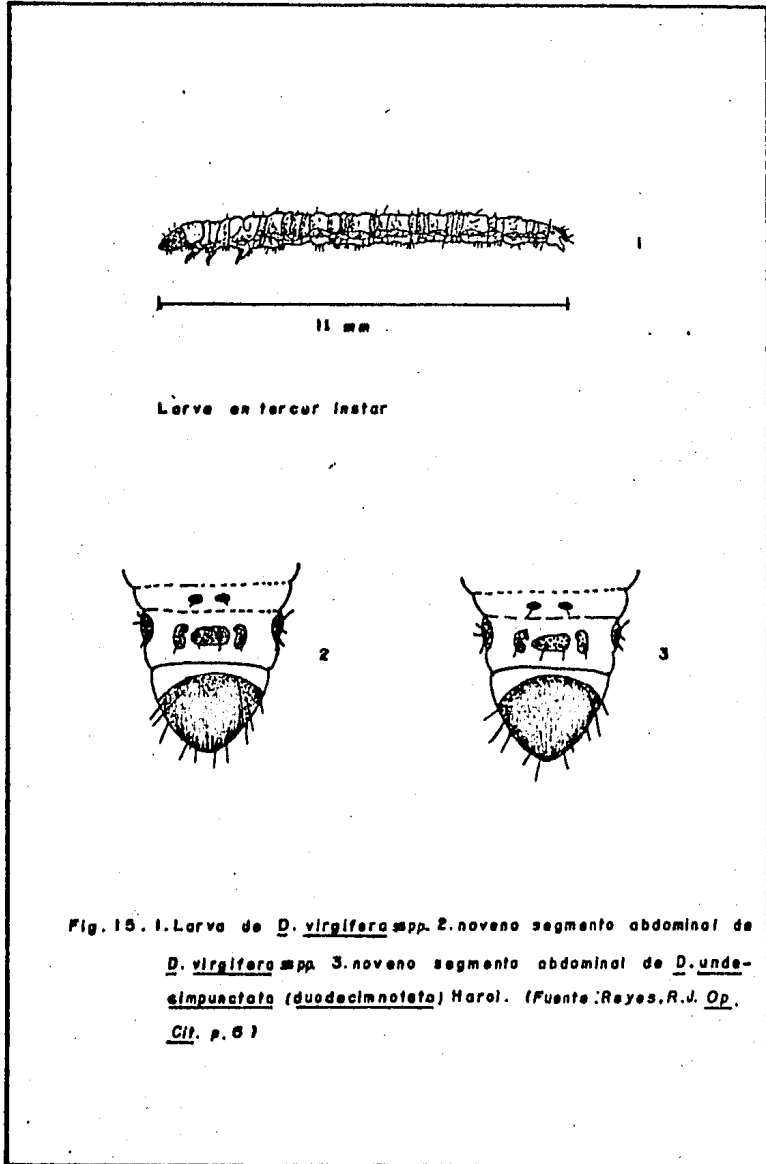
Muda. Cambio de cutícula realizado por el insecto.

Instar. Forma asumida por el insecto durante un estadfo en particular: 1er instar larval, 2º instar larval, 3er. instar larval y prepupa. Las larvas de Diabrotica virgifera spp. son de color blanco lechoso, en el primer instar miden 1 mm, y en el tercero alcanzan los 11 mm; la placa anal que se encuentra en el noveno segmento abdominal presenta una quitinización grande en forma de M, muy diferente a la que se presenta en D. undecimpunctata (duodecimnotata) Harold. (ver fig. 15; a, b y c)

Su cabeza es de color café-amarillento y en la parte anterior del cuerpo tiene seis patas.

En este estado larval la plaga tiene tres estadfos; el primero que dura seis dfas, el segundo siete dfas y el tercero 16 dfas; y es en este estadfo donde

(1) Huerta, P.R. Op. Cit. p. 27



las larvas son más grandes y más voraces, hasta que comienzan a entrar al estado de prepupa donde se va ensanchando de la parte anal a la cefálica, durante un lapso de 3 a 6 días y ya no es activa. Durante este estado se está preparando para entrar al estado de pupa (ver fig. núm. 16: a y b)

Recién eclosionadas las larvas su movimiento en el suelo es hacia las raíces de las plantas de maíz; porque su único objetivo es la de consumir alimento. Chiang H. C. (1978) ha realizado pruebas olfatorias y ha concluido que las larvas son atraídas por la raíz del maíz y que son capaces de hacer travesías hasta de 50 cm. en su busca, sin embargo la larva no emigra de planta a planta, permanece en el lugar donde fueron ovipositados los huevecillos, hasta la emergencia del adulto.

Estos organismos prefieren suelos con textura arcillosa, por permitirles un fácil desplazamiento; en cambio los suelos de textura gruesa les provoca rozaduras y por lo general no se localizan en este tipo de suelos. Las parcelas donde se realizaron los muestreos presentan suelos de textura fina (Dongú) y textura mediana (Loma de Malacota, La Loma, Barrio Segundo y Barrio Cuarto) y por tanto propicios para el movimiento de la larva.

En la zona de estudio como ya se mencionó en párrafos anteriores la siembra se empezó a finales de abril y principios de mayo; observándose que las muestras de huevecillos que se tenían en el laboratorio eclosionaron

a mediados del mes de abril; mientras que en el campo se localizaron las primeras larvas a finales de mayo.

Durante los muestreos las larvas fueron localizadas dentro de las raíces más gruesas y entre las raíces secundarias del maíz y en el suelo circundante; en Dongú que fué la parcela más afectada se encontraron de cinco a seis larvas por planta; en cambio en La Loma de Malacota y Barrio Segundo se encontraron de una a tres larvas; (en las parcelas de La Loma y Barrio Cuarto, no se presentó la plaga en este estado). Su fluctuación poblacional puede verse en la fig. núm. 20, 23 y 26. Son gráficas que corresponden a las parcelas de Dongú, Barrio Segundo y San Bartolo Morelos y Loma de Malacota, respectivamente, en cada una puede distinguirse las curvas correspondientes al número de larvas colectadas en cada muestreo.

c) Pupa. Es el estado intermedio entre la larva y el adulto en los insectos holometábolos. El tipo de pupa que le corresponde a D. virgífera sspp. es: pupa exarata; es lo que no tiene los apéndices adheridos al cuerpo y son libres. La larva al entrar al estado de pupa forma su celda pupal de tierra (ver fig. núm. 16) y el grosor de esta celda pupal va a depender de la humedad del suelo, si hay humedad es más gruesa que si no la hay. En esta celda pupal el organismo se dedica a la reorganización de sus tejidos para transformarlos en los órganos del adulto durante 8 ó 9 días en que se completa el pro-

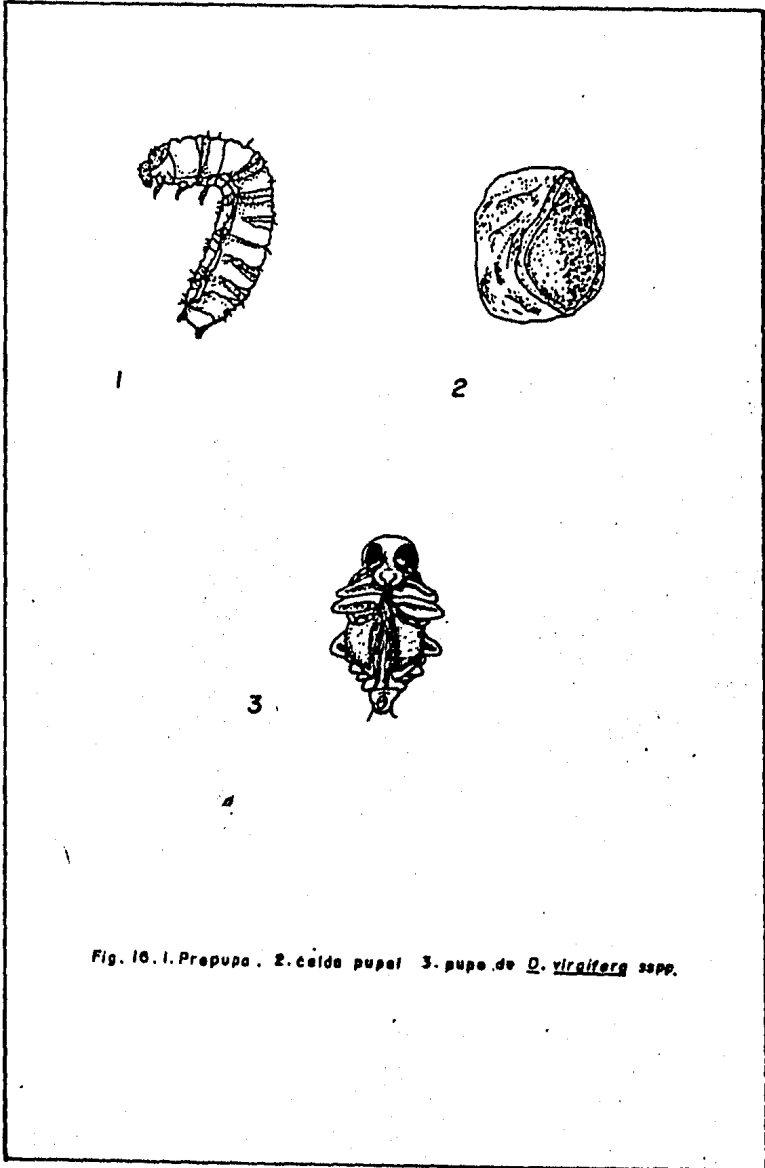


Fig. 16. 1. Prepupa. 2. celda pupal 3. pupa de *D. virgifer* ssp.

ceso.

d) Adulto.

Es el estado apto para reproducirse, su tamaño varía de 5 a 7 mm de largo, en la especie D. virgifera Zeae su color es verde amarillento con manchas amarillas en los élitros, su fémur no es enteramente negro; en cambio en la D. nuevas subespecies en el grupo virgifera, los puntos amarillos no son muy visibles y su fémur es enteramente negro (ver fig. núm.10).

Según Krysan, L.J. existe una manera de diferenciar las especies D. virgifera zeae Krysan & Smith de D. nuevas especies en el grupo virgifera, y es a través de sus características genitales. Sería un estudio similar al que se realizó para distinguir D. virgifera de D. longicornis (1) (ver fig. núm. 17)

Al comenzar la eclosión de adultos, emergen primero machos, después hembras y machos; Reyes (1983) menciona que esto es posiblemente porque las hembras tienen la progenie y genéticamente deben proteger la especie.

