

72  
129

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Entomofauna asociada al cultivo del amaranto (Amaranthus cruentus  
L.: Amaranthaceae) en Huazulco, Morelos.

T E S I S   P R O F E S I O N A L

Que para obtener el titulo de

B I O L O G O

P r e s e n t a

J A I M E   P E R E Z   T R E V I L L A

TESIS CON  
FALSA FE ORIGEN



## **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.

## I N D I C E

INTRODUCCION .....	1
EL AMARANTO .....	7
OBJETIVO .....	13
MATERIALES Y METODOS .....	13
RESULTADOS .....	16
DISCUSION .....	24
CONCLUSIONES .....	29
BIBLIOGRAFIA .....	31

## RESUMEN

El crecimiento de la población humana ha provocado reacciones en el sentido de reconsiderar y modificar los actuales sistemas de producción de alimentos, pues la erosión del suelo, el desarrollo de plagas en los cultivos, la contaminación del ambiente y la creciente cantidad de energía necesaria para darles estabilidad, hacen incierto el abasto de alimentos para la población mundial.

Uno de los resultados de este cambio de mentalidad ha puesto en relieve la necesidad de obtener mayor información acerca de las interacciones que existen entre todos los organismos del agroecosistema, que permitan diseñar y manejar agroecosistemas más estables. El presente trabajo, es una contribución al conocimiento de los herbívoros del amaranto (Amaranthus cruentus L.) y de los enemigos naturales de éstos herbívoros en los campos de cultivo de Huazulco, Morelos, localidad que es productora importante de ésta planta.

El amaranto, un cultivo con profundas raíces en la historia de México, ha resultado ser una planta muy importante ahora que se buscan nuevas alternativas alimentarias, pues tiene un alto contenido de proteínas en el grano (más del 14 %). Actualmente, se hacen estudios con el fin de aumentar su productividad, aunque muy pocos de ellos están encaminados al conocimiento de la entomofauna asociada a su cultivo. Esto muestra la misma tendencia seguida con otros cultivos de importancia mundial de considerar a las plagas como un mal necesario que se ataca cuando

ya se ha presentado.

En el presente trabajo se encontró que son dos insectos los que causan mayor daño al amaranto: el coleóptero Epicauta rufipodes y el lepidóptero Pachizancla aegratalis (gusano cogollero), éste último es el que causa mayores pérdidas en la productividad. Se encontraron también dos organismos que podrían ser usados para el control del lepidóptero: el nemátodo Agamermis sp. y el himenóptero Apanteles sp.. La presencia de depredadores fue rara y su aparición se limitó a la segunda fase del ciclo de cultivo.

En el diseño de un programa de control biológico de plagas del amaranto en Huazulco, debe considerarse a otros cultivos y a la vegetación silvestre adyacente, fomentándolos y combinándolos para que el aumento de la diversidad biológica propicie una mayor estabilidad del agroecosistema y se reduzca así el peligro de las plagas.

## INTRODUCCION

La coexistencia de organismos de diferentes especies dentro de las comunidades, determina necesariamente el establecimiento de interacciones entre ellos. Algunas de ellas se relacionan con la demanda y disponibilidad de los recursos y otras con la capacidad de los organismos para adecuar y diversificar sus hábitos alimenticios. Entre estas interacciones están: la competencia inter e intraespecífica, la depredación, el parasitismo y el mutualismo (Cox y Atkins, 1979).

Cuando un ecosistema natural es destruido, perturbado o deteriorado, por ejemplo, por el establecimiento de una parcela agrícola, algunos organismos pueden sobrevivir adaptándose a las nuevas condiciones ecológicas. Este hecho asegura la continuidad de la vida en este lugar, el banco de semillas comienza a desarrollar su potencial y crecen así otras plantas, además de las que se cultivan, siendo la base para el establecimiento de un sinnúmero de nuevas interacciones (Price y Waldbauer, 1982), sin embargo, desde el punto de vista del interés humano, esta capacidad de adaptación de algunos organismos a los hábitats perturbados, puede constituir una desventaja, ya que las plantas y animales silvestres que se adaptan a la perturbación, son organismos que pueden establecer relaciones de competencia, depredación o parasitismo con las plantas cultivadas por el hombre. Cuando esto sucede, a estos organismos se les considera como plagas, la producción se ve amenazada y es necesario buscar mecanismos de control de diversos tipos para reducir su número a

niveles inofensivos.

## La interacción planta - herbívoro - enemigo natural en el marco de la sucesión ecológica

La susceptibilidad individual de las plantas de ser localizadas por herbívoros, está determinada por su forma de crecimiento, tamaño, persistencia y composición química secundaria. También depende de las características del microambiente y de la comunidad. Estas características incluyen la naturaleza de las plantas vecinas, la densidad de su población y la de las otras especies, el número de éstas y las adaptaciones que poseen todos sus herbívoros para optimizar los encuentros con las plantas (Feeny, 1976).

Uno de los factores principales que determinan la relación planta-insecto, es la composición química de la planta. Las defensas químicas de las plantas se han separado en dos clases: defensas cualitativas y defensas cuantitativas, según la toxicidad que posean o la cantidad de metabolitos secundarios que se produzca en ellas (Rhoades y Cates, 1976; Feeny, 1976).

El tipo de defensa que presenta una planta, está estrechamente asociado con su forma de vida. Las defensas cualitativas son eficaces en pequeñas concentraciones, debido a su elevada actividad biológica. Este tipo de defensas se presenta comúnmente en plantas herbáceas, que dominan las etapas iniciales de la sucesión ecológica (Feeny, 1976; Price et al, 1980). Asimismo, las plantas de vida corta, y las estructuras de las

mismas que no son constantes y que sólo aparecen en determinados periodos o no son conspicuas, que son consideradas dentro del grupo de plantas llamado no aparentes. En cambio, las plantas con periodos de vida más largos, y las partes conspicuas y permanentes, pertenecen al grupo de las plantas aparentes y producen otro tipo de defensas menos específicas o defensas cuantitativas. Estas plantas pertenecen al grupo de las plantas aparentes (Price et al., 1980; Feeny, 1976).

Los insectos responden a las defensas químicas de las plantas desarrollando adaptaciones, como por ejemplo, diversas formas de desintoxicación o almacenamiento de estos compuestos tóxicos (Larson, 1986; Wadleigh y Simon, 1988; Stermitz et al., 1988) y a su vez, las plantas responden a estas adaptaciones de los herbívoros, con nuevos mecanismos de defensa.

Cuando un insecto ha rebasado la barrera química defensiva de una planta no aparente, la sobrevivencia de esta depende de su capacidad para escapar en el tiempo y en el espacio, por medio de un crecimiento rápido y de que en el lugar donde se establezca, exista una composición heterogénea de especies de plantas.