Los adultos son muy activos especialmente al amanecer y el crepúsculo, aunque también son observados volando, apareando o alimentándose durante las horas del día; para protegerse del sol o de algún peligro prefieren ocu

(1) Krysan, J.L. Et.Al. A new subspecies of Diabrotica virgifera (Coleoptera: Chrysomelidae): Description, distribution, and sexual compatibility. 73:

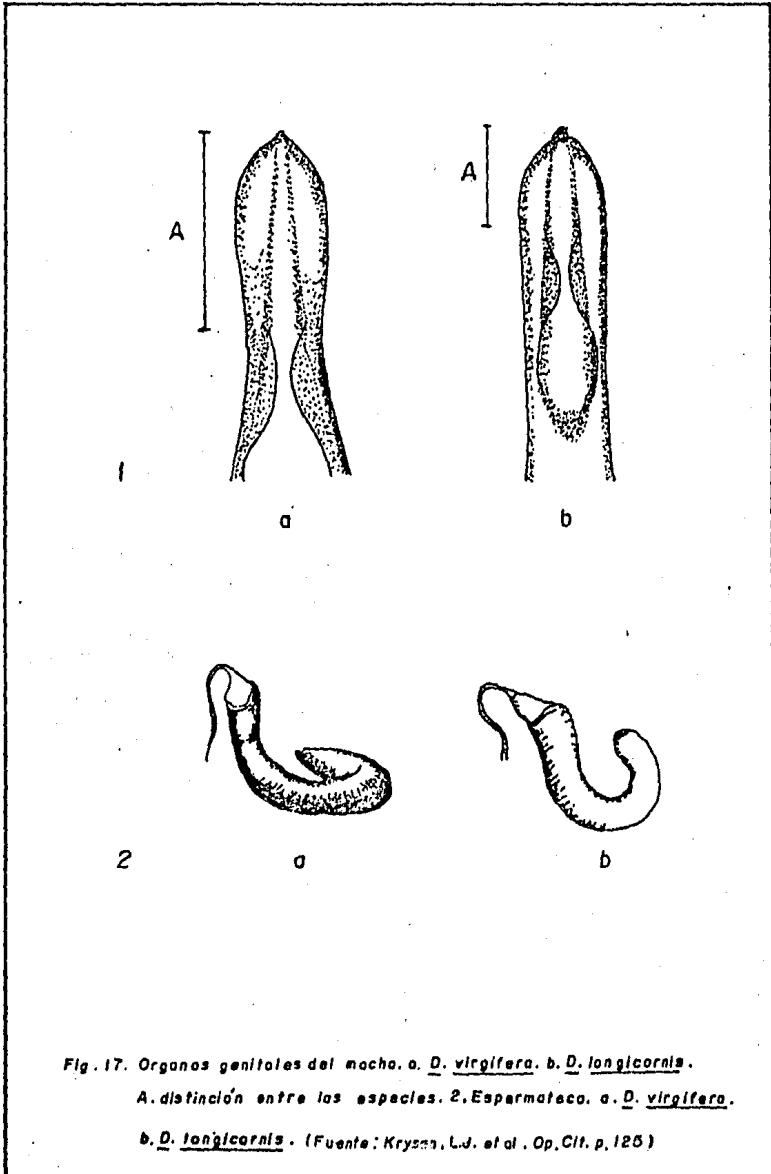


Fig. 17. Organos genitales del macho. a. *D. virgifera*. b. *D. longicornis*.

A. distinción entre las especies. 2. Espermateca. a. *D. virgifera*.

b. *D. longicornis*. (Fuente: Kryzhan, L.J. et al. Op. Cit. p. 125)

tarse en el envés de las hojas de sus plantas hospederas, o se dejan caer al suelo donde buscan refugio.

Se observó en el sitio de estudio que, la mayoría de la población adulta se encontraba alimentándose en el lugar de donde emergieron, sin embargo en las parcelas circundantes también se les veía aunque en número menor. Solo la parcela de Dongú, después de que sufrió el ataque por gusano soldado (Pseudalepia unipuncta) que dejaron solo las nervaduras de las hojas; hubo un desplazamiento casi total de escarabajos hacia las demás parcelas.

En las parcelas de La Loma y Barrio Cuarto de San Bartolo Morelos, donde no se presentó la plaga en estado larvario; en los meses de julio, agosto y septiembre se encontraron de 3 a 4 escarabajos por muestreo, se considera que ésto es debido a la facilidad de desplazamiento por el viento, que ayuda a su dispersión.

Los primeros adultos que se capturaron, fueron de D. undecimpunctata (duodecimnotata) Harold; el 16 de abril, en la localidad de San José Epifanía, en el municipio de San Bartolo Morelos, a 6 km. de la parcela localizada en La Loma y a 8 km. de la de Loma de Malacota; se les observó sobrevolando sobre los terrenos ya labrados, alimentándose de los cultivos de haba; su población no era muy numerosa, cuatro insectos por tres minutos. El día 29 del mismo mes se capturaron especímenes de esta misma especie en el Distrito Agrícola de Jilotepec en las localidades de Macavaca y Ejido Barajas, se contaron doce insectos

por tres minutos y el cultivo daba muestras de ataque tanto por larva como por adulto.

Desde esta fecha hasta el 14 de mayo en que se iniciaron los muestreos de larva no se realizó ningún otro muestreo de D. undecimpunctata (duodecimnotata) Harold; por un lado el número poblacional tan bajo y por otro la lejanía de las parcelas.

La población de adultos de Diabrotica virgifera ssp como se puede ver en las gráficas (fig. núm. 21, 24 y 27) tuvo su inicio a finales de mayo y a principios del mes de junio en todas las parcelas y de aquí en adelante el número poblacional va ascendiendo hasta los meses de julio y agosto donde se alcanza la máxima; decreciendo hacia los meses de septiembre, octubre y noviembre. La parcela de mayor población fué Dongú con 150 individuos por tres minutos, y la de menor número fué Loma de Malacota con 33 escarabajos por tres minutos; en la parcela de Barrio Segundo la máxima población fué de 42 organismos por tres minutos.

Como ya se mencionó en un párrafo anterior la población de la parcela de Dongú en Chapa de Mota, sufrió un desplazamiento casi total, hacia las parcelas contiguas a finales del mes de agosto, por el ataque al maíz por gusano soldado, que dejó sin posibilidad de alimentación a la doradilla.

En el mes de noviembre cuando se iniciaron las cosechas, a los insectos se les localizó entre las hojas de

la marzorca, y ya no se les veía por ningún otro lado. Sin embargo en el mes de diciembre, se tuvo la información de que con el uso de feromonas como atrayente se atraparon adultos de la plaga en estudio, aunque supuestamente por las primeras heladas que ya se habían presentado ya no debería de haber adultos.

2) Reproducción. "Es un fenómeno biológico que tiene como fin conservar la especie, en los insectos por lo general intervienen dos gametos para efectuar la reproducción: masculino y femenino, dando como resultado, la producción de huevos." (1)

La cópula ocurre inmediatamente después de la emergencia de la hembra, desde julio hasta agosto: este apareamiento dura de 3 a 4 horas y en especial durante las primeras horas de la mañana o por la tarde, sin embargo durante el día también se les observa apareándose; posteriormente los huevecillos pueden permanecer dentro de la hembra hasta 50 días después del apareamiento; la oviposición comienza cuando las condiciones son las más propicias: temperaturas de 15.5 a 18.3°C, suelo agrietado o después de una fuerte lluvia.

Ball (1957) (2) menciona que los huevos son puestos por la tarde.

(1) Huerta, R.P. Op. Cit. p.26

(2) Ball. On the biology and eggs laying habits of the western corn rootworm. 50:126-28

En las parcelas se les observó apareándose a finales del mes de julio y a principios de agosto.

De los escarabajos llevados al laboratorio el 25 de julio (algunos de ellos apareándose) no ovipositaron hasta finales de agosto y la primera semana de septiembre, contándose de 16 a 20 huevecillos en cada grieta que se formó en el suelo de las cajas de oviposición. En el mes de septiembre en las parcelas a los insectos se les encontraba entre la maleza y el suelo, posiblemente ovipositando en las grietas de desecación que ya se habían formado.

3) Alimentación y daño. "Se considera como plaga a cualquier organismo: aves, roedores, caracoles, ácaros, insectos, malezas y microorganismos, su presencia reduce la producción del cultivo, afecta el valor de la cosecha e incrementa los costos." (1). En el caso del gusano alfilerillo o doradilla Diabrotica virgifera ssp., es un insecto plaga debido a que su densidad de población (número de organismos por unidad de superficie) es tal que causa pérdidas económicas al hombre en diferentes formas: dañando al cultivo del maíz durante su desarrollo al alimentarse de sus raíces; transmitir a la planta microorganismos causantes de enfermedades como la marchitez bacteriana del maíz y finalmente reducir la calidad y canti-

(1) Fausto, H. Et; Al. Principios del control de las plagas agrícolas. Lima, Perú. 1981.

dad de la cosecha.

Estos insectos causan los mayores daños con su actividad alimenticia devorando en forma total o parcial los órganos de las plantas como son: raíz, espiga y estigmas del maíz. Al gusano alfilerillo por sus hábitos alimenticios se le considera dentro del grupo de masticadores de raíces.

Al eclosionar los huevecillos el único objetivo de las larvas es el de alimentarse, se abren paso a través de la tierra hasta encontrar las raíces del maíz; aunque se sabe que se alimentan en cierto grado de algunos pastos nativos. En las parcelas se hicieron muestreos en los pastos aledanos a los cultivos, no encontrándose ninguna larva de Diabrotica.

El gusano se alimenta primero de las raíces secundarias y conforme va creciendo su necesidad de alimento es mayor (tercer instar) y es entonces cuando barrenan las raíces mas grandes haciendo túneles de color café y causando los mayores daños al provocar retraso en el crecimiento de la planta, reduciendo su vigor, provocando amarillamiento y haciéndolas susceptibles al acame. Las larvas al alcanzar su completo desarrollo dejan las raíces y pupas en el suelo; al llegar al estado adulto salen del suelo y se alimentan de las hojas más tiernas, causando daño foliar, posteriormente al comenzar a espigar la planta pasan a comer el polen y luego los estigmas, impidiendo la polinización y provocando una disminu

ción en el número de granos de la mazorca (este daño se considera de poca importancia); posteriormente al disipar el viento el polen a las malezas y hojas del maíz la Diabrotica virgifera se pasa a éstas donde se oculta y alimenta hasta que las primeras heladas causan su muerte.

En las parcelas en estudio el daño del gusano alfilerillo a las raíces, se observó en forma más severa en Dongú y Barrio Segundo de San Bartolo Morelos; para la primera semana de julio el maíz comenzaba a espigar y aproximadamente el 50% de las plantas presentaba un aspecto achaparrado, acebollado y color amarillento y fácilmente se les podía sacar del suelo por carecer de raíz (ya no había larvas). Así al entrar el cultivo a la etapa fenológica de formación del grano, su raíz fue insuficiente para sostenerle ante las fuertes lluvias y el viento que se presentaron en septiembre; ocasionando el acame del cultivo, quedando las mazorcas al alcance de los roedores, quienes terminaron con la cosecha, en especial en la parcela de Barrio Segundo; en Loma de Malacota el daño por roedores no fue de mucha importancia; en cambio en la parcela de Dongú como ya se mencionó en párrafos anteriores, ambas plagas, gusano alfilerillo y gusano soldado ocasionaron la pérdida total de la cosecha.

4) Plantas hospedoras.

Las malezas juegan un papel decisivo como hospede-

ras secundarias de las plagas, al suministrarles cobijo y alimento, facilitando la invernación y desarrollo biológico y generacional a los insectos.

Las hierbas juegan un papel muy importante en los hábitos alimenticios de larvas y adultos de Diabrotica virgifera zea. Durante los muestreos se observó que el adulto de Diabrotica virgifera spp. se alimentaba principalmente de la planta del maíz, pero también comía hojas tiernas y flor del quelite (Amarantus Hybridus L.) muy abundante en especial en La Loma de Malacota, en cambio en las parcelas de Barrio Segundo y Dongú había acahual blanco o aceitilla (Bidens pilosa L.) de la que comían las hojas y el polen. Otra planta hospedera es la calabaza (Cucurbita mexicana Duch) cultivada en Malacota y Barrio Segundo, en la que se encontraron hasta once escarabajos por flor.

Otra hierba abundante en las parcelas de Barrio Segundo y Dongú era el Chayotillo (Sicyos angulatus L.) no se alimentaban de ella, no mostraba daños ni en hojas ni en las flores, sin embargo a finales de agosto cuando esta maleza estaba en floración toda ella se encontraba cubierta de polen del maíz y a los insectos se les encontraba entre ella y en el suelo ocultos y alimentándose del polen.

5) Disposición espacial de C. virgifera spp.

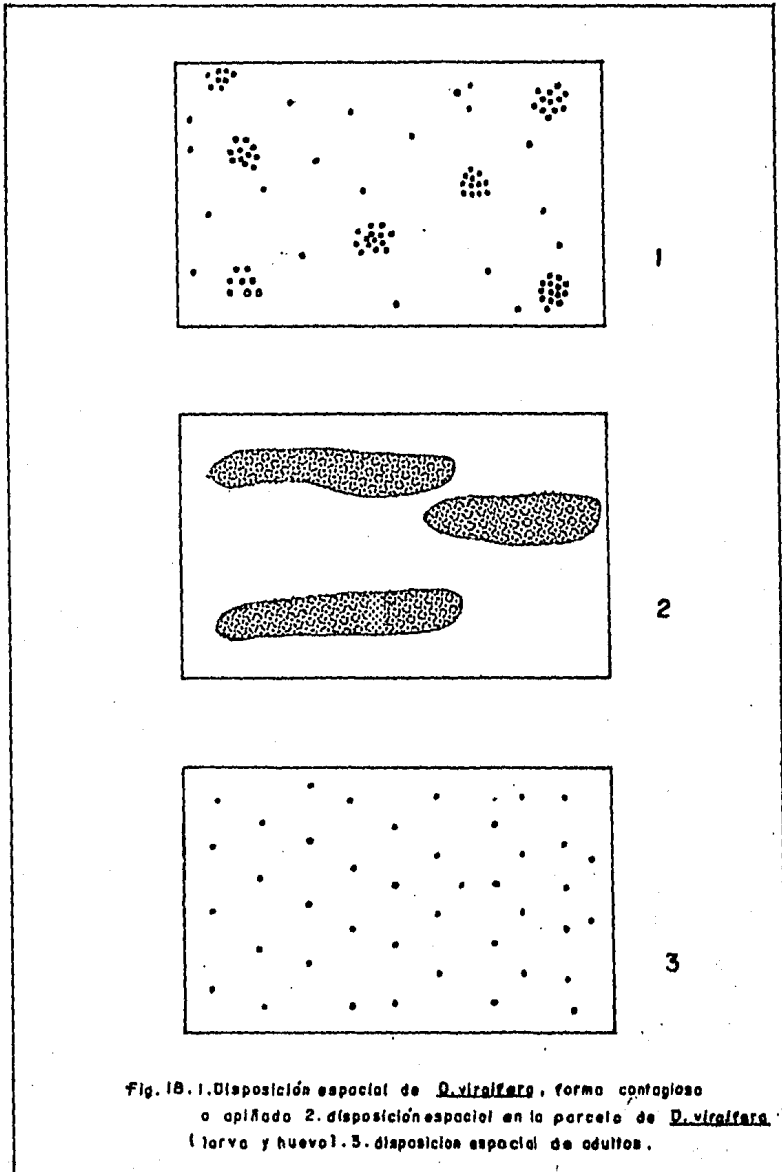
La forma en que se encuentra la población de Diabrotica virgifera spp. es una disposición contagiosa o api-

ñada, esto se da debido a que el medio no es homogéneo y existen zonas donde los cambios ambientales son mínimos y las condiciones son las mejores para que se desarrollen en mayor cantidad los insectos; también hay zonas de condiciones medias y el número de insectos es intermedio y existen otras donde las condiciones son negativas y el número de insectos es casi nulo (ver fig. No.18)

Ahora bien, la disposición de los insectos en la parcela es también contagiosa o apañada cuando está en estado de huevo y larva; pero cuando los adultos emergen, por su facilidad de desplazamiento ocupan toda la parcela y en menor número las aledañas (ver fig. No.18)

Emmel (1975) (1), considera que una de las causas que originan esta conducta de amontonamiento por parte de los animales es la supervivencia, al ofrecerles el grupo protección contra los depredadores, ayuda en el proceso de reproducción, etc.; sin embargo también presenta aspectos negativos como el de aumentar la inevitable competición por luz, elementos nutritivos, o espacio, ésto quedó confirmado al escasear el alimento en la parcela de Dongú, municipio de Chapa de Mota, donde se presentó la dispersión casi total del adulto de D. virgifera spp. hacia las parcelas contiguas.

(1) Emmel, C. Thomas. Ecología y biología de poblaciones.
México, 1983. p.



CAPITULO V

EFECTOS DEL CLIMA SOBRE LAS POBLACIONES

DE

Diabrotica virgifera sapp.

Entre las condiciones abióticas que afectan en forma directa o indirecta al cultivo del maíz y sus parásitos se encuentran los factores climáticos, los cuales van a determinar si en un lugar un organismo puede prosperar o sobrevivir en circunstancias normales. Las condiciones atmosféricas determinan la distribución geográfica de los insectos y sus posibilidades de alcanzar altas y bajas densidades. (1) Carrero (1977) considera el habitat o agroecosistema como: una interacción del medio climático, la fenología del cultivo, la existencia de la flora y huéspedes secundarios y, finalmente la biología de la plaga.

Como se vió con anterioridad el clima es parte integrante de los agroecosistemas y por tanto se puede utilizar como auxiliar en el manejo integrado de plagas; ya sea estableciendo el pronóstico de ocurrencia de plagas por medio de la acumulación de Días-grado (D°) o bien conociendo las condiciones microclimáticas óptimas para el desarrollo de estos organismos y buscando la manera de mo

(1) Fausto, H. Et. Al. Op. Cit.

dificarlos por medio de métodos culturales.

Pero para llegar a la aplicación de los factores del clima, primero se tiene que analizar cuales son los que lo afectan directamente como población, lo que constituye uno de los objetivos del presente trabajo; por lo que al realizar los muestreos tanto de larva como de adulto se tomaron medidas de los siguientes parámetros: temperatura del suelo, humedad del suelo, temperatura atmosférica (máxima y mínima), precipitación, evaporación y heladas; estos datos se correlacionaron con los valores numéricos de los insectos por medio del análisis de correlación múltiple, los resultados de dicho análisis mostraron: (ver fig. núm. 20-28)

A.- LARVAS

1) Localidad: Dongú, Municipio de Chapa de Mota (fig. 20)

La parcela localizada en el ejido de Dongú se visitó el día siete de abril encontrándose el suelo preparado para iniciar la siembra en ocho días más; se tomaron muestras del suelo en varios lugares de la parcela con el fin de calcular la humedad relativa y de localizar huevecillos, también se tomaron medidas de temperatura de suelo. La humedad calculada variaba de 9.3% a 10.6% y la temperatura era de 15°C.

En estas muestras en el Laboratorio se encontraron trece huevecillos, cinco de ellos viables y ocho secos y rotos, posiblemente por haber sido expuestos a la superfi

cie al ser arado el suelo.

Se cultivó del día 14 al 17 de abril; la planta emergió, y el 30 de abril se realizó el primer muestreo, durante éste y el segundo no se encontró ninguna larva, probablemente sea porque las larvas en el primer instar son muy pequeñas, delicadas y poco visibles a simple vista o aún no eclosionaban los huevecillos; las primeras larvas se encontraron hasta el 14 de mayo en un total de 5 larvas por diez plantas, había una temperatura del suelo de 18°C y la humedad de 15.5% a una profundidad de 15 a 20 cm. El número máximo de larvas se alcanzó el 28 de mayo con un total de 60 larvas por 10 plantas, la temperatura seguía siendo de 18°C y la humedad de 11% .

A partir de este número máximo de larvas, en adelante fueron disminuyendo paulatinamente hasta el 25 de julio en que ya no se encontraron; de los dos parámetros que se tomaron en cuenta, la temperatura no varió en cambio la humedad, fué aumentando conforme aumentaba la precipitación.

Al realizar el análisis de correlación múltiple entre la variable dependiente y (número de larvas) las variables independientes X_1, X_2, \dots, X_n (parámetros de temperatura y % de humedad del suelo) relacionados entre sí, se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales se pueden ver en la fig. No. 26 y 27. Recordando que un coeficiente de correlación múltiple, se encuentra entre los valores de 0 y 1. Cuanto más se acerque al 1 la correla-

ción será más perfecta. Aunque en ocasiones la variable independiente puede ser o no causal, o también el hecho de que un coeficiente de correlación con valor 0 que indica que no existe correlación lineal, puede estar señalando que la correlación entre las variables no es lineal.

Correlaciones:

Larvas- temperatura del suelo, su coeficiente fué positivo y poco significativo (0.21); la posible de este resultado fué que estuvo basado en una muestra muy pequeña por la falta de datos y por tanto no es un resultado confiable.