Tahvanainen y Root (1972), encontraron que el tomate y la ambrosia en asociación con la crucífera Brassica oleraceae, interfieren con el comportamiento alimenticio de Phyllotreta cruciferae, herbívoro especialista de Brassica. La barrera es tanto física como química, pues los insectos, además de usar la visión, localizan la planta percibiendo los compuestos químicos producidos por ella. Dickens y Bolot (1985) midieron la actividad de las antenas de Trirhabda bacharidis (Coleoptera:

Chrysomelidae) en respuesta a 28 olores de 26 especies de plantas y encontraron que la planta hospedera, Baccharis neglecta (Compositae: Astereae) causó la mayor actividad de las antenas del insecto, a excepción de la respuesta provocada por el trébol blanco, Trifolium repens, (Leguminosae: Papilionideae) (planta no hospedadora), que fue mayor. Esto indica que esta planta puede interferir con la búsqueda del alimento por parte del insecto. Sin embargo, el trébol no es una planta que se encuentre naturalmente en el ambiente de B. neglecta. Por otro lado, existen insectos como Trirhabda canadensis que no son capaces de distinguir entre los compuestos volátiles liberados por diferentes especies del mismo género al que pertenece su hospedera, Solidago (Compositae). El movimiento de estos escarabajos sugiere que ellos usan claves olfativas como parte de sus mecanismos de localización de la planta (Puttick et al., 1988).

Con base en lo anterior, se puede estudiar cuáles son las causas que dan origen al problema de las plagas durante el manejo de las plantas cultivadas (que en su mayoría son de tipo herbáceo).

En primer lugar, se seleccionan a las plantas que producen mayores y más numerosos frutos o que tienen un sabor o aroma más agradable. Este proceso de selección artificial, provoca que se pierdan de manera inadvertida muchos mecanismos físicos y químicos que dotaban a la planta de resistencia contra los insectos. Goodman et al. (1987), en una revisión sobre el mejoramiento de cultivos por transferencia de genes, citan varios casos en los que plantas cultivadas como la avena, remolacha,

calabaza, tomate, tabaco y otras, que al recibir genes "donados" por parientes silvestres cercanos, que en general se muestran como plantas más resistentes al ataque de los herbívoros, adquieren mayor resistencia a plagas y enfermedades.

Además, se comete un grave error al diseñar y manejar sistemas agrícolas que favorecen enormemente a las plagas, como los monocultivos. Este tipo de sistemas convierte en aparentes a plantas cuya evolución previa las habían transformado en plantas poco o nada aparentes.

Estos dos procesos, la pérdida de resistencia contra los insectos y la elevada notoriedad de las plantas en los monocultivos, proveen a los insectos herbívoros de un sustrato extraordinariamente rico en nutrimentos y de fácil acceso (Corbet, 1976; Farnworth y Golley, 1973).

Las poblaciones de insectos herbívoros que se desarrollan sobre las plantas colonizadoras de un hábitat perturbado en la sucesión ecológica, actúan a la vez como sustrato para el tercer nivel trófico: los carnívoros o consumidores de tercer orden y los parásitos.

En cultivos anuales, la acción depredadora de los enemigos naturales de los herbívoros, casi no se produce, ya sea porque ellos no son capaces de habitar los ambientes creados artificialmente (ya que los requerimientos de los parásitos y los depredadores por lo general son más específicos que los de los herbívoros), o porque cuando comienzan a aumentar en número, el periodo de vida de la planta ya ha concluido y se tiene que realizar la cosecha, que de nueva cuenta perturba el ambiente.

Esto crea situaciones tan alteradas, que pueden llevar a la extinción de las especies de insectos benéficos del lugar (Price et al., 1980).

## EL AMARANTO

La familia Amaranaceae comprende hierbas (anuales y perennes) y arbustos de hojas opuestas o alternas, enteras y sin estipulas, de flores pequeñas, a menudo parcialmente estériles y reunidas en falsas umbelas, agregadas a su vez en espigas o racimos. Las semillas son de forma lenticular, con un diámetro de 1 a 1.5 mm. Generalmente son de colores pálidos, pero el color puede variar desde blanco hueso a beige, café claro, rojo, pardo y negro. La mayoría de los investigadores que trabajan con amaranto han observado un contenido de 62-69 % de almidón, 14-15 % de proteína, 2-3 % de azúcares totales, 6-7 % de lípidos y 2-3 % de cenizas. Los amarantos son de rápido crecimiento y pertenecen a la categoría de plantas que realizan fotosíntesis tipo C<sub>4</sub>, que pueden alcanzar tasas fotosintéticas elevadas y tienen una capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> mayor que las plantas C<sub>3</sub> (Ramamurthy, 1986).

El ciclo de vida de los amarantos cultivados puede ser de 4 a 7 meses, dependiendo de la especie. Se pueden cultivar en condiciones de temporal, en zonas con menos de 400 mm de precipitación anual, distribuida erráticamente, y con marcada sequía intraestival. Se encuentran desde el nivel del mar, donde predomina el clima templado húmedo o subhúmedo, hasta en regiones altas, a más de 2500 msnm, templadas, húmedas, subhúmedas, semiáridas o áridas inclusive. Latitudinalmente están distribuidos desde lugares próximos al ecuador, hasta latitudes de 40° en ambos hemisferios (Gutiérrez, 1989).

Por su alto contenido proteínico y la necesidad de

alternativas alimenticias, el amaranto ha motivado un aumento en las investigaciones relativas a la intensificación y/o extensión de su cultivo. De esta manera, han predominado los estudios sobre su mejora genética, requerimientos de nutrimentos (fertilizantes) y condiciones adecuadas para su cultivo, seguidos por los trabajos sobre procesamiento de la semilla para la producción de alimentos industrializados, y la utilización de la planta como alimento para el ganado (Trinidad et al., 1986). En cambio, los estudios sobre las enfermedades y plagas del amaranto han sido escasos (Espitia, R., 1986; Amo, R.S. del, et al, 1988).

### El amaranto en México

El amaranto es una planta de gran importancia en México desde los puntos de vista histórico, biológico, cultural y nutricional. Con el maíz, el frijol y la chia, el amaranto de grano fue uno de los cuatro principales cultivos en el Imperio Azteca. Logró sobrevivir a dos largos periodos de proscripción en la historia de México. El primero de ellos durante la conquista, debido a razones de tipo religioso (las semillas se usaban en ceremonias en honor al Dios Huitzilopochtli), y el segundo durante los siglos XVIII y XIX, en los que imperó la forma de vida europea, en especial la francesa (Amo R., S. del, et al., 1988)

Actualmente se cultivan diversas especies de amaranto, principalmente de grano: Amaranthus leucocarpus, A. cruentus y A. hypochondriacus, entre otros. Los estados que más lo producen