Larvas - % de humedad de suelo; su coeficiente fué negativo y significativo (0.68): a mayor % de humedad del suelo, menor número de larvas.

Larvas- adultos, su coeficiente fué negativo y significativo (-0.73), éste resultado es lógico, las larvas al ir disminuyendo su número se irán convirtiendo en adultos.

2) Localidad: Loma de Malacota, Municipio de Jiquipilco (fig. No. 22)

Se encontraron las primeras larvas el 14 de mayo, la milpa tenía 20 cm de altura, se encontraron siete larvas por diez plantas, había una temperatura del suelo de 16.5°C y la humedad era de 19.5% de 15 a 20 cm de profundidad. En el segundo muestreo el número de larvas aumentó a 17, alcanzando una población máxima el 28 de mayo con 30 organismos por 10 plantas, había una temperatura

del suelo de 17.5°C y la humedad era de 15%. Durante los siguientes muestreos el número de larvas fué disminuyendo, mientras que la temperatura permaneció casi constante y la humedad fué aumentando alcanzando un máximo de 22% y el número de larvas fue 0.

En el análisis de correlación múltiple se obtuvieron los siguientes resultados: (fig. No.29).

Correlaciones:

Larvas-adultos; al igual que en la parcela anterior el coeficiente fue negativo y significativo (-0.81).

Larvas-temperatura del suelo; su coeficiente fué positivo y altamente significativo (0.90), a mayor temperatura mayor número de larvas.

Larvas- % de humedad del suelo; el coeficiente fué negativo y altamente significativo, a mayor humedad del suelo menor número de larvas.

Larvas- temperatura máxima; su coeficiente fué positivo y poco significativo (0.53), al aumentar la temperatura sobre la superficie del suelo la temperatura de ésta también aumenta, el coeficiente de correlación entre estas dos últimas variables fue de 0.63 .

Larvas- lluvia; su coeficiente fué negativo y significativo (-0.65), a mayor cantidad de lluvia menor número de larvas; al aumentar la precipitación el suelo aumenta su % de humedad (el coeficiente de correlación entre estos parámetros fué de 0.74).

3) Localidad: Barrio Segundo, San Bartolo Morelos.

(fig. No.24)

Se sembró a finales del mes de marzo y se encontraron las primeras larvas el 14 de mayo en un número de 23 por 10 plantas, la humedad del suelo era de 16.5% y la temperatura de 17°C; el 21 de mayo se alcanzó la población máxima de 48 larvas por 10 plantas, la humedad del suelo había aumentado a 18.5% y la temperatura también a 18°C; de aquí en adelante el número de insectos disminuyó hasta llegar a 0 el 2 de julio por haberse inundado la parcela.

En el análisis de correlación múltiple se obtuvieron los siguientes resultados: (fig. No.31)

Correlaciones:

Larvas-adultos; al igual que en las dos parcelas anteriores su coeficiente resultó ser negativo y altamente significativo (-0.93).

Larvas- temperatura del suelo, su coeficiente resultó ser positivo y altamente significativo (0.71), a mayor temperatura mayor número de larvas.

Larvas- % de humedad en el suelo, su coeficiente fue negativo (-0.77), a mayor % de humedad del suelo menor número de larvas.

Larvas- temperatura máxima, su coeficiente resultó ser altamente significativo (0.98); al aumentar la temperatura sobre la superficie del suelo, la temperatura de éste aumentó también.

Larvas- temperatura mínima, su coeficiente resultó ser negativo y poco significativo (-0.54).

Larvas-lluvia, el coeficiente fue negativo y significativo (-0.78), a mayor cantidad de lluvia aumenta el % de humedad del suelo (coeficiente de estos parámetros 0.91) y por tanto disminuye el número de larvas.

B.- ADULTOS.

1) Localidad: Dongú, municipio de Chapa de Mota.

Fué la parcela donde la población de insectos fué mayor, hasta 150 por tres minutos (ver gráfica de fig.No.21) Los primeros adultos que se muestrearon fue en la semana del 28 de mayo al 4 de junio, se contaron cinco organismos por tres minutos; registrándose una temperatura máxima de 24.9°C y una mínima de 1°C, sin precipitación y una evaporación de 26.3 mm máxima; en la semana del 20 al 25 de junio se registró un elevado número de insectos, de 70 que se habían contado en la semana anterior su número aumentó a 135, estaban apareándose y el cultivo presentaba daños severos: fácilmente se sacaban las plantas por cacer de raíz, hojas acebolladas y daños foliar; junto con la Diabrotica spp. había araña roja Oligonychus (Paratetranychus) mexicanus; la temperatura máxima y mínima no mostraron ningún cambio significativo, sin embargo se registraron las primeras lluvias 14mm. De aquí en adelante la temperatura máxima y mínima permanecieron casi constantes en cambio la lluvia fue aumentando, al igual que el número de insectos quienes alcanzaron una población máxima de 150 individuos por tres minutos durante las tres últimas semanas del mes de julio, mes donde la precipitación pluvial fue de 38 mm y la evaporación fue de 16 mm máxima.

Durante la semana del 5 al 10 de septiembre el cultivo fue atacado por gusano soldado (Pseudalepia unipuncta)

dejando sin alimento a la Diabrotica virgifera ssp. por lo que la población bajó a tres insectos por tres minutos, en cambio se contaron hasta 28 insectos por tres minutos en las parcelas adyacentes a la parcela en estudio (ver gráfica núm. 21), lo que indica que hubo un desplazamiento de la población en busca de alimento; el número de insectos bajó a cero hacia el último muestreo. Hubo una pérdida total en la cosecha.

Por la falta de datos de los parámetros de temperatura ambiente, temperatura máxima, temperatura mínima, lluvia, etc., de los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre, no se pudieron realizar las correlaciones correspondientes, y los resultados con datos calculados no son confiables.

2) Localidad: Loma de Malacota, Municipio de Jiquipilco.

A finales de mayo se realizó la primera escarda en la parcela en estudio, durante los primeros muestreos no se encontraron adultos hasta el 11 de junio, quinto muestreo (ver gráfica de fig. núm. 23), la temperatura máxima registrada durante esa semana fue de 27.5°C y una temperatura mínima de 6.5°C, no hubo precipitación y la evaporación fue de 28.1 mm; a la siguiente semana (18 de junio) la temperatura máxima y mínima permanecieron constantes, comenzó a llover y el número de organismos aumentó a 10 por tres minutos, se alcanzó la población máxima a finales de julio coincidiendo con la máxima precipitación de

55.5 mm en quince días; ésto nos dió como resultado al aplicar la correlación lineal nuevamente una correlación altamente significativa y positiva al igual que en Dongú,

Durante el 7°, 8° y 9° muestreo se observó a la Dia-brotica virgifera sspp. apareándose (temperatura máxima y mínimas registradas: 27.5°C y 5.5°C respectivamente y precipitación de 97.3 mm.)

Durante los muestreos siguientes la temperatura máxima fue de 27.5°C y la mínima de 4.5°C, y permaneció casi constante.

En la semana del 7 al 13 de agosto (14° muestreo), el número de organismos disminuyó considerablemente por una fuerte lluvia acompañada de granizo. De aquí en adelante la población fue disminuyendo constantemente hasta llegar a cero.

En el análisis de correlación múltiple se obtuvieron los siguientes resultados: (fig. No.39).

Correlaciones:

Adulto-temperatura del suelo y adultos-% de humedad del suelo, resultan negativo y positivo y significativos respectivamente, sin embargo se considera que no son causales.

Adulto-temperatura máxima, su coeficiente es negativo y poco significativo (-0.51), a mayor temperatura menor número de adultos, aquí podemos mencionar que durante las temperaturas máximas del día los insectos son menos activos y se ocultan, en cambio durante mañana y tarde

son más activos.

Adultos- lluvia, su coeficiente es positivo y significativo (0.71), al aumentar la precipitación aumenta el número de adultos.

3) Localidad: Barrio Segundo, Municipio de San Bartolo Morelos. (fig. No.25)

Los primeros adultos se encontraron el 14 de mayo (1 por 3 minutos), en la semana del 30 de mayo al 4 de junio aumentaron a un número de 3 por 3 minutos, la temperatura máxima fue de 27°C y la mínima de 2°C y no había llovido; durante las siguientes semanas del 5° y 6° muestreo las temperaturas máximas y mínimas permanecieron casi constantes, sin embargo la precipitación pluvial fue de 12.5 mm y 27.5 mm respectivamente y el número de organismos no aumentó a más de 10. Este aumento fue notorio para la semana del 27 de junio a 2 de julio donde la población alcanzó el número máximo de 42 insectos por tres minutos, también se les observó apareándose durante esta semana y las dos siguientes en menor número. De aquí en adelante la precipitación fue en aumento alcanzando un máximo de 90.8 mm en el 10° muestreo, pero la población de insectos ya no aumentó, posiblemente es que ya no haya habido eclosiones de adultos, debido a que el suelo de la parcela es de textura arcillosa-pesada y se inundó; se observó que comenzó a inundarse desde la semana del 27 de junio al 2 de julio y así permaneció hasta mediados de agosto. De aquí en adelante el número de insectos disminuyendo paula-

tinamente hasta que sólo se les localizaba en la flor de calabaza o entre las mazorcas ya roídas por las ratas.

En el análisis de correlación múltiple se obtuvieron los siguientes resultados: (fig. No.31)

Correlaciones:

Adultos-temperatura del suelo y adultos-% de humedad del suelo, resultan los coeficientes significativos (-0.58 y 0.56 respectivamente), pero como ya se mencionó anteriormente no significa que sean causales.

Adultos-temperatura máxima, su coeficiente es negativo y altamente significativo (-0.86); a mayor temperatura menor número de insectos se observan en el campo.

Adulto- lluvia, su coeficiente es positivo y poco significativo, (0.61).

Adultos- evaporación, el coeficiente es negativo y altamente significativo (-0.93).

De acuerdo a las observaciones respecto a los factores abióticos que afectan a la plaga se puede concluir que existen ciertos rangos de tolerancia del insecto en cada uno de sus estados de ciclo biológico los cuales pueden ser aprovechados para modificar su medio y reducir la población.

Existe un umbral respecto al % de humedad del suelo para que oclasionen los huevecillos que es de 11.7% y las larvas no soportan más de un 22% de humedad.

En cuanto a la temperatura, si en el suelo existen temperaturas menores de 10°C los huevecillos no eclosio-

nan y la larva a temperaturas menores de 11.6°C no completa su desarrollo.

En cuanto a los adultos son más activos a temperaturas menores de 27.5°C y mayores de 7.0°C; temperaturas menores de 7.0°C ocasionan su inactividad y con las primeras heladas su muerte.

En cuanto a los huevecillos por la investigación bibliográfica se tienen referencias que no se puede romper la diapausa por ser genético, sin embargo los huevecillos que se muestrearon en las parcelas algunos estaban rotos y las causas pudieron ser las labores culturales o algún enemigo aún no identificado.

Después de haber analizado los efectos climatológicos tanto en larvas como en adulto en cada una de las parcelas en estudio, se presenta un cuadro donde se observa el ciclo de vida de Diabrotica virgifera ssp. en relación con las fechas de su emergencia tanto de larva como de adulto, apareamiento, oviposición y los parámetros de temperatura y humedad del suelo, y temperatura máxima y mínima, precipitación y evaporación. (Fig. 19)

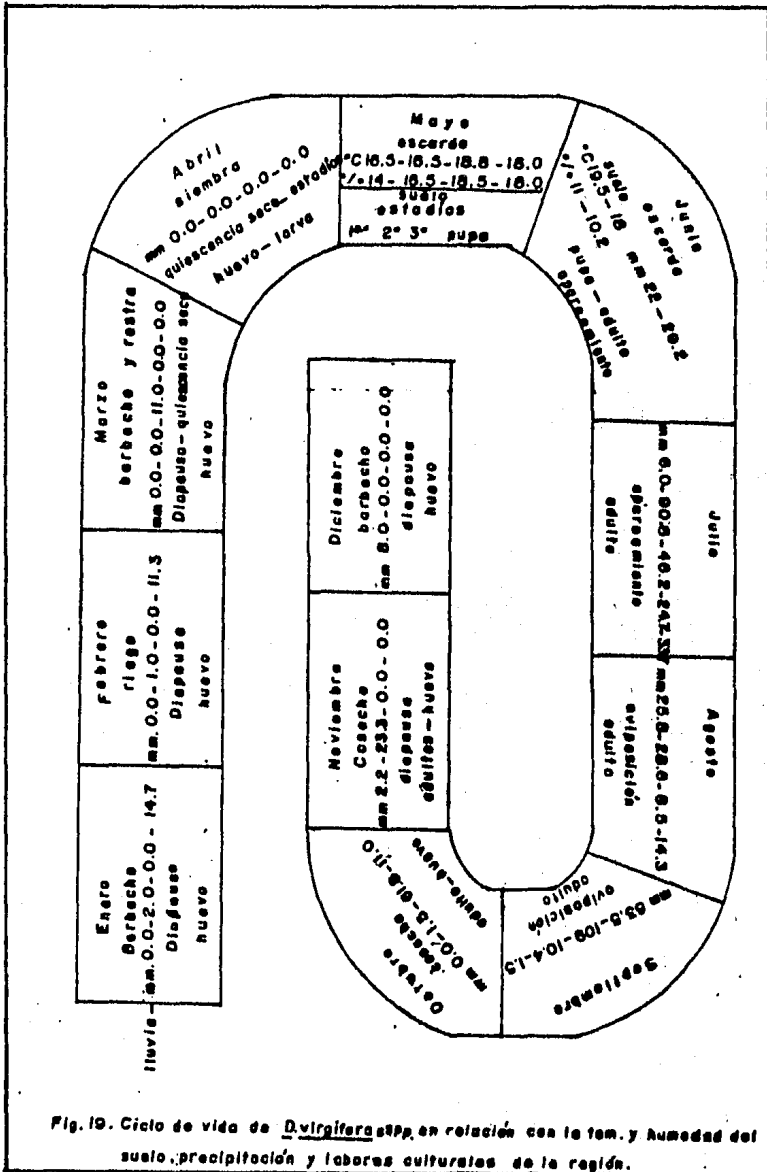


Fig. 19. Ciclo de vida de *D. virgifera ssp.* en relación con la tem. y humedad del suelo, precipitación y labores culturales de la región.

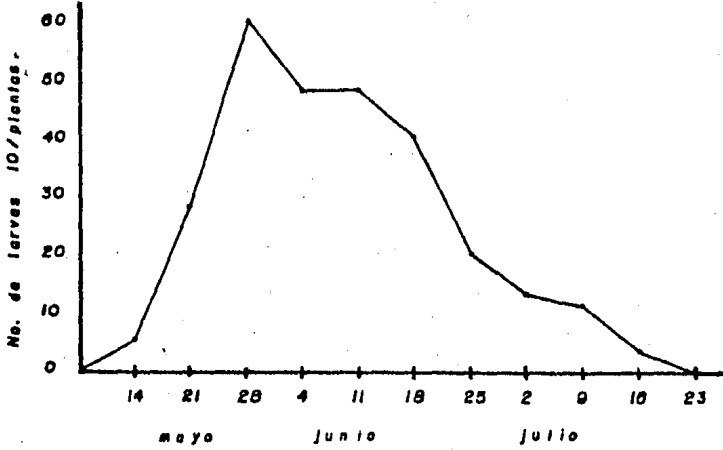


Fig. 20. Fluctuación de larvas de *D. viciaefera* spp. durante 1983, en Dongú.

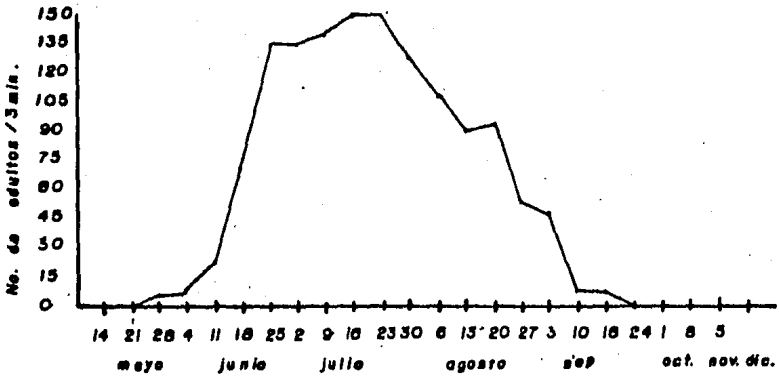


Fig. 21. Fluctuación de población de adultos de *D. virgiferus* spp., durante 1983 en Dongú.

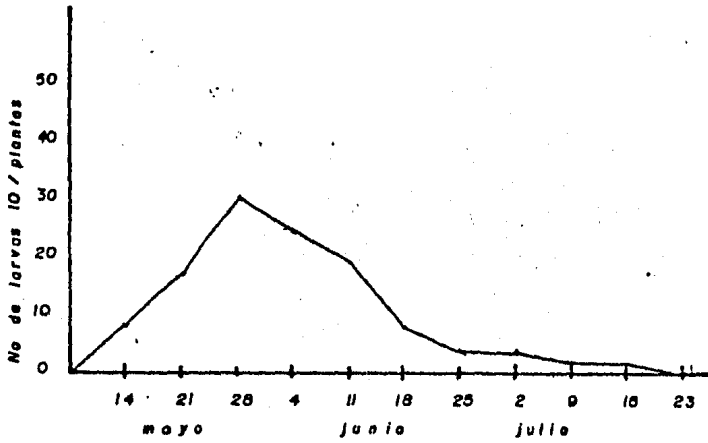


Fig. No. 22. Fluctuación de larvas de *D. virgifera* ssp. durante 1983, en Loma de Malacota.

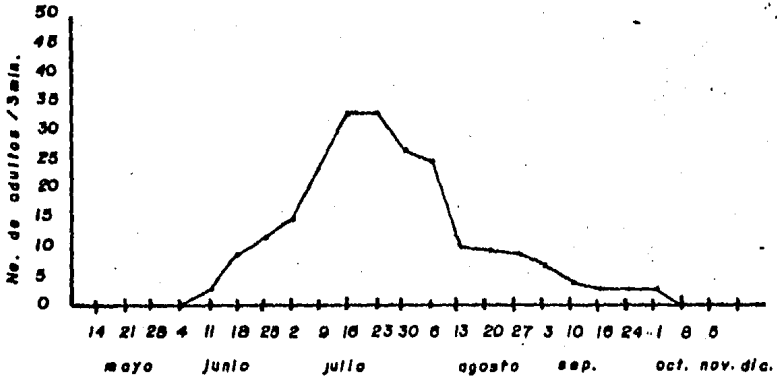


Fig. 23. Fluctuación de población de adulto durante 1983, en Loma de Malacota.

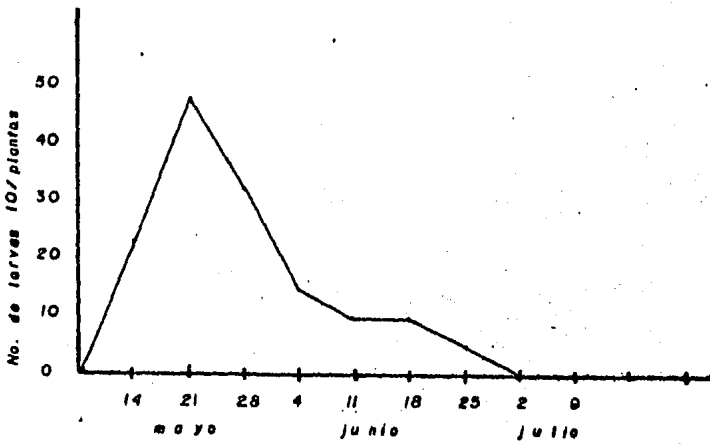


Fig. No. 24. Fluctuación de población de larva de *D. virgifera* ssp. durante 1983 en Barrio Segundo, San Bartolo Morelos.

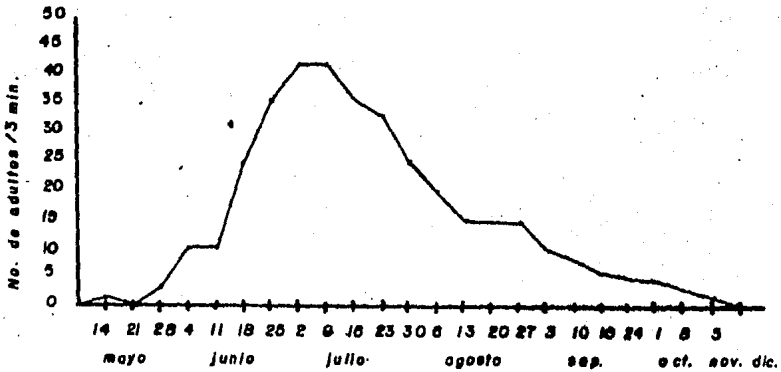


Fig. 25. Fluctuación de población de adulto de *D. virgifera* ssp. durante 1983 en Barrio Segundo San Bartolo Morelos.