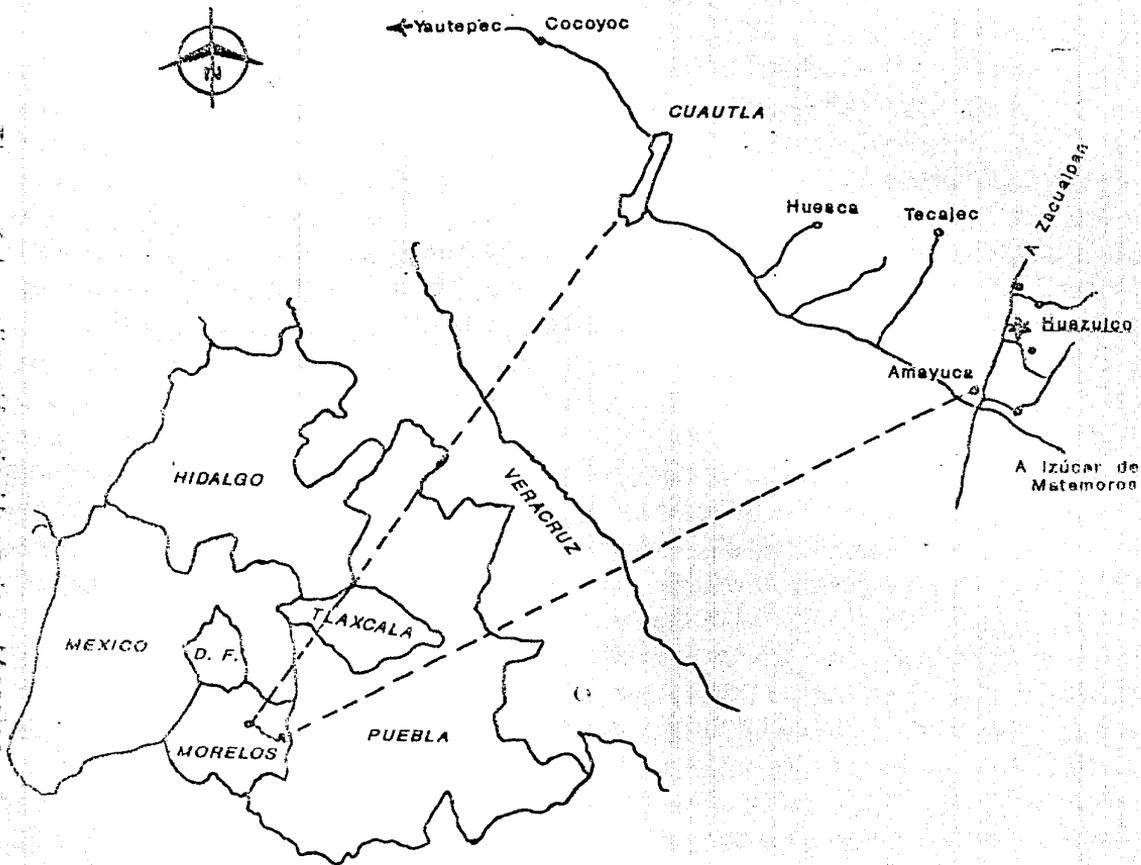
son: Tlaxcala, Estado de México, Puebla, Oaxaca y Morelos. La utilización de la planta, principalmente de la semilla, es muy variada; se usa para elaborar harina para pan, pasteles, tamales, atole, tortillas, galletas y el conocido dulce llamado "alegría" (Anaya, 1989). En experimentos sobre rendimiento, se ha observado que 1 m<sup>2</sup> de suelo plantado con amaranto puede producir hasta 1 Kg de semilla (Gutiérrez, V., 1989).

### El cultivo del amaranto en Huazulco

El pueblo de Huazulco pertenece al municipio de Temoac, en el estado de Morelos (figura 1). Se localiza a los 18°44' de latitud norte, 98°45' de longitud oeste y a una altitud de 1250 m. Tiene una temperatura media anual de 22° y una precipitación media anual de 800 mm. Posee un clima de tipo Aw"(w)(i)g, denominado tropical seco (carta de climatología de la SPP). La distribución de la temperatura media anual en °C y la precipitación media anual en mm en la estación meteorológica más cercana a Huazulco (localizada en Cuautla, aproximadamente a 30 Km de distancia) se muestran en la figura 2. A lo largo de esta distancia no se observan cambios notables en el clima, por lo que suponemos que los datos de Cuautla son representativos de lo que se presenta en Huazulco. El tipo de vegetación de la región en general corresponde al matorral xerófilo o selva baja subcaducifolia (Gutiérrez, 1989).

Huazulco es uno de los principales productores de amaranto en Morelos. La producción promedio en este lugar oscila entre 1.5 y 2.2 toneladas de semilla por hectárea (Reyna, 1986). En Huazulco, se cultiva la especie Amaranthus cruentus L.

Figura 1 Localización de Huazulco, Morelos.



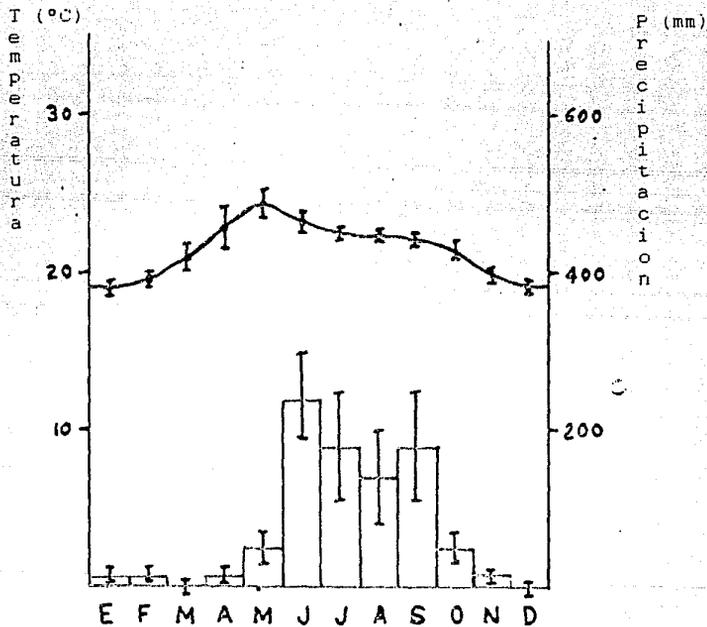


Figura 2. Climograma con datos de la estacion meteorologica de Cuautla, Morelos, correspondiente a los años 1961-1984.

(Amaranthaceae); la identificación taxonomica de diversas inflorescencias colectadas en este lugar, fue realizada en el Rodale Institute, en Pennsylvania, Estados Unidos, en 1987. Esta especie es herbácea y anual, de 1.5 m de altura promedio, con el tallo rojizo o verde, ramificado desde cerca de la base y marcado con estrias longitudinales. De hojas grandes y lisas, inflorescencias ramificadas de color verde, rojo, rosa o anaranjado, que producen abundantes semillas (Gutiérrez, 1989). El cultivo y la preparación del amaranto como dulce constituye la base económica de muchas familias. En el cuadro 1 se observa que la diferencia entre el salario mínimo y el ingreso que la gente percibe por la venta de la alegría es enorme. Es importante señalar que en el negocio de la alegría no hay intermediarios y que por esto las ganancias obtenidas son más altas (Amo R. S. del, et al, 1988).

Cuadro 1. Comparación de ingresos (individualmente) obtenidos en dos sistemas de producción de dulce de diferentes comunidades.

Localización	Sist. de producción	Número de miembros	Ingreso neto * (pesos)
Tlaxcala	Familiar	4	8,300 / día
Tulyehualco	Familiar	8	7,800 / día
Morelos	Cooperativa	12	62,300 / día

\* El salario mínimo en las localidades cuando se hizo el estudio era de 2,000 pesos para mayo de 1986.