JOB DEF= ++++++
 PROC DEF= ELAGA
 DATA DEF= PLAGAS
 ANALYSIS= CORREL
 DATA SET= 1

ZONA: CHAPA DE MOTA, DONGU

PAGE 1
 BASIS 7.06
 09/28/84

OBSERVATIONS: 8 HEAD, 8 PROSESSED, 0 REJECTED. SUM WEIGHTS= 8

VAR X -	VAR Y	ADJ N	MEAN X	MEAN X	SDEV X	SEDV Y	R(X,Y)	T STAT
LARVAS -	ADULTOS	8	14.2500	100.3750	9.1144	60.0213	-0.7330	-2.630
LARVAS -	T. SUELO	8	14.2500	18.4375	9.1144	0.5630	0.2123	0.532
LARVAS -	H. SUELO	8	14.2500	16.3625	9.1144	4.1175	-0.6803	-2.274
ADULTOS -	T. SUELO	8	100.3750	18.4375	60.0213	0.5630	-0.2042	-0.511
ADULTOS -	H. SUELO	8	100.3750	16.3625	60.0213	4.1175	0.6426	2.054
T.SUELO -	H. SUELO	8	18.4375	16.3625	0.5630	4.1175	-0.3678	-0.969

1 PAG 2
BASIS 7.06
09/28/84

JOB DEF= ++++++
PROC DEF= PLAGA
DATA DEF= PLAGAS
ANALYSIS= CORREL
DATA SET= 1

ZONA: CHAPA DE MOTA, DONGU

OBSERVATIONS: 8 READ, 8 PROCESSED 0 REJECTED. SUM WEIGHTS= 8

CORRELATION MATRIX

	L A R V A S (1)	A D U L T O S (2)	T I E L O (3)	H U E L O (4)
LARVAS (1)	1.000000			
ADULTOS (2)	-0.732950	1.000000		
T. SUELO (3)	0.212281	-0.204245	1.000000	
H. SUELO (4)	-0.680337	0.642559	-0.367826	1.000000

JOB DEF= ++++++
 PROC DEF= PLAGA
 DATA DEF= PLAGAS
 ANALYSIS= CORREL
 DATA SET= 1

ZONA: JIQUIPILJO, LOMA DE MALACOTA

PAGE 1
 BASIS 7.06
 09/28/84

OBSERVATIONS:		7 READ,	7 PROCESSED,	0 REJETED.	SUM WEIGHTS=		7	
VAR X	VAR Y	ADJ N	MEAN X	MEAN Y	S DEV X	S DEV Y	R (X,Y)	T STAT
LARVAS	ADULTOS	7	9.0000	13.7143	11.1056	11.6005	-0.8189	-3.191
LARVAS	TEMP.SUELO	7	9.0000	17.7857	11.1056	0.8591	0.9084	4.857
LARVAS	HMSUELO	7	9.0000	18.5000	11.1056	5.1192	-0.8959	-4.509
LARVAS	T.AMBIENTE	7	9.0000	9.2143	11.1056	0.4845	-0.0465	-0.104
LARVAS	T.MAXIMA	7	9.0000	27.3571	11.1056	0.6268	0.5387	1.430
LARVAS	T.MINIMA	7	9.0000	6.1429	11.1056	0.4756	0.1104	0.248
LARVAS	LLUVIA	7	9.0000	21.3286	11.1056	24.6824	-0.6520	-1.923
LARVAS	EVAPORACION	6	9.0000	25.3000	11.1056	4.3831	0.4179	C.920
LARVAS	HELADAS	7	9.0000	0.0000	11.1056	0.0000	0.0000	0.000
ADULTOS	TEMP.SUELO	7	13.7143	17.7857	11.6005	0.8591	-0.7348	-2.831
ADULTOS	HMSUELO	7	13.7143	18.5000	11.6005	5.1192	0.9026	4.688
ADULTOS	T.AMBIENTE	7	13.7143	9.2143	11.6005	0.4845	-0.3431	-0.817
ADULTOS	T.MAXIMA	7	13.7143	27.3571	11.6005	0.6268	-0.5108	-1.329
ADULTOS	T.MINIMA	7	13.7143	6.1429	11.6005	0.4756	-0.1424	-0.322
ADULTOS	LLUVIA	7	13.7143	21.3286	11.6005	24.6824	0.7193	2.315
ADULTOS	EVAPORACION	6	13.7143	25.3000	11.6005	4.3831	-0.5049	-1.170
ADULTOS	HELADAS	7	13.7143	0.0000	11.6005	0.0000	0.0000	0.000
TEMP.SUELO	HMSUELO	7	17.7857	18.5000	0.8591	5.1192	-0.7674	-2.676
TEMP.SUELO	T.AMBIENTE	7	17.7857	9.2143	0.8591	0.4845	-0.2116	-0.484
TEMP.SUELO	T.MAXIMA	7	17.7857	27.3571	0.8591	0.6268	0.6301	1.64
TEMP.SUELO	T.MINIMA	7	17.7857	6.1429	0.8591	0.4756	-0.1165	-0.262
TEMP.SUELO	LLUVIA	7	17.7857	21.3286	0.8591	24.6824	-0.6233	-1.782
TEMP.SUELO	EVAPORACION	6	17.7857	25.3000	0.8591	4.3831	0.8928	3.963
TEMP.SUELO	HELADAS	7	17.7857	0.0000	0.8591	0.0000	0.0000	0.000
HMSUELO	T.AMBIENTE	7	18.5000	9.2143	5.1192	0.4845	-0.2493	-0.576
HMSUELO	T.MAXIMA	7	18.5000	27.3571	5.1192	0.6268	-0.5298	-1.397
HMSUELO	T.MINIMA	7	18.5000	6.1429	5.1192	0.4756	-0.3252	-0.769
HMSUELO	LLUVIA	7	18.5000	21.3286	5.1192	24.6824	0.7453	2.500
HMSUELO	EVAPORACION	6	18.5000	25.3000	5.1192	4.3831	-0.2955	-0.619
HMSUELO	HELADAS	7	18.5000	0.0000	5.1192	0.0000	0.0000	0.000
T.AMBIENTE	T.MAXIMA	7	9.2143	27.3571	0.4845	0.6268	0.2822	0.658
T.AMBIENTE	T.MINIMA	7	9.2143	6.1429	0.4845	0.4756	0.7129	2.273
T.AMBIENTE	LLUVIA	7	9.2143	21.3286	0.4845	24.6824	-0.5210	-1.365
T.AMBIENTE	EVAPORACION	6	9.2143	25.0000	0.4845	4.3831	0.3055	0.639
T.AMBIENTE	HELADAS	7	9.2143	0.0000	0.4845	0.0000	0.0000	0.000
T.MAXIMA	T.MINIMA	7	27.3571	6.1429	0.6268	0.4756	0.4992	1.288
T.MAXIMA	LLUVIA	7	27.3571	21.3286	0.6268	24.6824	-0.9224	-3.341
T.MAXIMA	EVAPORACION	6	27.3571	25.3000	0.6268	4.3831	0.6706	1.808
T.MAXIMA	HELADAS	7	27.3571	0.0000	0.6268	0.0000	0.0000	0.000
T.MINIMA	LLUVIA	7	6.1429	21.3286	0.4756	24.6824	-0.6244	-1.787
T.MINIMA	EVAPORACION	6	6.1429	25.3000	0.4756	4.3831	-0.0619	-0.124
T.MINIMA	HELADAS	7	6.1429	0.0000	0.4756	0.0000	0.0000	0.000
LLUVIA	EVAPORACION	6	21.3286	25.3000	24.6824	4.3831	-0.6056	-1.522
LLUVIA	HELADAS	7	21.3286	0.0000	24.6824	0.0000	0.0000	0.000
EVAPORACION	HELADAS	6	25.3000	0.0000	4.3831	0.0000	0.0000	0.000

JOB DEF= ++++++
 PROC DEF= PLAGA
 DATA DEF= PLAGAS
 ANALYSIS= CORREL
 DATA SET= 1

ZONA: JIQUIPILCO, LOMA DE MALAGOTA

PAGE 2
 BASIS 7.06
 09/28/84

OBSERVATIONS : 07 READ, 7 PROCESSED, 0 REJECTED, SUM WEIGHTS= 7
 CORRELATION MATRIX

	L A R V A S (1)	A D U L T O S (2)	T E M P S U E L O (3)	H % S U E L O (4)	T A M B I E N T E (5)	T M A X I M A (6)	T M I N I M A (7)	L L U V I A (8)	E V A P O R A C I O N (9)
LARVAS (1)	1.000000								
ADULTOS (2)	-0.818909	1.000000							
TEMP.SUELO (3)	0.908355	-0.784790	1.000000						
H%SUELO (4)	-0.895893	0.902573	-0.767382	1.000000					
T.AMBIENTE (5)	-0.046461	-0.343120	-0.211633	-0.240289	1.000000				
T.MAXIMA (6)	0.538733	-0.510856	0.630075	-0.529817	0.282242	1.000000			
T.MINIMA (7)	0.110443	-0.142413	-0.110543	-0.325162	0.712933	0.499202	1.000000		
LLUVIA (8)	-0.652045	0.719254	-0.623328	0.745318	-0.520978	-0.922414	-0.624403	1.000000	
EVAPORACION (9)	0.417860	-0.504919	0.892764	-0.295536	0.304493	0.670611	-0.061853	-0.605630	1.000000