Sin embargo, poco a poco se va reduciendo el área destinada

a su cultivo, a pesar de su conocida importancia alimenticia. Una de las principales razones de ello, es que el cultivo del amaranto requiere de trabajo intensivo durante todo su ciclo, pues no se ha diseñado maquinaria apropiada para facilitar la cosecha y trilla, tareas que son difíciles. Si tal situación se compara con las facilidades que existen para el cultivo del sorgo, como son maquinaria, fertilizantes y plaguicidas, se puede apreciar que la elección sobre qué tipo de planta cultivar no resulta difícil para el campesino. El resultado es la ampliación de las zonas cultivadas con sorgo y la reducción del área destinada al amaranto en Huazulco.

En general, el terreno se deja descansar durante toda la época de secas (de noviembre a abril o mayo), básicamente por la falta de agua de riego. La primera labor agrícola que se practica en marzo o abril es arar el terreno con tracción animal o con tractor, según las condiciones particulares del suelo y las posibilidades económicas de cada campesino. Después el terreno es surcado a una profundidad de 25 cm. La distancia entre surcos es de 60 a 70 cm.

La siembra del amaranto se realiza antes de las lluvias (generalmente a la caída de la primera lluvia, en mayo), en forma de "chorrillo" en el lomo del surco, luego, las semillas se cubren con un poco de tierra mediante una rama o el pie. Se hace un aclareo de plántulas a los 15 días, dejándose una sola plántula de amaranto cada 15 cm. La fertilización del suelo se hace con fórmulas químicas comerciales como el sulfato de amonio, superfosfato de amonio o urea al momento de la siembra. Durante el ciclo de cultivo la práctica del deshierbe es una tarea

continua, ya que uno de los principales problemas en el lugar es la abundancia de plantas silvestres. El amaranto se cosecha a fines de octubre o principios de noviembre, poco después de terminada la época lluviosa. El indicador del momento adecuado para la cosecha es la senescencia de las hojas, que se tornan amarillas y el tallo toma una coloración oscura. La cosecha es manual y se acostumbra cortar las panojas dejando los tallos en pie. La semilla es desprendida, azotando las panojas contra una lona extendida en el suelo, golpeándolas con un palo o pasando caballos o vehículos sobre ellas. A lo largo de las actividades antes mencionadas se contratan, en promedio, 3 personas. La limpieza de las semillas se realiza, pasándolas por un tamiz de malla de alambre; después se secan al sol sobre una manta extendida en el suelo para que pierdan la humedad excesiva y luego se almacenan en costales para su venta o su utilización en la elaboración de la "alegría" (Lorence, 1986; Gutiérrez, 1989).

#### Herbívoros del Amaranto en Huazulco.

Existen varios organismos que han sido identificados como consumidores del amaranto. Epicauta rufipodes es un coleóptero que se alimenta de las hojas; el lepidóptero llamado "gusano cogollero", Pholisora mejicanus, se alimenta de la parte apical del tallo (cogollo); y la "gallina ciega" (Phyllophaga sp.) ataca las raíces (Amo R. S. del, et al, 1988). Por su parte, Espitia (1986), cita que en Huazulco se encuentra Disonycha melanocephala (Coleoptera: Chrisomelidae) es uno de los herbívoros del amaranto, además de la chinche Lygus lineolaris (Hemiptera: Miridae), la

cual se alimenta de las hojas jóvenes, y el coleoptero Lixus truncatulus F. (Coleoptera: Curculionidae), que es un barrenador del tallo.

#### OBJETIVO:

El presente estudio se realizó con el fin de identificar a los principales herbívoros del amaranto (Amaranthus cruentus L.) y los enemigos naturales de éstos en Huazulco, Morelos.

#### MATERIALES Y METODOS

Con el fin de capturar, observar y determinar las principales especies de insectos que visitaban y/o depredaban al amaranto durante el ciclo de cultivo de 1987, se diseñaron las siguientes actividades:

Las colectas y observaciones en el campo se realizaron 1 ó 2 veces por semana. El horario de éstas se estableció la mayor parte de las veces de las 10 a las 15 horas, periodo en el que siempre se observó el mayor número de insectos. Se colectaron sólo los insectos presentes sobre la planta.

La captura de los insectos se hizo mediante el uso de redes de golpeo, colecta a mano o con pinzas y usando bolsas de polietileno (con este último método, se cubre la planta con la bolsa y se agita para separar a los insectos sujetos a ella).

Algunos de los insectos colectados fueron sacrificados para

su posterior montaje e identificación usando para ello un frasco que contenía acetato de etilo impregnado en un algodón. Otros fueron mantenidos dentro de recipientes de plástico para observar su desarrollo en el laboratorio.

Para obtener a los lepidópteros adultos que se alimentan del amaranto y poder determinarlos después, las larvas colectadas en el campo fueron llevadas al laboratorio. Ahí se colocaron en cajas de Petri o pequeñas macetas de plástico y se les dió como único alimento las hojas y el tallo de A. cruentus (cultivado en la parcela experimental del Instituto de Fisiología Celular, de la UNAM). La humedad se proporcionó con gasa húmeda colocada en el interior del recipiente.

#### Montaje de Insectos

Los lepidópteros adultos cuyo ciclo se desarrolló en el laboratorio fueron sacrificados cuando al recipiente se agregó un algodón con acetato de etilo. Para poder montarlos, fueron colocados primero en una cámara húmeda para suavizar las distintas partes del insecto y poder manipularlas adecuadamente, durante su montaje en un restirador de madera. La cámara contenía cristales de fenol, que evitan el desarrollo de microorganismos que pudiesen destruir al ejemplar. La posición adecuada de las alas se logra usando alfileres entomológicos, con los que se atraviesan éstas a un lado de alguna de sus venas. Se van abriendo las alas poco a poco para no romperlas, alternándose la apertura de las alas izquierdas y derechas. Las alas son fijadas al restirador, por medio de los alfileres, en cada uno de los movimientos. Cuando se ha conseguido la posición deseada del

ejemplar, las alas del insecto se cubren con tiras de papel que se fijan también con alfileres y que las van a mantener en esa posición durante una semana, mientras se secan. Después, el insecto es retirado del restridor para ser identificado (Beutelspacher, 1983).

En el caso de los himenópteros, éstos fueron relajados sobre una caja de Petri con el líquido de Barber, el cual actúa instantáneamente. Este líquido se prepara con 53 partes de alcohol etílico al 95%, 49 partes de agua destilada, 19 partes de acetato de etilo y 7 partes de benceno. Ya reblandecidos, los ejemplares fueron manipulados con alfileres entomológicos, utilizando un microscopio de disección. Las alas fueron extendidas sobre la superficie de la caja de Petri con la ayuda de alfileres, y cuando éstas estuvieron en posición correcta, simplemente se dejaron así, esperando que el líquido se evaporara. Después, las alas se separaron del vidrio de la caja con ayuda de un alfiler que se fue pasando por entre las alas y el vidrio. El montaje de los himenópteros se realizó sobre un triángulo de cartulina a su vez montado en un alfiler. El ejemplar se pegó a la cartulina por su lado izquierdo, al nivel del tórax, con barniz de uñas transparente o bálsamo de Canadá. Para todo esto se hizo uso del microscopio de disección.

El montaje de coleópteros, así como de chinches de las familias Pentatomidae y Reduviidae es más sencillo, ya que no son tan frágiles como los lepidópteros o himenópteros. Estos insectos se montaron atravesando el hemielitro derecho al nivel del tórax.

## RESULTADOS

En Huazulco (Morelos), la agricultura es de temporal. Durante el periodo previo a la llegada de las lluvias, el ambiente es muy caluroso y seco, por lo que la presencia de insectos es reducida. Sin embargo, conforme el ambiente comienza a ser más favorable por la llegada de las lluvias, los insectos van haciéndose más evidentes, especialmente las larvas de los lepidópteros. De las colectas iniciales, realizadas una vez por semana, se obtuvieron por lo menos 10 tipos de larvas que presentaban coloraciones distintas, por lo que fueron separadas en grupos de colores, aunque en la mayoría de los casos sólo se contaba con dos o tres individuos de cada tipo de larva.

### Herbívoros.

En el cuadro 2 se presentan las especies más importantes de insectos encontrados como herbívoros del amaranto en Huazulco, durante el ciclo de cultivo 1987. En esta tabla se señala para cada una de estas especies, el mes en que aparecieron en las parcelas y el tiempo de permanencia en ellas durante el ciclo de cultivo.

**Coleópteros.**— Los primeros insectos que se encontraron atacando a las plántulas de amaranto en el mes de junio fueron dos especies del orden Coleoptera (familia Meloidae): Epicauta rufipodes y Epicauta sp. ("botijones"). El daño que causan es importante, pues éstos coleópteros se alimentan de las hojas y pueden destruir muchas plántulas que aún no rebasan los 3 cm de

Cuadro 2. Los principales herbívoros de Amaranthus cruentus L. en Huazulco (Morelos), encontrados durante el ciclo de cultivo 1987.

Orden	Familia	Especie	Permanencia durante el ciclo de cultivo.				
			Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.
Coleoptera	Meloidae	<u>Epicauta rufipodes</u>	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
		<u>Epicauta sp.</u>	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
	Chrysomelidae	<u>Disonycha melanocephala</u>	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
Lepidoptera	Hesperiidae	<u>Pholisora mejicanus</u>		+++++			
		<u>Pholisora sp.</u>		+++++			
	Noctuidae	<u>Polia verruca</u>		+++++			
		<u>Polia sp.</u>		+++++			
Pyralidae	<u>Pachyzancla aegratalis</u>				+++++		
	<u>Pachyzancla sp.</u>				+++++		

altura. El resultado de este ataque en ocasiones hace necesaria una resiembra. Estos coleópteros se encuentran sobre la planta durante todo el desarrollo de esta, siendo los herbívoros más persistentes en el amaranto. Cuando la planta alcanza la madurez los botijones se concentran principalmente en la panoja. También se encontraron otros coleópteros como Disonycha melanocephala, cuyo daño es poco significativo en comparación con los anteriores.

**Lepidópteros.** - Una segunda plaga, la más importante en Huazulco, es la de los lepidópteros. La especie más abundante y que causa las mayores pérdidas en la producción de los cultivos, es el llamado gusano cogollero, del cual se determinaron dos especies: Pachyzancla aegratalis Zeller y Pachyzancla sp. (familia Pyralidae). Las larvas del género Pachyzancla se desarrollan en el cultivo cuando las plantas ya tienen más de 50 cm de altura (más o menos a la mitad del ciclo de cultivo, a fines de agosto). Estas larvas producen seda con la que doblan longitudinalmente las hojas de las que se alimentan, colocándose ellas en el interior de la cavidad formada. Después, se dirigen hacia el tallo y lo perforan para pupar ahí. Algunas lo hacen en el meristemo apical de la planta, por lo que ésta ya no puede continuar su desarrollo, impidiéndose así la formación de la panoja.

También se encontraron otros lepidópteros atacando en fases tempranas del cultivo (a fines de junio), cuando la planta ha alcanzado unos 10 cm de alto. Estas larvas fueron de las especies Pholisora mejicanus Reak, Pholisora sp. (familia Hesperidae), Polia verruca Dyar y Polia sp. (familia Noctuidae). Todas ellas

se alimentan de las hojas, pero el daño que causan es mucho menor que el del gusano cogollero, en primer lugar por ser menos numerosas y en segundo porque no atacan al "cogollo".

Hubo otros tipos de larvas de lepidópteros colectadas que no pudieron ser identificadas, ya sea porque no lograron pasar del estado de pupa, o porque se encontraban parasitadas y murieron.

## Enemigos Naturales

### Parásitos y parasitoides

En general, la presencia en el campo de los enemigos naturales de las plagas del amaranto se hizo evidente a principios de julio, cuando algunos de los himenópteros parasitoides y nemátodos comenzaron a emerger de las larvas parasitadas. Con respecto a los parasitoides no se pudo observar el ataque a sus hospederos, ya que son de tamaño muy pequeño (el más grande de los que se encontraron no medía más de 7 mm, mientras el más pequeño medía menos de 2 mm de largo). Los capullos que los himenópteros forman y que se encontraron sobre las plantas de amaranto fueron escasos, lo cual indirectamente sugiere que su población es baja. Las pocas avispas parasitoides encontradas, se obtuvieron cuando las panojas del amaranto fueron envueltas en una bolsa de polietileno y después cortadas.

En el cuadro 3 se señalan los principales enemigos naturales (parásitos, parasitoides y depredadores) de los herbívoros del amaranto en Huazulco, agrupados taxonómicamente. En este cuadro se indica el mes en el que aparecieron en la parcela (que

Cuadro 3. Principales enemigos naturales de los insectos herbivoros que atacan a la especie Amaranthus cruentus L. en Huazulco (Morelos), durante el ciclo de cultivo de 1987.

Orden	Familia	Especie	Permanencia durante el ciclo de cultivo.				
			Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.
( Parásitos )							
Nematoda	Hermitidae	<u>Agamernis</u> sp. <sup>1</sup>	+++++				
( Parasitoides )							
Hymenoptera	Braconidae	<u>Apanteles</u> sp. <sup>2</sup>	+++++				
	"	1 especie	+++				
	Chalcididae	2 especies	+++++				
	Ichneumonidae	2 especies	+++		++++		
	Pteromalidae	1 especie			++++		
( Depredadores )							
Diptera	Syrphidae	1 especie	+++++				
Coleoptera	Coccinellidae	<u>Hippodamia convergens</u>			+++++		
Neuroptera	Plannipenia	<u>Chrysopa</u> sp.	+++++				
Hemiptera	Opalidae	<u>Aufeius</u> sp.			+++++		
	Pentatomidae	<u>Apateticus</u> sp.			+++++		
		<u>Edessa</u> sp.			+++++		
		<u>Oplous</u> sp.			+++++		
	Reduviidae	<u>Sinea</u> sp.			+++++		

<sup>1,2</sup> Fueron los unicos enemigos naturales cuyos hospederos fueron identificados; ambos atacan a Pachyzancla aegratalis y Polia verruca; El mes indicado en la tabla se refiere a la fecha en que fueron colectados, sin encontrarseles en otro periodo del ciclo de cultivo.

corresponde al momento de colecta de las larvas parasitadas) y el tiempo de su permanencia durante el ciclo.