JOB DEF= ++++++
 PROC DEF= PLAGA
 DATA DEF= PLAGA
 ANALYSIS= CORREL
 DATA SET= 1

ZONA: SAN BARTOLO, MORELOS

PAGE 1
 BASIS 7.06-
 09/28/84

VAR X	VAR Y	ADJ. N	7 READ, MEAN X	7 PROCESSED MEAN Y	0 REJECTED, S DEV X	SDEV Y	SUM REGRES= R(L,Y)	T STAT
LARVAS	ADULTOS	7	5.8571	26.0000	6.3621	17.5873	-0.9394	-6.125
LARVAS	TEMP.SUELO	7	5.8571	17.8571	6.3621	0.8018	0.7141	2.281
LARVAS	HASUELO	7	5.8571	17.0571	6.3621	5.9813	-0.7725	-2.719
LARVAS	T.AMBIENTE	7	5.8571	11.4286	6.3621	1.3537	-0.2336	-0.537
LARVAS	T.MAXIMA	7	5.8571	24.2143	6.3621	3.0531	0.9071	4.818
LARVAS	T.MINIMA	7	5.8571	4.4286	6.3621	1.2724	-0.5471	-1.461
LARVAS	LLUVIA	7	5.8571	34.0143	6.3621	30.9376	-0.7847	-2.830
LARVAS	EVAPORACION	7	5.8571	43.8614	6.3621	9.3929	0.8723	3.988
LARVAS	HELADAS	7	5.8571	0.1429	6.3621	0.3780	0.6337	1.852
ADULTOS	TEMP.SUELO	7	26.0000	17.8571	17.5973	0.8018	-0.5847	-1.612
ADULTOS	HASUELO	7	26.0000	17.0571	17.5973	5.9813	0.5677	1.742
ADULTOS	T.AMBIENTE	7	26.0000	11.4286	17.5973	1.5537	0.0945	0.212
ADULTOS	T.MAXIMA	7	26.0000	24.2143	17.5973	3.0531	-0.8686	-3.920
ADULTOS	T.MINIMA	7	26.0000	4.4286	17.5973	1.2724	0.3722	0.897
ADULTOS	LLUVIA	7	26.0000	34.6143	17.5973	30.9376	0.6146	1.742
ADULTOS	EVAPORACION	7	26.0000	43.8614	17.5973	9.3929	-0.9314	-5.720
ADULTOS	HELADAS	7	26.0000	0.1429	17.5973	0.3780	-0.5763	-1.577
TEMP.SUELO	HASUELO	7	17.8571	17.0571	0.8018	5.9813	-0.7209	-2.326
TEMP.SUELO	T.AMBIENTE	7	17.8571	11.4286	0.8018	1.3537	-0.0520	-3.500
TEMP.SUELO	T.MAXIMA	7	17.8571	24.2143	0.8018	3.0531	0.2933	1.648
TEMP.SUELO	T.MINIMA	7	17.8571	4.4286	0.8018	1.2724	-0.9102	-4.914
TEMP.SUELO	LLUVIA	7	17.8571	34.6143	0.8018	30.9376	-0.7464	-2.708
TEMP.SUELO	EVAPORACION	7	17.8571	43.8614	0.8018	9.3929	0.6019	2.084
TEMP.SUELO	HELADAS	7	17.8571	0.1429	0.8018	0.3780	0.9035	4.715
HASUELO	T.AMBIENTE	7	17.8571	11.4286	5.9813	1.3537	0.4401	1.096
HASUELO	T.MAXIMA	7	17.8571	24.2143	5.9813	3.0531	-0.7921	-2.901
HASUELO	T.MINIMA	7	17.8571	4.4286	5.9813	1.2724	0.6532	1.929
HASUELO	LLUVIA	7	17.8571	34.6143	5.9813	30.9376	0.9161	5.108
HASUELO	EVAPORACION	7	17.8571	43.8614	5.9813	9.3929	-0.4671	-1.181
HASUELO	HELADAS	7	17.8571	0.1429	5.9813	0.3780	-0.4465	-1.116
T.AMBIENTE	T.MAXIMA	7	11.4286	24.2143	1.3537	3.0531	-0.1288	-0.250
T.AMBIENTE	T.MINIMA	7	11.4286	4.4286	1.3537	1.2724	0.8819	4.184
T.AMBIENTE	LLUVIA	7	11.4286	34.6143	1.3537	30.9376	0.4518	1.132
T.AMBIENTE	EVAPORACION	7	11.4286	43.8614	1.3537	9.3929	-0.2267	-0.521
T.AMBIENTE	HELADAS	7	11.4286	0.1429	1.3537	0.3780	-0.7911	-2.692
T.MAXIMA	T.MINIMA	7	24.2143	4.4286	3.0531	1.2724	-0.4781	-1.217
T.MAXIMA	LLUVIA	7	24.2143	34.6143	3.0531	30.9376	-0.8004	-4.152
T.MAXIMA	EVAPORACION	7	24.2143	43.8614	3.0531	9.3929	0.7520	2.402
T.MAXIMA	HELADAS	7	24.2143	0.1429	3.0531	0.3780	0.4023	0.903
T.MINIMA	LLUVIA	7	4.4286	34.6143	1.2724	30.9376	0.7539	2.566
T.MINIMA	EVAPORACION	7	4.4286	43.8614	1.2724	9.3929	-0.4043	-0.989
T.MINIMA	HELADAS	7	4.4286	0.1429	1.2724	0.3780	-0.8416	-3.405
LLUVIA	EVAPORACION	7	34.6143	43.8614	30.9376	9.3929	-0.5061	-1.312
LLUVIA	HELADAS	7	34.6143	0.1429	30.9376	0.3780	-0.4934	-1.268
EVAPORACION	HELADAS	7	43.8614	0.1429	9.3929	0.3780	0.6872	2.115

JOB DEF= ++++++
 PROJ DEF= PLAGA
 DATA DEF= PLAGA
 ANALYSIS= CORREL
 DATA SET= 1

ZONA: SAN BARTOLO, MORELOS

PAGE .2
 BASIS 7.06
 09/28/84

OBSERVATIONS: 7 READ, 7 PROCESSED 0 REJECTED. SUM WEIGHTS= 7
 USE RELATION MATRIX

		L A R V A S	A D U L T O S	T E M P . S U E L O	H % S U E L O	T A M B I E N T E	T . M A X I M A	T . M I N I M A	L L U V I A	E V A P O R A C I O N
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
LARVAS	(1)	1.000000								
ADULTOS	(2)	-0.939358	1.000000							
TEMP.SUELO	(3)	0.716143	-0.584722	1.000000						
H%SUELO	(4)	-0.772342	0.567667	-0.720880	1.000000	1.000000				
T.AMBIENTE	(5)	-0.233614	0.094456	-0.832525	0.440071	-0.128759	1.000000			
T.MAXIMA	(6)	0.907071	-0.868597	0.593311	-0.792061	-0.881929	-0.478051	1.000000		
T.MINIMA	(7)	-0.547099	0.372170	-0.910182	0.653212	-0.451768	-0.880452	0.753861	1.000000	
LLUVIA	(8)	-0.784683	0.614598	-0.746384	0.916064	-0.226721	0.731977	-0.404325	-0.506055	1.000000
EVAPORACION	(9)	0.872262	-0.931359	0.681871	-0.467090					

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

A. Control mediante labores culturales.

Este tipo de control tiene el propósito de modificar el medio ambiente para hacerlo menos favorable al insecto plaga, lo que reducirá el aumento de su población y por tanto el daño económico.

1) Para aplicar este tipo de control se requiere un conocimiento completo del ciclo biológico del insecto, su conducta y hábitos; y de la planta huésped, en este caso el maíz, su fenología.

2) Arar en el otoño y pasando la rastra para que su superficie quede expuesta a la intemperie.

3) Rotación de cultivos para interrumpir el ciclo de vida del gusano alfilerillo, Diabrotica virgifera spp.

4) Aplicación de fertilizantes al suelo en forma orgánica, el estiércol provoca altas poblaciones de depredadores ácaros quienes se alimentan de los huevecillos y de las larvas.

5) La aplicación de fertilizantes en forma orgánica aumenta la temperatura del suelo y si le proporciona la humedad por medio del riego los huevecillos pueden eclosionar antes de que germina el maíz.

6) Cuando el cultivo tiene gran cantidad de adul-

tos, se le puede utilizar para el silaje. Este corte temprano de comida y cambios en el habitat de los escarabajos puede causar alguna mortalidad, dispersión y reducir la oviposición.

B. Control mediante métodos físicos y mecánicos.

Son medidas directas o indirectas que se aplican contra la plaga, ya sea perturbando la actividad fisiológica normal por otros medios además de los insecticidas químicos, o modificar su medio ambiente de tal manera que lo haga inaceptable al insecto. Este tipo de control se diferencia del cultural en que la acción está dirigida en forma específica contra el insecto, en vez de ser una práctica agrícola.

1) Se requiere un conocimiento completo sobre la fenología de la plaga y en especial sobre sus límites de tolerancia; como lo son los extremos de temperatura, humedad, alimentación, respuestas al espectro electromagnético, etc.

2) Uso de trampas luminosas (la región del espectro de luz amarilla es el más atractivo para la Diabrotica virgifera spp).

3) Uso de adhesivos, los insectos en general son vulnerables a las superficies pegajosas a las que quedan sujetos por las patas, alas o el cuerpo.

4) Uso de trampas con atrayentes químicos como cebos.

C. Investigaciones.

1) Continuar con los estudios sobre ecología, ciclo biológico y hábitos tanto de Diabrotica virgifera Zeae Krysan & Smith. como de Diabrotica virgifera nuevas subespecies.

2) Formular modelos matemáticos y/o estadísticos para el pronóstico de la densidad poblacional a través de las tablas de vida.

3) Realizar trabajos de campo para determinar el umbral económico.

4) Localizar e identificar los enemigos naturales de la plaga y estudiar su dinámica poblacional, estado biológico al cual ataca y su efectividad en el campo.

CONCLUSIONES

Del trabajo realizado se pueden deducir las siguientes conclusiones:

1.- De acuerdo con la clasificación taxonómica realizada; la especie que causa mayores daños al cultivo del maíz en la zona maicera del Estado de México es Diabrotica virgifera zea Krysan & Smith, y Diabrotica virgifera nuevas subespecies.

2.- El daño más severo es el causado por la larva, el del adulto es secundario.

3.- Se encontraron las primeras larvas cuando la temperatura del suelo era de 15°C y la humedad del suelo era mayor de 14%; y la planta tenía 20 cm. de altura.

4.- Las poblaciones tanto de larvas como de adultos se presentaron casi de manera simultánea en las tres parcelas.

5.- La máxima población de larvas fue la última semana del mes de mayo.

6.- La máxima población de adultos se presentó en la segunda quincena de julio.

7.- Los ciclos biológicos de D. virgifera spp. en el centro de Jalisco y en el Estado de México, tienen una diferencia aproximada de dos meses.

8.- Durante los muestreos se encuentran larvas en diferentes instars.

9.- Cuando la humedad del suelo alcanza más de 22%

de humedad la larva muere.

10.- Si la planta del maíz logra recuperar en parte su sistema radicular dañado por el gusano alfilerillo, queda susceptible al acame y por tanto al alcance de los roedores.

11.- Los adultos al alimentarse tienen preferencia por el polen y estigmas del elote.