Un número elevado de las larvas que plagaban al amaranto y que se colectaron en el campo para ser mantenidas en el laboratorio, se encontraban parasitadas, ya sea por nemátodos o por himenópteros. Las larvas de lepidópteros cultivadas fueron parasitadas por el nemátodo Agamermis sp. (Nematoda: Mermitidae), a excepción de las del género Pholisora, que no los presentaban. Este nemátodo sale de las larvas de los lepidópteros que parasita, haciendo una perforación en la pared del cuerpo de éstos. Por este motivo, el hospedero muere poco después por la salida de sus líquidos corporales. En general, se encuentra un sólo nemátodo (que puede tener hasta 10 cm de largo) por hospedero, aunque algunas larvas llegaron a presentar 3 nemátodos. Este nemátodo se observó por vez primera a principios de julio, cuando emergió de las larvas cultivadas en el laboratorio, y se continuó observando durante todo el ciclo de cultivo en las larvas de las colectas subsecuentes.

Por otro lado, durante la colecta se encontraron 7 especies de himenópteros, especialmente en las panojas del amaranto. De éstas, sólo una especie se pudo observar saliendo de su hospedero en el laboratorio. Este parasitoide fue identificado como Apanteles sp. (Hymenoptera: Braconidae). Esta avispa parasita a lepidópteros de los géneros Pachyzancla y Polia, los cuales pueden albergar a varios individuos de este parasitoide. Estas avispas salen en estado larval por la pared corporal del hospedero, con lo que le provocan la muerte. En el laboratorio se observó que después migran hacia una hoja de la planta y allí

forman su capullo, en el que pupan y después salen como avispas adultas. En el campo, también se observó que los lepidópteros pueden albergar a varios individuos del parasitoide. En una planta se llegaron a observar 14 capullos al lado de una larva muerta, que supuestamente las hospedaba a todas y que mostraba su interior totalmente consumido. Sin embargo, en el laboratorio se encontró que sólo salía un parasitoide por larva del hospedero, posiblemente porque las larvas colectadas estuvieron poco expuestas a las avispas hembras en el campo. No se identificaron a los hospederos del resto de los himenópteros colectados en el campo. De los himenópteros encontrados, dos pertenecen a la familia Ichneumonidae, dos a la Chalcididae, una a la Pteromalidae y una a la Braconidae. La clasificación hasta familia se realizó utilizando la clave que presentan en su libro Borrar, de Long y Triplehorn (1976). Estas familias son claramente distinguibles por sus características -morfológicas, como el tipo de antenas y la venación de las alas (Labougle, 1980), sin embargo, no pudieron ser identificadas hasta el nivel de género. Los himenópteros se encontraron desde principios de julio. Apanteles sp. y las dos especies de la familia Chalcididae fueron persistentes hasta el final del ciclo en octubre. Las especies de las familias Ichneumonidae, Braconidae y Pteromalidae se encontraron espaciadas y escasas, como puede observarse en el cuadro 3.

## Depredadores.

Sobre la planta de amaranto se encontraron numerosas larvas de una mosca de la familia Syrphidae (Diptera) y en menor proporción larvas de Chrysopa sp. (Neuroptera: Flannipenia) (cuadro 2). También se encontraron algunos adultos de Hippodamia convergens (Coleoptera: Coccinellidae), conocida como "catarina". Estos organismos son básicamente afidófagos, aunque también atacan a coleópteros y lepidópteros (Hagen, Bomboch y McMurtry, 1976). En el campo sólo se pudo observar el ataque de Chrysopa sp. sobre una pupa de lepidóptero, la cual no pudo ser identificada (cuadro 3).

En casos aún más aislados se encontraron algunos hemipteros y se observó que uno de ellos, Oplomus sp. (Pentatomidae) se alimentaba de una larva de lepidóptero no identificado. Edessa sp. y Apateticus sp. (Pentatomidae), Aufeius sp. (Opalidae) y Sinea sp. (Reduviidae) fueron otros géneros de hemipteros colectados, cuyos hábitos alimenticios no pudieron determinarse, principalmente porque fueron muy escasos los individuos encontrados. Algunas especies de estos géneros han sido mencionadas (SAG, 1975), como depredadores de la conchuela del frijol (Epilachna varivestris, Coleoptera). Entre ellos están Apateticus lineolatus y Oplomus dichrous. Sinea diadema y S. rilegi también se han visto como depredadores en campos de alfalfa.

## DISCUSION

En Huazulco, la situación del cultivo del amaranto respecto al ambiente ecológico general que lo rodea es la siguiente:

1) El amaranto por lo general es cultivado en parcelas de tamaño menor a una hectárea, a manera de monocultivo. Esta disposición espacial resulta inconveniente para una planta herbácea como es el amaranto, pues no permite que se cubra un requisito importante para su sobrevivencia: una escasa apariencia y la dificultad de ser visualizada en el ambiente por los insectos fitófagos.

2) Las parcelas cultivadas con amaranto, están aisladas unas de otras por una matriz de otros cultivos como maíz, cacahuate y sorgo, además de espacios ocupados por plantas silvestres (la vegetación de los bordes y lugares donde abundan las arvenses). Es posible que el relativo aislamiento que este mosaico determina, puede estar evitando que el problema alcance dimensiones aún mayores al impedir que haya una libre dispersión de los herbívoros.

3) A los puntos anteriores, se suma el uso diferencial de plaguicidas en Huazulco. Mientras algunos campesinos no utilizan compuestos biocidas, otros hacen uso indiscriminado de insecticidas y herbicidas (principalmente en el cultivo del sorgo). Casi ninguna de las personas que cultivan amaranto, utiliza insecticidas. Con respecto a los enemigos naturales, los parásitos y depredadores encontrados fueron escasos. La presencia de depredadores sólo fue patente durante la segunda fase del ciclo de cultivo. De los parásitos, dos especies se encontraron en mayor proporción: Agamermis sp. (parásito

verdadero) y Apanteles sp (Hymenoptera) (parasitoide). Varios de los lepidópteros que se alimentan del amaranto, como Polia verruca Dyar y Pachyzancla aegratalis Zeller, fueron parasitados por Agamermis sp. En el campo no se pudo observar el ataque de estos nemátodos al hospedero, que puede ser por penetración directa o por la ingestión de huevos por la larva del herbívoro. Se cita que los estados infectivos de varias especies de nemátodos de la familia Mermitidae suben del suelo a las plantas para infectar a los insectos hospederos que se alimentan de ellas. Este preparásito, mide cerca de 1 mm de longitud. Después de infectar a su hospedero al penetrar por su pared corporal, continúa su desarrollo pasando por varios estadios larvales y sale del hospedero como postparásito; el hospedero muere por la herida que le causa el parásito cuando sale. Los postparásitos, que miden de 2 a 25 cm de longitud, regresan al suelo y se establecen a una profundidad de 15 ó 20 cm, donde existe menor cantidad de hongos parásitos y depredadores de estos nemátodos. Allí, después de una muda se transforman en adultos. En verano, se congregan formando bolas que contienen una hembra y uno o más machos, en ellas copulan y son depositados los huevos. En la primavera, cuando el agua de lluvia se encuentra disponible, los huevos eclosionan y los preparásitos se mueven a la superficie, buscando nuevamente a su hospedero en alguna planta (éste puede estar como larva, pupa o adulto). De esta manera se cierra el ciclo de vida, del cual se han descrito por lo menos seis variantes (Poinar, 1979).

Los parasitoides del género Apanteles, se encuentran entre

los himenópteros que comúnmente atacan a los lepidópteros. Son numerosos los casos en los que se les ha cultivado y liberado para controlar plagas; los resultados de ello van desde el fracaso, hasta el control total de la plaga. En muchos de los casos exitosos, es necesario hacer liberaciones repetidas de los parasitoides, ya que éstos se establecen con dificultad, principalmente en los agroecosistemas anuales, debido a la escasa diversidad ambiental y a la continua perturbación, que no permiten un seguro establecimiento (Hoy, 1985).

Durante el ciclo de cultivo que comprendió el presente estudio, no hubo un impacto significativo de los herbívoros ya mencionados, sin embargo, los campesinos dicen que el problema en ocasiones se presenta a gran escala. Ante esto, la posibilidad de hacer un control biológico de plagas (en este caso usando nemátodos e himenópteros), se reduce por el momento a un manejo del ambiente dirigido a la conservación y aumento de las poblaciones de parásitos y parasitoides presentes, ya que la producción en masa de los enemigos naturales de las plagas requiere de instalaciones especializadas (en caso de que la cría sea factible), de las cuales no se dispone.

El manejo del ambiente puede hacerse buscando una mayor diversidad en él, lo cual puede lograrse a través de la adopción de cultivos mixtos o policultivos con el amaranto. Los cultivos deben ser adecuados desde el punto de vista ecológico, es decir, que se adapten a las condiciones climatológicas de la zona y también que sean capaces de convivir con el amaranto sin perjudicarse mutuamente. El policultivo puede perseguir en este caso dos fines principales:

1) el mejoramiento de las condiciones de desarrollo de los cultivos que se combinen, para lograr una buena producción. Si el campesino siembra amaranto y frijol, obtendrá dos productos diferentes en lugar de uno, y si realiza un manejo adecuado, la producción sumada de los dos cultivos podría ser más alta que la obtenida en monocultivo. Caamal (1985), en un trabajo sobre productividad, comparó la producción de biomasa de un monocultivo de maíz, con la de un policultivo maíz, ajonjolí, camote, tomate, achiote, plátano y chile. La productividad en éste último fué dos veces superior. La razón de esto es clara, si tenemos en cuenta que las distintas especies de plantas pueden hacer un uso diferencial de los recursos, ya sea por el tipo de fotosíntesis (si son C3, C4 ó MAC), su forma de crecimiento, su fenología, etc. (Ewel, 1986; Trenbath, 1976). Esto puede verse también desde el punto de vista del aumento de la fertilidad del suelo, cuando se combina, por ejemplo, una leguminosa como el frijol o la alfalfa con el amaranto.

2) la diversificación física y química del ambiente, para restarle apariencia a las plantas y evitar el ataque efectivo de las plagas, además de promover la conservación del recurso. Un ejemplo notable de esto, es el sistema de producción en las chinampas, que se han mantenido con productividades elevadas a lo largo de muchísimos años, y donde no se reportan problemas serios con las plagas (Jiménez-Osornio y Gómez-Pompa, 1987).

En el policultivo pueden utilizarse también una o más especies de plantas arvenses o semicultivadas, cuyas características las hagan susceptibles de funcionar como plantas

"trampa" para las plagas en general o al menos para las más peligrosas (Cox y Atkins, 1979). Esto requiere también de un conocimiento sobre las interacciones que éstas arvenses establecen potencial o comunmente con plagas o enemigos de las mismas. Gutiérrez Vázquez (1989), en un estudio sobre las prácticas tradicionales del cultivo del amaranto en Huazulco, menciona que dada la importancia de la producción de miel para la fabricación del dulce de la "alegría", y del cultivo de Tagetes erecta (zempoalxochitl) como planta comercial y ornamental, el amaranto se puede combinar con esta especie y también con el girasol (Helianthus annuus), ya que las flores de girasol proporcionan abundante alimento para las abejas, mientras que las otras pueden atraer a una gran variedad de otros insectos, entre ellos a algunos que son entomófagos. El zempoalxochitl tiene además propiedades nematocidas contra especies que son parásitas de plantas (Rice, 1983). El diseño del cultivo combinado de estas tres plantas puede ser de gran beneficio ecológico y económico. El girasol es una planta alelopática capaz de eliminar a diversas arvenses por medio de la liberación de compuestos secundarios al sustrato (Rice, 1983), por lo que su densidad y cercanía al amaranto debe planearse con cuidado. Sobre esto, Tamayo (1989), realizó un experimento en invernadero, en el que usó al girasol (Helianthus annuus) y el zempoalxochitl (Tagetes erecta), como abonos verdes para el amaranto (Amaranthus leucocarpus). En este estudio se puso en evidencia, entre otras cosas, que el girasol inhibe a algunas arvenses (principalmente dicotiledóneas), sin dañar al amaranto en su crecimiento.

## CONCLUSIONES

Durante el ciclo de cultivo 1987, en el cual se realizó este estudio, se encontraron dos insectos que causaron la mayor cantidad de daño a la planta Amaranthus cruentus. Estos son el coleóptero Epicauta rufipodes y el lepidóptero Pachyzancla aegratalis. Este último, llamado gusano cogollero, es el que causa las mayores pérdidas en la productividad.

La posibilidad de usar un método de control biológico de estos insectos, en caso de que alcancen el nivel de plaga, radica en dos parásitos: el nemátodo Agamermis sp. y el himenóptero Apanteles sp., ambos parásitos del gusano cogollero. No se encontraron a los enemigos de Epicauta rufipodes.

La presencia de depredadores fue rara y su aparición se limitó a la segunda fase del ciclo de cultivo. Las causas de esto pueden ser, entre otras, la fenología misma de los depredadores, el que probablemente los depredadores de la parcela son parcialmente destruidos por las prácticas culturales al principio del cultivo y, para que aparezcan de nuevo, se requiere de mayor tiempo, tal como corresponde a los organismos pertenecientes a etapas más avanzadas de la sucesión. También es probable que la presencia posterior de los depredadores, esté determinada por la migración proveniente de lugares cercanos no cultivados o de lugares en donde se hace uso de plaguicidas. Esto deberá dilucidarse por medio de estudios posteriores.

En Huazulco, el establecimiento de un método de control biológico de plagas, en caso de ser necesario, dependería por el

momento de un manejo cultural que promueva el crecimiento de las poblaciones de los enemigos naturales antes mencionados, ya que el cultivo de ellos no es factible, pues no se cuenta con las instalaciones apropiadas.

En el diseño de un programa de control biológico de plagas del amaranto en Huazulco, debe considerarse a otros cultivos y a la vegetación silvestre adyacente, fomentándolos y combinándolos para que el aumento de la diversidad biológica propicie una mayor estabilidad del agroecosistema y se reduzca así el peligro de las plagas.

## BIBLIOGRAFIA

- Amo R. S. del, A.L. Anaya, J.J.M. Jiménez y E. Fernández (1988). Algunos aspectos ecológicos y económicos del amaranto ("Alegria"): un cultivo tradicional en México. En Del Amo, R.S. (ed.). **Cuatro Estudios Sobre Sistemas Tradicionales**. Instituto Nacional Indigenista, México, pp. 55-73.
- Anaya, A.L. (1989). Recent advances in allelopathy research in Mexico. En Chou, C.M. y G.R. Waller (eds.). **Phytochemical Ecology: Allelochemicals, mycotoxins and insect pheromones and allomones**. Academia Sinica Monograph Series no. 9. Taipei, pp. 167-182.
- Beutelspacher, B.C.R. (1983). **Cómo hacer una colección de mariposas**. UNAM, México, 81 pp.
- Borror, D.J., D.M. de Long y C.A. Triplehorn. (1976). **An Introduction to the Study of Insects**. Holt, Rinehart and Winston, USA, 852 pp.
- Caamal, M.J.A. (1985). Algunos aspectos ecológicos de un sistema agrícola de policultivo en una zona tropical húmeda. **Tesis**, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Corbet, P.S. (1976). Pest Management in Ecological Perspective. En Apple, J.L. y R.F. Smith (eds.). **Integrated Pest Management**. Plenum Press, USA, pp. 51-57.
- Cox, G.W. y M.D. Atkins. (1979). **Agricultural Ecology - An Analysis of World Food Production**. W.H. Freeman and Co., USA, 721 pp.
- Dickens, J.C. y P.E. Bolot (1985). Electroantennogram responses

- of Trirhabda bacharides (Weber) (Coleoptera: Chrysomelidae) to plant volatiles. *Journal of Chemical Ecology* 11(6): 767-779.
- Espitia, R. E. (1986). Plagas y enfermedades del cultivo del Amaranto (Amaranthus spp.) en México. En A. Trinidad, F.G. Lorence y G.S. Ramos (eds.). **El Amaranto (Amaranthus sp.), su cultivo y aprovechamiento**. Chapingo, México, pp 233-238.
- Ewel, J.J. (1986). Designing agricultural ecosystems for the humid tropics. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 245-271.
- Farnworth, E.G. y F.B. Gulley (eds.). (1973). **Fragile Ecosystems - Evaluation of Research and Applications in the Neotropics**. Springer-Verlag, USA, 258 pp.
- Feeny, P. (1976). Plant Apparency and Chemical Defence. *Recent Advances in Phytochemistry* 10: 1-40.
- Goodman, R.M., H. Haupli, A. Crossway y V.C. Knauf. (1987). Gene Transfer in Crop Improvement. *Science* 236: 48-54.
- Gutiérrez, V.M.L. (1989). Aspectos etnobotánicos y manejo del amaranto en Huazulco, Morelos. **Tesis**. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 61 pp.
- Hagen, K.S., S. Bomboesch y J.A. McMurtry (1976). The biology and impact of predators. En Huffaker, C.B. y P.S. Messenger (eds.). **Theory and practice of biological control**. Academic Press, USA, pp. 93-142.
- Hoy, M.A. (1985). Improving Stablishment of Arthropod Natural Enemies. En Hoy, M.A. y D.C. Herzog (eds.). **Biological Control in Agricultural IPM Systems**. Academic Press, USA,

pp. 151-166.

Jiménez-Osornio, J. y A. Gómez-Pompa (1987). Las chinampas mexicanas. **Pensamiento Iberoamericano** 12: 201-214.

La bougle, J. M. (1980). Análisis sobre la sistemática de la familia Braconidae (Ins. Hym.) y su situación actual en México. **Tesis**, Facultad de Ciencias, UNAM, 185 pp.

Larson, R.A. (1986). Insect defenses against phototoxic plant chemicals. **Journal of Chemical Ecology** 12(4): 859-870.

Lorence, F.G. (1986). Cultivo del Amaranto en México. En Trinidad, S.A., F.G. Lorence y G.S. Ramos (eds.) **El Amaranto (Amaranthus sp.) Su Cultivo y Aprovechamiento**. Chapingo, México, pp. 90-100.

Poinar, G.O. (1979). **Nematodes for Biological Control of Insects**. CRC Press, USA, 277 pp.

Price, P.W., C.E. Bouton, P. Gross, B.A. McPheron, J.N. Thompson y A.E. Weis. (1980). Interactions Among Three Trophic Levels - Influence of Plants on Interactions Between Insect Herbivores and Natural Enemies. **Annual Review of Ecology and Systematics** 11: 41-65.

Price, P.W. y G.P. Waldbauer. (1982). Ecological Aspects of Pest Management. En Metcalf, R.C. y W.H. Luckmann (eds.). **Introduction to Insect Pest Management**. Wiley Interscience, USA, pp. 33-67.

Puttick, G.M., P.A. Morrow y P.W. Lequesne (1988). Trirhabda canadensis (Coleoptera: Chrysomelidae) responses to plant odors. **Journal of Chemical Ecology** 14 (8): 1671-1686.

Ramamurthy, N.K. (1986). Metabolismo del carbon fotosintético del

- amaranto de grano (Amaranthus hypochondriacus L.) bajo diferentes niveles de agua. **El Amaranto y su Potencial.** Boletín no. 3.
- Reyna, T. T. (1986). Requerimientos climáticos para el cultivo del amaranto (Amaranthus spp.) en México. En Trinidad, A., F.G. Lorence y G.S. Ramos (eds.). **El Amaranto - Amaranthus sp., su cultivo y aprovechamiento.** Chapingo, México, pp. 81-89.
- Rhoades, D.F. y R.G. Cates. (1976). Toward a General Theory of Plant Antiherbivore Chemistry. **Recent Advances in Phytochemistry** 10: 168-213.
- Rice, E.L. (1983). **Pest control with nature's chemicals.** University of Oklahoma Press, USA, 224 pp.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería. (1975). **Primera Lista de Insectos Entomófagos de Interés Agrícola en México.** SAG-DGSV, México, 87 pp.
- Stermitz, F.R., D.R. Gardner y N. McFarland (1988). Iridoid glycoside sequestration by two aposematic penstemon-feeding geometrids larvae. **Journal of Chemical Ecology** 14(2): 435-441.
- Tahvanainen, J.O. y R.B. Root (1972). The influence of vegetational diversity on the population ecology of a specialized herbivore, Phyllotreta cruciferae (Coleoptera: Chrysomelidae). **Oecologia** 10: 321-346.
- Tamayo, R.E.P. (1989). Germinación y crecimiento de arvenses y amaranto (Amaranthus cruentus L.), bajo el efecto de dos abonos verdes. **Tesis**, Facultad de Ciencias, UNAM, 40 pp.
- Trenbath, B.R. (1976). Plant interactions in mixed crop communities. En Matthias, S. (ed.). **Multiple Cropping.** ASA

Special publication no. 24, USA, pp. 129-169.

Trinidad, S.A., F.G. Lorence y G.S. Ramos. (1986). El Amaranto (Amaranthus sp.) Su Cultivo y Aprovechamiento. Chapingo, México, 577 pp.

Wadleigh, R.W. y J.Y. Simon (1988). Detoxification of isothiocyanato allelochemicals by glutathione transferase in three lepidopterous species. Journal of Chemical Ecology 14(4): 1279-1288.