BIBLIOGRAFIA

- ALTIERI, M.A. 1980. Agroecosistema. Depto. de Entomología Universidad de Florida. USA. p.86-88.
- AMAYA, R. 1977. Notas del curso de Entomología Económica. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Méx.
- ANDREWARTHA, H.G. 1970. Introducción al estudio de las poblaciones animales. Editorial ALHAMBRA, p.116 y 117.
- APPLE, J.W. et al. 1963. Sequence of attack by northern corn rootworm on the crown roots of corn. Ann. Entomol. Soc. Am. 18: 80-81.
- BALL, J.W. 1957. On the biology and egg-laying habits of the western corn rootworm. Jour. Econ. Ent. 50(2): 126-27
- BALL, J.H. 1982 Spectral response of the adult western corn rootworm (Coleoptera:Chrysomelidae) to selected wavelengths, J. Econ Entomol. 75:932-933
- BRANSON, T.F., Ortman, F.E. 1967. Host range of larvae of the western corn rootworm. J. Econ. Entomol. 60:201-3
- BRANSON, T.F., Ortman, F.E. 1971. Host range of larvae of the northern corn rootworm: Further studies. J. Kans Entomol. Soc. 44:50-52
- BRANSON, T.F., P.L.Guss., J.L. Krysan, and G.R. Sutter. 1975. Corn rootworms: laboratory rearing and manipulation. USDA ARS -NC- 28.18 pp.
- BRANSON, T.F., P.L. Guss, And J.L. Krysan, 1978. Winter populations of some Diabrotica in Central Mexico:

- votivism and pheromone response. Ann. Entomol. Soc. Am. 71:165-166.
- BRANSON, T.F. And J.L. Krysan 1981. Feeding and oviposition behavior and life cycle strategies of *Diabrotica* an evolutionary view with implications for pest management. Environ. Entomol. 10: 826-831.
- BRANSON, T.F. Reyes, R.J. Valdés, M.H. 1982. Field biology of mexican corn rootworm, *Diabrotica virgifera zeae* (Coleoptera: Chrysomelidae); in Central Mexico. Environ. Entomol. 11:1078-1083.
- BRYSON, H.R. Wilbur, D.A., Burkhardt, C.C. 1953. The western corn woortworm, *Diabrotica virgifera* Le Conte in Kansas J. Econ. Entomol. 46:955-59
- CARRERO, J.M. 1977. Lucha integrada de plagas. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. p. 27.
- CODAGEM. 1978. Primera evaluación de la alianza para la producción. Folleto No. 39. Metepec, Méx.
- CODAGEM. 1979. Reporte de los resultados obtenidos en el muestreo de la parte norte del Estado de México. Subprograma de Sanidad Vegetal. Metepec, Méx.
- CODAGEM. 1980. Proyecto: Control de gusano alfilerillo *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), en la parte norte del Estado de México. Subprograma de Sanidad Vegetal, Metepec, Méx.
- CODAGEM. 1981a. Proyecto: Gusano alfilerillo *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), en la zona norte del

Estado de México. Subprograma de Sanidad Vegetal,
Metepec, Méx.

- CODAGEM. 1981. Programa general de las acciones tomadas para el control del gusano alfilerillo *Diabrotica* spp (Coleoptera: Chrysomelidae) en la zona norte del Estado de México. Subprograma de Sanidad Vegetal. Metepec, Méx.
- CODAGEM. 1981. Informe de la campaña contra el adulto de *Diabrotica* spp. en el Distrito Agropecuario I de Toluca, Méx. Subprograma de Sanidad Vegetal, Metepec, Méx.
- CODAGEM. 1982. Pruebas químicas para el control del gusano alfilerillo *Diabrotica* spp. en la zona norte del Estado de México. Subprograma de Sanidad Vegetal, Metepec, Méx.
- CODAGEM. 1982. Generalidades de la Entomología en la agricultura. 1:25
- CHIANG, H.C. 1973. Bionomics of the norther and western corn rootworms. Ann. Review of Ent. 18:47-72
- CHIANG, H.C.etal. 1980. Quantitative relationship between western corn rootworm population and corn yield. J. Econ. Entomol. 73:665-666.
- DE FINA, A.L., C. Ravello, A. 1973. Climatología y fenología agrícola. Editorial EUDEBA. p. 201.
- DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL. 1978. Biología y distribución de las principales plagas del suelo en México Folleto. SARH. México.

- DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL. 1979. Principales plagas del maíz. Folleto. SARH, México.
- EMMEL, C. Thomas. 1975. Ecología y biología de poblaciones. Nueva Editorial Interamericana.
- FABILA, Alfonso y Gilberto. 1951? México ensayo socioeconómico. p.18
- FAUSTO, H., Cisneros. V. 1980. Principios del control de las plagas agrícolas. Ed. Gráfica Pacific Press. S.A. Lima, Perú.
- GALINAT, W.C. 1965. The evolution of corn and culture in North America. Econ. Bot. 19:350-357
- GARCIA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen, México.
- GEORGE, B.W. Ortman, E.E. 1965. Rearing the western corn rootworm in the laboratory. J. Econ. Entomol. 58:375-77
- GEORGE, B.W., Hintz, A.M. 1966. Immature of the western corn rootworm. J. Econ. Entomol. 59:1139-42
- GUILLETTE, C.P. 1912. Diabrotica virgifera Lec. as a corn rootworm J. Econ. Entomol. 5:364-6
- GUSTIN, D. Ralph. 1981. Soil temperature environment of overwintering western corn rootworm eggs. Environ. Entomol. 10:483-87
- GUTIERREZ, D.J. 1980. Estadística. Editorial Cultura, S.A. p. 173-74.
- HIXSON, E.M. Muma and R.E. Hill. 1949. Annual Report, agric. Experiment Sta. Univ. Nebraska. P.67
- HUERTA, P.R. 1979. Introducción a la Entomología Agrícola.

- Universidad Autónoma de Chapingo. Depto. de Parasitología Agrícola. p. 35-37.
- IEPES. 1976. Informática Estado de México. p. 61-62.
- KIRK, V.M., Calkins, C.O., Post, F.J. 1968. Oviposition preference of western corn rootworms for various soil surface conditions. J. Econ. Entomol. 61:1322-24.
- KRYSAN, J.L. T.F. Branson, and G. Díaz C. 1977. Diapause in *Diabrotica virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) a comparison of eggs from temperate and subtropical climates. Entomol. Exp. Appl. 22:81-89.
- KRYSAN, J.L. et. al. 1980. A new subspecies of *Diabrotica virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae): Description, distribution, and sexual capacity. Ann. Entomol. Soc. Am. 73:123-130.
- KUHLMAN, D.E. Howe, W.L. Luckmann, W.H. 1970. Development of incubation stages of the western corn rootworm at varied temperatures. Proc. N. Cent. Br. Entomol Soc. Am. 25:93-95.
- LAWSON, D.E., Weekman, G.T. 1966. A method of recovering eggs of the western corn rootworm from the soil. J. Econ. Entomol. 59: 657-59.
- LEW, A.C. and H. J. Ball. 1979. The mating behavior of the western corn rootworm *Diabrotica virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) Ann. Entomol. Soc. Am. 72:391-3
- MATTENSON, J.W. 1966. Flotation technique for extracting eggs of *Diabrotica* spp. and other organisms from soil J. Econ. Entomol. 59: 223-24

- MAX, N.S. 1978. Zoología. Compañía Editorial Continental, S.A. México. p.183-86
- METCALF, C.L. y W.P. Flint. 1976. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Editorial CECSA. México.p. 571-74
- MURRAY, R. Spiegel. 1970. Teoría y problemas de estadística. McGRAW-HILL INC; USA.
- MUSICK, G.J., Fairchild, M.L. 1971. Field studies on rate of hatching of western corn rootworm eggs in Missouri during 1965-68. J. Econ. Entomol. 64: 9-11
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1978. Manejo y control de plagas de insectos. Editorial LIMUSA, México.p 3: 73-74.
- GROZCO, S.R., Quiñones, G.H., Allende, L.R. 1970. Manual para la aplicación de las cartas edafológicas de CETENAL para fines de Ingeniería Civil. CETENAL, México p. 14-15
- PETERS, D.C. 1963. Economic life history of corn rootworms in the corn belt. Proc. N. Cent. Br. Entomol. Soc. Am 18:79
- RABINAVICH, F.J. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. Compañía Editorial Continental, S.A. México. p. 69-76
- REYES, R.J. 1980. Dinámica de población de Diabrotica virgifera Zrae Krysan and Smith and evaluación del daño a la raíz del maíz de temporal en Jalisco. Tesis.

- REYES, R.J. Informe de actividades 1980. Subprograma de Sanidad Vegetal, Jalisco, México.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA, México.
- SECHRIES, R.E. 1969. Observations on the biology and behavior of corn rootworms. Proc.N. Cent. Br. Entomol. Soc. Am. 24: 129-32
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. 1981. Síntesis geográfica del Estado de México. México.
- SHORT, E. Donald. 1970. Corn rootworm emergence sites in of Nebraska, Lincoln, Nebraska. p. 1007.
- SMITH, R.F., And J.F. Lawrence. 1967. Clarification of the status of the type specimens of Diabrotica (Coleoptera: Chrysomelidae, Galerucinae) Univ. of Calif. Publications in Entomology. 45:174.
- SOCIEDAD MEXICANA DE ENTOMOLOGIA. 1978. Memoria. Mesa Redonda plagas del suelo. Guadalajara, Jalisco.
- STORCH, R.H. and Krysan, L.J. 1980. Embryology of Diabrotica undecimpunctata howardi (Coleoptera: Chrysomelidae) from germ band formation to hatching. Ann. Entomol. Soc. Am. 73: 362-366
- TORRES, R.F. Agrometeorología. Editorial Diana. México.
- USDA, AR. USA. 1975. Corn rootworms laboratory rearing and manipulation.
- WHITE, R.P. 1976. Sexual character of species of Diabrotica (Coleoptera: chrysomelidae) Systematic Entomology Laboratory, USDA. p. 168

MAPAS CONSULTADOS

Carta Estatal de Climas. Secretaria de Programación y Presupuesto. Esc. 1:500 000.

Carta topográfica. Publicada por CETENAL. Esc.1:50 000
Villa del Carbón, (E14A28), Ixtlahuaca
(E14A27), Atlacomulco (E14A17), Tepeji del
Rfo (E14A18).

Carta geológica. Publicada por CETENAL. Esc.1: 50 000.
Villa del Carbón (E14A28), Ixtlahuaca
(E14A27), Atlacomulco (E14A17), Tepeji del
Rfo (E14A18).

Carta Edafológica. Publicada por CETENAL. Esc.1:50 000
Villa del Carbón (E14A28), Ixtlahuaca
(E14A27), Atlacomulco (E14A27), Tepeji del
Rfo (E14A18).

Carta de uso del suelo. Publicada por CETENAL. Esc.
1:50 000. Villa del Carbón (E14A28), Ixtlahuaca
(E14A27), Atlacomulco (E14A17), Tepeji
del Rfo (E14A18).

Carta General. Esc. 1: 250 000, Estado de México. Editada por CETENAL.



FACULTAD DE FILOLOGÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA