

9
217



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Evaluación de la dosis óptima de *Trichogramma* spp. (Hymenóptera: Trichogrammatidae) para el control de *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidóptera: Noctuidae), *Diatraea grandiosella* Fabricius (Lepidóptera: Pyralididae) y de *Heliothis zea* Boddie (Lepidóptera: Noctuidae) en el cultivo de maíz, y observación de otros parásitos nativos de la región.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G A
P R E S E N T A :
AMERICA VIZCAINO SAHAGUN

MEXICO, D. F.

1986



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

CAPITULO I

	Pág.
1. ANTECEDENTES	1
2. BASES ECOLOGICAS DEL CONTROL BIOLOGICO	4
3. LOS AGENTES DE CONTROL BIOLOGICO Y SUS DIVERSOS USOS	11
4. IMPORTANCIA DEL ORDEN HYMENOPTERA	14
5. RIESGOS QUE INVOLUCRA LA UTILIZACION DEL CONTROL BIOLOGICO	16
6. MANIPULACION DEL HABITAT PARA OPTIMIZAR EL CONTROL BIOLOGICO	20
7. ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACION BIOLOGICA RELACIONADA CON LA PRODUCCION AGRICOLA	25

CAPITULO II

1. IMPORTANCIA DEL MAIZ EN MEXICO	30
2. PRINCIPALES PLAGAS DEL MAIZ	32
a) <u>Diatraea grandiosella</u> Dyar	
Descripción	33
Biología	35
Daño ocasionado por <u>D. grandiosella</u>	36
Observaciones sobre su comportamiento	37
b) <u>Heliothis zea</u> Boddie	38
Descripción	39
Biología	40
Daño ocasionado por <u>H. zea</u>	41
Observaciones sobre su comportamiento	41
c) <u>Spodoptera frugiperda</u> Smith	44
Descripción	45

	Pág.
Biología	46
Daño ocasionado por <u>S. frugiperda</u>	47
Observaciones sobre su comportamiento	48
3. OTRAS PLAGAS DEL MAIZ EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE TAMAULIPAS (S.A.R.H.)	50
4. CONTROL BIOLOGICO DE LAS PLAGAS DEL MAIZ EN MEXICO	56
5. EL AREA BAJO ESTUDIO	58
 CAPITULO III	
1. CONTROL BIOLOGICO	62
2. CONTROL BIOLOGICO POR <u>TRICHOGRAMMA</u>	66
3. ADAPTABILIDAD DE <u>TRICHOGRAMMA</u> PARA LOS TRABAJOS DE CONTROL BIOLOGICO	78
4. TENDENCIAS GENERALES EN LOS METODOS DE LIBERACION DE <u>TRICHOGRAMMA</u>	80
5. LOS PRIMEROS METODOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION DEL PARASITO	81
6. PROBLEMATICA TAXONOMICA RELACIONADA CON LAS ESPECIES DE <u>TRICHOGRAMMA</u>	86
7. ESPECIES DE <u>TRICHOGRAMMA</u> CONOCIDAS EN EL MUNDO	91
a) Tabla de las especies colectadas en diferentes partes del mundo	93
8. BIOLOGIA DE <u>TRICHOGRAMMA</u>	95
9. CARACTERES DEL GENERO <u>TRICHOGRAMMA</u>	97
Factores que influyen en su biología	
a) Humedad	102
b) Temperatura	103
c) Fotofase	103
10. FACTORES QUE AFECTAN LA HABILIDAD DE BUSQUEDA DE <u>TRICHOGRAMMA</u> Y SU PREFERENCIA POR EL HOSPEDERO	105

	Pág.
11. INFLUENCIA DE LA EDAD DE LOS HUESPEDES EN LA ACEPTABILIDAD DEL HUESPED Y EN LA ADECUABILIDAD DE LAS ESPECIES DE <u>TRICHOGRAMMA</u>	117
12. SUSCEPTIBILIDAD DE <u>TRICHOGRAMMA</u> A LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA	120
13. DISPERSION DE LOS <u>TRICHOGRAMMA</u>	126
14. EFECTO DE LAS PRACTICAS AGRICOLAS SOBRE LA ABUNDANCIA DE <u>TRICHOGRAMMA</u>	129
15. EL USO DE <u>TRICHOGRAMMA</u> Y LA APLICACION DE INSECTICIDAS	130

CAPITULO IV

1. EVALUACION DE LA DOSIS OPTIMA DE <u>TRICHOGRAMMA</u> PARA EL CONTROL DE LAS TRES PLAGAS DE INTERES EN EL CULTIVO DE MAIZ	132
Metodología	132
Determinación técnica del rendimiento del cultivo y del porcentaje de granos dañados por hectárea para cada lote	136
2. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	139
Tablas de datos	142
Gráficas	146
3. CONSIDERACIONES GENERALES DE LOS ENEMIGOS NATURALES OBSERVADOS DURANTE EL CICLO	
a) Insectos	152
Observaciones	153
b) Virus	154
Tablas de los porcentajes de parasitismo producidos por los insectos benéficos observados	156
4. CONSIDERACIONES ESPECIALES SOBRE EL METODO DE MUESTREO	159
Riesgos implícitos en las decisiones para el control de plagas	161
a) Si se determina actuar	

	Pág.
b) Si se decide no actuar	163
5. DISCUSION	172
BIBLIOGRAFIA	183

CAPITULO I

1. ANTECEDENTES

El control de plagas es un procedimiento indispensable de la agricultura moderna, la producción de alimentos prácticamente depende de él, ya que la mayor parte de las pérdidas que se registran -- anualmente en los cultivos es provocada por una gran variedad de -- organismos que atacan a los alimentos desde el desarrollo de la -- planta hasta su maduración e incluso durante los procesos de almacenamiento e industrialización.

La producción de alimentos ha registrado un progreso considerable; sin embargo, antes del desarrollo de los insecticidas, las plagas no han podido combatirse del todo. Fué a principios del siglo pasado cuando se descubrió la acción insecticida de algunos compuestos, pero solo hasta 1940 cuando se descubre el poder insecticida del DDT y años más tarde se sintetizaron los primeros compuestos -- organofosforados, esta etapa de descubrimientos marcó el inicio de la lucha química contra las plagas.

Se pensó que con producir suficientes cantidades de insecticidas -- se acabaría con todas las plagas, diez años más tarde, se reconocieron diversos problemas asociados con el uso de productos químicos en la agricultura. El uso indiscriminado de insecticidas produjo alteraciones ecológicas irreversibles, se seleccionaron variedades resistentes, se eliminó una gran cantidad de especies y el -- desequilibrio natural produjo la multiplicación de sus competido-- res, aumentando no sólo el número de insectos dañinos sino diversificándolos.

Como consecuencia se presentaron verdaderos dramas ecológicos cuyas manifestaciones fueron la aparición desordenada de nuevas plagas imposibles de combatir. Las dosis mínimas de aplicación fueron cada vez mayores, con lo que se observó entonces otro fenómeno, los insecticidas se traslocaron en los vegetales, muchos de ellos se almacenan en el tejido adiposo y dado que las cadenas tróficas de los predadores se inician en los organismos más pequeños y terminan en los mayores, es en éstos últimos donde se encuentran residuos acumulados. Ante esta perspectiva se produjo la primera llamada de alerta y empezaron a observarse los efectos de los insecticidas en las poblaciones silvestres.

Ante esta situación, surgieron dos reacciones opuestas en relación a la peligrosidad y trascendencia de la contaminación del ambiente por el uso de insecticidas, por una parte se reconoció la necesidad de éstos productos para obtener un rendimiento adecuado de las cosechas, pero por otra se advirtió el peligro de la intoxicación acumulativa del ambiente.

A medida que se ha hecho patente el alto costo económico y ecológico que implica utilizar los insecticidas en los cultivos, se hace evidente la búsqueda de otros métodos para el control de plagas.

Con el desarrollo de las investigaciones encaminadas al estudio de las poblaciones animales, se han llegado a conocer las relaciones inter e intraespecíficas de un gran número de especies, estos análisis revelan que existe una dependencia poblacional directa entre los predadores y sus presas y entre los parásitos y sus huéspedes

de manera que unos sobre otros ejercen una regulación dinámica o control natural, que mantiene generalmente a las poblaciones en límites que no alcanzan la capacidad máxima del sistema y ambas poblaciones se mantienen en equilibrio.

Los estudios de insectos colonizadores, así como los del comportamiento espacio temporal de las plagas, manifiestan que este equilibrio puede romperse y constituir un factor que modifique sus parámetros poblacionales. De este tipo de trabajos surge la idea de emplear competidores para eliminar poblaciones nocivas de insectos, y a éste procedimiento se le llamó control biológico. El control, se efectúa ya sea incrementando la eficiencia de las poblaciones endémicas, introduciendo poblaciones exógenas al medio ambiente o usando combinaciones de ambos métodos.

La primera experiencia significativa de control biológico fue hecha en California en 1887 y permitió establecer este método como recurso válido y eficiente al controlar una plaga que había puesto a la industria de los cítricos en crisis, mediante la introducción de un insecto australiano que inhibió sus efectos nocivos, reduciendo su impacto económico a un nivel prácticamente inapreciable. A partir de entonces se realizan un sinnúmero de investigaciones que apoyaron el uso del control biológico. Experiencias posteriores en diversas partes del mundo, tuvieron resultados diversos, algunas veces negativos debido esencialmente a la falta de entendimiento sobre las relaciones ecológicas entre los insectos de esos hábitats, así como de sus principales factores poblacionales.

Puede considerarse que sólo desde hace 50 años y especialmente en los últimos 10, se han desarrollado intensivamente métodos de -- investigación de control biológico que permiten evaluar con mayor eficiencia los resultados de las investigaciones y se inicia la -- era del control biológico, marcada por el progreso continuo de la tecnología y la investigación, se retoman los trabajos olvidados -- y se abren nuevas áreas de investigación, una de ellas es la de -- Trichogramma, insecto cuyas potencialidades para el control de -- ciertas plagas, fueron puestas en evidencia muchísimo antes de que se pensara en establecer al control biológico como una ciencia nueva.

2. BASES ECOLOGICAS DEL CONTROL BIOLOGICO.

El control biológico clásico utilizó la introducción de especies -- exóticas para el control de plagas (De Bach 1964, Huffaker y Mes-- senger 1976). Esta tendencia se enfatizó a fin de los 80s con el éxito obtenido con Rodolia cardinalis (Mulsant) contra Icerya purchasi Maskell, en cultivos de algodón (Doutt 1964), el factor que limitó la introducción de R. cardinalis (Mulsant) contra I. purchasi M. fue su poca capacidad para sobrevivir al traslado desde Australia hasta California. Este problema restringió muchos intentos -- posteriores. Aunado a esta limitante, se observó que muchas de -- las plagas eran extranjeras y la mayoría de ellas causaban pocos -- efectos en sus lugares de origen, por lo que se corrían grandes -- riesgos al utilizar organismos extraídos de otras comunidades -- (Doutt 1964).

Se pensó entonces en introducir enemigos naturales extraídos del mismo hábitat cultivados bajo condiciones artificiales, con estos experimentos se obtuvieron diferentes resultados, desde éxitos parciales o completos hasta conclusiones negativas, sin embargo, - -- estos trabajos evidenciaron una promesa potencial para el uso de este método de control (Laing y Hamai 1976).

En las observaciones surgidas de estos trabajos se fundamentan los conceptos esenciales de este nuevo método, los términos son descritos en relación al equilibrio natural, dinámica poblacional, relaciones tróficas, estabilidad del ecosistema etc., y surgen las bases teóricas del control natural definido como la combinación de procesos naturales mediante los cuales las poblaciones están naturalmente limitadas, incluyendo los factores que afectan la mortalidad, natalidad o dispersión de los organismos, los elementos que regulan las densidades poblacionales, la competencia interespecifica y las relaciones huésped-parásito, depredador-presa, especificidad y grado de estabilidad de las relaciones tróficas entre los organismos de la comunidad (Huffaker y Messenger 1964; Huffaker et al 1971)

Los atributos de un enemigo natural establecidos teóricamente se han sido categorizados de la siguiente manera:

- 1) Adaptabilidad y adecuabilidad
- 2) Capacidad de búsqueda
- 3) Poder de incrementarse en relación al huésped o a la presa
- 4) Especificidad y preferencia por el huésped

- 5) Sincronización con el huésped y su hábitat.
- 6) La función de dependencia, (densodependencia) en relación a la densidad de los huéspedes (incluyendo agregación) y a su propia densidad (incluyendo mutua interferencia).
- 7) Detección y capacidad de respuesta a las condiciones del huésped
- 8) Habilidad competitiva

Estos criterios no se excluyen mutuamente y las nociones involucradas en una categoría frecuentemente implican las de la otra (De Bach y Douth 1964; Huffaker et al 1971).

1) La adaptación puede definirse como la conformidad de un organismo a su medio, un organismo adaptado es un organismo que tiene mayores probabilidades de reproducirse dentro del intervalo óptimo de recursos presentes en el hábitat, estas ventajas le permiten adecuarse al medio, es decir, producir mayor número de descendencia fértil.

2) El segundo término está definido por la habilidad del parásito para encontrar huéspedes durante su ciclo de vida. Se piensa que este atributo permite al parásito de huéspedes específicos mantenerse a bajas densidades del hospedero. Muchos investigadores opinan que el área de búsqueda no es constante y que frecuentemente varía con los cambios de densidad en ambas poblaciones (Holling 1966; Royana 1969; Huffaker y Matsumoto 1974; Masell y Huffaker 1969; Masell y Varley 1969 y otros). Otros investigadores piensan

que la capacidad de búsqueda tiene una relación directa con las -- condiciones del medio, las especies de parásitos con una vida poco expectante podrían tener una capacidad de búsqueda reducida o este atributo ser constante para un parásito dado bajo condiciones va-- riables (Nicholson 1933; Nicholson y Bailey 1935).

Es obvio que el concepto de capacidad de búsqueda es muy ambiguo - y no se pueden explicar todas aquellas propiedades que hacen a una especie una eficiente buscadora, sin embargo, se asocian factores como el poder de locomoción, capacidad de sobrevivencia, agresividad y persistencia como los principales elementos que permiten a -- una especie buscar bien y mantenerse así misma aún a densidades -- baj del huésped (Doutt 1964).

3) En hábitats frecuentemente perturbados como los que involucran el establecimiento del cultivo o aplicaciones frecuentes de insecticidas, o en circunstancias de disturbios climáticos, un elevado poder de incrementarse es un atributo deseable especialmente si el enemigo natural es liberado para suprimir una plaga durante una -- estación agrícola particular. Durante las labores culturales, los predadores generalizados son más importantes que numerosos parásitos de huéspedes específicos (Ehler et al 1973; Newson 1976).

Una elevada capacidad de incremento es un criterio importante para la selección de bioagentes que serán usados en hábitats frecuentemente disturbados o discontinuos o donde no sobrevivan en el in- - vierno.

4) De Bach (1964) enfatiza que la mayoría de los logros alcanzados en control biológico fueron propiciados por la introducción de -- organismos que muestran especificidad por el huésped.

Un parásito con huésped específico ha coevolucionado con él, por lo tanto está más familiarizado con la búsqueda, comportamiento, preferencias del hábitat y fenología del hospedero que otros organismos con una asociación menos íntima. La ecoevolución entre dos -- especies implica interacciones densoreguladoras recíprocas en situaciones estables.

5) Un enemigo natural efectivo debe tener conductual y reproductivamente sincronizado su ciclo de vida con la fenología del desarrollo y la fenología estacional del hábitat del huésped. Este fenómeno se presenta en parásitos altamente específicos y muchas introducciones de parásitos han fallado por la falta de sincronía del -- enemigo natural con el huésped (Clausen 1956; Messenger 1971; Van de Bosch y Messenger 1973). La sincronización es una forma de -- adaptabilidad y adecuabilidad (Huffaker, Luck y Messenger 1976).

Hay relativamente mayor éxito en control biológico en medios templados y poco variables que en regiones donde los cambios climáticos son drásticos y parecen disminuir el efecto del control biológico por dos razones: a) debido a la mortalidad excesiva de los -- enemigos naturales y b) porque se requiere un grado mayor de sincronización del bioagente para adaptarse o iniciar una diapausa. Las plagas de áreas salobres, tienen menos necesidad de entrar en

diapausa y los bioagentes tienen menos problemas de sincronía (De Bach 1964).

6) Un enemigo natural específico verdadero es claramente dependiente de su huésped para existir, incluso con un poder moderado para incrementarse si el medio es favorable y si posee una elevada capacidad de búsqueda, es capaz de regular la densidad de su huésped - (Luck y Messenger 1976).

Existen tres factores relacionados recíprocamente con las interacciones densodependientes; a) respuesta funcional, b) respuesta numérica y c) sus modificaciones por variación en las condiciones -- del medio como heterogeneidad espacial y temporal, mutua interferencia y otros factores extrínsecos. Si consideramos únicamente -- la mortalidad, una respuesta densodependiente existe cuando el enemigo natural provoca un aumento del porcentaje de mortandad con -- incremento de la densidad de los huéspedes dentro de un rango bajo la densidad, y decremento de la densidad de los huéspedes con de--cremento del porcentaje de mortandad de los mismos. Si un parásito individual ataca proporcionalmente más huéspedes con un incre--mento de la densidad de los huéspedes, el número de muertes es seguida por una curva sigmoideal, este tipo de respuesta funcional es descrita numéricamente por Hollings (1959). Este tipo de respuesta funcional es estabilizadora, sin embargo, no controla el potencial poblacional de la plaga (Hollings 1965; Hassel y May 1973; -- Murdoch y Oaten 1975). El parásito puede tener una respuesta numé--rica cuando presenta varias generaciones en uno de sus huéspedes, pero si sólo mantiene una generación su respuesta reproductiva es

densodependiente (Varley 1947). No existe evidencia de que esta interacción controle la densidad de los huéspedes (Henderson et al 1972; Mc Guire y Robinson 1983). Parece ser que el enemigo natural debe adquirir la capacidad de modificar no sólo sus características poblacionales, sino exhibir alguna forma de interferencia intraespecífica con el huésped (Simpson 1974).

7) Un enemigo natural también debe ser capaz de detectar previamente huéspedes parasitados y el estado preciso o adecuabilidad del huésped, de lo contrario, realizaría un gasto excesivo de energía y tiempo, ovipositando huevos y aniquilando posibles generaciones futuras (Huffaker y Kennett 1966; Doutt et al 1976).

8) La competencia entre las especies de parásitos puede considerarse de dos formas: a) intrínseca si se produce dentro del huésped y b) extrínseca si se efectúa fuera de éste. En el primer caso, competidores superiores pueden competir con competidores inferiores en el mismo huésped como individuos inmaduros. Consecuentemente los competidores inferiores para persistir, deben ser fuertemente competitivos en el exterior. Por ello se ha propuesto liberar alternativamente ambos, empezando con los competidores inferiores y alternativamente el competidor superior por si el primero falla (Franz 1961; Turnbull y Chaut 1961, Turnbull 1967).

Existen ejemplos conocidos en los que los parásitos de huéspedes específicos se redujeron por la introducción de una enfermedad o un predador, que provocaron discontinuidad en las clases de edad; la presencia de un complejo de especies parásitas etc., puede pro-

vocar desplazamiento competitivo en las poblaciones introducidas y provocar efectos no deseados (Ullyet 1947; Taylos 1937; Pachorn- - Walcher et al 1969; Zwolfer et al 1976; Hassell y Varley 1969; Varley et al 1974; Turnbull y Chant 1974).

En liberaciones múltiples de parásitos no específicos, se corre el riesgo de obtener un número considerable de hiperparasitismo o el desplazamiento competitivo de los parásitos establecidos (Turnbull y Chants 1961; Turnbull 1967; De Bach 1967; Hassell y Varley 1969; Huffaker y Kennett 1969; Varley 1974; Huffaker y Messenger 1976). Aunque teóricamente se piensa que los hiperparásitos pueden actuar algunas veces como parásitos primarios y secundarios funcionando -- como competidores directos o enemigos naturales de las especies -- primarias, esta teoría sugiere que el hiperparasitismo puede, bajo ciertas condiciones, actuar como un factor estabilizante (Luck y -- Messenger 1976), pero poco se conoce sobre estas condiciones que -- justifique la introducción de hiperparasitos para este propósito.

En resumen, cada uno de estos requerimientos por sí solo, no es capaz de producir los factores indispensables para el control biológico de plagas, prácticamente deben presentarse todos estos atributos en -- las especies que se desean utilizar con esta finalidad. Messenger -- (1976) y de Bach (1964, 1974) opinan que deben utilizarse especies -- que puedan coexistir juntas y que ambas deben ser altamente eficientes.

3. LOS AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO Y SUS DIVERSOS USOS

Los agentes de control biológico se presentan en una gran variedad de formas y han sido agrupados en seis categorías generales: Ver-

tebrados (pájaros, ratones, murciélagos, lagartijas, etc.), Artródos (arañas, ácaros e insectos), Nemátodos, caracoles y otros invertebrados, Microorganismos (patógenos que afectan invertebrados, plantas indeseables y antagonistas microbianos) y plantas superiores.

Los insectos pueden usarse como agentes de control de plagas en tres formas básicas; como parásitos o predadores que atacan a sus huéspedes (las especies de plagas), como herbívoros que se alimentan de las plantas nocivas o como poblaciones modificadas genéticamente que afectan el potencial reproductivo de las poblaciones silvestres de las mismas especies.

Relativamente pocas especies muestran ser adecuadas para modificaciones genéticas que puedan hacerlas agentes de control efectivos, pero el número de parásitos y predadores útiles potenciales y de herbívoros es muy grande. Por ejemplo, en la familia de himenópteros Ichneumonidae, de todos los miembros que se desarrollan como parásitos de otros insectos, se calcula que hay 60,000 especies en el mundo, de las que aproximadamente 16,000 han sido solamente nombradas (Townes H. 1969). El conocimiento es igualmente fragmentario en el mundo de la fauna de otros grupos de especial importancia como agentes bióticos de control de plagas. Existen tratados extensos sobre insectos entomófagos que incluyen discusiones sobre diferentes familias y órdenes, información sobre anatomía, biología y hábitos de las especies entomófagas (Askew, 1971; Balducci, 1939; Clausen 1940).

Los insectos también pueden ser útiles para el control de plagas - de invertebrados, especialmente ácaros. Los insectos parásitos -- y/o predadores, desempeñan la función de mantener el equilibrio de los organismos en el ambiente ocupado por ellos, de esta forma previene que sus huéspedes se conviertan en plagas potenciales; muchos otros, aún cuando son voraces, tienen un efecto reducido en - los niveles poblacionales de sus presas por sus hábitos alimentici- - os oportunistas o por que se encuentran en menor número (Stephen et al 1970). Sin embargo, pocas especies entomófagas que puedan - ser usadas como agentes de control biológico son conocidas en to- - dos sus aspectos (Cook 1969; Ackdeerh et al 1974).

Ente los insectos existe un gran número de enemigos naturales de malezas y han sido utilizados para controlarlas desde hace mucho - tiempo, la colonización de malezas se atribuye parcialmente a la - ausencia de enemigos naturales en el nuevo hábitat. Muchos de los fitófagos utilizados para el control de malezas pertenecen a los -- órdenes Hemíptera, Lepidóptera, Coleóptera y Díptera y ocasional- - mente de los órdenes Thysanóptera, Orthóptera e Hymenóptera. Algu - nos insectos conocidos como plagas en ciertas áreas, considerados como específicos dentro de sus hábitats, pueden ser utilizados - - como agentes de control introducidos en un nuevo hábitat. Existe una gran variedad de hábitats entre los insectos entomófagos, mu- - chos de los cuales son especies parásitas de plagas vegetales y en sus estados larvales cuando exhiben gran voracidad son utilizados contra ellas. Sin embargo, pueden jugar un papel muy importante - en el deterioro del cultivo, ya que muchos de ellos manifiestan -- hábitos alimenticios facultativos, sin embargo el comportamiento -

de estas plagas no está bien estudiado (Lack 1977; Emeth 1981).

Los Tachinidae representan también una familia importante, muchas especies de este género parasitan plagas relevantes de los cultivos, - principalmente larvas de lepidópteros (Sabrosky y Reardon 1976).

4. IMPORTANCIA DEL ORDEN HYMENOPTERA.

El orden Hymenóptera es indudablemente el orden dominante entre -- los insectos entomófagos, en el número de especies que tienen hábi- tos alimenticios que nos son útiles y en la frecuencia con la que atacan plagas de insectos en cultivos y en bosques. De acuerdo -- con Clausen (1940) cerca de la mitad de las familias que tienen re- presentantes entomófagos son estrictamente parásitos, uno de cua- tro es únicamente predador y el resto contiene especies parásitas y predatoras. Askew (1971) calcula que este orden contiene 100,000 especies parásitas, entre los que destacan los Ichneumonidae y los Braconidae que atacan una gran variedad de larvas y de adultos de lepidópteros y los trichogrammatidae que son parásitos de los hue- vos de muchos lepidópteros de importancia agrícola.

Existe una diversidad muy grande de la biología de las especies de este orden que contiene muchos de los agentes de control usados ru- tinariamente en el control biológico de plagas. En algunos grupos algunas especies son parásitas, otras predatoras y aún existen especies fitófagas; algunas se desarrollan dentro de parásitos secun- darios (hiperparásitos), hábitos encontrados sólo en Hymenóptera; otra característica importante del comportamiento de algunas espe-

cies, es la forésis, especialmente interesante cuando se trata de parásitos de oviposturas depositadas en masas. En algunos casos - (Encarsia) parasitan solo hembras apareadas (libélulas) y si éstas son vírgenes buscan otro huésped. En este caso el apareamiento, - modifica el comportamiento de la hembra y transforma la relación - huésped parásito (Harrison 1979). En general los adultos parási-- tos no dependen de sus hospederos para alimentarse, pero entre las hembras de muchas especies, éstas se alimentan en estado adulto de sus huéspedes causando una elevada mortalidad (Cuttler 1978).

El éxito preponderante en los proyectos de control biológico, probablemente puede atribuirse a este género (De Bach 1964). Varias especies de parásitos (Platygasteridae; Eurytidae; Aphelinidae; -- Scolinidae, etc.) han producido un control observable en plagas de cítricos, caña de azúcar, olivo, etc., en diversas partes del mundo.

Muchos Hymenópteros parásitos tienen la habilidad de dispersarse - considerablemente, esto los hace particularmente útiles contra plagas móviles. Otros parásitos tienen escasa movilidad pero tienen la capacidad de ser efectivos agentes de control (Schuster 1970; - Boling y Marony 1971). Ciertos parásitos en el estado pupal de -- algunas plagas tienen la habilidad de suprimirlas cuando se libe-- ran masivamente (Morgan, La Brecque, Weidhass, Benton 1975). Otros parásitos han sido propagados masivamente en épocas apropiadas en - zonas adyacentes al cultivo (Halfhill, et al 1973). Insectos predadores de larvas de Lepidópteros provocan reducciones significativas cuando las colonias se concentran cerca o dentro del cultivo (Law-- son, et al 1961) y muchos otros usos exitosos han hecho de los Hyme

nópteros, especialmente los parásitos, constituyan una esperanza - para el control biológico.

Sin embargo esta gran riqueza biótica acompañada de una complejidad extrema y poco comprendida, impide en la mayoría de los casos, la manipulación del comportamiento para la localización, selección y adecuabilidad en los huéspedes. La solución de este y otros problemas múltiples, nos permitirá evaluar el uso potencial de estos organismos como agentes de control ya que el conocimiento de su - compleja ecología es esencial para su manipulación exitosa.

Aunque los lepidópteros son susceptibles de propagarse masivamente y manejarse en el sentido de ser trasladados y utilizarse en insectarios, el intrincado desarrollo de su sistema nervioso, sugiere - qué sólo una vez que su comportamiento y las relaciones con su entorno sean entendidas, podrán utilizarse como agentes de control.

5. RIESGOS QUE INVOLUCRA LA UTILIZACION DEL CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico es la regulación de poblaciones por sus enemigos naturales (predadores, parásitos y patógenos, quizá también mediante competencia intraespecífica) (Huffaker y Messenger 1974). Este concepto define el control biológico como un fenómeno natural que se fundamenta en la premisa de que las poblaciones (presas y - predadores, huéspedes y parásitos) son densodependientes, en estos sistemas las poblaciones mantienen sus densidades relativamente -- constantes a través de un mecanismo de retroalimentación. La regulación de las plagas mediante enemigos naturales exóticos o nati--

vos incrementa las posibilidades de efectuar reajustes poblacionales de las plagas, que mediante la manipulación del hábitat puede controlarse.

Sin embargo, existen dos situaciones generales en las que los predadores y los parásitos son usados para el control de plagas. Cuando las especies colonizadoras alcanzan niveles muy elevados, se busca un enemigo natural que colonice y se establezca en el área, mediante relaciones ecológicas con la plaga que satisfagan las necesidades del agricultor, al reducir las densidades de ésta. La otra situación involucra el aumento de la densidad de organismos como resultado de cambios en las prácticas agrícolas que alteran el ambiente y propician el desarrollo de la plaga. En estos casos el control biológico se acompaña de prácticas complementarias designadas para reestablecer las capacidades reguladoras de los enemigos naturales residentes. Estas prácticas pueden incluir cambios en el tiempo de aplicación, concentración, modo de aplicación y clases de pesticidas químicos utilizados; inoculando en el ambiente enemigos naturales que inicien sus actividades previamente a la estación agrícola; colonización periódica de enemigos naturales cultivados específicamente; aplicación de ferohormonas para provocar una distribución eficiente de la progenie o estimulando la capacidad de búsqueda de los bioagentes, etc.

El control biológico exitoso debe ser permanente y es un método menos disruptivo de control de plagas que el uso programado de insecticidas.

En relación a los riesgos que el control biológico puede producir, pueden considerarse dos aspectos: 1) la seguridad humana y 2) el impacto de predadores y parásitos en el ambiente. Para evitar -- estos riesgos se han implementado reglas de seguridad que se inician con el establecimiento de condiciones cuarentenarias, donde -- se mantiene a los organismos bajo estudio y posteriormente se efectúan pruebas de colonización bajo diferentes condiciones, hasta -- obtener los efectos deseados.

Generalmente se asume que la plaga se ha erradicado, cuando en realidad lo que ha sucedido es que los enemigos naturales reprimen -- esa población hasta niveles muy bajos. Las relaciones de dependencia de las densidades de ambas poblaciones impiden la total exclusión de alguna de las dos.

Hasta la fecha no se ha observado que un enemigo natural introducido se convierta en una plaga, los hábitos y requerimientos alimenticios de estos organismos son el resultado de un largo proceso -- evolutivo, en el caso de especies fitófagas y carnívoras, se ha -- llevado a cabo un fenómeno de cambios coevolutivos que tienen lugar en ambos grupos. Las especies han desarrollado cierto grado -- de especialización alimenticia, por lo que no podrían fácil y rápidamente modificarla.

La introducción de diferentes especies en un área, puede reducir -- teóricamente la efectividad de los enemigos naturales presentes, -- cuando las especies adicionales son menos eficientes. Sin embargo, existen reportes de control exitoso de plagas por varias especies

introducidas de enemigos naturales en el hábitat (Huffaker y Kennett, Hasell citados por Caltagirone y Huffaker 1980). Otro efecto no deseado sería la reducción de uno o más de los enemigos naturales presentes cuando la colonización tiene lugar, pero el objetivo del control biológico según Huffaker (1980) es reducir las poblaciones de plagas al nivel más bajo posible, y no el de mantener las poblaciones de enemigos naturales al máximo. Otro riesgo es el de producir un incremento de parásitos secundarios o de predadores que puedan reducir la efectividad del enemigo natural. Para prevenir este problema se prueban los enemigos naturales en condiciones cuarentenarias hasta asegurarse que pueden establecerse sin ningún riesgo para el ecosistema. En las condiciones cuarentenarias, ecólogos y taxónomos se aseguran de que las especies establezcan relaciones primarias con los organismos que son de interés y efectúan pruebas con los organismos colectados del hábitat donde se piensan introducir.

Otro problema relacionado con las prácticas de control biológico estriba en fomentar condiciones favorables para el establecimiento del enemigo natural en el área deseada, el control de malezas es parte esencial del procedimiento, ya que los riesgos que involucra el establecimiento de especies fitófagas que puedan constituir una plaga son importantes cuando se pretende colonizar una zona para reducir las poblaciones dañinas que en ella se encuentran.

Por lo tanto, el control biológico debe sujetarse a una meticulosa investigación que minimice el riesgo de obtener efectos no desea-

dos (Huffaker y Messenger 1974; Huffaker y Caltagirone; 1980 Huffaker et al 1980).

6. MANIPULACION DEL HABITAT PARA OPTIMIZAR EL CONTROL BIOLOGICO

La manipulación del hábitat para incrementar la eficiencia del control biológico de enemigos naturales residentes o introducidos, -- implica conocer y entender las bases ecológicas y la dinámica de las poblaciones de las plagas y de sus enemigos naturales, así como las relaciones que guardan estos grupos con el resto de los --- insectos del hábitat, tanto organismos benéficos como los que no son considerados así por el agricultor. Es una idea aceptada por los ecólogos que a mayor diversidad de la comunidad existe una mejor estabilidad (diversidad en términos del número de especies presentes), por el carácter poliespecífico de los organismos que constituyen las cadenas tróficas, pero muchos autores no la consideran necesaria, especialmente en agricultura (Southwood y Way 1970, Huffaker 1974, Van Emden y Williams 1974 y Murdoch 1975 entre otros).

Como Southwood y Way (1970) han hecho notar, esto depende mucho -- tanto del número de especies por sí solas como por el incremento del número de especies en los niveles altos de la cadena trófica. Lotka y Volterra (1925 y 1926) en sus modelos teóricos concluyen -- que la mayor diversidad trófica provoca mayor estabilidad que una interacción simple predador-presa. Sin embargo, Southwood y Way (1970) proponen que el hecho de que la diversidad trófica promueva la estabilidad depende de la estabilidad climática del hábitat y de la precisión de la respuesta de una cadena trófica particular --

al incremento de las poblaciones de aquellos organismos que componen el nivel más bajo. Aún más, Murdoch (1975) y Van Emden y Williams (1974) concluyen que existe evidencia de campo de que las comunidades con más especies son más estables que aquéllas que tienen menos. Murdoch (1975) opina que la naturaleza artificial de un sistema agrícola es evidentemente inestable y no solamente porque tenga pocas especies. Quizá la diferencia más importante entre comunidades naturales y artificiales (agrícolas) es que las especies que componen el sistema artificial no han coevolucionado juntas. Cualquier especie de enemigo natural adicionada a la comunidad no ayudará a estabilizar una comunidad agrícola, sólo son aquellas cadenas que han coevolucionado (enemigos naturales altamente específicos), las que consideramos deseables para producir estabilidad. Existen ejemplos donde la adición o sustracción de elementos de un agroecosistema provoca efectos detrimentales o bondadosos durante el manejo de plagas (Southwood y Way 1970, Douth y Nakata 1965, Stern et al 1976, Way 1973 y otros).

Debe determinarse qué factores de un ambiente pueden retenerse y cuales deben ser eliminados sin destruir la continuidad de las cadenas (Kennet 1956, Parker 1971, Hussey y Bravenboer 1971). También debe esclarecerse mediante qué procesos se mantiene el número de los individuos de una población y cuáles son los parámetros que determinan variaciones drásticas en el número de los individuos que componen no sólo a las poblaciones de interés, sino a todas aquellas presentes en la comunidad. En este sentido se han desarrollado dos corrientes en la investigación, por un lado están aquellos que opinan que las poblaciones están reguladas por factores climáticos y que la regulación es independiente de la densidad

(Andrewartha y Birch 1954, Wilson y Bossert 1971), y por el otro - aquellos que opinan que los factores reguladores dependen del número de individuos de la población (Lack 1954, Henderson 1979). Los organismos que componen una comunidad no sólo son susceptibles de modificar sus parámetros poblacionales en virtud del número de elementos que los constituyen, e indudablemente su comportamiento se ve influido por las condiciones ambientales, especialmente en insectos que son sujetos de selección natural por variaciones drásticas en el clima. La contraposición de las corrientes se debe principalmente al tipo de organismos que los investigadores utilizan para efectuar sus observaciones, Andrewartha y Birch (1954) efectuaron la mayor parte de sus estudios en insectos herbívoros, poblaciones que no se traslapan y que están fuertemente influidas por las condiciones del medio, los insectos son poiquiloterms y sufren presión de selección climática, por lo que sostienen una posición funcionalista. Los otros investigadores trabajan con poblaciones que se traslapan y donde el número de individuos depende de la cantidad de recursos disponibles y por lo tanto del número de elementos de la población. Estos últimos sostienen una posición evolutiva. Ambos tienen razón, las poblaciones son afectadas tanto por factores ambientales como poblacionales.

Un análisis de la abundancia y distribución de las especies es fundamental para los procedimientos de control biológico. Las prácticas de supresión de especies implican alteraciones en estos dos factores producidas por la introducción de enemigos naturales, sin embargo, no sólo existen controversias relacionadas con estos elementos, sino también en los criterios de identificación de bioagen

tes eficientes, estas confusiones se refieren tanto a los atributos que deben tener los enemigos naturales como a la importancia que se les adjudica en las diversas fases del control de plagas -- (Batra, Huffaker y otros citados por Miller 1983). Existen también diferentes criterios de análisis. Un organismo huésped, como un lepidóptero, puede ser atacado por varias especies de parásitos, diferentes especies de parásitos pueden atacar diferentes estados de desarrollo del hospedero. También los parásitos pueden atacarlo en diferentes partes del año con diferente intensidad y en diferentes microhábitats o niveles de la planta. Existen muchos elementos a considerar y muchas opiniones qué analizar antes de iniciar las prácticas de control. Sin embargo, existe acuerdo en lo referente a la estabilidad de las comunidades expresado a través de las investigaciones sobre los diversos grados de organización que exhiben las comunidades sujetas a disturbios medioambientales o a interrupciones poblacionales, donde la composición de las especies se modifica dinámicamente y el orden y el número de éstas sufre reacomodos que ajustan los atributos poblacionales de los individuos de la comunidad. Esto implica que los organismos de un nivel pueden ser temporalmente reemplazados por los del otro durante el proceso de estabilización (Risch, Andow, Altieri 1983; Price 1970 y Force - - 1974).

Aunque algunos ecólogos enfatizan la reducida diversidad orgánica de los sistemas agrícolas, estas unidades ecológicas están constituidas por comunidades con numerosos elementos interactuantes. Han sido reportadas un gran número de especies de artrópodos que pueden estar presentes durante diferentes periodos de tiempo en los cultivos. Probablemente, de todos los organismos presentes en el -

agroecosistema, sólo puedan detectarse aquéllos cuyos efectos sean evidentes, o aquéllos que sean numéricamente predominantes, o por el impacto global que ocasionan, y no puedan ser observado el efecto gradual y permanente del resto de los individuos de la comunidad.

La abundancia y la ocurrencia fenológica de los organismos en el hábitat está regida por diversos factores interrelacionados como la localización geográfica dependiente del clima y de las prácticas agrícolas, la fenología del cultivo, la aplicación de insecticidas, etc. Las diferencias en las poblaciones entre áreas geográficas, reflejan diferencias en el clima y probablemente diferencias en las prácticas culturales locales y las diferencias fenotípicas de las plantas cultivadas. La abundancia y diversidad pueden también ser afectadas por las diferencias entre las variedades utilizadas.

Durante las diferentes fases de crecimiento del cultivo se observan marcadas fluctuaciones en el número y la diversidad de las especies presentes, de los artrópodos observados al final de la estación, algunos son observados sólo en ciertos periodos, después de los cuales no vuelve a tenerse registro de su presencia, otros son detectados indirectamente por sus oviposiciones o mudas, y otros pueden no serlo. La distribución espacio temporal de las especies es sumamente variable, probablemente debido a las disrupciones continuas y permanentes que sufre el agroecosistema. Las especies que han llamado la atención del observador quizá son aquellas de marcada persistencia o de considerable abundancia. Aque--

llas de permanencia facultativa o de corta duración y escaso número son muy difíciles de evaluar, por lo que muchas veces escapan a los procedimientos de análisis.

7. ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACION BIOLOGICA RELACIONADA CON LA PRODUCCION AGRICOLA.

Heliothis zea Boddie, Spodoptera frugiperda Smith y Diatraea grandiosella Dyar, entre otras, constituyen unas de las plagas más importantes en la agricultura nacional. En el maíz así como en otros cultivos importantes, representan un elemento crítico que limita la producción agrícola. Aunadas a estas pérdidas se encuentran las inversiones continuas y crecientes en insecticidas para el control de plagas.

Por estas razones deben concentrarse los esfuerzos de los investigadores en la búsqueda de información que les permita establecer las bases científicas tendientes a abatir el impacto ecológico y económico de estas plagas. En esta búsqueda deben conjuntarse todos los procedimientos del manejo de plagas a través de los estudios ecológicos y biológicos, de las especies existentes en los sistemas agrícolas con las investigaciones del impacto ecológico producido por la introducción de especies cultivadas en laboratorio a los núcleos agrícolas regionales.

Las clases de estudios y evaluaciones para cuantificar y cualificar los diversos métodos de control biológico así como de las pérdidas causadas por las plagas en los cultivos dependen de muchos -

factores. Sin embargo, las grandes dificultades que presentan - - estos estudios se reflejan en el gran número de tipos de investiga- ciones encauzadas a la obtención de datos para la elaboración de - métodos adecuados de trabajo relacionados con el cultivo, libera- ción y evaluación de los parásitos una vez que han sido liberados.

En cuanto a los programas de control de plagas, se observan dos fa- ses comunes de trabajo. La primera se efectúa antes de que aparez- can las pupas, las plantas son examinadas y la primera aplicación en espray se efectúa cuando se observan las primeras hojas afecta- das, posteriormente se aplican dosis semanales de insecticida, o - con la frecuencia necesaria, dependiendo de la severidad de la in- festación y la época del año. Se hace notar que estos tres últi- mos parámetros dependen generalmente del criterio del agricultor - quien inspecciona periódicamente el cultivo y determina el estado actual de las plantas para decidir si debe iniciar o no prácticas de control.

Estas prácticas en la mayoría de los casos se efectúan mediante -- aplicaciones de insecticida únicamente. El problema radica en -- establecer cuándo es ecológica y económicamente prudente iniciar- las. Para ayudar a los agricultores, entomólogos y economistas -- han desarrollado los conceptos de "umbral económico" y "nivel de - daño". La definición de éstos varía en la literatura, algunos - - autores incluyen el costo de las tácticas de control y otros no. - La consideración de Headley (1971) es la más útil para los agricul- tores, este investigador define el umbral económico como el nivel de la población de la plaga que maximiza la diferencia entre los -

costos de control y el monto total de la inversión. El otro concepto básico llamado nivel de daño económico se refiere al número mínimo de individuos que provocan pérdidas económicas (H.N. Pitre y Misticic 1979). Ambos conceptos son utilizados para determinar la densidad poblacional de las plagas en la que las medidas de control deben iniciarse para prevenir el daño de la plaga cuando ésta produce pérdidas económicas.

Aunque ambos se basan en datos estadísticos de la densidad de las plagas y su radio de acción en los cultivos, así como en evaluaciones sobre la cantidad y calidad de la producción agrícola, sin embargo, muchas veces la muestra no representa el estado actual del cultivo y por lo tanto se recurre a la observación de las anomalías fisiológicas y morfológicas de las plantas producidas por las plagas. No obstante, pueden confundirse las características del daño con los efectos producidos por otras especies. Por estas razones se piensa que los umbrales de infestación probablemente no sean más que elementos indicativos de la presencia de plagas, ya que no proporcionan una idea clara ni un parámetro confiable del tiempo en el que las medidas de control deban efectuarse.

Hasta la fecha se opina que las plagas pueden ser manipuladas mediante diversos métodos agronómicos, como tasa adecuada de siembra, labores culturales eficientes, uso de ciertas variedades y prácticas agrícolas constantes; o a través de procedimientos químicos como la utilización de atrayentes o repelentes para capturar o modificar el desplazamiento de las plagas; aplicando insecticidas; o mediante el uso de agentes biológicos que actúan directa o indirectamente.

tamente sobre los individuos de la plaga (depredándolos o parasitándolos y/o depredando otros organismos que al reducirse promueven el aumento de la densidad de otros cuya acción sobre la plaga se dice que es observable). Sin embargo, aunque se considera que el umbral económico es una función del nivel de infestación de la plaga, de la tasa de crecimiento de la población, de la tasa de daño causada por la plaga en el cultivo, de la fenología de éste, de la efectividad, del costo de las acciones de control, y en última instancia de las pérdidas del cultivo y del precio de la cosecha, no se han estudiado ni definido las variables que afectan la interacción plaga-cultivo; como por ejemplo, la relación entre la respuesta del número de plantas a las plagas con la producción y la calidad del producto, la fenología del cultivo durante el periodo de estudio enfatizando los periodos críticos de crecimiento y el comportamiento de la plaga durante éstos, el efecto de los organismos benéficos y su dinámica poblacional, las condiciones meteorológicas, etc.

Tampoco se ha investigado para las evaluaciones de los efectos combinados en la producción, la variedad y las prácticas agrícolas -- para el establecimiento del cultivo; el tamaño de los puntos experimentales, las unidades de medida y las interacciones ecológicas y biológicas que afectan la producción del cultivo por la aplicación de insecticidas.

Se desconocen también los umbrales económicos de un amplio rango de plantas hospederas de importancia económica, así como la presión biótica potencial de parásitos, predadores, patógenos y male-

zas; el estress ambiental que afecta la vitalidad de las plantas, - el potencial de infestaci3n de las plagas y muchos otros factores relacionados con el desarrollo de los niveles econ3micos de las - poblaciones.

C A P I T U L O I I

1. IMPORTANCIA DEL MAIZ EN MEXICO

El maíz es uno de los cultivos política, económica, agrícola y socialmente más importantes de México. En 1980 este cultivo ocupó aproximadamente el 37% del área cultivada y significó el 30% de la producción agrícola total, considerando los 10 principales cultivos del país (Primer Censo Agrícola y Ganadero 1980). En este mismo año, se sembraron casi 7 millones de hectáreas con una producción estimada en más de 9 millones de toneladas, sin embargo el consumo nacional anual es de aproximadamente 13.5 millones de toneladas de grano (Registros Nacionales de la producción agrícola 1975-1980). La diferencia entre la producción y la demanda tiene que ser satisfecha con la importación.

En los últimos treinta años, la producción nacional de maíz por hectárea ha ido reduciéndose (Carballo y Arellano 1981). En 1981 tuvieron que importarse más de cuatro millones de toneladas (Carballo y Morales 1982). Además se presentaron múltiples problemas relacionados con las condiciones del clima y con las prácticas agronómicas que propiciaron la invasión de plagas (Meléndez 1981).

En 85% del maíz se cultiva principalmente bajo temporal, que es de precipitación deficiente en un 35% de la superficie, sólo en un 20% de la superficie cultivada se usa semilla mejorada para la siembra y menos del 50% del área ocupada se fertiliza. Esto ha dado como consecuencia que principalmente en las grandes superficies del Noroeste se hayan alcanzado las más bajas tasas de producción de maíz que se reportan en los promedios mundiales, no obstante

que en amplias zonas se obtienen excelentes rendimientos.

Además de los problemas mencionados anteriormente que contribuyen a los bajos rendimientos del cultivo, los afecta negativamente el uso inadecuado de insecticidas, excesos en la aplicación de riego que a veces contribuye al incremento de la salinidad de los suelos. Otros problemas son la escasa e irregular precipitación en siembras de temporal, que someten a periodos largos de sequía a los cultivos, los efectos de descensos drásticos de temperatura, de vientos de intensidad y dirección variable, del deficiente control de malezas, de siembras en épocas y densidades inadecuadas, del deficiente e inadecuado uso de fertilizantes que a veces se aplica en forma excesiva. En la mayoría de las áreas se efectúa una preparación incorrecta e inoportuna del suelo, etc. En cuanto al producto cosechado, como en un porcentaje considerable es para autoconsumo, se le da un manejo deficiente.

Por estas razones, la detección y el control de las plagas que atacan al cultivo no se efectúa oportunamente y eficientemente, perdiéndose hasta un 35% del grano cosechado (Carballo y Arellano 1981).

La relevancia que ha alcanzado el cultivo de maíz puede atribuirse a los siguientes factores; 1) El maíz constituye históricamente la base de la alimentación nacional, aproximadamente el 80% de la población consume maíz, cuatro veces más que frijol, diez veces más que trigo y 50 veces más que carne; 2) La reducción paulatina de la superficie cultivada, de 8 millones de hectáreas a mediados de los 60s, a 6 millones de hectáreas en 1979 (Rosales y

Carbajal 1980), y 3) A las importaciones que se tienen que hacer y que representan una fuga importante de divisas, en 1980 las -- importaciones alcanzaron la cifra de 5 millones de toneladas (Registro nacional de exportaciones e importaciones de IMCE).

2. PRINCIPALES PLAGAS DEL MAIZ

DIATRAEA GRANDIOSELLA DYAR o gusano barrenador (Lepidoptera; Pyralidae)

Diatraea grandiosella Dyar es uno de los insectos más destructivos para el maíz, aunque también se han encontrado infestaciones de -- esta plaga en otros cultivos importantes. Se piensa que este gusa no es nativo de México y se introdujo a E.U. aproximadamente en -- 1913 (Metcalfe y Flint 1978). Esta plaga es frecuentemente responsable de una drástica y marcada reducción en los rendimientos y se presenta con mucha regularidad desde el establecimiento del cultivo. Esta especie también infesta pastos y zacates, se le ha observado oradando tallos y hojas de malezas desde donde posiblemente -- invade el cultivo (Sánchez 1978; Graham et al 1979).

El método más práctico para controlar esta plaga es el de la aplicación de insecticidas antes de que las hembras ovipositen o de -- que las larvas penetren al tallo, pero sí los muestreos no detectaron gusanos barrenadores en un número significativo, las larvas -- una vez que han penetrado al tallo, sólo pueden controlarse con -- insecticidas sistémicos, estos tienen la particularidad de trasladarse dentro de los tejidos de la planta y producir trastornos fi-

siológicos que pueden afectar el número y la calidad de las mazorcas cosechadas (Sifuentes 1979). Desafortunadamente las plagas no se presentan solas y es común observar el desarrollo simultáneo de varias especies en el cultivo, éste inicialmente consigue sostenerse, pero se atenúa gradualmente el desarrollo y el vigor de las plantas y en consecuencia es susceptible de adquirir no sólo enfermedades, sino también un número creciente de organismos que minan sus tejidos y reducen su capacidad biótica, obteniéndose frutos en menor número y de muy baja calidad. Otra consecuencia importante es la producción de un "estock" de plagas para el siguiente ciclo agrícola.

DESCRIPCIÓN

Los adultos de la palomilla son en general de un color pajizo claro, pero pueden variar de blanco grisáceo a gris blanquecino. Las alas anteriores son pajizas, amarillo café a casi negras con los bordes grises y de forma triangular con venaciones muy marcadas, las posteriores son satinadas y algunas veces presentan los bordes inferiores café. El abdomen es café cenizo y está cubierto por una pelucilla muy fina y de color claro. La extensión alar es en promedio de 3.1 a 3.5 cm., y la palomilla tiene aproximadamente 1.5 cm. de longitud. Los palpos labiales son conspicuos y se extienden hacia adelante de la cabeza con un pico corto. Las larvas al nacer presentan un color blanquecino que va tornándose amarillento con la edad, llegan a medir hasta 2.5 cm. de longitud, durante el invierno muestran manchas pálidas, pero durante el periodo de alimentación estas manchas adquieren coloraciones llamativas. Presentan 8 manchas redondas de color café o negro a lo largo de la porción anterior de cada segmento y en el margen posterior de -

éstos 2 pequeños puntos negros (Metcalf y Flint 1978; Randolph y - Garner 1979). Las patas son blanquecino amarillentas u oscuras. - Tienen la piel suave y lisa. Las pupas son café rojizas o café -- oscuras, de forma capsular, tienen aproximadamente 1 cm. de longitud. Presentan pequeños y delgados pliegues o segmentos ventrales. Los huevecillos son aplanados, blanquizcos o amarillentos, de forma ovalada o redondeada, miden en promedio 1 mm. de longitud y son depositados en grupos pequeños de 2 a 6 huevecillos, de apariencia escamosa y sobrepuestos como tejas (Randolph y Garner 1979).

BIOLOGIA

Los adultos son de hábitos nocturnos, durante el día se alimentan del néctar de las flores y se ocultan en el suelo o entre el follaje de las plantas. Las hembras ovipositan alrededor de 300 a 400 huevecillos individualmente o en pequeños grupos sobre la parte inferior o superior de las hojas o de las vainas de éstas. Se han encontrado también oviposturas en tallos jóvenes, y en hojas viejas en la parte media proximas a la nervadura central (Martínez -- 1977, Salgado y Domínguez 1979). Es frecuente encontrar una o varias oviposturas en la misma hoja o en la misma planta y algunas veces se han colectado de plantas vecinas (Selcnger 1975). Los huevecillos tardan en incubar de 5 a 7 días y las larvas se alimentan primero de las hojas donde fueron depositados, pronto llegan al tallo barrenando la médula profundamente hacia arriba y hacia abajo. La actividad alimenticia de las larvas es intensa y no decrece durante su desarrollo, pero como el aparato masticador y el tamaño de la larva se modifican conforme va alcanzando el estado adulto, la capacidad de destrucción es mayor (Cervera 1975). Los gusanos destruyen la planta de la cual obtienen el alimento y tienen la capacidad de desplazarse a otras plantas. Cuatro o cinco semanas después cuando completan su desarrollo, pupan dentro del tallo barrenado cubriéndose con sedas y tejido masticado que se endurece con el aire y adquiere una coloración oscura de textura granulosa quedando ocultas hasta la emergencia de los adultos que ocurre una semana después (Soriano 1978, Vázquez 1980 y Luna 1985). Durante el invierno pueden permanecer en forma de larvas maduras, escondidas en la región baja del tallo. Completan su ciclo de vi-

da en 45 días y pueden registrarse hasta 3 generaciones por año.

DAÑO OCASIONADO POR DIATRAEA GRANDIOSELLA DYAR:

Las plantas atacadas por esta especie adquieren la apariencia del follaje seco o de cogollos aserrinados y oscuros, hay achaparramiento y se pueden formar brotes laterales, el crecimiento es afectado por lo que la planta pierde la oportunidad de producir y forma mazorcas pequeñas y de mala calidad. En infestaciones tardías se observa la parte inferior del elote barrenada, esto provoca maduración incompleta y caída de las mazorcas.

El daño se inicia desde los primeros días de emergida la plántula, cuando el gusano ha barrenado el interior de los tallos justamente arriba de las raíces. Conforme la planta se desarrolla, el gusano asciende, se introduce al tallo y a las hojas, haciendo galerías longitudinales y destruyendo los tejidos, el efecto principal se manifiesta con la destrucción de la médula que provoca la muerte de la planta.

Otro efecto secundario de la plaga en el cultivo, es que los tejidos del tallo, especialmente los de la base, que el gusano no alcanzó a barrenar, no proporcionan a la planta el soporte mecánico suficiente para resistir vientos fuertes o manipulaciones culturales del terreno, las mazorcas cuando la planta cae al suelo, si alcanzan a madurar difulcutan las labores de la cosecha, o son dañadas por roedores o pudriciones. Cuando las lluvias se presentan con moderada intensidad, movilizan los patógenos del suelo y hacen

posible su desplazamiento hasta las partes aéreas de la planta, so
bre todo cuando las galerías fueron producidas en los entrenudos -
próximos al suelo (PenaFaber y un anónimo citado por Luna 1985).

OBSERVACIONES SOBRE SU COMPORTAMIENTO

Las larvas tienen una gran capacidad de distribución y un elevado poder de movilización que les permite evadir condiciones desfavorables del cultivo (Saéñz 1979). Como los huevecillos son ovipositados generalmente en grupos o son depositadas varias masas en la -- misma planta, es frecuente encontrarla infestada por varios indivi
duos (Selenger 1977). Parece ser que en algunas ocasiones llegan a barrenar los granos incluso cuando éstos están secos, sin embargo no se ha observado que los gusanos compitan por una parte específica de la planta, sino que se dispersan a lo largo del tallo y de las hojas sin molestarte unos con otros (Meléndez 1979). No -- obstante algunos investigadores opinan que las larvas tienen prefe
rencia por determinados niveles del tallo para construir las cavidades pupales (Velázquez citado por Luna 1985). Es frecuente en--
contrar sólo una pupa por planta ubicada en la base del tallo (Cervantes 1970), aunque se han colectado hasta 2 pupas en diferentes niveles del tallo en la región inferior de los entrenudos, por -
encima y por debajo de la mazorca (Solórzano y Maya 1973).

Las larvas al morder secretan una sustancia café oscura y pegajosa, barrenan las hojas desde el tejido medio, dejando una película cuticular en forma de largos y delgados canales asimétricos, los tallos quedan surcados por profundas cavidades ocluidas con materia

alimenticia endurecida (Sifuentes 1978).

HELIOTHIS ZEA BODDIE. o gusano elotero (Lepidóptera, Noctuidae).

La familia está representada por un promedio de 2,700 especies en Norteamérica. Esta especie junto con Heliothis virescens y Heliothis armigera y otras especies constituyen el llamado complejo -- Heliothis (Borrow 1976).

Heliothis zea Boddie constituye el factor principal de las pérdi-- das económicas relacionadas con el cultivo del maíz y con otros -- cultivos importantes. Este insecto presenta una gran variedad de plantas hospederas, tanto cultivadas como silvestres, y una gran -- capacidad de desplazamiento. Su versatilidad ecológica le permite desarrollar poblaciones activas durante todo el año.

Es importante hacer notar que Heliothis aparece invariablemente -- después de las aplicaciones tempranas e innecesarias de insectici-- das que abaten la entomofauna benéfica y propician el desarrollo -- de la población plaga. Por su distribución y comportamiento es -- hasta la fecha imposible de controlar por otros medios que no sean las aplicaciones programadas de productos químicos. Sin embargo, la falta de coordinación y la aplicación incorrecta de estos pro-- ductos ha producido un elevado rango de tolerancia y propiciado la selección de organismos plaga por resistencia a los insecticidas, lo que ha implicado incrementar considerablemente el costo del cul-- tivo o el abandono de las prácticas agrícolas. El cultivo abando-- nado se convierte en un foco de infestación que hace imposible -- cualquier práctica de control en los cultivos aledaños.

DESCRIPCION

Los adultos tienen un color variable, en general tienen las alas -- delanteras color café grisáceo claro con líneas irregulares grises a verde olivo y la punta de las alas de color oscuro. Las alas -- posteriores son blancas con manchas oscuras irregulares. La extensión de las alas es de aproximadamente 3.75 cm. Las larvas del -- último estadio alcanzan hasta 5 cm. de largo cuando están bien desarrolladas y presentan diferentes coloraciones con manchas laterales a manera de puntuaciones. La coloración de los gusanos varía de verde claro a café verdoso, rosado, café o negro y se encuentran marcados con líneas alternas claras y oscuras que corren longitudinalmente sobre el cuerpo. Presentan comunmente una línea -- oscura doble media dorsal a todo lo largo del cuerpo. La cabeza -- es amarilla y sin manchas, las patas son oscuras o casi negras. -- La piel es áspera y al microscopio presenta proyecciones espinosas de base ancha que van adelgazándose hasta la punta. El cuerpo presenta pliegues intersegmentarios y se desplazan con relativa rapidez. Las pupas son cafés y de aproximadamente 1.5 c.m. de longitud, de forma ovalada y presentan orificios genitales visibles en la región baja del abdomen, son estructuras segmentadas y móviles. Los huevecillos tienen forma semiesférica con surcos a lo largo de sus lados, son de color blanquecino y se tornan amarillentos con la edad, miden aproximadamente .1 mm de longitud. (Metcalf y Flint 1978).

BIOLOGIA

Las palomillas son de hábitos nocturnos, se alimentan del néctar - de las flores y ovipositan al atardecer de 300 a 5 000 huevecillos que son depositados de forma aislada sobre las plantas hospederas. Las palomillas de las últimas generaciones ovipositan preferente-- mente sobre los estigmas frescos del maíz, sin embargo, durante -- las primeras generaciones pueden encontrarse huevecillos entre las hojas y los tallos tiernos de las plantas. Los huevecillos tardan en incubar de 2 a 10 días y las generaciones tempranas se alimen-- tan de los jugos de cogollos y tallos jóvenes produciendo oradacio-- nes pequeñas y profundas, o barrenando directamente los estigmas - del elote. Las larvas sufren 5 mudas y cuando han alcanzado su -- completo desarrollo emigran hasta el tallo o se dejan caer al sue-- lo donde excavan túneles hasta formar una pequeña celda de pared - tersa a unos 8 o 12 cm. de profundidad, en esta celda pupan y des-- pués de 10 a 25 días o más si el clima es frío, emergen las palomi-- llas y caminan hacia afuera de los agujeros hasta la salida que la larva preparó antes de pupar (Metcalf y Flint 1978).

Las larvas migran de una planta a otra y es frecuente encontrar -- más de dos individuos por planta, y cuando los elotes están tier-- nos podemos encontrar hasta 5 larvas en diferentes estados de desa-- rrollo por mazorca. Algunos autores opinan que existe canibalismo entre ellas por lo que también es frecuente encontrar un solo gusa-- no completamente desarrollado en cada elote (Metcalf y Flint 1978), esto puede deberse también a que las larvas son solitarias y agre-- sivas y desarrollan una fuerte competencia interespecífica. Desde los primeros estadíos son voraces, pero su actividad alimenticia y

destructora se incrementa notablemente con el desarrollo de las -- larvas.

DAÑO OCASIONADO POR HELIOTHIS

La planta de maíz atacada por el gusano elotero manifiesta daños -- evidentes en tallos y hojas jóvenes antes de que el gusano se -- introduzca en los elotes. Las larvas al nacer penetran por la pun -- ta del elote destruyendo un gran número de estigmas por lo que los granos afectados "no llenan". Las larvas continúan alimentándose de granos tiernos, cuando se presentan más de dos larvas, los gusa -- nos barrenan la mazorca hasta la parte media. En infestaciones -- tardías o severas consumen granos maduros y secos.

El maíz dañado por gusano elotero mostrará elotes con masas de -- excremento húmedo en su extremo y los granos destruidos especial -- mente en la punta. La acción barrenadora de estos gusanos tiene -- diversos efectos secundarios entre los que podemos mencionar la -- aparición de enfermedades que no sólo afectan la producción del -- cultivo, sino también al ganado que se alimenta del forraje obteni -- do de éstas, y la aparición de plagas secundarias, principalmente coleópteros que se alimentan de los granos no dañados por Helio--- this, por lo que las mazorcas ni siquiera pueden ser industrializa -- das para otros fines.

OBSERVACIONES SOBRE SU COMPORTAMIENTO

Se ha visto que el gusano elotero se presenta desde la emergencia de las plántulas, donde pueden registrarse oviposiciones cuyo núme

ro se incrementa con el desarrollo de la planta y alcanza una inci-
dencia máxima durante la formación de los estilos (Graham y Robert
son 1970 citado por Luna 1985).

Harrison (1977) indica que los estilos son atractivos para la ovi-
posición de los huevecillos por la palomilla aún después de 10 ---
días de emergidos, sin embargo algunos autores opinan que ciertas
variedades presentan diversos grados de antibiosis contra esta pla-
ga y particularmente por la presencia de estigmas tóxicos para el
gusano que de alguna manera influyen adversamente en su desarrollo
e incluso pueden ocasionarles la muerte (Wann, Hills citado por --
Straub y Fairshild 1970 citado por Luna 1985).

Zwerdlinger (1971) indica que Heliothis zea Boddie tiene especial
preferencia por el maíz debido a la estructura y coloración de los
estigmas que en sus diferentes tonalidades producen sabores estim-
ulantes, a la morfología de tallos y hojas que presentan una mejor
superficie de adhesión y protección para los huevecillos cuando --
hay lluvia y viento, y al mantenimiento de la humedad y la tempera-
tura en los estigmas por las hojas ya que los huevecillos son cult-
ivados artificialmente en condiciones de una elevada humedad rela-
tiva.

Isley (citado por Luna 1985) demostró que la alimentación de las -
larvas modificaba la fecundidad de los adultos y que las larvas --
criadas en maíz depositan un número considerablemente mayor de hue-
vecillos que las larvas alimentadas con otros cultivos.

Dextley et al (1985) manifiestan que el maíz actúa como un cultivo trampa debido al tamaño alcanzado por las plantas durante la formación de las mazorcas, ya que atrapa a aquellos individuos arrastrados por el viento que lograron rebasar la estatura promedio de las plantas de otros cultivos. Baxer y Stevenson (1980) proponen la utilización de otros cultivos como barreras contra la invasión de palomillas sin embargo, indican que el maíz es un huésped preferencial para Heliothis aún cuando está presente en otros cultivos, por lo que actualmente se propone sembrar intercaladamente maíz como cultivo secundario entre las plantas que se desean propagar sin problemas tan serios (Aragón y Sánchez 1978).

Aunque esta plaga es considerada como la de mayor importancia para el cultivo del maíz, no existe mayor información sobre su ecología y comportamiento, por lo que se desconocen las medidas que puedan controlarla oportunamente.

Sin embargo, una estrategia de control biológico puede intentarse teóricamente con buenas probabilidades dado que el gusano elotero es susceptible al ataque de parásitos y predadores, aproximadamente 40 parásitos y 600 predadores han sido reportados atacándolo ocasionalmente. El complejo de sus enemigos naturales varía espacial y temporalmente y depende también del cultivo o de la variedad de que se trate. No obstante, el número de parásitos específicos que lo atacan es muy limitado para esta especie. Entre los parásitos reportados más comunmente sobresale Trichogramma sp. (Lingren et al 1977; Curl y Burbutis 1977; Ables et al 1978; Luna 1985 y otros). Numerosos trabajos de evaluación sobre su eficiencia se

han realizado desde 1929 con resultados diversos y hasta la fecha inconclusos.

SPODOPTERA FRUGIPERDA SMITH o gusano cogollero (Lepidoptera; Noctuidae).

Spodoptera frugiperda Smith es una palga común del maíz, no se puede hablar sobre el cultivo sin mencionarla, ya que se presenta desafortunada e invariablemente desde las primeras fases del desarrollo de la planta hasta la maduración de las mazorcas, período en el que se ha observado que su número decrece aunque no de manera notoria, probablemente debido a la gran cantidad de competidores que se presentan para alimentarse de los granos o de los organismos que los consumen (Saénz 1976). Durante el ciclo agrícola del maíz presenta variaciones poblacionales fluctuantes relacionadas principalmente con cambios en las condiciones climáticas como lluvias persistentes e inundativas, que no solo eliminan esta plaga sino también a los organismos benéficos asociados al cultivo. Es una plaga voraz y el daño que ocasiona difiere en diversos grados de intensidad dependiendo de la ubicación del cultivo, la variedad utilizada y la fecha en que fue sembrado (Carrillo 1975). El gusano cogollero es considerado como una plaga de origen tropical que ha invadido nuestro país (Sifuentes 1979). En contadas ocasiones se ha podido atenuar relativamente el daño que provoca mediante labores culturales eficientes, inspecciones continuas y la aplicación programada de insecticidas (Ordóñez y Cervantes 1981). La selección de variedades residentes no ha sido hasta la fecha exitosa debido esencialmente al desconocimiento de esta especie en cuanto

se refiere a los factores que la hacen especialmente fecunda para este cultivo (Hinojosa 1974).

DESCRIPCION

El adulto es una palomilla de color café grisáceo, comunmente las alas anteriores son de color oscuro blanquecino moteadas con pequeñas manchas claras y oscuras, en el ángulo apical de estas se -- observa una mancha blancuzca. Las alas posteriores son claras, -- por sus bordes inferiores a veces muestran tonalidades más oscuras. La extensión de las alas es de aproximadamente 3.5 cm y la palomilla tiene en promedio 2 cm. de longitud. Al nacer las larvas presentan un tono amarillento que posteriormente se oscurece, tienen la cabeza y el escudo pronotal oscuro con tres líneas dorsales más claras. Las larvas son de color café, verde pálido amarillento y aún negras, presentan tres bandas longitudinales de color claro; -- una en la región media dorsal y dos en la región laterodorsal y -- llegan a medir hasta cuatro centímetros de longitud. Las patas -- son oscuras. La piel es áspera y a veces presenta proyecciones -- epidérmicas delgadas. El cuerpo presenta segmentos bien definidos. Las pupas son de color café rojizo y presentan orificios genitales visibles en la región ventral baja, alcanzan un tamaño de aproximadamente 1.5 cm. de longitud, tienen forma ovalada con la región -- central más gruesa y con segmentos móviles. Los huevecillos son -- esféricos y presentan estrias radiales, son de color blanco amarillento opaco, miden aproximadamente .1 mm de longitud y son ovipositados en grupos o "masas" cubiertas por escamas (Randolph y Garner 1979).

BIOLOGIA

Los adultos permanecen durante el día ocultos entre el follaje o en las grietas del suelo. Son de hábitos nocturnos, se alimentan del néctar de las flores ovipositan alrededor de 1 000 huevecillos en masas de 50 a 100 huevecillos cubiertos por escamas y por un material algodonoso de color blanco con fibras café claro, la deposición de los huevecillos se efectúa en el envés de las hojas cuando la plántula recientemente ha emergido y ocasionalmente sobre el haz en la región apical de hojas viejas cuando la planta esta más desarrollada, sin embargo en plantas de edad avanzada pueden encontrarse en ambas partes (Solórzano 1979). Es también frecuente encontrar oviposturas en cogollos y hojas tiernas. Los huevecillos tardan en incubar de 4 a 5 días, las larvas al nacer se alimentan de las hojas sobre las que fueron depositados o de las hojas próximas a esos lugares y estas quedan seriamente dañadas. En estadios de desarrollo avanzado llegan a oradar el tallo y las hojas viejas, en ocasiones barrenan los tallos a nivel del suelo (Sifuentes 1979). Tres semanas más tarde cuando las larvas alcanzan su completo desarrollo caen al suelo donde excavan galerías y construyen una celda a unos 7 o 15 cm. de profundidad, en esta celda pupan y una semana después o más, si las condiciones son favorables, emerge el adulto (Metcalf y Flint 1978).

Las larvas emergidas de cada masa de huevecillos se distribuyen a lo largo de la planta y es frecuente encontrar más de 7 larvas por planta, algunas veces se han encontrado hasta 20 (R.C. Tockson citado por Sifuentes 1978). Cuando los elotes están tiernos también

son atacados, perforándolos en forma similar a como lo hace el gusano elotero, dejando un rastro de abundante excremento húmedo en las zonas barrenadas, produciendo caída prematura de los estigmas y destrucción de los granos, algunas veces también provocan alteraciones fisiológicas que impiden la maduración de la mazorca, ya -- que llegan a barrenar casi por completo el pedúnculo que los sopor ta (Severiano et al 1976). En otras ocasiones penetran a la mazor ca por la base o por la región central, pero preferentemente se -- disponen en la punta alimentándose de los granos tiernos y estig-- mas jóvenes (Meléndez 1978, Zaragoza y Arana 1980). Han llegado a encontrarse hasta 12 larvas por mazorca (Sifuentes 1979). La vora cidad de la especie es pronunciada desde las primeras fases de de-- sarrollo y no parece decrecer conforme alcanza el estado adulto -- (Metcalf y Flint 1978).

DAÑO OCASIONADO POR SPODOPTERA FRUGIPERDA

Las larvas se alimentan del cogollo de las plantas, retardando el desarrollo y destruyéndola si esta recién nacida (Metcalf y Flint 1978). Destruyen el follaje de las plantas produciendo grandes -- oradaciones que hacen inservible su utilización como forraje, per foran el tallo y otros tejidos que quedan expuestos al ataque de - microorganismos y de otros insectos provocando pérdidas importan-- tes en el cultivo. Esta especie es muy activa y las larvas se ali mentan también de cualquier parte de la mazorca, especialmente de granos y estigmas jóvenes que caen antes de tiempo, por lo que el desarrollo de los granos se ve obstaculizado. Como varios indivi-- duos se alimentan de la misma mazorca en diferentes partes, el elo

te queda totalmente destruido y su manejo para fines industriales se ve interrumpido. Una planta se ve atacada simultáneamente por varios individuos que le oradan las hojas, le barrenan el tallo y las mazorcas, la planta queda seriamente afectada, esto se manifiesta inicialmente por un retraso del crecimiento y más tarde por la formación de mazorcas de mala calidad o en última instancia por la muerte (Smith y Johnson 1980).

OBSERVACIONES SOBRE SU COMPORTAMIENTO

En infestaciones severas se han encontrado hasta tres oviposiciones sobre la misma planta, algunas de ellas pueden estar en la misma hoja, y plantas silvestres o malezas presentan síntomas de infestación y albergan una gran cantidad de adultos que vuelan sobre el cultivo cuando el follaje es removido (Lewis et al 1979).

El efecto de los depredadores sobre los huevecillos de gusano cogollero es mayor debido a que al consumir parte de los huevecillos de la masa, destruyen una buena cantidad de los huevecillos restantes durante los procesos de remoción de el material algodonoso y las escamas que los recubren, quedando expuestos a la deshidratación y a depredaciones posteriores o a parasitismo (Ecbon y Randolph 1967).

Se ha observado la construcción de túneles y de celdas para pupar próximas a las raíces o tallos jóvenes, donde inician sus actividades alimenticias (Simón 1980).

Algunos investigadores opinan que las larvas son miméticas y que adoptan la coloración de las larvas del gusano elotero para compartir el mismo sustrato, ya que muchas veces suelen confundirse si no se analizan los gusanos detenidamente, y en algunas ocasiones llega el parecido al extremo de adoptar las mismas puntuaciones, recurriéndose en estos momentos al estudio morfológico de la cabeza y de su desarrollo hasta el estado adulto (Sánchez y Arana 1978). Otros opinan que el mimetismo es aparente y que toman coloraciones semejantes debido a que se alimentan de la misma planta y que no pueden llegar a confundirse (Esparza y García 1979, Castrejón y Salgado 1978 y otros). También se ha propuesto esta característica como mecanismo de competencia, ya que al confundirse los individuos de las dos especies pueden coexistir sin que exista canibalismo entre ellas (Green et al 1979).

Debido a los problemas que presenta su temprana diferenciación los agricultores reportan sus cultivos plagados por gusanos que pueden pertenecer a dos especies diferentes y efectúan prácticas de control incorrectas, lo que ocasiona en unas partes del cultivo un marcado decremento en los porcentajes de infestación y en otras regiones un aumento progresivo del número de gusanos (Domínguez 1979). Esto puede indicar una respuesta diferencial a la aplicación de insecticidas y un mecanismo de regulación poblacional natural que se rompe espontáneamente ocasionando graves pérdidas.

3. OTRAS PLAGAS DEL MAIZ EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE TAMAULIPAS (S.A.R.H.)

Araña Roja Paratetranychus sp., Olygonychus sp. y Tetranychus sp.
 Estos ácaros son difíciles de observar a simple vista; su color varía de rojo a verdoso según la especie. La araña roja al picar y chupar la savia de la planta ocasiona decoloración, deformación y caída prematura de las hojas, las que presentan áreas de color blanquecino y polvoso. Las altas temperaturas y condiciones de baja humedad en el cultivo favorecen el incremento de la plaga. Normalmente las infestaciones se inician en las orillas de los lotes donde existen caminos de terracería.

Barrenadores del tallo. Zeadiatraea lineolata especie neotropical, Z. grandiosella, Z. muellerella, Chilo loftini.
 Durante el desarrollo de estos lepidópteros la planta va sufriendo destrucción temprana de las hojas hasta que el insecto penetra al tallo produciendo canales longitudinales, las plantas barrenadas disminuyen drásticamente su tasa de crecimiento y mueren.

Chapulines. Sphenarium purpurascens y Melanoplus sp.

Estos orthópteros pueden desplazarse fácilmente y debido a su gran voracidad pueden desfoliar totalmente al cultivo. La infestación se inicia frecuentemente en caminos y canales de riego.

Chicharritas. Dalbulus elimatus, D. guevarai y D. maidis Del y --
 Wolk Empoasca sp., Sogata cubana y S. furcifera.
 Las ninfas y los adultos de estos homópteros al pi-
 car los tejidos para succionar la savia ocasionan -
 daños, particularmente observables en las hojas don-
 de producen una coloración rojiza que empieza por -
 los bordes y en el envez de las hojas ocasionan clo-
 rosis manifiesta por la aparición de puntitos amari-
 llos que llegan a cubrir toda la hoja, llegan a pro-
 ducir una especie de quemaduras y enrollamientos,
 así como achaparramientos y enanismo de las plantas
 en infestaciones severas.

Chinches. Leptodictya tabida, Blissus leucopterus, Lygus li-
neolaris, Creontiades rubrinervis, Nezara viridula
 (L.) y Euschistus servus (Say).
 Estos hemípteros se alimentan de los jugos de la --
 planta, perforando hojas tallos y particularmente -
 durante el periodo de formación de los granos se --
 incrementan sus poblaciones succionando grano o flo-
 res tiernas provocando su pudrición y caída.

Diabrotícas. Diabrotica undecimpunctata Fabricius, D. balteata -
 Le Conte, D. variegata Jacoby y D. sp.
 Estos coleópteros constituyen una plaga importante
 del maíz, se encuentran presentes desde la emergen-
 cia de la planta hasta la formación y caída de los
 frutos. Las especies pueden diferenciarse por el -
 color y el tamaño.

Las larvas de estas especies se desarrollan en el suelo, donde se alimentan de las raíces de las plantas y de la parte subterránea del tallo, posteriormente muerden las hojas y las perforan, ocasionalmente atacan también tallos y mazorcas tiernas.

Frailecillo. Macroductylus infuscatus, M. mexicanus y M. murinus.

Los adultos de estos coleópteros tienen especial -- preferencia por los estigmas tiernos de la planta y presentan un incremento poblacional cíclico que se adapta a la fenología del cultivo.

Gallina ciega. Phyllofaga sp.

Las hembras de estos coleópteros depositan sus huevecillos cerca de las raíces de la planta, alimentándose de éstas y produciendo graves daños al cultivo.

Gorgojo. Carpophilus lugubris.

Las larvas de estos coleópteros atacan la parte -- interna de los elotes de maíz dulce y el adulto lo barrena alimentándose de los granos en formación.

Gusano medidor. Mocis latipes.

Este lepidóptero se alimenta vorazmente de las ---- hojas, dejando únicamente la nervadura central. En infestaciones intensas la planta no forma mazorca y sin follaje no puede ser utilizada como forraje.

Gusano peludo. Estigmene acrea Drury.

Los gusanos de estos lepidópteros se alimentan de las hojas de las plantas produciendo perforaciones irregulares inicialmente y terminan por destruir completamente las hojas, esto disminuye marcadamente el rendimiento del cultivo.

Gusano rompe hojas, o desfoliador. Prorachia daria

Estos lepidópteros destruyen parcialmente las hojas de los cultivos, iniciando la destrucción de la hoja en los ápices hasta llegar a la parte media donde abandonan la hoja destruida para iniciar su labor en otra, la planta dañada adopta un aspecto particular.

Gusano saltarin. Elasmopalpus lignosellus. Zeller

Estos lepidópteros pueden presentar focos de infestación durante la postemergencia de las plantas, las larvas se encuentran bajo tierra barrenando los tallos a la altura del nudo de la raíz, continúan alimentándose de hojas y raíces, barrenando y torzando los tallos, al alcanzar su completo desarrollo forman un cocón que adhieren al tallo donde permanece hasta la emergencia del cultivo o hasta la formación de frutos, éstos son desprendidos por el efecto barrenador hecho en la base de las mazorcas.

Gusano soldado. Pseudaletia unipuncta Haworth.

Las larvas de estos lepidópteros se alimentan vorazmente de las hojas y pueden actuar como trozadores, ya que generalmente se encuentran en la base de la planta, la actividad alimenticia de las larvas es nocturna y se incrementa conforme alcanza el estado adulto provocando grandes pérdidas.

Gusanos trozadores. Agrotis ipsilon Hufnagel, Chorizagrotis auxiliaris, Feltia subterranea, Peridroma saucia y Prodenia latifascia.

Los gusanos causan daño principalmente en las plantas jóvenes del cultivo, generalmente se presentan como focos de infestación y tienen actividad alimenticia nocturna, trozan las plántulas al nivel del suelo sobre la base del tallo, tienen una basta capacidad de invasión hacia otros cultivos.

Hormiga arriera. Atta mexicana.

Este himenóptero tiene una capacidad extraordinaria para desfoliar las plantas, esta actividad se ve acentuada durante los periodos de alimentación de las nuevas crías, construcción de galerías y migraciones, son capaces de destruir el cultivo.

Picudos. Geraeus senilis y Nicentrites testaceines.

Las actividades alimenticias de estos coleópteros se intensifican conforme alcanzan el estado adulto.

Se presentan en diferentes etapas del ciclo agrícola, las larvas barrenan el tallo y los elotes y los adultos se alimentan de las hojas, el daño principal es causado por el adulto al alimentarse vorazmente de las hojas.

Pulga negra. Chaetocnema ectypa, Chaetocnea sp. y Epitrix sp.
Estos coleópteros constituyen una plaga de regular importancia en el maíz, se presentan principalmente cuando las plantas se encuentran en las primeras etapas de desarrollo. Los adultos perforan las hojas tiernas con orificios irregulares y las hojas maduras con perforaciones a manera de tiro de munición, generalmente desde el envés.

Pulgón verde. Rhopalosiphum maidis Fitch.
Las ninfas y los adultos de estos homópteros succionan la savia de hojas y espigas tiernas. Los adultos son verde azulados y también se les encuentran en los cogollos de las plantas, las plantas infestadas presentan una coloración negruzca de aspecto enmielado debido a la presencia de fumagina, al succionar la saliva inyecta toxinas, que interfieren con el funcionamiento fisiológico del tejido atacado.

Trips. Frankliniella occidentalis, F. williamsi, Hercotrips plaseoli Hood, y Trips tabaci Lindeman.
Las plagas de estos thysanópteros se pueden presen--

tar desde la emergencia de las plántulas hasta la -
maduración del fruto. El daño en las plantas se --
produce principalmente por las ninfas del primero -
y segundo estadio y por los adultos al raspar y suc-
cionar los jugos que brotan de las heridas produci-
das, el daño se manifiesta en las hojas que se ven
rasgadas y arrugadas, con manchas plateadas en el -
envés que posteriormente se tornan cenizas y luego
café, cuando los ataques son severos los focos de
infestación se ven oscuros, después las plantas se
desfolian y mueren. Estos insectos se consideran -
plagas secundarias.

4. CONTROL BIOLÓGICO DE LAS PLAGAS DEL MAÍZ EN MÉXICO

Un gran número de especies dañinas a los cultivos agrícolas de Mé-
xico, son aborígenes, por lo tanto en el transcurso de los siglos
han formado determinadas interrelaciones con sus organismos parási-
tos o predadores, de ahí que después de intentar la introducción y
aclimatación de parásitos y predadores del extranjero, se haya con-
centrado la atención en el estudio de los recursos naturales de ca-
da región agrícola para emplear entomófagos nativos. En la década
de 1930-1940 se desarrollan en Sinaloa algunas experiencias con --
Trichogramma minutum, sin obtener el establecimiento del parásito
(Coronado,) y no fué sino hasta 1963 en Torreón Coahuila, cuando -
se obtuvieron los primeros avances en el manejo de este insecto --
procedente de Estados Unidos. Posteriormente a las liberaciones -
de esta especie y como consecuencia de su adaptabilidad al medio -
se inició la reproducción de cepas nativas.

Los programas de control biológico se iniciaron en la Región Lagunera y comprendían liberaciones tempranas de Trichogramma en cultivos de maíz con el objeto de incrementar el porcentaje de parasitismo en los huevecillos de las larvas de las plagas y provocar una distribución amplia que contralara también las plagas de otros cultivos. El resultado de estos trabajos fue alentador y sentó las bases para establecer un programa permanente con liberaciones periódicas de Trichogramma. A partir de entonces se ha experimentado y discutido la naturaleza del control biológico natural inducido por este insecto en plagas del maíz, algodón, sorgo, frijol y otros sistemas agrícolas. Los resultados y observaciones extraídas de estas investigaciones indican que se trata de un parásito potencialmente eficiente para el control de algunas de las principales plagas de lepidópteros en cultivos de diferentes regiones.

La reproducción de Trichogramma se inició masivamente en la Región Lagunera, principalmente por el trabajo del Ing. Raúl Castilla - Chacón, quien desarrolló métodos propios que permitieron reducir el costo de los sistemas de producción.

Las experiencias de la Laguna, sirvieron inicialmente para establecer la propagación regional del insecto, actividad que estuvo a cargo de la Delegación de Sanidad Vegetal. Adicionalmente las organizaciones agrícolas, los directivos Fitosanitarios del Gobierno Estatal y Federal proporcionaron recursos y estimularon las investigaciones relacionadas con esta actividad.

En el estado de Tamaulipas se inician los trabajos de investigación en la década de los sesentas, con el auxilio del Patronato para la

Investigación Fomento y Sanidad Vegetal quien estableció definitivamente este programa. En 1972 el Gobierno del Estado de Tamaulipas proporcionó 17,000 m² de terreno en la Ciudad de Matamoros, para edificar las instalaciones necesarias para el desarrollo de la investigación necesaria para establecer métodos eficientes de control biológico de plagas, y desde 1973 hasta la fecha las aportaciones son de origen federal y de los agricultores. La dirección General de Sanidad Vegetal cuenta entre otros con un laboratorio de reproducción de organismos benéficos donde no sólo se estudia la biología y comportamiento de Trichogramma sino también la de -- otros organismos benéficos nativos de la región (Manual Fitosanitario Regional S.A.R.H.).

5. EL AREA BAJO ESTUDIO

El estado de Tamaulipas está situado en la parte norte de la llanura costera del Golfo de México y en la Sierra Madre Oriental. Limita al Norte con los Estados Unidos de Norteamérica, al este con el Golfo de México y al oeste con el estado de Nuevo León y al suroeste y sur con los estados de San Luis Potosí y Veracruz respectivamente. El estado de Tamaulipas se encuentra comprendido entre los paralelos 28° y 12' 40' Latitud norte, y los meridianos 2° al este y un grado al oeste del meridiano de México. Tiene una superficie de 79 869 Km² y ocupa el séptimo lugar en extensión en el país. Contrariamente a lo que se piensa, Tamaulipas cuenta con -- una morfología accidentada, ya que sus sistemas montañosos ocupan la cuarta parte de su superficie. Los principales sistemas montañosos son los siguientes; su mitad suroeste está ocupada por la -- Sierra Madre Oriental, y sus estribaciones, conocidas como Sierras

Frontales, Sierras de Tanchipa o del Abra, de Cucharas, del Chamal y de la Colmena. Al este, en la llanura costera, la Sierra de San Carlos unida con la Sierra de Tamaulipas y Buenavista por la Mesa de Solís. Entre estas Sierras y la cresta principal de la Sierra Madre se extienden los Valles de Padilla, ciudad Victoria y Llera. La porción más austral del estado, en los límites de San Luis Potosí y Veracruz, es baja y constituye la región conocida como la -- Huasteca (García 1979).

González (1974) observó que existe una zona notable de altas temperaturas orientada de noroeste a suroeste, limitada por la isoterma de 25°C, esta zona también se encuentra rodeada y limitada por la isoterma de 24°C. Esta situación puede indicar una marcada desforestación debida probablemente a la ampliación de los terrenos dedicados a las labores agrícolas.

El estado es atravesado por el trópico de Cáncer a la latitud 23° 27' norte y esto provoca la formación en el centro y en el norte -- de una zona anticiclónica de escasa precipitación, la cual origina oscilaciones térmicas muy marcadas y provoca a su vez climas cálidos con lluvia escasa o bien origina climas secos esteparios. -- Observó también dos zonas de máxima precipitación, una al suroeste y otra en la región centro sur del estado, estas dos zonas se encuentran separadas por una de menor precipitación, debido a que -- está en situación contraria a donde viene el viento. Considerando que los nortes procedentes de altas latitudes, al encontrarse con la barrera montañosa de la Sierra de Tamaulipas ascienden provocando abundante lluvia, también tienden a bifurcarse dejando una zona de menor precipitación.

El clima de la región noroeste del estado, donde están ubicados -- los municipios donde se realizó este trabajo, está clasificado de acuerdo a Thornwaite en subhúmedo mesotermal (semicálido), con -- humedad deficiente en todas las estaciones y con invierno benigno (SARH), cabe hacer notar que desde hace varios años los inviernos han sido muy crudos y fueron acompañados por heladas. Los perio-- dos de máxima precipitación se presentan en esta época, aunque las lluvias son escasas. La zona manifiesta una humedad relativa - -- anual del 74%, con variaciones diarias muy marcadas. Se presentan vientos fuertes continuos de intensidad y dirección variables en - cualquier estación del año, dominando los sur-este durante primavera-verano y otoño, y los nor-este y nor-oeste en invierno (SARH). La temperatura media anual es de 23°C aproximadamente y la temperatura media del mes más frío es inferior a 18°C.

Las condiciones fisiográficas del estado de Tamaulipas, así como - las características tan variables del clima, acompañadas de bastas extensiones agrícolas, hacen de la región un foco recpetor de plagas y enfermedades, que encuentran un ambiente propicio para establecerse y diseminarse ampliamente (Manual Fitosanitario de la Región, S.A.R.H.).

La zona norte del estado de Tamaulipas comprende una superficie -- cultivable de aproximadamente 950 000 hectáreas y contribuye con - más de 500 000 toneladas anuales de maíz, que junto con el sorgo - representan el principal recurso económico del estado. En la década de los cuarentas cuando se inició el cultivo de gramíneas, se - cosechaban sus frutos libres de plagas o enfermedades y cuando - - había infestaciones, podían limitarse fácilmente mediante labores

culturales adecuadas. La región se colonizó por el atractivo del cultivo del algodón, que establece esta zona como una región - - agrícola importante. La utilización de los sistemas de riego permitió la explotación intensiva de este cultivo que se convirtió en el principal cultivo de la región, los beneficios económicos obtenidos por ésta propiciaron la explotación extensiva y muchos otros cultivos fueron sustituidos por éste. Sin embargo, las condiciones climáticas, la humedad del ambiente elevada, el aumento de la temperatura al avanzar el año, aunado a inviernos benignos, propició la invasión de plagas enfermedades y malezas que una vez establecidas empezaron a propagarse.

Al principio la aplicación de insecticidas permitió cosechar a un costo moderado pero posteriormente las plagas empezaron a diversificarse y a adquirir resistencia, se incrementó la toxicidad y las dosis de insecticidas provocando un desequilibrio ecológico relevante, la cuantía del daño provocado por las plagas hizo incosteable el cultivo del algodón, por lo que prácticamente dejó de producirse y en su lugar empezó a sembrarse principalmente maíz, sorgo y frijol. Las labores agrícolas muchas veces deficientes permitieron el desarrollo de plagas hasta un nivel tal que la aplicación masiva de insecticidas era insuficiente para controlarlas, las plagas incrementaron sus daños en los cultivos y los campesinos sus esfuerzos por combatirlas. El impacto económico de esta experiencia y el establecimiento de plagas que no han podido erradicarse propició la búsqueda de otras alternativas de control (Manual Fito sanitario Regional, S.A.R.H.).

C A P I T U L O I I I

1. CONTROL BIOLOGICO

El gran número de insectos que dañan la salud y el bienestar del hombre difieren en su forma de vida y se adaptan a cambios de condiciones, incluyendo aquellas provocadas por el hombre en sus esfuerzos por controlarlas. Una de las mayores ventajas del hombre sobre las plagas es su capacidad para modificar y combinar los métodos de ataque en un tiempo menor al que necesitan los insectos para que efectúen cambios por mutación o por selección natural. (National Academy of Science, 1982).

El control biológico tiene como objetivo principal regular el exceso o impedir el establecimiento o diseminación de los insectos dañinos y evitar que éstos causen problemas de importancia, al mínimo costo posible y sin riesgos para el hombre y el ecosistema.

El control de plagas es reconocido, aceptado y parte necesaria de la agricultura moderna, los métodos empleados varían enormemente y tienden a reflejar los compromisos que involucran 3 factores determinantes; capacidad tecnológica, factibilidad económica y aceptabilidad social. Estos elementos son susceptibles de cambiar con el tiempo, cada uno involucra el establecimiento de juicios basados en la información disponible sobre costo-beneficio, importancia del problema del control de plagas y el clima político predominante. Cualquiera que sea el método elegido, los recursos energéticos continúan declinando bajo el impacto de la explosión demográfica, y es inevitable que la confianza se deposite en los recursos renovables del manejo de plagas. (U.S. Department of Agriculture, 1978).

Se ha observado que las labores culturales no son en si mismas un método eficiente del control de plagas, sin embargo proporcionan - un mecanismo de selección mecánica contra los insectos que en dife-
rentes estados de desarrollo esperan el establecimiento del cultivo. Mientras no exista una perfecta planeación y programación de las labores culturales y de control de plagas, será frecuente - -- observar en las regiones agrícolas focos de infestación que progresa-
tivamente se extienden e invaden los terrenos cultivados.

Sin embargo, prácticamente no existen plagas específicas para alguno de los cultivos comunmente practicados, y es común encontrar en cualquier región alguno de los complejos de plagas que se presentan ocasionalmente en otras áreas e incluso puede decirse que se -
mantienen permanentemente en el área con fluctuaciones drásticas - en el número de los individuos que componen a las poblaciones. --
Estas plagas han encontrado un equilibrio recíproco y el efecto sobre ellas de las especies benéficas es muy reducido. No obstante se ha registrado información sobre los individuos que depredan - -
estas especies, así como sobre las que los parasitan, entre ellas podemos mencionar a Trichogramma sp. y a un número limitado de microorganismos que son capaces de provocarles la muerte por destrucción o licuefacción de los tejidos de los que se alimentan.

El uso de agentes biológicos para el control de plagas ha sido una parte integral de las estrategias del manejo de plagas en la producción agrícola, forestal y en la protección del hombre y sus animales. La importancia y ventajas de este método de control son reconocidos mediante numerosos trabajos cuyos resultados han propi-

ciado un avance significativo para el desarrollo de nueva tecnología en este campo.

La implementación de nuevas tácticas en el manejo de plagas y los cambios concomitantes en los métodos de producción implica reconocer la importancia de los métodos biológicos de control.

El desarrollo del conocimiento ha permitido comprender la genética y la biología de la población que actúa como agente del control y - los factores que influyen en su comportamiento, las aplicaciones - prácticas de estos métodos son más complicadas pero potencialmente útiles. Adicionalmente, el uso de los agentes biológicos para la regulación de las plagas está inextricablemente interconectada con factores que no pueden ignorarse como los medioambientales y socio-económicos.

Muchos organismos utilizados en el control biológico son algunas - veces considerados como "pesticidas", sin embargo el término está apropiadamente restringido a sustancias no vivas o componentes usa doc en el control de plagas. Los agentes biológicos exhiben especificidad biológica o por el huésped. Mientras que muchos agentes de control manifiestan una elevada selectividad hacia el hospedero, otros pueden utilizarse contra una gran variedad de huéspedes. En la naturaleza, aquellos que son específicos tienden a ajustar su - número en respuesta a las fluctuaciones en las poblaciones de sus huéspedes. Una entidad no viva carece de estos atributos.

Una alternativa importante es utilizar el método de control de plagas que usa a los individuos del mismo ecosistema como elementos de control. La regulación de las plagas por sus enemigos naturales está ampliamente extendida en la naturaleza; el ejemplo más espectacular y mejor conocido involucra la introducción de especies que constituyen plagas severas hasta que uno o más de sus enemigos naturales son adicionados a la región recientemente invadida por la plaga, cuya población desciende notablemente. Los agentes de control biológico generalmente se adaptan al medio ocupado por la plaga y son capaces de reproducirse tanto como hospederos disponibles existan. Los agentes de biocontrol que no se condicionan satisfactoriamente al medio cuando son usados, pueden ser efectivos si se introducen en forma programada o si los factores medioambientales son manipulados a su favor.

Las plagas también pueden ser controladas usando individuos esterilizados de la misma especie o con alguna modificación genética que al ser liberados en el ecosistema reducen la capacidad reproductiva de la población natural. Estos agentes biológicos tienen la ventaja de ser absolutamente específicos. Los insectos esterilizados tienen una actividad represora inmediata en las poblaciones nocivas. Ciertos tipos de alteraciones genéticas una vez introducidas en la población, pueden persistir y afectar la capacidad reproductora de varias generaciones sin necesidad de introducir las nuevamente.

Se está haciendo un intento por conocer las prioridades generales en diferentes áreas de estudio relacionadas con el control biológico

co. El uso de insectos para regular poblaciones de otras especies de insectos ha tenido en la última década un impulso extraordinario y tiene un potencial comercial considerable. No obstante, -- existen principios fundamentales aplicables también a la utilización de otros organismos como agentes de control (microorganismos, nemátodos, vertebrados, etc.), diferencias en los organismos, en -- sí mismos y en los niveles de conocimiento, que hacen indispensables que varias disciplinas estudien individualmente su potencial y patrones de desarrollo, y posteriormente se integren las investigaciones para el establecimiento de una tecnología más eficiente.

Un progreso significativo en el uso del control biológico requiere combinar modelos teóricos con el conocimiento obtenido de la experiencia práctica. Igualmente, deben atenderse directamente los métodos de producción y manipulación de los biorentes en diversas -- combinaciones y en diferentes situaciones para saber cómo deben -- ser usados en coordinación con otras prácticas del manejo de pestes.

2. CONTROL BIOLOGICO POR TRICHOGRAMMA

La familia Trichogrammatidae (Hymenóptera: Chalcidoidea) comprende 63 géneros de insectos y aproximadamente 500 especies descritas, de los cuales Trichogramma Waestwood 1833, es uno de los más importantes y estudiados en muchos países para el control biológico de diversas plagas agrícolas (de la Torre 1980). El género Trichogramma comprende un grupo de himenópteros parásitos primarios inter-- nos de los huevos de otros insectos. El parasitismo de este insecto produce un cese inmediato del desarrollo normal del embrión del

huésped, destruyéndolo y ocasionándole la muerte (Kemp y Simmons - 1978).

Trichogramma ataca principalmente huevos de lepidópteros, muchos de los cuales son considerados como plagas importantes de una gran variedad de cultivos esenciales para la alimentación humana. Por el número comparativamente reducido de insectos entomófagos cuyos hábitos y relaciones con los hospederos los hacen útiles en los trabajos de control biológico, este género ha recibido la más amplia consideración. Se han hecho intentos para utilizarlo en cada fase de control biológico, protegiéndolo mediante prácticas agrícolas adecuadas, introduciéndolo continuamente para establecerlo en nuevos hábitats y produciéndolo masivamente para ser liberado.

Este chácido es actualmente utilizado en diversos países del mundo, en la Unión Soviética se emplea contra las plagas de algunos cultivos de cereales y de árboles frutales; en la India, China, Corea y Japón, lo aplican sobre cultivos de arroz y otros cereales; en Puerto Rico lo liberan sobre caña de azúcar y papa; en Estados Unidos de N.A. también se emplea para diferentes plagas en cultivos de árboles frutales, cereales, caña de azúcar, algodón, maíz, etc.; en Cuba lo utilizan en cultivos de yuca, tomate, pastos y caña de azúcar; en México lo utilizan sobre las principales plagas de diversos sistemas agrícolas como maíz, frijol, tomate, sorgo, trigo, y, en menor escala, sobre algodón, papa y jitomate.

México cuenta con 14 centros de reproducción de este parásito, produciéndose a escala comercial en Europa, E.U., América Central y -

Sudamérica. En los sistemas de producción masiva se utilizan diferentes huéspedes para cultivarlo, pero el potencial de los cultivos y las liberaciones de Trichogramma se ve limitado por el número de huevos huéspedes que pueden producirse a un costo y tiempo - razonables (Hoffman et al 1977). Se han desarrollado y cultivado generaciones "in vitro" de estos parásitos utilizando huevos hospederos, sustratos artificiales de diversos materiales o sustratos - derivados de los huevos o de otras partes del cuerpo de los hospederos (Hoffman et al 1973; House y Traer 1949; Yasgen y House 1970), medios de cultivo endurecidos con cera (Rajendram y Hagen 1974; Rajendram 1978), cápsulas de resina llenas de plasma sanguíneo de diversos insectos (Hoffman et al 1977), en medios semisintéticos derivados de jugos orgánicos (Hoffman e Ingnoffo 1974), etc.

El profundo interés que estos parásitos han despertado también se refleja en los progresos continuos de los métodos de liberaciones (Morrison et al 1978; Ables et al 1979; Bull et al 1979; Jones et al 1979) que han facilitado la aplicación de los parásitos de una manera más práctica y en menor tiempo sobre extensas regiones - -- agrícolas. Actualmente en diversas partes del mundo se cultiva comercialmente Trichogramma a escalas industriales que satisfacen -- las necesidades de los agricultores tecnificados.

Muchos autores mencionan frecuente parasitismo de las masas de huevos y larvas de algunas plagas producidos por Trichogramma sp después de que han sido predados por otros insectos y removidas las escamas algodonosas que los protegen (Sánchez y Araba 1978; Domínguez 1979; Green et al y otros) por lo que se ha propuesto que una vez

detectada la plaga y observada la actividad depredadora en los huevecillos se efectuen liberaciones masivas de Trichogramma sp. - - (Ecbon y Randolph 1967). No obstante, la plaga puede alcanzar ya para esos momentos niveles alarmantes de infestación y las liberaciones de Trichogramma sp. ser insuficientes, produciendo una masa cre en las poblaciones liberadas (Lindgreen et al 1980; Ables et al 1979, y otros). Se piensa que Trichogramma sp. no es capaz de parasitar las masas de huevecillos de gusano cogollero, ya que no puede liberarlas de la protección que las cubre (Luna 1985). Otros investigadores opinan lo contrario y son partidarios de las liberaciones tempranas de Trichogramma sp. para controlar la plaga desde los momentos de su aparición en el cultivo (Coronado 1979; Zamora y Jiménez 1979; Ramos y Ordóñez 1980 y otros).

El parasitismo producido por Trichogramma sp. en masas de huevecillos de gusano cogollero colectadas del campo y llevadas al laboratorio es muy elevado, pero también es notorio un comportamiento hiperactivo y prolongado de las avispidas para remover la protección de los huevecillos (Elton y Mc Donald 1975). Cuando las masas de huevecillos han sido depredadas por otros insectos y los huevos quedan dispersos, el parasitismo por Trichogramma sp. puede ser inmediato y mayor, ya que la forma triangular en la que quedan dispuestos los huevecillos durante la oviposición hace imposible la parasitación de los huevecillos que quedan en la base de la masa (Lara 1985 comunicación personal).

El uso de Trichogramma para la supresión de especies plaga mediante cultivos masivos y programas de liberación, está documentada en

diversos trabajos (De Bach 1964, Sweterman 1958). Sin embargo, -- este método de control podría aplicarse con cierto grado de predicción si fueran determinados los factores que influyen en el éxito o en el fracaso de estos programas (Morrison et al 1980, Ables et al 1982, Bull et al 1983).

Estimulantes del comportamiento de búsqueda (Jones et al 1973) unidades de búsqueda del huésped (Knipling y Mc Guire 1968), duración del día (Simmons 1978), método de distribución del parásito (Ables et al 1982, Jones et al 1984), condiciones del clima, puntos de liberación (González et al 1970) y los microclimas en donde los huevos hospederos ocurren (Kott 1971) son algunos de los factores reportados como potencialmente importantes para los programas de control de plagas.

Desde que los primeros trabajos de liberaciones de Trichogramma se iniciaron, hasta la fecha, los investigadores han estudiado el control de diversos parásitos en numerosos huéspedes, pero los resultados continuaron siendo conflictivos (Biever 1972). Más reciente mente Knipling y Mc Guire (1968) hicieron un estudio teórico de -- las limitaciones y potencialidades de este parásito en la regula--ción de plagas y propusieron que si se liberaban suficientes cantitidades de parásitos en un ambiente con un adecuado recurso de huéspedes, los parásitos podían ser efectivos, el pormenor de estos -- trabajos es que están basados en el estudio de una población subjetiva en un ambiente efectivo, esto es práctico pero hace peligroso generalizar apartir de los resultados entre el rango verdadero de observaciones.

Los investigadores están interesados en desarrollar un método práctico de control biológico en el que Trichogramma pueda ser usado, - particularmente desde que la capacidad de producción pueda efectuarse a bajo costo y permita mayores facilidades a las liberaciones masivas (Biever 1972). Pero antes de que un programa de control pueda ser utilizado, deben establecerse qué características biológicas y ecológicas determinan el efecto del parásito en el sistema. Desafortunadamente poca información básica está disponible en lo relacionado con la adecuabilidad del huésped, la respuesta del parásito al clima, los efectos de la densidad de la población de diferentes huéspedes, dispersión del parásito y otras características que son de vital importancia para los programas de control (Parker y Pinnell 1978, Biever 1978).

Existe información relacionada con la dispersión del parásito en el campo (Schread y Garman 1933; Jaynes y Bynum 1941, Stern et al 1965, Hendricks 1967, Fye y Larsen 1969, Thorpe 1984), pero no se ha desarrollado profundamente para las especies candidatas para los programas de control.

Desde hace aproximadamente 10 años, se iniciaron intensamente las investigaciones dirigidas a evaluar la eficiencia de Trichogramma en diferentes cultivos y para diferentes plagas (Lewis et al 1969, Jonet et al 1973, Gross et al 1975, Starks et al 1975, Young et al 1976, Stinner et al 1977, Ignoffo et al 1977, etc). Los programas comprendieron liberaciones masivas de parásitos en áreas de estudio de diferentes dimensiones y características, con métodos de liberación variados que utilizaron desde liberaciones manuales, mecá

nicas y electrónicas, para la aplicación temprana, continua, permanente o esporádica de parásitos, para evaluar la eficiencia de - - Trichogramma.

Los resultados de las evaluaciones, medidas en términos de porcentajes de parasitismo, desconcertaron a los investigadores aún cuando en muchos casos se obtuvieron éxitos en el control de ciertas plagas. El comportamiento del parásito no puede predecirse, pero se observaron detalles que permitieron efectuar innovaciones en los programas de control. Se liberaron diferentes cantidades de parásitos, algunas veces se obtuvieron porcentajes de parasitismo satisfactorios, pero en otros casos no pudo comprenderse la razón de los resultados bajo las mismas condiciones de trabajo. Se manipularon los huevos hospederos, se estudiaron diferentes condiciones del cultivo, de traslado y de liberaciones sin llegar a resultados concluyentes.

La causa de la ineffectividad del parasitismo en ciertos casos se atribuyó a varios factores; 1) falta de sincronización de los parásitos con las poblaciones tempranas de la plaga, 2) bajas densidades de huéspedes durante las primeras generaciones que no permitieron el incremento del parásito, 3) mortalidad de los parásitos por temperaturas extremas que produjeron una baja densidad de parásitos, 4) depredación y 5) ataque de hiperparásitos.

Era evidente que las poblaciones de parásitos y de huéspedes debían manipularse a favor de los parásitos si los factores anteriores podían eliminarse mediante la introducción de parásitos más --

efectivos, hacerse liberaciones sincronizadas e incrementar la densidad de huéspedes fértiles que proporcionaran un sustrato adecuado para el incremento y la continuidad de los parásitos.

Así, se manipula la abundancia y distribución de los huéspedes y de los parásitos y se observa una marcada dependencia poblacional de ambas especies. Evans (1930), Huffaker y Kenett (1968), Knipling y Mc Guire (1968), Parker Lawson y Pinnell (1971), Parker y Pinnell (1972), Lingren y Wolfenbager (1976), Morrison et al (1980) propusieron que adicionando huéspedes al medio podría incrementarse la eficiencia del parásito y observaron que bajo densidades de huéspedes reducidas se previene el incremento del Trichogramma durante los primeros periodos de la estación y que las densidades de este parásito y su eficiencia podían aumentar cuando la densidad poblacional de los hospederos alcanzaba niveles económicos, por lo que se intenta suprimir a las plagas usando el nuevo sistema de control que consiste en liberar masivamente plagas y sus parásitos.

Sin embargo, en muchas de las liberaciones de huéspedes y de parásitos no se incrementó la población natural de parásitos a un nivel efectivo, y se observó que los parásitos por sí solos fueron efectivos sólo después de que las generaciones de huéspedes alcanzaron su máxima densidad. Parker, Lawson y Pinnell (1971) observaron una elevada mortalidad de huéspedes en los puntos donde las liberaciones de parásitos fueron hechas y en los puntos donde los huéspedes fueron provistos al área de estudio. En otros casos se obtuvieron resultados significativos manifiestos en el abatimiento relativo de la plaga.

En consecuencia, se considera que no todas las especies del género tienen los mismos hospederos ni la misma amplitud de rango de hospederos y que existen diferencias del comportamiento entre las especies y aún entre las poblaciones locales, por lo que se propone un programa de control que contemple liberaciones de dos o más especies de Trichogramma, se piensa que la competencia intraespecífica no es un factor importante debido a las interacciones huésped parásito y a la habilidad aparente del parásito de detectar huevos parasitados que puede incrementar su efectividad reduciendo la competencia intraespecífica.

Por otro lado, la falta de retención de números adecuados de parásitos liberados en las áreas de estudio es un problema constante involucrado en las liberaciones masivas (Stinner 1977, Ingnoffo et al 1977, Starks et al 1975, Gross et al 1981). Se han intentado diversos métodos y procedimientos que incluyen el enfriamiento de los parásitos antes de ser liberados, la liberación de insectos diurnos bajo condiciones nocturnas, aprovisionamientos artificiales de alimento, la exposición de los huevos hospederos antes de ser liberados, el uso de barreras de luz, de atrayentes y repelentes químicos, de cultivos intercalados, etc. que no han sido suficientes para reducir el funcionamiento de los parásitos al área de estudio.

Otro problema importante que dificulta la evaluación de la actividad de los parásitos liberados en el campo es la incapacidad de distinguir entre la parasitación natural y la producida por los parásitos liberados. Uno de los métodos utilizados es el marcaje de los parásitos con radioisótopos y su subsecuente detección en los huevos hos-

pederos (Copeland et al 1976, Bengton 1967). Con este método es posible registrar las actividades de Trichogramma y los huevos - huéspedes con los que estuvo en contacto, ya que los parásitos marcados son capaces de transferir radioactividad a otros huevos huéspedes.

Los parásitos son liberados en el cultivo y se les enfrenta a un medio en el que tienen que sortear grandes dificultades, la probabilidad de que los huevos huéspedes sean parasitados en un ambiente de búsqueda muy extenso para el tamaño del insecto, es producto de muchos factores entre los que se pueden mencionar el descubrimiento del sitio donde se encuentra el hospedero y la probabilidad de que exista parasitismo cuando el descubrimiento ocurre (Morrisson et al 1980). Se observó que la probabilidad de encontrar hospederos depende directamente de la densidad de éstos y que el parasitismo varía inversamente con la distancia entre los huevos huéspedes, por lo que desde el punto de vista espacial parece ser que Trichogramma no sería capaz de efectuar operaciones de control. Estos datos y los resultados obtenidos de los estudios de las relaciones (de dependencia) poblacionales y las observaciones hechas en el campo producen desconcierto en la comunidad científica.

Como éstas, existen otras interrogantes que impiden comprender la eficiencia de Trichogramma. Sin embargo, los resultados satisfactorios obtenidos estimulan estas investigaciones y la mayoría de los estudiosos del tema se muestran optimistas.

Por ello, el control biológico con Trichogramma, hasta la fecha, - no ha dejado de ser un conjunto sistemático de pruebas basadas en el ensayo y el error, se encuentra frente a la barrera del desconocimiento de la compleja red de interacciones bióticas y abióticas que dificultan analizar y por lo tanto comprender su biología y -- comportamiento una vez que ha sido liberado en el campo. Ludwig - y Potterfield (1971) concluyeron que es difícil predecir la activi- dad biológica y consecuentemente los resultados del control bioló- gico que pueden considerarse provocados por el azar. Hasta la fe- cha tampoco se sabe sobre sus requerimientos ecológicos, se desco- noce si tiene preferencias fisiológicas por determinado huésped y su taxonomía es sujeta a constantes modificaciones, descripciones y redesccripciones (De la Torre 1980). Mucho se ha discutido tam- bién sobre su capacidad de desplazarse desde el punto en el que ha sido liberado, y las opiniones son tan variadas que no se puede -- establecer un criterio razonable que permita establecer un punto - de referencia confiable (Morningside 1980).

Este género presenta grandes variaciones en el número de hueveci- llos que puede ovipositar, la cantidad de huevecillos que puede pa- rasitar y el número de adultos que son capaces de emerger bajo con- diciones naturales y, debido a su tamaño es difícil de estudiar y manipular sin producir variaciones de comportamiento o estructura- les (Henderson et al 1979). También se desconoce si los Tricho- --- grammas cultivados en laboratorios tienen la misma capacidad adap- tativa y la misma adecuabilidad que los Trichogrammas que se - --- encuentran en estado natural, no se sabe si entre estas poblacio- -- nes se producen relaciones de competencia cuando son puestas en -- contacto mediante liberaciones (Hephen y Andry 1980).

La primera impresión que nos proporciona una revisión a 50 años - de trabajo parece ser muy inconsistente, ya que si bien cada método ofrece mejores ventajas que el anterior, la sofisticación alcanzada por éstos aumenta el costo de las operaciones. Cada estudio difiere de los otros en el tamaño de la parcela estudiada, la densidad de los hospederos, la calidad de los parásitos, los métodos y las tasas de liberación, la presencia de otros factores como la entomofauna local, las condiciones del clima, del cultivo y de la plaga, en algunos casos con el uso de insecticidas y muchas otras variantes que hacen difícil unificar los estudios de Trichogramma dentro de un sistema concreto de trabajo. Todos estos factores -- evidenciados a través de los trabajos escritos y la falta de conocimiento de muchos otros, han influido en la comprensión del comportamiento del parásito y en la ausencia de un punto de referencia que permita evaluar su efectividad al ser liberado.

Por estas razones no existen hasta la fecha recomendaciones de uso de Trichogramma. Se requiere mucho mayor información sobre el papel que desempeña, las investigaciones deben estar dirigidas al -- estudio del comportamiento del parásito y su fenología, a la obtención de organismos de mayor calidad, fecundidad y longevidad, al estudio de su dinámica poblacional, a la evaluación de las condiciones en el área de estudio para cada liberación, al estudio de -- las dosis mínimas de liberación necesarias para cada caso, a la frecuencia de las aplicaciones, etc. Prácticamente la biología, ecología y comportamiento de Trichogramma es desconocida, tampoco se sabe mucho sobre la biología y ecología de las especies dañinas -- asociadas al cultivo y no existen estudios sobre el posible efecto negativo de las liberaciones masivas de organismos introducidos.

3. ADAPTABILIDAD DE TRICHOGRAMMA PARA LOS TRABAJOS DE CONTROL - --
BIOLOGICO.

Algunas de las características bióticas que determinan su adaptabilidad son las siguientes (Flanders 1930).

1. En confinamiento se aparea y oviposita rápidamente.
2. Se desarrolla y alcanza la madurez en los huevos de palomillas que se alimentan de granos almacenados.
3. Tiene un ciclo de vida corto.
4. Su desarrollo se extiende en un amplio rango de temperaturas - como muchos de sus huéspedes.
5. Tiene una gran variedad de hospederos.
6. Adapta sus generaciones de acuerdo al número de las generaciones de su huésped (Marchal 1927).
7. Si la temperatura y el alimento lo permiten desarrolla generaciones que pueden mantenerse activas durante el año.
8. Tiene pocas especies competidoras y no se le conocen parásitos secundarios.
9. Si se le mantiene en una concentración suficiente puede tener un efecto reductivo en los hospederos.

Algunos factores que limitan su adaptabilidad en los trabajos de control biológico:

1. No parece ser específico.
2. Su comportamiento de búsqueda parece estar regido por movimientos al azar, tendientes a ascensos y descensos entre la cober-

- tura vegetal tanto de las plantas cultivadas como de las malezas.
3. Deposita dentro del huésped más huevos de los que pueden alcanzar el estado adulto.
 4. Oviposita huevos dentro del huésped que se encuentran en estado de desarrollo muy avanzado, por lo que no son capaces de -- alcanzar la madurez.
 5. Bajo condiciones naturales, los huevos del huésped son susceptibles de ser depredados por una gran variedad de insectos.
 6. Tiene poca capacidad competitiva.
 7. Es muy sensible a las variaciones térmicas.
 8. Tiene un número considerable de depredadores.
 9. Manifiesta una elevada capacidad de desplazamiento.
 10. Su densidad poblacional depende del número de hospederos disponibles.
 11. Su comportamiento de búsqueda parece estar regulado por hormonas secretadas por las hembras de sus hospederos al ovipositar.
 12. Su copulación está regulada hormonalmente y el metabolismo -- endocrino regulado por las condiciones del clima, por lo que -- en climas variables no podemos esperar que su eficiencia sea -- demostrada.
 13. La búsqueda del compañero sexual no parece estar únicamente relacionada con ferohormonas, sino también con estímulos visuales.
 14. El tamaño muy pequeño del parásito, más el desplazamiento -- -- irrestricto del sitio de liberación dificulta la búsqueda del

compañero sexual y la oviposición en la zona donde fue liberado.

15. No parece tener preferencia por cierto tipo de plantas.
16. Si sobrevive oviposita de 20 a 30 huevos en 10 días, las plagas depositan muchos más.

4. TENDENCIAS GENERALES EN LOS METODOS DE LIBERACION TRICHOGRAMMA

Inicialmente Trichogramma fué liberado masivamente en huevos parasitados pegados en tarjetas de papel (Morrison et al 1976) éstas fueron empaquetadas y colocadas manualmente en diferentes partes del cultivo. Después se utilizaron copas triangulares con adultos emergidos que eran disparadas por una máquina instalada en la cabina de un aeroplano (Reeves 1975, Ables et al 1977), sin embargo, el trabajo y los requerimientos de espacio asociados con este método, fueron económicamente inaceptables para su aplicación extensiva.

Posteriormente se desarrolló un método para liberar Trichogramma en huevos de Sitotroga cerealella (0), adheridos a un sustrato permanente (Morrison et al 1978), con este método fueron utilizados pequeños gabinetes de liberación con lo que se duplicó la eficiencia de producción del parásito y permitió disponer de huevos individuales parasitados. A partir de entonces se inició una verdadera carrera para obtener un método eficiente de liberaciones y se efectuaron en diferentes lugares y simultáneamente investigaciones dirigidas con este objeto.

Se adhirieron huevos en hojuelas ordinarias de trigo y salvado, -- aplicándolas con un semillero modificado montado hacia atrás en un aeroplano, de esta manera tuvo la primera liberación exitosa del - parásito con un porcentaje de dispersión completo (Jones et al --- 1978). Este método fué utilizado por otros investigadores para -- hacer liberaciones en diferentes puntos del sistema de estudio - - (Ables et al 1978), y fué probado en diferentes épocas y en varios cultivos con buenos resultados. Para evitar el uso de hojuelas - de trigo y salvado y liberar sólo los huevos parasitados, se construyó un distribuidor especial de motor eléctrico que puede moverse con facilidad del pescante del aeroplano, los huevos son progra mados con tratamiento de temperatura y son colocados en un compartimiento aislado de la unidad de dispersión, este sistema permite controlar electrónicamente las tasas de liberación (Jones et al -- 1978).

Las nuevas unidades de liberación distribuyeron efectivamente los huevos parasitados. La nueva tecnología redujo el tiempo de prepa ración anterior a las liberaciones y áreas muy grandes pudieron -- ser tratadas. Actualmente las investigaciones están dirigidas al desarrollo de un sistema de refrigeración en las unidades de dis-- persión para prevenir la emergencia prematura y ampliar la cobertu ra permisible de varios vuelos.

5. LOS PRIMEROS METODOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION DEL PARA- SITO.

En 1909 Howard y Fisk, liberaron muchos miles de Trichogrammas con tra la palomilla de la cola café. Esta palomilla deposita sus hue

vos en masas por lo que Trichogramma solo parasitó los huevos superiores. Sin embargo concluyeron que podría utilizarse en el futuro como un parásito eficiente. Mokrzecki y Bragina (1916), encontraron que el número de Trichogrammas que podía cultivarse en laboratorio era ilimitado, aunque llamaron la atención contra los resultados de la producción artificial del parásito y su uso contra el gusano del manzano.

El primer método de la producción del huésped en laboratorio fue usado por Pospelow (citado por Portchinski 1913) quien cultivó larvas de imagos de invierno de Eurod segetum (Schift) en trigo germinado y rebanadas de papa. Después Portchinski (1913) sugirió coleccionar grandes cantidades de larvas o de pupas sobreinvernantes de prolíficos huéspedes de Trichogramma, producir su madurez temprana y oviposición y parasitar los huevos con Trichogramma traído para este propósito de la estación anterior. Propuso la utilización de Phalero bucephala L.

Más tarde se encontró que los huevos de Ephestia kuchniella Zell. eran adecuados para la reproducción del parásito. En Japón fue usada Ephestia para producir Trichogramma y utilizarla contra la palomilla del arroz. Sin embargo, la susceptibilidad de Ephestia al parasitismo larval y al hábito de la larva de tejer, tendió a limitar su uso en la producción masiva. (Flanders 1930).

Vuillet (1914) y Harland (1916) propusieron otro método que consistía en incrementar la abundancia de los huéspedes en el lado contra el viento de las plantas infestadas. Doop (1918) estableció -

que la dispersión del parásito tiene mejores probabilidades con -- los vientos del medio día.

En 1926, en el sureste de California, se encontraron huevecillos -- parasitados del gusano del manzano a mediados de mayo, y observa-- ron la incidencia de grandes densidades de Vanessa cardui regis-- trándose porcentajes de parasitismo por Trichogramma, por lo que -- se pensó que esta mariposa puede servir como huésped preliminar al parásito, aunque Trichogramma puede tener 200 o 300 huéspedes pre-- liminares (Flanders 1930).

Iniciación de la producción masiva.

Smith (1925), sugirió que Trichogramma minutum era un parásito que se cultivava con extremada rapidez y que el huevecillo se adaptaba para el propósito de controlar al gusano del manzano.

Cuando su efectividad empezó a analizarse en 1926, la posibilidad de usarlo en control biológico tuvo serias consideraciones (Flan-- ders 1930).

Los resultados desalentadores obtenidos por otros investigadores, indicaron que el éxito podría obtenerse si se producían grandes -- cantidades del parásito que pudiera liberarse en el campo. El 11 de Agosto de 1926 se colectaron 10 hembras en huevos de tortrici-- dos y fueron llevadas al laboratorio donde se cultivaron en huevos de Ephestia kuchniella, la segunda y cuarta generaciones fueron -- cultivadas en las palomillas Illice nera Boisid., y en Phthorimaca

operculella Zell, la quinta generación fué cultivada en huevos de Sitotroga cerealella (0). Esta última fué seleccionada para posteriores investigaciones por su fácil disponibilidad y por su conveniente hábito de oviposición (forma masas de huevecillos de una -- sola capa). El uso de este huésped solucionó el problema de la -- producción masiva. (Flanders 1930).

Adaptabilidad de Sitotroga a la producción masiva.

Sitotroga cerealella Olivier tiene la peculiaridad de adaptarse a -- las cantidades de Trichogramma necesarias para la producción. Numerosas generaciones pueden cultivarse rápido y sucesivamente bajo -- condiciones controladas en granos almacenados.

El ciclo de vida de Sitotroga es de aproximadamente 28 días y cada hembra es capaz de producir hasta 50 huevos. Por lo que puede obtenerse una elevada tasa de reproducción.

Los hábitos y tropismos de Sitotroga permiten manipularla mecánicamente para la producción, entre algunos podemos mencionar los siguientes: Las larvas son negativamente fototrópicas y positivamente geotrópicas, lo que facilita la rápida infestación de los granos. Su alimentación y el estado pupal ocurre dentro de los granos, mientras esto sucede, los individuos no compiten por espacio si hay suficientes granos. Las palomillas recién emergidas tiene libertad -- para desplazarse hasta las capas más profundas de los granos. Estas palomillas y las larvas al principio son negativamente geotrópicas -- y tigmotrópicas por lo que toda su progenie puede acomodarse compac-

tamente en las charolas. Regresan a los granos a ovipositar pero no permanecen ahí. No se ha encontrado palomillas muertas cuando las charolas están vacías.

Las palomillas se aparean rápidamente después de la emergencia y - su periodo preoviposicional es menor de 24 horas bajo condiciones de laboratorio (Ellington citado por Severin 1928). La mayor tasa de ovipostura ocurre dentro de las 60 horas posteriores a la emergencia, por lo que las palomillas pueden ser manipuladas en cajas donde la vida del adulto puede acortarse dos o tres días (Flanders 1930).

Durante el día, las palomillas descansan en posiciones de positivo tigmotropismo y negativo fototropismo, por lo que pueden utilizarse superficies verticales como trampas. La forma en la que las -- hembras ovipositan facilita la recolección de los huevos. Hendiduras de 0.23 mm, estimulan la depositación de los huevos que pueden ser colectados con charolas colocadas bajo las cajas. (Flanders -- 1930).

El corion de los huevos de Sitotroga es relativamente resistente, por lo que los huevos pueden manipularse masivamente. El tamaño - de los huevos garantiza generalmente, el desarrollo de más de un - individuo de Trichogramma. Bajo condiciones normales Sitotroga -- oviposita en las hendiduras diseñadas para ese propósito dentro de las cajas, pero la presión de las corrientes de aire debe regularse. Las hembras tienen anemotropismo positivo y descansan cuando la velocidad del aire es óptima, pero las corrientes de aire pueden dispersar o amontonar los huevos dentro de las cajas, o sacar-

los de ellas. Los huevos pueden almacenarse y prevenirlos contra el ataque de parásitos grandes periodos antes de ser parasitados.

Sitotroga tiene relativamente pocos enemigos, las enfermedades micóticas o bacterianas son muy raras. En común con otros insectos sufre el efecto del ácaro Pediculoides ventricosus Newport con mayor frecuencia que los efectos de Tyroglyphus sp., Cryptolestes pusillus Schon., y Dybrachys bouchcanus Ratzeburg quienes atacan diferentes fases de desarrollo de Sitotroga y quienes pueden ser evitados mediante prácticas de producción adecuadas (Flanders 1930).

6. PROBLEMATICA TAXONOMICA RELACIONADA CON LAS ESPECIES DE TRICHOGRAMMA

El primer paso para el conocimiento de las plagas y sus posibles agentes de control, requiere la identificación precisa de los dos grupos de organismos. Importantes contribuciones en taxonomía y sistemática para el control biológico de plagas han sido proporcionadas en términos generales por Clausen (1942), Sabrosky (1955), De Bach (1960), Schelinger y Doult (1964), Nagarkaty y Nagaraja -- (1980, 1981, 1982), Pinto et al (1982), Ertle y Davis (1983). La habilidad de los científicos para proporcionar una identificación precisa, presupone un conocimiento comprensivo del mundo de la flora y la fauna y una forma objetiva de efectuarla dentro de una gran variedad de formas y con una gran diversidad de estados de desarrollo.

La clasificación de los insectos debe proporcionar información precisa que provea de conocimientos confiables para la erradicación de una especie dañina. La identificación correcta de una especie debe brindar la oportunidad de comprender los datos publicados sobre ella, en especial los concernientes a su ciclo de vida, ecología y otros que permitan predecir su comportamiento para el desarrollo de medidas de control selectivas.

A pesar de la importancia económica del género Trichogramma, el estudio de su sistemática se ha visto restringido por la extraordinaria similitud existente entre sus especies y por su tamaño, que dificulta los estudios comparativos (De la Torre 1980). En los estudios comparativos es muy difícil detectar pequeñas diferencias éstas pueden considerarse valoraciones subjetivas de cada investigador ya que el género presenta una amplia gama de variaciones intrínsecas dentro de la misma especie, no sólo en las dimensiones de las estructuras, sino también en su morfología, por lo que la identificación de una especie no es confiable si no existen suficientes ejemplares con los que puedan efectuarse estudios estadísticos (Ertle y Davis 1972).

Se ha observado que su coloración varía con los cambios del clima, por lo que la misma especie puede ofrecer un color diferente en cada estación y en diversas regiones (De la Torre 1980). Se sabe que el tamaño de los ejemplares depende de varios factores, en especial del tamaño de los huevos hospederos y de su disponibilidad numérica, ya que cuando no existen en cantidades suficientes se incrementan los casos de parasitismo, lo que determina una reducción del tamaño de los trichogrammas.

Pinto et al (1978) observaron que el tipo de Trichogramma deposita do en el museo de Washinton en E.U., no coincidía con la especie - descrita por Nagarkatti y Nagaraja (1971), ya que los ejemplares - presentaban diferencias en la cápsula genital y en otras partes -- del cuerpo.

Existen fluctuaciones en las dimensiones de las diversas estructu- ras en los ejemplares procedentes de un tronco común, por lo que - se recurre a medir cada estructura en un número considerable de -- ejemplares para conocer las dimensiones relativas en relación a -- otras del mismo individuo de la misma especie. Además del análi- sis estadístico, se recurre al análisis genético de las especies, mediante pruebas de posibles cruzamientos con las especies vecinas y a exámenes electroforéticos para comprobar las posibles relacio- nes de parentezco entre las mismas.

De las investigaciones detalladas de las especies colectadas en di- ferentes regiones aún dentro de mismo país, un número muy reducido corresponde a las descripciones hechas por otros investigadores, - por lo que éstos, al efectuar sus estudios taxonómicos proponen o establecen nuevas especies (Ertle y Davis 1972; Pinto et al 1978, Nagaraja y Nagarkatti 1979).

El problema de la identificación de las especies se ha complicado por la introducción de ejemplares cultivados en laboratorios de di- ferentes regiones y el intercambio de cepas de diferentes cultivos.

En cultivos de laboratorio, el nombre específico de las nuevas -- especies se deriva del nombre específico del huésped, sin embargo, también aquí se presentan problemas de congruencia relacionadas -- con las diferentes especies descritas de esta manera, Ertle y Davis (1974) opinan que el género publicado por Davis y Burbutis en 1972 es incorrecto y proponen otra denominación para éste.

Varias especies comunes de Trichogramma americanas han sido identificadas incorrectamente en la literatura, debido a la falta de -- atención al material existente y al error en designar nuevos tipos cuando por razones prácticas ha sido necesario (Pinto et al 1980). Los tipos existentes de algunos Trichogrammas han sido constantemente mal aplicados y algunas especies conocidas son descritas como nuevas (Nagarkatti 1980).

En años recientes, muchas especies nuevas han sido descritas y posteriormente redescritas y nuevos tipos han sido asignados (Ertle y Davis por Pinto et al 1978). Se ha tratado de clarificar esta situación mediante el estudio de los límites entre especies, usando técnicas de cruce muy sofisticadas (Nagarkatti y Nagaraja 1980). -- Probablemente la mayor contribución al respecto, ha sido el descubrimiento de que los genitales masculinos de Trichogramma, si se -- les analiza concienzuda y detalladamente, tienen caracteres que -- permiten diferenciaciones interespecíficas mucho mejor de lo que anteriormente había sido posible (Ertle y Davis 1978; Pinto et al 1980; Nakajara y Nagarkatti 1980).

Considerando el creciente interés que este género ha recibido, la identidad de cuando menos las especies más comunes debería haber sido resuelta, sin embargo, con respecto a las especies de norteamérica no es así, dado que anteriormente no se usaron tipos completos de especímenes y tampoco se estudiaron cuidadosamente las descripciones originales.

La mayor parte de la literatura anterior y actual, está saturada de errores de identificación. Los tipos originales de algunas especies fueron reportados como perdidos o destruidos y otros nunca fueron designados (Pinto et al 1978; Nagarkatti y Nagaraja, 1979; Ertle y Burbutis 1980; Davis et al 1980).

Como existen tipos de especies de Trichogramma mal estudiados a los que se les han aplicado nombres erróneos por décadas, y tipos de especies ignorados o descritos y posteriormente redescritos, se han generado verdaderos problemas taxonómicos con este género. La literatura reciente refleja estas severas faltas de atención y se ha producido una gran desconfianza en relación a las especies mencionadas en un sinnúmero de trabajos. En vista de las numerosas entidades biológicas del género y de las determinaciones de diferentes especies, es como si el complejo Trichogramma se manifestará parasitando huevecillos de diferentes plagas de lepidópteros -- (Lindgreen 1969).

Posición Taxonómica (Borror 1976).

Reino	Animal
Phylum	Arthropoda
Subphylum	Mandibulata
Clase	Insecta
Subclase	Pterygota
Orden	Hymenoptera
Suborden	Apocrita (Parasítica)
Superfamilia	Chalcidoidea
Familia	Trichogrammatidae
Género	<u>Trichogramma</u>

7. ESPECIES DE TRICHOGRAMMA CONOCIDAS EN EL MUNDO.

Cómo se vió, la sistemática de los Trichogramma está sujeta a grandes controversias. Investigadores en esta área, preocupados por la confusión existente de la posición taxonómica de muchas de las especies descritas, han analizado los caracteres que pueden auxiliar la clarificación de las entidades biológicas descritas, uno de estos caracteres es la genitalia de los Trichogramas que había pasado inadvertida y con la que según Nagarkatty y Nagaraja (1968, 1971), pueden encontrarse diferencias interespecíficas. Los problemas relacionados con la taxonomía de estos insectos han incrementado el número de especies descritas en los últimos años. Quénav (1960) solo citó 9 especies, Doutt y Viggiani (1968) mencionaron 13, señalando que existen realmente pocas especies de este género, ya que está compuesto por muchas formas biológicas o ecológicas.

En una revisión de la literatura más reciente, De la Torre (1980), logró recopilar unas 50 especies, de las que cita 12 en China, 11 en la India, 10 en E.U., 7 en Sudamérica, 5 en Centroamérica y 5 - en Europa. De Africa sólo encuentra la descripción de una especie, en Angola, y observa que existen otras indeterminadas en otras partes.

A continuación se hace una lista de las especies más importantes y algunos de los países de donde se han colectado.

GENERO TRICHOGRAMMA Y ESPECIES MAS CONOCIDAS

E S P E C I E S	PAIS DE COLECTA
1. <u>T. aachaea</u> Nagaraja y Nagarkatti	India
2. <u>T. agriae</u> Nagaraja	India
3. <u>T. australicum</u> Girault	Australia, Japón, Madagascar
4. <u>T. beckeri</u> Nagarkatti	Costa Rica, Sinónimo de fasciatum
5. <u>T. bennetti</u> Nagaraja y Nagarkatti	Isla Trinidad
6. <u>T. brasiliensis</u> Ashmead	Brasil, Perú
7. <u>T. brevicapillum</u> Pinto y Platner	Estados Unidos
8. <u>T. cacoecia</u> March	Europa
9. <u>T. californicum</u> Nagaraja y Nagarkatti	Estados Unidos
10. <u>T. chilotraeae</u> Nagaraja y Nagarkatti	India
11. <u>T. closterae</u> Pang y Chen	China
12. <u>T. dendrolimi</u> Matsumura	Japón, China
13. <u>T. embryophagum</u> (Hartig)	Checoslovaquia, URSS
14. <u>T. euproetidis</u> (Girault)	Checoslovaquia, RDA, URSS
15. <u>T. erosicornis</u> Westwood	?
16. <u>T. evanescens</u> Westwood (especie - Tipo:	Inglaterra
17. <u>T. exiguum</u> Pinto y Platner	Centroamérica, México, USA
18. <u>T. fasciatum</u> (Perkins)	México, Veracruz, Costa Rica.
19. <u>T. flandersi</u> Nagaraja y Nagarkatti	India
20. <u>T. fuentesi</u> Torre, nueva especie, con una variedad	Cuba
21. <u>T. hesperidis</u> Nagaraja	India
22. <u>T. intermedium</u> How	?
23. <u>T. ivelae</u> Pang y Chen	China

E S P E C I E S	PAIS DE COLECTA
24. <u>T. japonicum</u> Ashmoad	Japón, India, Hawaii
25. <u>T. jezoensis</u> Ishii	China
26. <u>T. kochleri</u> Blanchard	Argentina
27. <u>T. leucaniae</u> Pang y Chen	China
28. <u>T. lingulatum</u> Pang y Chen	China
29. <u>T. maltbyi</u> Nagaraja y Nagarkatti	Estados Unidos
30. <u>T. minutissimum</u> Parckard	?
31. <u>T. minutum</u> Riley	Estados Unidos
32. <u>T. nubilalum</u> Ertle y Davis	Estados Unidos
33. <u>T. oatmani</u> Torre, nueva especie	Cuba
34. <u>T. odontotae</u> Now	?
35. <u>T. ostriniaae</u> Pang y Ohen	China
36. <u>T. pallida</u> Meyer	URSS, subespecie cacaoecia
37. <u>T. pallidiventris</u> Nagaraja	India
38. <u>T. papilionidis</u> Viggiani	Angela
39. <u>T. papilionis</u> Nagarkatti	Japón
40. <u>T. parkeri</u> Nagarkatti	Estados Unidos
41. <u>T. perkinsi</u> Girault	Centroamérica, Colombia
42. <u>T. plasseyensis</u> Nagaraja	India
43. <u>T. platneri</u> Nagarkatti	Estados Unidos
44. <u>T. poliae</u> Nagaraja	India
45. <u>T. pretiesum</u> Riley	USA, México, Costa Rica
46. <u>T. raoi</u> Nagaraja	India
47. <u>T. retorridum</u> (Girault)	Estados Unidos
48. <u>T. rojasi</u> Nagaraja y Nagarkatti	Chile
49. <u>T. semblidis</u> (Aurivillius)	USA, RFA, India
50. <u>T. semifumatum</u> (Perkins)	Isla Oahu, Hawaii
51. <u>T. sudhae</u> Torre, nueva especie	Cuba
52. <u>T. vitripenne</u> Walker	?

8. BIOLOGIA DE TRICHOGRAMMA:

Existe poca información publicada relacionada con la biología de Trichogramma, sin embargo Biever (1972), Burbutis et al (1977), -- Need y Burbutis (1979) estudiaron el comportamiento y la eficiencia de búsqueda del parásito y el efecto de la temperatura en este factor. Orphanides y González (1971), y Houseweart et al (1983) -- investigaron la fecundidad de Trichogramma en diferentes huéspedes y efectuaron análisis de fertilidad en tablas de vida. Gross et -- al (1981) evaluaron la eficiencia del parásito en diferentes huéspedes que fueron parasitados antes de ser liberados. Rajendram -- (1978) estudió los factores que afectan la oviposición del parásito. Jennings y Halteman (1982) investigaron las diferencias de tamaño de los parásitos cultivados en laboratorio y en poblaciones -- silvestres. Hoffman et al (1980) desarrollaron métodos para cultivar in vitro y en sustratos artificiales diferentes especies de -- Trichogramma. Ashley et al (1973) evaluaron la efectividad de parásitos cultivados en laboratorio.

El efecto de la temperatura en la emergencia y sobrevivencia de -- los parásitos fué estudiado por Parker y Pinnell (1971), así como por López y Morrison (1980), Curl y Burbutis (1977) estudiaron la sobreinvernación de algunas especies que fueron colectadas en el -- campo y trasladadas al laboratorio, López y Morrison (1980) el -- efecto de temperaturas de congelamiento y subcongelamiento y la -- susceptibilidad de Trichogramma a variaciones térmicas. Yu et al (1984), Hendricks (1967) y Thorpe (1984), estudiaron el efecto del viento y la dispersión de los parásitos liberados, así como la dis

tribución estacional de Trichogramma en diferentes cultivos. Copeland et al (1976) desarrollaron una técnica de marcaje radioactivo para detectar la actividad de los parásitos en el campo. Calvin et al (1984) estudiaron los factores ambientales que afectan a Trichogramma en cultivos de maíz y algodón. Ables et al (1980) -- analizaron el efecto del tamaño de la planta y la localización del huevo hospedero en el parasitismo por Trichogramma. Curl y Burbuttis (1978) efectuaron investigaciones sobre la preferencia del parásito por el hospedero. Houseweart et al (1982) estudiaron el -- efecto de la disponibilidad y los factores que influyen en la aceptabilidad del huevo hospedero. Stinner et al (1974) experimentaron con el almacenamiento, manipulación de la emergencia y sobrevivencia de Trichogrammas programados en laboratorio para ser liberados. Otros investigadores han tratado de evaluar la efectividad -- del parásito en diferentes huevos hospederos (Parker y Pinnell --- 1971, 1973, 1974; Brower 1983).

Muchos investigadores más, experimentaron con diversos métodos de liberaciones, la eficiencia del parásito en diferentes cultivos, -- Lingren (1960), Oatman y Platner (1971, 1978), Stinner (1971, 1974), Graham (1971), Dolphin et al (1972), Lewis y Young (1972), Gentry et al (1973), Jones et al (1977), Bull et al (1979), Kemp y Sim--- mons (1978, 1979), Morrison et al (1980), López et al (1982), - -- Gross et al (1981), Jennings et al (1983), Rischi et al (1983), -- Miller (1983), entre otros. Aunque estos estudios contribuyen al mejor entendimiento de varios sistemas huésped-parásito, la efi--- ciencia de Trichogramma no puede entenderse porque se carece de -- información relacionada con la fenología, comportamiento, ecología

y dinámica poblacional del parásito y de sus huéspedes. Sin embargo, puede extraerse de las investigaciones realizadas, información congruente sobre algunos aspectos relacionados con la biología de este parásito.

9. CARACTERES DEL GENERO TRICHOGRAMMA

Los Trichogramma son insectos muy pequeños, alcanzan aproximadamente de 0.3 a .6 milímetros de longitud, de color amarillo, con el abdomen y algunas porciones del tórax más o menos oscuras y los ojos rojos. Este color rojo se presenta también en los ocelos que existen en la frente entre los ojos compuestos.

El tarso tiene típicamente tres segmentos. La cabeza es corta y algo cóncava por detrás, las antenas son acodadas o dobladas en ángulo y ofrecen un marcado dimorfismo sexual, puesto que los machos tienen el flagelo de mayor longitud, con pelos o setas más largas y numerosas que la hembra (exceptuando el T. retorrimum (Girault) de E.U., en el cual el flagelo del macho es similar al de la hembra). La longitud de los pelos antenales y el ancho del flagelo tienen valor sistemático en estos insectos.

Las alas anteriores son membranosas, anchas y redondeadas, y tienen pequeñas setas en la superficie, están colocadas en hileras. Estas setas son vestigios de venas (radial, media, cubital y anal). La vena subcostal, como en otros Chalcidoidea, está bien desarrollada y forma con el conjunto de las venas premarginal, marginal y estigmal una "S" hacia la región basal del margen costal. En el margen las alas llevan un fleco de setas o pelos largos (fringe).

Las alas posteriores también llevan setas marginales, y las que -- ocupan el márgen posterior son mayores que las de las alas anteriores. Estas alas posteriores están reducidas y son filiformes. En ellas se observan tres filas de setas diminutas en su superficie; una fila anterior, una media y otra posterior. Las setas de la fi la media son mayores y más numerosas. El número de setas en cada fila varía en las distintas especies dentro de ciertos límites, -- por lo que también tiene valor sistemático (De la Torre 1980).

La hembra oviposita de 20 a 30 huevos en su ciclo de vida (Lingren 1960), aunque algunos investigadores han observado la oviposición de 50 huevos en huevos hospederos de tamaño regular y hasta 200 -- huevos en hembras de mayor tamaño (De la Torre 1971), Lingren 1969). Los adultos de mayor tamaño son obtenidos en huevos huéspedes rela tivamente grandes y son muchísimo más fecundos que aquellos obteni dos de hospederos pequeños. La longevidad de los adultos a 27°C -- es de aproximadamente 10 días en climas templados (Lingren 1969, - Barber 1937, Peterson 1931). La mayoría de los huevos son depositados entre los 2 y 4 días de la vida del adulto (Lawson et al --- 1969 cp con Lingren). La tasa de desarrollo del parásito depende de la cantidad y disponibilidad del alimento, Calvin et al (1984), observaron que la duración del estado larval está influenciada por la disponibilidad del alimento y sugirieron que un tiempo de desarrollo corto podría resultar del aumento de la tasa de consumo del alimento por el incremento del número de parásitos por huésped pa-- ra optimizar los recursos alimenticios.

González et al (1979) reportaron que el suplemento alimenticio -- puede incrementar considerablemente la longevidad del adulto de -- Trichogramma. La tasa de desarrollo del parásito también es notable afectada por la temperatura, pero en promedio es de 8 días durante los meses de verano (Lingren 1969), y en el laboratorio puede programarse la emergencia de los parásitos con tratamientos de temperatura (López y Morrison 1980, Parker y Pinnell 1971). Los parásitos son capaces de invernar dentro de huevos huéspedes manteniéndose en estados inmaduros de desarrollo hasta que la temperatura sea favorable (López y Morrison 1980). En laboratorio a 29°C -- la longevidad de los parásitos no es mayor de 2 días (Dolphin et al 1972), en el campo, Trichogramma completa su ciclo de vida de 7 a 9 días, durante los cuales se desconocen las actividades que realiza excepto las relacionadas con la reproducción (Ables et al 1979).

Las especies de Trichogramma presentan diferentes formas de reproducción, algunas son teleotokas y las hembras vírgenes producen únicamente descendencia femenina (uniparentales), otras son deuterotokas, es decir, las hembras vírgenes son capaces de producir -- ambos sexos y otras son arrenotokas y en este caso, las hembras -- vírgenes producen solamente machos. También existe la reproducción sexual, bajo esta circunstancia las hembras y los machos no -- constituyen parejas durante mucho tiempo, sólo durante el momento del apareamiento (Kemp y Simmons 1978). Esta versatilidad reproductiva probablemente sea producto del tamaño del parásito y de su amplia capacidad de desplazamiento que dificulta la búsqueda del -- compañero sexual.

Se ha observado que este género presenta variaciones en cuanto a la búsqueda y selección del hospedero, sin embargo, se ha citado para éste una larga lista de huéspedes, por lo que el género representa el clásico ejemplo de la polifagia (Thorpe 1984). Los hábitos alimenticios generalistas, su amplia distribución y la extrema variabilidad del alimento provocan una aparición irregular o estacional de marcadas fluctuaciones durante las estaciones agrícolas (Flanders 1930). La fertilidad del parásito decrece significativamente con la edad de la hembra y con el tiempo que tarda en ovipositar sus huevecillos (Orphanides y González 1971).

Los huevos de tamaño medio como los de Heliothis generalmente producen una progenie de dos parásitos con hembras y machos y un ratio sexual de 2.1 (Stern y Shorey 1968). Huevos pequeños como los de Sitotroga cerealella (Olivier) producen solamente un parásito (Flanders 1935) y en huevos grandes como los de Manduca spp pueden ovipositar hasta 10 o más parásitos (Graham, cp con Linqren 1969). En sustratos artificiales se ha reportado oviposiciones de hasta 500 huevos por hembra en cada unidad de ovipostura (Rajendram 1978, Hoffman et al 1980).

Los huevos son típicamente blanco amarillentos durante el primer día, después empiezan a ponerse oscuros (Calvin et al 1984), son extremadamente pequeños y frágiles y algunas veces presentan ornamentaciones sencillas a manera de líneas o estriaciones radiales (Sweterman 1937), son de forma ovalada o esférica y en ocasiones se observa un punto oscuro lateral, la membrana coriácea durante el primer día es suave y fácilmente deformable y con el tiempo se endurece (Bowen 1968).

Se ha observado que las hembras de ciertas especies pueden volver a aparear casi inmediatamente después de la oviposición de los huevos (Calvin et al 1984). Rajendram (1978) y Salt (1937) estudiaron el comportamiento de las hembras de Trichogramma durante el momento de la parasitación del huevo hospedero y observaron que antes de atacar un huevo hospedero, la hembra lo examina cuidadosamente desplazándose hacia adelante y hacia atrás y aproximando sus antenas hacia el huevo. Durante el examen producido mediante palpaciones con las patas en el huevo huésped, la hembra deja un rastro químico que le permite averiguar si el huevo ha sido previamente parasitado, si es así, lo abandona en busca de otro. Una vez que el huevo es reconocido, la hembra inserta su ovipositor dentro del huevo huésped e inyecta su huevecillo o el número de éstos que pueda ser depositado dentro del huésped.

Curl y Burbutis (1977) observaron que después de dos días, los parásitos están en el primero estadio, de 4 a 6 días de incubación, proporcionan estados prepupales tempranos o tardíos respectivamente. Estos estados están caracterizados por la formación de cuerpos urato lechosos y blancos bajo la piel. Con 7 días de incubación los parásitos están en estado pupal temprano. En este estadio los ojos son ligeramente rosados y el intestino está presente, con 8 días de incubación, el parásito se desarrolla al estado pupal y a los 9 días los parásitos están en el último estado pupal y el ocele es pronunciado.

Algunos investigadores observando la emergencia de los adultos del huevo hospedero han sugerido que las hembras son un poco más gran-

des que los machos (Barber 1937, Petterson 1931). Los adultos presentan un marcado fototropismo positivo y puede mantenerse en constante actividad en fotoperiodo (Calvin 1984), con tratamientos de fotofase y temperatura puede regularse el estado de desarrollo y el comportamiento de los parásitos (Calvin et al 1975), López y Morrison 1980). Los adultos se aparean inmediatamente después de emerger en condiciones de laboratorio y pueden ser mantenidos con dieta artificial (Montoya 1981). En el campo efectúan la mayoría de sus actividades durante el día ya que durante este periodo es cuando se registran los porcentajes de parasitismo más relevantes (Calvin et al 1984).

La temperatura es considerada como el factor primario de la biología de Trichogramma, no sólo afecta la tasa de desarrollo del parásito, sino también su comportamiento y sobrevivencia. Además, se ha observado el efecto de otros factores que afectan la biología de este parásito, sin embargo, se desconoce la manera en la que -- influyen y por lo tanto no pueden ser controlados. El tamaño extraordinariamente pequeño de este insecto dificulta las investigaciones aún en áreas confinadas. Sin embargo, se están realizando esfuerzos por comprender su funcionamiento y una intensa campaña - promocional estimula las investigaciones encaminadas con este objeto.

De entre los muchos factores que influyen en la biología de Trichogramma, destacan los siguientes:

a) HUMEDAD

El tiempo de desarrollo tiende a decrecer conforme la humedad relativa aumenta. Lund (1934) y Calvin (1984) observaron esta misma --

relación excepto para el estado de huevo que se desarrolla más rápidamente a 80% de humedad relativa. Cuando la humedad relativa disminuye, el stress causado por la pérdida de agua puede ser responsable del aumento del tiempo de desarrollo a bajas proporciones de la humedad relativa. La longevidad del adulto aumenta cuando son cultivados a 20% de humedad relativa; a bajas humedades relativas, las actividades de Trichogramma cesan para conservar el agua. La fecundidad de las hembras es significativamente más elevada a 80% de H.R. (Calvin et al 1984).

b) TEMPERATURA

Este factor es determinante para el establecimiento de ciertas condiciones fisiológicas que regulan la alimentación, la búsqueda del hospedero, la oviposición, la fecundidad, las tasas de desarrollo, el comportamiento sexual de los individuos, etc. En general puede decirse que el aumento de temperatura hasta los límites óptimos -- del gradiente de cada especie, produce una activación de las funciones del parásito y un descenso de temperatura disminuye la tasa de comportamiento metabólico hasta producir una diapausa prolongada. En el punto 7 de este capítulo se desarrolla esta influencia más ampliamente.

c) FOTOFASE

El marcado fototropismo positivo de los adultos es responsable del incremento en la locomoción con el aumento en la intensidad de luz (Ashley et al 1976). Maslennikova (1959) demostró que Trichogramma

presenta una respuesta típica de fotoperiodo a diferentes condiciones de temperatura, a bajas temperaturas la respuesta es removida y no se induce la diapausa. Estudios preliminares de Curl y Burbutis revelaron que la exposición a condiciones de día corto tampoco inducían la diapausa (1976). Sttinner et al (1974) observaron que después de someter los huevos de Trichogramma a bajas temperaturas y colocándolos cuatro horas después a 26.7°C, los adultos emergían bajo diferentes intensidades de luz. Estos investigadores opinan que la intensidad de luz no es un factor crítico para la emergencia de los parásitos, pero que puede ser importante en la distribución de la parasitación en las tarjetas de cultivo.

Thorpe (1984) mantuvo en fotoperiodo durante un año a estos parásitos y no encontró evidencia de diapausa o de alguna otra modificación metabólica. Según Calvin et al (1984) la fotofase no se asocia comunmente a cambios en la tasa de desarrollo de Trichogramma, sin embargo, Saunders (1970) citó casos donde la tasa de crecimiento era influenciada por la fotofase. Delinger (1962) sugirió que la duración del desarrollo de la larva en un día corto, se alargaba porque entraba en diapausa. Saunders observó que el fotoperiodo fué responsable del alargamiento del periodo de desarrollo pero que interactuaba con la temperatura para incrementar la incidencia de la diapausa. Calvin et al (1984) observaron que la longevidad de los machos y de las hembras sometidas a fotoperiodo era diferente, sin embargo, sugirió que existe una tendencia a incrementar la longevidad con un incremento de la fotofase (Rounbehler y Ellington citados por Calvin 1984). Sin embargo Calvin et al (1984) - -

Obtuvieron a 12 hrs. de fotofase una fecundidad mayor que a 16 hrs. de exposición luminosa.

10. FACTORES QUE AFECTAN LA HABILIDAD DE BUSQUEDA DE TRICHOGRAMMA Y SU PREFERENCIA POR EL HOSPEDERO.

Un factor que favorece la sobrevivencia de estos parásitos en distintas regiones, es su adaptabilidad a la parasitación de huéspedes distintos (de la Torre 1980). Lawson (1969) reportó 52 especies de Trichogramma que pueden parasitar en el campo o en laboratorio alrededor de 581 especies de hospederos. No se ha observado que algunas de las especies estudiadas presenten especificidad por el huésped, sin embargo, pueden manifestar marcada preferencia por alguno de ellos y en cierta forma ser selectivas (Curl y Burbutis 1978). Ertle y Davis (1971), Burbutis et al (1977) y Ertle y Davis (1975) descubrieron que Trichogramma podía ser específico o selectivo en la búsqueda del huésped, y para algunas especies de huéspedes si no podían ser estrictamente específicos, revelaban cierta preferencia o selectividad. Para otras especies esta situación era variable, lo que demostraba alguna preferencia facultativa. Clause (1940) reportó que el género evidenciaba una marcada diversidad de hospederos y muchos otros autores reportaron un amplio rango de huéspedes para las especies de Trichogramma estudiadas (Lawson 1969; Taylor y Stern 1971; Curl y Burbutis 1978 - entre otros). Estos investigadores coinciden en que el comportamiento del parásito bajo condiciones de laboratorio no representa una evidencia directa de que la oviposición y el desarrollo exitoso de parásitos en una gran variedad de huéspedes de lepidópteros pueda ocurrir bajo condiciones naturales.

Sin embargo, los estudios de invernación de Trichogramma efectuados mediante muestreos de huevos hospederos en el campo, demuestran que los parásitos tienen la capacidad de parasitar una gran variedad de huéspedes incluso aquellos que no parasitan habitualmente (López y Morrison 1980). Schmidt (1970) observó que existían diferencias en la respuesta del parásito a diferentes huéspedes. Redlinger y Lewis (1969) demostraron que la edad del huésped afectaba el parasitismo. Martson y Ertle (1969) mostraron diferencias en la longevidad, fecundidad y búsqueda cuando Trichogramma era cultivado en diferentes huéspedes. Lewis et al (1976) observaron que la longevidad y fecundidad de parásitos cultivados en diferentes huéspedes era diferente. Parker y Pinell (1972) consideraron que no todas las especies de Trichogramma tienen los mismos hospederos ni la misma amplitud de rango de hospederos y que existen diferencias de comportamiento entre las especies y aún entre las poblaciones locales. Las respuestas fisiológicas y conductuales de las especies estudiadas bajo diferentes condiciones y en diferentes huéspedes han sido estudiadas con mucho interés.

Houseweart et al (1983) observaron que Trichogramma presentaba marcada preferencia por huevos hospederos recién ovipositados y que la parasitación disminuía con la edad del hospedero, presentándose una disminución significativa del radio sexual de los parásitos con la edad y oviposiciones de la madre. Los trabajos hechos sobre el potencial reproductivo del parásito, sobre su fecundidad, longevidad y grado de parasitación para diferentes especies, muestran que estos parámetros pueden variar considerablemente en diferentes huéspedes o en diferentes condiciones ambientales.

Las especies de hospederos pueden influenciar el tamaño, vigor y -- número de parásitos producidos como lo demostraron Ashley et al -- (1974), quienes observaron que la especie de Trichogramma cultivada producía más progenie en un hospedero que en el otro. El potencial reproductivo de varias especies de este parásito ha sido estudiado por Stinner et al (1974), Lewis et al (1976), Ashley et al - (1974), Martson y Ertle (1973, Yu (1981), Petterson (1930) y Nagar-kati y Nagaraja (1978). La variabilidad y el número de progenie - producida por diferentes especies de Trichogramma puede estar in--fluenciada por diferencias intrínsecas de los hospederos (Petter--son 1930; Yu 1981; Martson y Ertle 1973) y también por el tamaño - del huésped que influye en la fecundidad de la progenie (Salt 1940; Martson y Ertle 1973; Southard et al 1982).

Kemp y Simmons (1978) observaron que el tamaño del hospedero deter--minaba el número de individuos que pueden desarrollarse dentro de éste, sin embargo, Baber (1937) había demostrado que conforme - -- aumenta el número de parásitos por huevo hospedero, el tamaño, vi--gor, y efectividad de estos disminuye. Salt (1940), Flanders - -- (1945), Stein y Franz (1960), Martson y Ertle (1973), Stinner et - al (1974) encontraron que los Trichogrammas cultivados en huevos - hospederos pequeños tenían un potencial reproductivo menor o te--nían menor capacidad de búsqueda que los cultivados en huevos gran--des. Dysart (1972) observó que los huevos de Trichogramma cultiva--dos en Heliothis zea (Boddie) tenían mayor vigor y tamaño que los parásitos cultivados en Sitotroga cerealella (Olivier). Barber -- (1937) obtuvo mayor número de huevos de parásitos en cultivos don--de se utilizó Heliothis obsoleta (Fab.) que en hospederos más pe--

queños. En estudios comparativos del tamaño de los parásitos se observó que el número de huevos ovipositados por cada hembra de Trichogramma en cada huevo hospedero era significativamente mayor conforme aumentaba el tamaño del hospedero, observándose que la extensión alar, la complexión corporal y el vigor de los parásitos era mayor cuando sólo era depositado un parásito por huevo hospedero. Cuando dos o cinco parásitos ocurrían en un solo huevo, uno o más fueron pequeños y a veces no desarrollaban completamente las alas o cuando lo hacían eran incapaces de extenderlas muriendo al poco tiempo de haber emergido. (Pettersen 1931; Barber 1973).

Jennings y Haltiman (1968) observaron que el tamaño de los parásitos guarda una relación directa con el tamaño de los huevos hospederos, manifestándose una significativa reducción en el tamaño de los parásitos cuando son cultivados en huéspedes pequeños, reportaron que la reducción de los parásitos no es permanente si las generaciones sucesivas eran cultivadas en huéspedes más grandes. Flanders (1930) y Barber (1973) evidenciaron que el superparasitismo en huevos hospederos grandes, producía parasitoides débiles y pequeños, que competían por el recurso alimenticio dentro del huésped, observándose una disminución de la longevidad de los parásitos que consumían más rápidamente el alimento y variaciones en la longevidad de los parásitos bajo diferentes condiciones de temperatura.

Sin embargo, Barber (1973) hizo notar que la proporción sexual en huéspedes más grandes aún cuando podía producir parásitos también más grandes, no se mantenía constante y en muchos casos se observó

una marcada disminución de hembras.

Biever (1973), Martson y Ertle (1973), y Southardt (1982) sugirieron que el tamaño del huevo hospedero no sólo actúa en la efectividad potencial de Trichogramma sino también en su actividad de búsqueda. Petterson (1930) expresó que muchos de los investigadores que estudiaban el comportamiento de búsqueda de Trichogramma definían esta actividad como aleatoria, Dolphin et al (1972) observaron que los parásitos utilizaban más tiempo y energía donde no podían encontrar hospederos y efectuaban movimientos definidos entre las hojas, los peciolos y los ejes largos de las ramas de la planta. Petterson (1930) sugirió que los parásitos no son capaces de reconocer los huevos huéspedes a distancia cuando estos son muy pequeños (de 2 a 3 mm) y observó que existe una relación directa -- entre la distancia a la que son depositados los huevos hospederos y la atracción que ejerce sobre los parásitos. Dolphin et al -- (1971), observaron esta misma relación.

Rajendram (1978) observó que los parásitos efectúan movimientos de búsqueda examinando los huevos antes de ser parasitados. Salt -- (1937) describió la habilidad de Trichogramma para discriminar -- entre los huevos parasitados y los huevos no parasitados de sus -- huéspedes, sugirió que las hembras perciben los olores externos de jados por el parásito anterior en el huevo hospedero, lo que inhibe un ataque posterior, y sugirió que el ovipositor del parásito -- percibe internamente la parasitación del huevo.

El papel del ovipositor en la discriminación de los huevos parasitados ha sido reportado por varios investigadores (Doutt 1964; -- Wylie 1965; Rajendram 1978). Rajendram (1978) observa que el ovipositor de Trichogramma responde a cambios en la composición química del sustrato, cuando los parásitos son colocados en medios artificiales. Hagen y Tassan (1965) y Rajendram y Hagen (1974) estudiaron este fenómeno pero no encontraron ninguna evidencia de olor en los huevos parasitados. Salt (1938) demostró que durante el -- curso del examen del huevo hospedero, el parásito deja en el huevo huésped un olor percibido por la hembra que llega después. Por -- este olor el segundo parásito reconoce que el huevo ha sido parasitado ya que si se remueve por lavado este olor, el segundo parásito ataca indiscriminadamente el huevo hospedero. Al parasitarlo, el ovipositor de la hembra puede responder a cambios en la composición química del huevo y dejar el huevo sin parasitar.

Rajendram (1978) determinó el rango de concentración de la solución salina para la oviposición de Trichogramma y sugirió que la oviposición no sólo puede estar asociada con la concentración de los ingredientes del medio, sino también con las sensaciones percibidas con el ovipositor. Hoffman et al (1975) obtuvieron oviposiciones en cápsulas de resinas con plasma sanguíneo de Heliiothis zea. Hoffman e Ingnoffo (1974) reportaron el desarrollo del parásito en medios semisintéticos derivados de jugos orgánicos de insectos. -- Young y Hamm (1967) demostraron que el parásito puede reproducirse en huevos esterilizados químicamente. Lewis y Young (1971) observaron que Trichogramma oviposita en huevos esterilizados y que -- éstos pueden ser adecuados para la parasitación. Holloway (1912),

Salt (1934) y Marchal (1936) observaron que las especies de Trichogramma estudiadas, intentan ovipositar sobre objetos esféricos, -- por lo que se ha intentado cultivarlos en medios artificiales (cápsulas de resina, dietas artificiales, etc.).

Esta particularidad sugiere que los parásitos no sólo son capaces de responder a estímulos químicos para ovipositar, sino también a estímulos visuales provocados por el tamaño, aspecto y forma de -- los huevos hospederos. Laing (1937) observó que la frecuencia con la que Trichogramma encontraba huevos hospederos cercanos, variaba inversamente con la distancia entre los huevos. Ashley et al -- (1973) consideran que la frecuencia de la parasitación puede ser -- ocasionada por la diferencia en las densidades espaciales de los -- huevos hospederos. Iyatomi (1958) observó que la oviposición se ve afectada adversamente por la densidad y la distribución de los huevos hospederos. Morrison et al (1980) sugirieron que la probabilidad de que los huevos hospederos sean parasitados, guarda una relación inversa con el número de huevos hospederos localizados en un solo punto y la distancia entre éstos. Una elevada densidad de hospederos en un punto aumenta la probabilidad de que Trichogramma -- los encuentre, pero esta densidad provoca el abandono del parásito antes de que sean parasitados todos los huevos disponibles. Sugirieron que este comportamiento de agregación podía ser benéfico -- para la plaga cuando sus densidades son elevadas y por lo tanto, -- la separación entre los huevos es pequeña, pero que podía ser -- detrimentalmente a bajas densidades. Desde el punto de vista espacial, parece que Trichogramma no parasita todos los huevos encontrados en un solo lugar.

Burbutis et al (1978) observaron que la localización de los huevos hospederos en diferentes niveles de la planta influenciaba el comportamiento de búsqueda del parásito. Indicaron que Trichogramma presenta tasas diferenciales de parasitismo, siendo las más elevadas aquellas donde los huevos hospederos se encontraban en el nivel medio bajo (1/3) de la planta. Jennings et al (1983) reportaron que los porcentajes de parasitismo fueron generalmente mayores en la parte superior y media de las plantas. Otras investigaciones ponen en manifiesto que las especies de Trichogramma concentran su búsqueda en niveles particulares de la canopia (Sahjahan y Streams 1973; Dodge 1961; Kemp y Simmons 1978). Sugiriendo que el parasitismo de Trichogramma en algunos casos se incrementa en niveles elevados de la planta, y en otros, en la región media baja o media alta de las plantas. Los factores que pueden contribuir a estas diferencias incluyen kairohormonas, de las cuales se habla más adelante, (Lewis et al 1975), cantidad de luz disponible (Laing 1938) y la altura de la planta (Kemp y Simmons 1978), no se ha determinado si este comportamiento responde a factores específicos, pero se considera que las relaciones huésped-parásito, combinadas con las características biológicas intrínsecas de cada grupo de organismos, y los factores micro y macro ambientales generados por éstos y por el medio, pudieran estar actuando.

Need y Burbutis (1979) observaron que la superficie del área foliar o el tamaño del área de búsqueda, manifiesta una relación inversa con la respuesta en el porcentaje de descubrimiento del huésped por el parásito. Este resultado apoya el modelo teórico de --

Knipling y Mc Guire (1968) donde un incremento del área de búsqueda, resulta en un decremento del descubrimiento del huésped (cuando el patrón de búsqueda es al azar).

Los resultados de Need y Burbutis (1978) indican que conforme la -- estación de crecimiento del cultivo progresa, son necesarias mayores densidades de parásitos para producir mayor porcentaje de parasitación. Sugieren también que los parásitos concentran su búsqueda en ciertos niveles de la planta para minimizar el área de bús--queda. Yu et al (1984) observaron que la dispersión vertical u -- horizontal de los parásitos en cada planta no se vé afectada por - la dirección del viento, por lo que el parásito puede presentar un patrón definido de comportamiento o reducir el gasto energético -- concentrando sus actividades a ciertos niveles de la planta, por - esta razón Need y Burbutis (1978) sugieren que Trichogramma presenta cierto grado de especialización para los huéspedes, localizados en puntos particulares de cada planta y que el carácter polífago - de las especies de este género, les permite utilizar los recursos disponibles de cada nivel de búsqueda.

En el campo, los parásitos deben buscar sus huevos hospederos en - áreas muy grandes, donde quizá la densidad de huevos hospederos no sea la adecuada para permitir una rápida y relativa fácil localización. Thorpe y Jones (1937) observaron que el olor inflúa en la actividad de los parásitos. Finlayson (1952), Quednav y Hubsch -- (1964) y Weseloh y Bartlett (1971) demostraron la presencia de un estimulante del comportamiento de Trichogramma en extractos acuosos del insecto huésped. Vinson y Lewis (1965) y Vinson (1968) re

portaron que la glándula mandibular de Heliothis virescens secreta ba una sustancia que estimulaba el comportamiento de búsqueda del parásito estudiado, demostraron que esta sustancia afectaba las re laciones entre huésped y parásito. Jones et al (1971) identifica ron esta sustancia como 13 metilentriacontano. Corbet (1971) re-- portó la existencia de un estimulante de la búsqueda y la oviposi-- ción de cierta especie producido por uno de sus huéspedes más comu nes. Lewis et al (1972) demostraron la efectividad de las escamas o de sus extractos, de los adultos de Cadra cautella (Walker) en - el incremento de la parasitación de sus huevos por Trichogramma. - Jones et al (1973) identificaron y caracterizaron cuatro sustan-- cias químicas en las escamas de la palomilla de Heliothis zea (Bod-- die) que son responsables de la misma actividad en Trichogramma. - Jones et al (1971, 1973) observaron que esas sustancias se preser-- tan normalmente en la naturaleza y desempeñan la función de dir-- gir al parásito hacia su huésped.

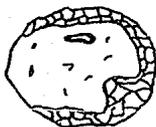
Estas sustancias son emitidas por la hembra del hospedero durante la oviposición, esta clase de compuestos químicos llamados kairo-- hormonas, son sustancias olorosas producidas por una especie que - inducen una respuesta conductual en otra especie, donde la última especie se ve favorecida (Jones et al 1971; Brown et al 1970). -- Lewis et al (1975 a, b, 1979) opinan que estas sustancias que pare-- cen actuar como intensificantes de la búsqueda, más que como atra-- yentes, pueden ser aplicadas en el campo para estimular los sitios naturales de oviposición.

Primer estado larval
(2 días de incubación)



1

Emergencia del
adulto



2



6

Ultimo estado pupal
(9 días de incubación)



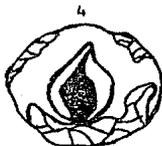
3



5

Estado pupal
(8 días de incubación)

Estados prepupales
Tempranos y Tardíos.
(4-6 días de incubación)

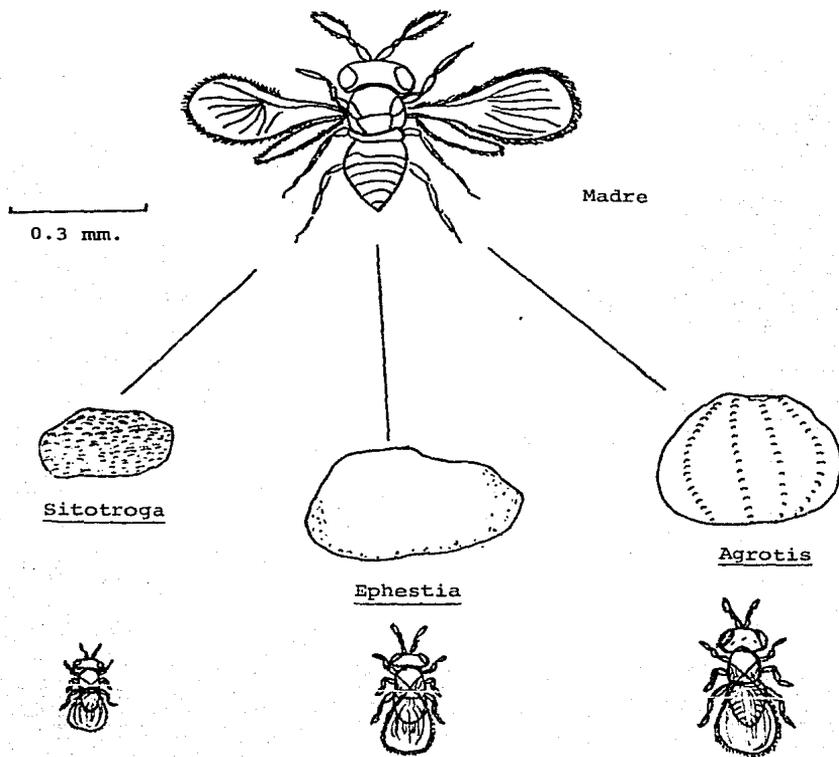


4

Estado pupal temprano
(7 días de incubación)

Ciclo de Vida de Trichogramma

1. Hembra ovipositando dentro del huevo huésped
2. Huevo de Trichogramma dentro del huésped
- 3 y 4. Diferentes estados del desarrollo larval
5. Pupa (vista dorsal)
6. Adulto emergiendo del huevo huésped.



Tamaño relativo de Trichogramma
cultivado en huevos de diferentes
huéspedes.

11. INFLUENCIA DE LA EDAD DE LOS HUESPEDES EN LA ACEPTABILIDAD - DEL HUESPED Y EN LA ADECUABILIDAD DE LAS ESPECIES DE TRICHOGRAMMA

La mayoría de los estudios sobre las relaciones de los hospederos de Trichogramma, están hechas con huéspedes de lepidópteros, quienes constituyen los hospederos principales de este género. La relación de la edad del huésped con la aceptabilidad de este para la oviposición del parásito y la adecuabilidad (definida como la probabilidad de producir descendencia viable y prole reproductiva; Douthett 1930; Salt 1938; Vinson y Iwanitsch 1980) para éste, ha sido estudiada en esta orden de insectos con mucho interés (Salt 1938; Lewis y Redlinger 1969; Martson y Ertle 1979; Schmidt 1970; Hieheta et al 1976; Navarajan 1980; Scrubardt y Johanes 1982).

En otros grupos de huéspedes las relaciones entre la edad del hospedero, la aceptabilidad del huésped y la adecuabilidad del parásito, son desconocidas (Juliano 1982). Salt (1938) mencionó un experimento que involucró los huevos de un coleóptero, pero Trichogramma no manifestó ser adecuado a ninguna edad del huésped, así que hay muy pocas evidencias entre las relaciones con otro tipo de huéspedes.

Varias especies de Trichogramma atacan huevos de dípteros de varias familias y existen muchos registros de que Trichogramma ataca huevos de un díptero acuático del género Spedon (Neff y Berg 1966; Yasumatsu 1967; Nagarkatty y Nagaraja 1971; Juliano 1981).

En las investigaciones de la dinámica poblacional de los huéspedes, los estudios de la edad del hospedero sobre las relaciones de huéspedes

ped parásito han sido relevantes (Robertson y Haendlar 1978; Ste--
venson y Bjorn 1978; Arnold 1978).

Se ha observado que los huevos parasitados de algunos lepidópteros producen más de un adulto de Trichogramma (Flanders 1930; Salt - - 1940; Stein y Franz 1960; Martson y Ertle 1973; Stinner et al 1974; Lewis et al 1976). Sin embargo el número de parásitos producidos en huéspedes menos adecuados reduce la proporción de descendientes hembras (Vinson y Iwansch 1980). El porcentaje de descendientes - hembras es una medida importante de la adecuabilidad, y ésta puede modificarse drásticamente en el transcurso del tiempo (Caraham - - 1980; Roland y Jefferson 1981; González et al 1982).

La adecuabilidad del huésped probablemente responda a la química - propia de su desarrollo que produce sustancias que Trichogramma es susceptible de percibir y reconocer como puntos de contacto, ya -- que este organismo es capaz de desarrollarse aún en huevos de hués- pedes infértiles (Salt 1938; Young y Hamm 1967; Lewis y Young 1972). Houseweart et al (1982) observaron que los huevos hospederos eran más aceptables por el parásito durante los primeros estados de desarrollo del huésped, y que conforme el hospederero crece se reduce drásticamente la aceptabilidad y el parasitismo por Trichogramma. Diversos estudios en la aceptabilidad del huésped (ocurrída generalmente dentro de las primeras 24 a 48 horas) indican una repentina declinación de la aceptabilidad después de cierto tiempo, -- aunque existen variaciones en la edad a la que puede ocurrir la - parasitación (Lewis y Redlinger 1969; Martson y Ertle 1969; Lewis y Young 1972; Hiehata et al 1976).

En dos investigaciones de huéspedes lepidópteros se encontró una -
declinación gradual (ocurrida aproximadamente en 7 días) en la - -
aceptancia para la oviposición por Trichogramma (Schmidt 1970; Na-
varajan 1979). Otras investigaciones indican una declinación - --
abrupta de la adecuabilidad del parásito con la edad del hospedero
(Lewis y Redlinger 1969; Martson y Ertle 1969; Hiehata et al 1976),
en general puede decirse que la tasa de sobrevivencia de la proge-
nie declina después del primer día y está seguida de un periodo de
relativa estabilidad, durante el segundo y principios del tercero,
a partir del cual. existe una declinación abrupta en el porcentaje
de progenie de hembras producidas en los huéspedes (Juliano 1980).
Navarajan (1979) reporta que muchas especies de Trichogramma no ma-
nifiestan una reducción en la proporción de descendientes hembras
con el incremento de la edad del huésped, dentro del intervalo de
los cinco primeros días, después de los cuales se observa una mar-
cada producción de machos.

El porcentaje de huevos parasitados, el número total de descendien-
tes parásitos en los hospederos, el porcentaje de huéspedes parasi-
tados que producen parásitos adultos y la sobrevivencia de la proge-
nie de parásitos al estado adulto, decrecen significativamente -
con el incremento de la edad de huésped. La edad del huésped tam-
bién está relacionada con el número de parásitos producidos por --
huevo hospedero, observándose que los huéspedes jóvenes producen -
más de un parásito adulto que los viejos, más de la mitad de adul-
tos emergidos de diferentes huéspedes fueron obtenidos durante el
primero o segundo día y la mayoría fueron hembras, en algunos ca-
sos todos los descendientes lo fueron, después del segundo día los
huéspedes produjeron sólo machos (Juliano 1980).

En términos generales, existe un decremento en el número de descendientes y una modificación de la proporción sexual con el aumento de la edad del huésped. La producción de hembras y machos en el mismo huésped asegura el cruzamiento de la descendencia (Askew -- 1968). Sin embargo, para los machos la probabilidad de encontrar hembras receptivas después de abandonar al huésped es quizá baja, por lo que puede producirse un impacto en el éxito reproductivo -- asociado con la producción de machos solamente o de una baja proporción de éstos.

12. SUSCEPTIBILIDAD DE TRICHOGRAMMA A LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA

Los progresos en los métodos de liberación de Trichogramma (Morrison et al 1978; Ables et al 1978; Bull et al 1979; Jones et al -- 1979) han permitido efectuar liberaciones masivas de este parásito, sin embargo, la eficacia de las técnicas de aplicación, requiere -- entender los factores que pueden afectar la sobrevivencia y funcionalidad de los parásitos antes y después de que han sido liberados (López y Morrison 1980). En este aspecto, uno de los factores -- estudiados con mayor interés, es el efecto de las temperaturas a -- las que se programa Trichogramma para ser liberado, en la sobrevivencia, emergencia, comportamiento y fecundidad de los parásitos.

Generalmente los parásitos son condicionados en los laboratorios -- a una temperatura de 16.7 °C para una emergencia máxima, cuatro -- horas después de estar expuestos a una temperatura promedio de -- 26.7°C (Stinner et al 1974). Las variaciones en este factor también han sido estudiadas una vez que los parásitos han sido libera

dos en el campo, Fye y Larsen (1969) opinan que las elevadas temperaturas del suelo provocan una elevada tasa de mortalidad de los parásitos por lo que estos deben programarse para emerger rápidamente después de ser liberados.

Los experimentos en los que se sometió a Trichogramma a diversas temperaturas en distintas fases de desarrollo, manifiestan que el parásito es especialmente susceptible a variaciones de este parámetro durante la primera hora de exposición, después de la cual se reduce el porcentaje de emergencia drásticamente. Aumentando la tasa de mortalidad frente a exposiciones severas de temperatura en cualquier edad (López y Morrison 1980).

El periodo de tiempo entre la programación de los huevos parasitados, la liberación y la emergencia de los adultos es crítico, no solo por los efectos adversos de las variaciones de temperatura durante ese tiempo, sino también por que los huevos están expuestos a la depredación. Cuando el parásito adulto emerge, la depredación puede reducirse, ya que los adultos son capaces de desplazarse a microhábitats más adecuados para escapar de sus depredadores y de temperaturas extremas.

Los datos reportados muestran que los parásitos en los huevos huérfanos son muy sensibles a temperaturas superiores a 37°C incluso en periodos muy cortos de exposición (una hora), por lo que las liberaciones deben programarse cuando las temperaturas del suelo y de las plantas no excedan este límite (López y Morrison 1980). En el curso de los experimentos no se han podido obtener individuos re

sistentes a las variaciones térmicas, sin embargo, individuos inmaduros expuestos a diferentes temperaturas manifestaron un grado diferente de tolerancia a estas. Dependiendo de la edad de cada grupo de prueba se observó que los individuos de un día de edad fueron más tolerantes a temperaturas de congelamiento entre -5 y 10°C , y los de seis y ocho días fueron más susceptibles a estas temperaturas, pero fueron más tolerantes a 0°C (López y Morrison 1980).

Los estudios de campo demostraron que Trichogramma era capaz de pasar el invierno dentro de los huevos hospederos y emerger cuando la temperatura fuese adecuada, cuando se observó este fenómeno, -- las investigaciones empezaron a dirigirse al estudio de la respuesta de Trichogramma en diferentes estados de desarrollo a diferentes temperaturas (Pettersen 1931; Lund 1934; Curl y Burbutis 1977; López y Morrison 1980). Las investigaciones indicaron que el parásito sobreinvernaba en estados inmaduros dentro de los huevos hospederos, con tasas muy reducidas de desarrollo, más que en distintos estados de diapausa (López y Morrison 1980).

La forma en la que Trichogramma inverna es un factor importante en la sobrevivencia y disponibilidad de los parásitos (Graham 1970). Se observó que Trichogramma no emerge de los huevos parasitados -- después de que se ha iniciado la estación fría, reportándose especies de Trichogramma en estado de diapausa dentro de los huevos -- hospederos, los estudios demuestran que para que Trichogramma inverne es necesario que alcance cierto estado de desarrollo (Parker y Pinell 1971; Curl y Burbutis 1977).

La resistencia del parásito es óptima cuando se ha desarrollado -- hasta el estado pupal antes de someterlo a bajas temperaturas (Pettersen 1934; Lund 1934; Schread y Garman 1934; Curl y Burbutis --- 1977; López y Morrison 1980). El conocimiento del estado fisiológico y las temperaturas a las que puede condicionarse el parásito, permitió que pudiera almacenarse masivamente y utilizarlo poste---riormente en las liberaciones. Sin embargo existe alguna evidencia de que las temperaturas frías de almacenamiento pueden tener - efectos no deseados que influyen en la efectividad de los indivi---duos cultivados (Tsybul'skaya 1971).

Burbutis et al (1976) indican que la diapausa inducida con bajas - temperaturas no afecta materialmente a los parásitos, sin embargo, Petterson (1931) indicó que las bajas temperaturas reducen signifi---cativamente la capacidad de emergencia de Trichogramma, esta obser---vación fue enfatizada más tarde por Maslennikova (1959), Curl y -- Burbutis (1977), Parker y Pinnell (1980).

López y Morrison (1980) sugirieron que la temperatura es probable---mente el factor primario que regula el patrón de desarrollo y la - emergencia de los adultos, indicando que los parásitos requieren - de aproximadamente 10 días para emerger y que la emergencia ocurre cronológicamente. Parker y Pinnell (1971) observaron que los pará---sitos en hibernación son capaces de emerger durante los periodos - tibios de invierno.

Trichogramma pasa el invierno como una larva parcialmente desarro---llada dentro del huevo hospedero (Sweetman 1958), los insectos que

normalmente sobreinvernan en estado de huevo son utilizados por -- este parasitoide (Petterson 1930), sin embargo, ciertas especies -- son capaces de pasar el invierno en huevos hospederos que no sobre invernán normalmente en estado de huevo (Curl y Burbutis 1977; Bur butis et al 1976; Parker y Pinnell 1971). Algunas especies inver nan y otras entran en diapausa antes de sobreinvernar (Parker y Pi nnell 1971).

Estas observaciones indican que Trichogramma utiliza una variedad de huéspedes para perpetuar sus poblaciones después del invierno, por lo que es necesario utilizar huéspedes alternos que proporcio nen a los parásitos un recurso para mantener su permanencia des--- pués de la emergencia de los huevos plaga y antes de que los hue-- vos de ésta, sean disponibles para el siguiente año (Jennings et - al 1983). Nielson (1963) sugirió que Trichogramma utiliza más de una especie de hospederos para sobreinvernar, y en la revisión bi- bliográfica que efectuaron Jennings et al (1983) no encontraron -- ningún reporte que indicara que el parásito invernara en huéspedes específicos.

No ha sido determinado el efecto específico del clima en la activi dad de Trichogramma, sin embargo, existe una relación aparente --- cuando el mínimo de temperatura alcanza valores menores a 15.5°C - (Parker et al 1971) temperatura a la que la actividad general de - los parásitos declina y se observa un marcado decremento de la pa- rasitación (Yu et al 1984).

Biever (1972) observó en salones bioclimáticos con temperaturas -- programadas, que las tasas de búsqueda por cada hembra de Tricho--gramma se incrementaban cuando se elevaba la temperatura entre 20 - y 35°C, y disminuía a 40°C. Las hembras de diferentes especies no mostraron diferencias significativas en este factor. Calvin et al (1984) observaron que a bajas temperaturas (aproximadamente 17°C) se observa poca actividad de los parásitos y surgieron que a elevadas temperaturas, los parásitos posiblemente aprovecharían más rápidamente los recursos disponibles.

Biever (1972) indicó además que Trichogramma manifiesta diferentes respuestas fisiológicas y conductuales a diferentes condiciones -- climáticas. Butler y López (1980) investigaron el efecto de temperaturas constantes y fluctuantes en parásitos cultivados en diferentes huéspedes. Observaron que las tasas de desarrollo máximas se obtienen a 30°C y los umbrales mínimos de desarrollo se obtuvieron entre 10.3 y 13.7°C; a 22 ó a 35°C se observaron tasas normales de desarrollo.

Biever (1972) observó también que los huevos de Trichogramma retardan su desarrollo embrionario cuando son mantenidos de 24 a 96 horas a 10°C. Jacobs et al (1984), Stinner et al (1984 b) encontraron que la emergencia de los adultos ocurre de 0.5 a 3 horas después de que los huevos parasitados se colocan a 25°C Stinner et al (1974) observaron que Trichogramma puede ser almacenada a 16.7°C de 4 a 10 días durante el último día del estado pupal sin efectos de--trimentes en la emergencia y puede almacenarse más de 12 días si en el sexto día se disminuye la temperatura a 15°C.

La fecundidad de las hembras adultas de Trichogramma oscila de - - entre 9 huevos a 35°C a 22.3 huevos por hembra a 20°C. La fecundidad puede ser baja a elevadas temperaturas, a temperaturas por - - encima de 30°C el promedio de fecundidad fue de 9 huevos por hembra y bajo 30°C fué de 18 huevos por hembra. Trichogrammas cultivados - a temperaturas fluctuantes entre 22 y 38°C mostraron un alargamiento en el tiempo de desarrollo, sin embargo la longevidad no se ve significativamente afectada por las fluctuaciones de la temperatura (Calvin et al 1984).

Keemp y Simmons (1978) opinan que la temperatura es un factor - -- importante que determina la longevidad del ciclo de vida del parásito de 7 a 75 días bajo diferentes condiciones. En el verano, el desarrollo de huevo a adulto es de 9 a 16 días. La tasa de cambio en la longevidad del ciclo de vida a una temperatura promedio de - 15.5 a 21°C es en incremento o decremento de un día por 0.7°C, disminuyendo o aumentando en el promedio de temperaturas.

Estos estudios demuestran que la temperatura tiene efecto no solo en el potencial biótico de los parásitos sino también en su comportamiento y por lo tanto en la efectividad potencial de Trichogramma.

13. DISPERSION DE LOS TRICHOGRAMMA

De acuerdo con Douth y Viggiani (1968), se han encontrado restos - de especies parecidas a las actuales en el ámbar del oligoceno de la ciudad de Chiapas en México, estos fósiles manifiestan muy pocas variaciones en relación a las especies vivientes, por esto se

dice que los Trichogramma han cambiado muy poco en 300 años.

Muchos autores opinan que estos insectos tienen una capacidad limitada de dispersión debido a que se trasladan de un lugar a otro -- dando saltos entre el follaje, esta particularidad les permite con la ayuda del viento movilizarse a grandes distancias, y que así -- han llegado a todas las regiones del mundo (Doutt y Viggiani 1968; de la Torre 1980; Luna 1985). La dispersión de los Trichogramma -- ha sido estudiada marcando ejemplares con fósforo radioactivo, recapturándolos 17 horas después a 700m. de distancia del punto de -- liberación (Stern et al 1965; Franz y Voegle citados por Luna 1985). Sin embargo, Doutt y Viggiani (1968) suponen que a causa de su pequeño tamaño pueden ser trasladados por el viento a grandes distancias, independientemente de la diversidad de formas con las que se trasladan. De la Torre (1980) colectó varias especies nativas en casi todas las provincias de la isla de Cuba.

La actividad del adulto de Trichogramma aumenta con la elevación -- de la temperatura y la luminosidad (Flanders 1930) manifestando un marcado fototropismo positivo. Según Hendricks (1967) el viento -- es determinante para la distribución y dispersión de los trichogramas dentro y fuera de la cobertura vegetal. La distribución horizontal y vertical de estos insectos está determinada por sus rangos de tolerancia a la temperatura y por la intensidad y dirección del viento. Lawson (Citado por Luna 1985) opina que la dispersión se ve afectada por la presencia de malezas en los cultivos que ocasionan una disminución en el porcentaje de parasitismo, como conse

cuencia de la restricción del desplazamiento, y por el parasitismo producido en los huevecillos que albergan.

Schread y Garman, (citados por Hendricks 1967) estudiaron el desplazamiento de Trichogramma en condiciones de laboratorio, en ausencia de luz natural y sin corrientes de aire, los insectos pudieron desplazarse en dos minutos 7.40 m y en presencia de una fuente de luz manifestaron un marcado fototropismo positivo, y cuando los Trichogrammas fueron liberados en cultivos de durazno, observaron que vientos de 10.8 kph no son suficientemente intensos para interferir con su dispersión incluso con viento en sentido contrario. Jaynes y Bynum (citados por Hendricks 1967) liberaron T. minutum Riley en puntos estacionarios de caña, y 48 hrs después recobraron huevos parasitados de Sitotroga cerealella (0.) a 30 m de los puntos de liberación. Stern et al (citados por Hendricks 1967) encontraron que las hembras se dispersan más rápidamente que los machos, pudiendo dispersarse unidireccionalmente hasta 16 Km y los machos menos de 2 Km.

Si los Trichogrammas se van a reproducir, el movimiento del sitio de liberación al huésped (sitio de depósito de los huevecillos) es un factor esencial y la influencia del viento debe considerarse (Hendricks 1967).

También debe tenerse en cuenta que en las últimas décadas, los Trichogrammas han sido llevados por el hombre intencionalmente de un país a otro, lo que dificulta conocer su rango natural de distribución. Así, muchas especies han sido llevadas de un continente a

otro sin que se hayan registrado los traslados. Se sabe por ejemplo que T. euproctidis fue llevado a Europa, y de ahí a E.U., luego fue trasladado a Cuba, y posteriormente a Chile (de la Torre -- 1980).

14. EFECTO DE LAS PRACTICAS AGRICOLAS SOBRE LA ABUNDANCIA DE TRI-- CHOGRAMMA

Las prácticas culturales tales como el escardado, el deshierbe, la aplicación de fertilizantes, el uso de agroquímicos para el control de plagas, enfermedades y malezas, parecen reducir la población de Trichogramma no sólo en el ciclo agrícola en el que fueron efectuadas sino también en el siguiente (Holloway et al 1928).

Los sistemas de irrigación terrestres o aéreos, tienden a desprender los huevos hospederos de las plantas, se observó que los huevos de Trichogramma mueren dentro del huésped cuando son sumergidos en agua, aunque pueden desarrollarse hasta el estado pupal -- (Flandcrs 1930).

El clareado y la limpieza del cultivo reducen el número y la variedad de las plantas de las que se alimentan los huéspedes de Trichogramma, provocando una drástica reducción en la abundancia de estos insectos. Como regla general, los huéspedes de Trichogramma -- están ampliamente distribuidos, su alimentación generalista y su éxito adaptativo les permiten tener un número exitoso de progenie. Como grupo, se benefician con el ataque del parásito, que puede -- prevenirlos contra el uso de sus reservas de alimento. Bajo condi

ciones naturales, un alto grado de parasitismo ocurre frecuentemente cuando los huéspedes son muy abundantes, sin embargo, el agricultor está continuamente incidiendo sobre sus densidades durante las prácticas agrícolas, y por lo tanto, influye también sobre las densidades de Trichogramma (Flanders 1930; Castrejón 1979 Sánchez 1980).

15. EL USO DE TRICHOGRAMMA Y LAS APLICACION DE INSECTICIDAS

Tradicionalmente el concepto de utilizar Trichogramma con insecticidas en el manejo de plagas ha sido considerado impráctico debido a la susceptibilidad de los parásitos a los insecticidas.

De acuerdo con Jacobs et al (1984) la utilización de endosulfan a las tasas recomendadas puede ser compatible con las liberaciones de Trichogramma después de 30 días o más de aplicado el insecticida. El endosulfan, reduce las tasas de parasitismo sólo el primer día después de la aplicación, en contraste con el parametrin que resulta totalmente impráctico ya que los residuos de los primeros días de aplicación provocan tasas de parasitismo muy bajas y una elevada mortalidad de los parásitos, en comparación con los lotes donde se liberó Trichogramma después de 21 días de aplicado el insecticida.

En los estudios realizados se encontró que el DDT y el Metasistox afectan adversamente la longevidad y fecundidad de los adultos durante su emergencia de los huevos parasitados (Plewka et al 1975). Ables et al mostraron que el diflubenzurón tiene un efecto detri-

mente en Trichogramma y en otras especies de predadores. Lingren y Wolfenbazer (1976) observaron que después de la aplicación en -- spray de clorodimeform se reduce el porcentaje de parasitismo y la emergencia de los adultos.

Los resultados de los estudios de Jacobs et al (1984) muestran que es posible utilizar insecticidas para combatir las plagas del cultivo y 30 días después liberar Trichogramma sin afectar sus actividades bióticas.



C A P I T U L O I V

1. Evaluación de la dosis óptima de Trichogramma spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para el control de Spodoptera frugiperda Smith (Lepidoptera: Noctuidae), Diatraea grandiosella Fabricius (Lepidoptera: Pyralididae) y de Heliothis zea Boddie (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo del maíz.

Este estudio se desarrolló en tres municipios ubicados en la zona norte del estado de Tamaulipas: Matamoros, Río Bravo y Valle Hermoso, durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 1984. En cada municipio se seleccionaron 6 lotes de maíz que fueron sembrados en los días comprendidos entre el 8 y el 20 de agosto, cada lote estuvo representado por cultivos cuya extensión varía entre 1 y 9 hectáreas, con una densidad promedio de siembra de 39 000 plantas por hectárea. Los cultivos fueron estudiados hasta la obtención de mazorcas para la evaluación del rendimiento obtenido para cada tratamiento.

Los parásitos utilizados fueron obtenidos en el Centro de Reproducción de Organismos Benéficos, de la Dirección General de Sanidad Vegetal, SARH de Matamoros, Tamaulipas; donde se reproducen en forma masiva en los huevecillos de la palomilla de los granos almacenados Sitotroga cerealella Olivier, mediante las técnicas descritas por Morrison et al (1976).

METODOLOGIA

Para determinar los niveles de parasitismo producidos por Trichogramma spp. en los huevecillos de las principales plagas del cultivo de maíz en la región; gusano cogollero Spodoptera frugiperda --

Smith, gusano barrenador Diatraea grandiosella Fabricius, y gusano elotero Heliothis zea Boddie, se establecieron los siguientes tratamientos:

- T₁ Testigo (sin liberaciones de Trichogramma spp.)
- T₂ 2 500 parásitos por hectárea
- T₃ 5 000 parásitos por hectárea
- T₄ 7 500 parásitos por hectárea
- T₅ 10 000 parásitos por hectárea
- T₆ Sólo se liberó Trichogramma spp. si se encontraba huevecillo viable de lepidópteros en una proporción de 1 a 1 para cada una de las especies de interés.

Se determinaron los porcentajes de infestación de otra de las plagas comunes al cultivo en esta zona, pulgón verde Rhopalosiphum maidis (Homóptera: Aphididae) y se registraron los porcentajes naturales de parasitismo producidos por Lysiphlebus en esta plaga, -- así como los porcentajes de parasitismo de Chelonus en huevecillos de gusano cogollero y de Euplectrus en los estados inmaduros de -- los lepidópteros de interés.

Los parásitos fueron liberados en cartoncillos negros de 2 x 2 cm. que contenían aproximadamente 2 500 huevecillos de Sitotroga cerea lella (O.) parasitados por Trichogramma spp., cada uno de estos -- cartoncillos fue colocado en una bolsa de papel de estraza de 1/4. en número que dependía del tratamiento correspondiente para cada -- lote. Las bolsas de papel fueron colocadas en una bolsa de plásti -- co de 10 lt. de capacidad que, a su vez, fue depositada en una hie

lera de unicel con refrigerante para ser transportadas al campo. - Las bolsas de papel fueron colocadas en la parte media de las plantas para promover la dispersión de Trichogramma spp. en diferentes niveles.

Antes de iniciar la primera liberación, se realizó un muestreo previo en cada lote para determinar el parasitismo natural e inicial por Trichogramma spp. registrando la incidencia de las plagas de interés y el parasitismo sobre éstas por otros organismos nativos, y observando a los otros insectos asociados al cultivo. Es necesario manifestar que los registros del número de insectos benéficos (parásitos naturales de las plagas) así como los porcentajes de -- infestación, se refieren a las plantas que albergan a los organismos observados en el momento de ser examinadas, independientemente del número de éstos en las plantas.

Los parásitos fueron liberados semanalmente en cada municipio durante el periodo comprendido entre el 24 de septiembre y el 28 de noviembre de 1984, realizando un promedio de 8 liberaciones por lote, exceptuando las liberaciones efectuadas para los lotes donde se encontraba huevecillo viable de lepidóptero, en los que se realizaron un promedio de 4 liberaciones. Se dedicó un día completo en cada municipio para las liberaciones y los muestreos durante el periodo de estudio. Los muestreos posteriores y las primeras liberaciones se hicieron aproximadamente a los 15 días de la fecha de siembra del cultivo, al emerger las plántulas, realizando muestreos una semana después de cada liberación. El periodo experimental comprendió parte de la estación de lluvias en la zona norte --

del estado. Sólo fué registrada precipitación pluvial durante los últimos días del mes de septiembre y principios del mes de noviembre, aproximadamente 35 días después de iniciadas las liberaciones de parásitos.

La determinación de los porcentajes de parasitismo por Trichogramma spp. en los huevecillos de las 3 especies de lepidópteros y la -- observación del parasitismo por otros organismos nativos de la región, así como el registro de otros insectos observados durante el muestreo, fueron determinados por inspecciones a 100 plantas por lote, el método utilizado consistió en seleccionar al azar 5 puntos y en cada uno se examinaron 20 plantas.

Los huevecillos, larvas, y pulgones colectados fueron removidos con el fragmento de la planta donde se encontraban, y colocados en bolsas de plástico de 5 lt. de capacidad con los datos correspondientes al municipio y al lote donde se colectaron, luego fueron trasladados al laboratorio en la hielera de unigel.

En el laboratorio, los huevecillos fueron desprendidos del pedazo de planta con un pincel delgado y húmedo, y colocados en cajas de petri etiquetadas con los datos relativos a la fecha, municipio, lote y número de huevecillos colectados y fueron mantenidos hasta la emergencia del parásito para determinar los niveles de parasitismo en cada tratamiento y para cada municipio. Las larvas fueron mantenidas en dieta artificial hasta su maduración, para determinar los porcentajes de parasitismo naturales por los parásitos de la región. Las colonias de pulgón verde contenidas en cada bolsa fueron coloca

das en la mesa del laboratorio y observadas hasta la emergencia del parásito.

Las liberaciones y los muestreos continuaron hasta que las plantas produjeron mazorcas, las que fueron colectadas y utilizadas para la evaluación del rendimiento por hectárea y del daño causado por las plagas en cada lote y para cada tratamiento.

Determinación del rendimiento y del porcentaje de granos dañados -- por hectárea para cada lote:

El muestreo de mazorcas se efectuó recolectando al azar 25 mazorcas por lote, caminando en zig zag hasta cubrir el lote. Las mazorcas fueron desprovistas de las hojas que las cubrían, de los estigmas y del pedicelo que las unía al tallo, y se guardaron dentro de una bolsa de plástico de 40 lt de capacidad, en la que se identificó el municipio y el lote al que pertenecían. Las mazorcas de cada lote fueron colocadas en charolas, cada una con una etiqueta que contenía los datos relativos al municipio, tratamiento, fecha de siembra, ubicación y extensión del cultivo, número de plantas sembradas por metro, nombre del agricultor, variedad utilizada y fecha de recolección de las mazorcas. Las charolas fueron expuestas al aire y al sol para que se deshidrataran los granos de maíz. De cada charola se seleccionaron 10 mazorcas, 5 para evaluar rendimiento y 5 para evaluar el porcentaje de granos dañados. Procurando que los subgrupos elegidos representaran las variaciones en tamaño y en el nivel de granos dañados de la población muestreada.

Para evaluar el rendimiento por hectárea se utilizaron las 5 mazorcas seleccionadas por tamaño, a cada mazorca se le contó el número de granos de una hilera y el número de hileras, los resultados de ambos conteos se multiplicaron entre sí y el total se dividió entre 5 para obtener el promedio de granos por mazorca.

Mazorcas	No. granos/hilera	No. hileras	
1	47	10	47 (10) - 470
2	32	12	32 (12) - 348
3	34	12	34 (12) - 408
4	23	9	23 (9) - 207
5	40	10	40 (10) - 400
			<u>1833</u>

$$\frac{1833}{5} = 366.7 = 367 \text{ granos por mazorca}$$

Las 5 mazorcas fueron desgranadas y de los granos obtenidos se --
extrajeron al azar 100, estos fueron pesados y el valor obtenido --
se utilizó para sacar el peso promedio de una mazorca:

100 granos - - - - 27 gramos

367 - - - - X

X = 99.99 grs / mazorca

Para calcular el número de plantas y obtener el rendimiento por --
hectárea; se consideraron los datos correspondientes al número de
plantas por metro, así como la distancia entre surco y surco.

Con un promedio de 3 plantas por metro lineal

3 (100) = 300 plantas en 100 metros

Distancia entre surco y surco de 90 cm.

$$\frac{90}{100} = 111 \text{ surcos por hectárea}$$

300 (111) = 33 300 plantas por hectárea

Rendimiento:

1 mazorca pesa 99.09 gramos

33 300 pesan X

Rendimiento por hectárea: X = 3 299 697 gr.

Para calcular el porcentaje de granos dañados por hectárea en cada una de las 5 mazorcas escogidas por el grano de daño, se contó el número de granos dañados. Los datos obtenidos de cada conteo se sumaron y el resultado se dividió entre 5 para obtener el promedio de granos dañados por mazorca:

Mazorca	No. de granos dañados
1	35
2	40
3	58
4	98
5	60
	<hr/>
	291

$$\frac{291}{5} = 58.2 \text{ granos dañados por mazorca}$$

Para calcular el porcentaje de granos dañados por mazorca se hizo - una regla de tres simple a partir del promedio de granos no dañados por mazorca evaluados anteriormente para la obtención del rendimiento:

$$367 - - - 100\%$$

$$58.2 - - - X$$

$$X = 15.85 = 16\% \text{ de daño}$$

Para calcular la pérdida en peso de los granos dañados por hectárea, se consideró el valor obtenido para el cálculo del Rendimiento por hectárea y el porcentaje de granos dañados por mazorca:

$$3\ 299\ 697 - - - 100\%$$

$$X - - - - - 16\%$$

$$X = 5\ 27951.52 \text{ grs.}$$

2. Análisis de los resultados obtenidos en el Municipio de Matamoros:

Debido a que los resultados obtenidos en este trabajo no mostraron diferencias significativas en los tratamientos de cada municipio y el comportamiento de los resultados comparativamente es el mismo, - tomé al azar el municipio de Matamoros para ejemplificar estas particularidades^{1/}. Durante 90 días consecutivos de muestreos y liberaciones, los lotes de este municipio presentaron dos características singulares, no pudo evidenciarse en Trichogramma una actividad

^{1/} Ver los cuadros y gráficas de los resultados obtenidos que se -- presentan en las páginas 142 a 149.

específica sobre alguno de los huéspedes estudiados, ni tampoco -- pudo observarse una acción permanente dentro de cada área de estudio. Los registros del porcentaje de parasitismo son disruptivos y no manifestaron una secuencia permanente entre unos y otros, se registra un porcentaje cualquiera en alguna semana y durante el -- resto del experimento no vuelven a tenerse resultados positivos, -- como es el caso de los lotes de 7,500 p/ha y del lote testigo donde únicamente se registra parasitismo en una ocasión durante todo el experimento, solo en el lote de 2,500 p/ha se registró parasitismo en uno, dos o tres muestreos consecutivos. En otras ocasiones se registraron los porcentajes de parasitismo alternadamente, con una o dos semanas de diferencia, se muestreó una semana y en esa semana se registra un porcentaje determinado, y la próxima o -- las próximas semanas no se obtienen resultados, este es el caso de los lotes de 5,000 p/ha, el de 10,000 p/ha y el del lote de huevecillo viable.

En el lote testigo, donde no se efectuaron liberaciones de Trichogramma, se registró el día 15 de noviembre un porcentaje de parasitismo del 26% en huevos de gusano barrenador, sin haberse observado anteriores o posteriores parasitaciones. El lote de 2 500 p/ha presentó durante tres días continuos parasitismo por Trichogramma en huevos de gusano elotero, el parasitismo inicial registrado fue del 35% el 24 de septiembre, descendiendo al 13.3% el 5 de octubre y aumentando a 66.6% el 18 de octubre, posteriormente a estos registros no se observa actividad de los parásitos sobre los huevecillos colectados, el 10. de Noviembre se registró un porcentaje de parasitismo del 33% en huevos de gusano barrenador y este fue el último registro del parasitismo en esta plaga y en este lote. El lote de 5 000 p/ha

registró en el primer muestreo un parasitismo del 33% el 24 de septiembre sobre huevos de gusano elotero y 15 días después este porcentaje aumentó al 43% sobre la misma plaga. En este mismo lote, el 10. de noviembre se registró un porcentaje de parasitismo del 81.8% sobre huevos de gusano barrenador, sin embargo no fueron registrados más porcentajes de parasitismo después sobre ninguna de las plagas. En el lote de 7,500 p/ha, no se registró parasitismo inicialmente, sólo hasta el 8 de noviembre se obtuvo un parasitismo del 25% en huevos de gusano elotero, y una semana después se registró el 5.4% de parasitismo en huevos de gusano cogollero. El lote de 10 000 p/ha sólo registra un parasitismo el 18 de octubre de 33.3% y del 75% el 15 de noviembre. En el lote de huevecillo viable donde se efectuaron tres liberaciones cada una de 2 500 - - p/ha, se registró parasitismo en huevos de gusano elotero el día 24 de septiembre, con un porcentaje del 75% y el día 18 de octubre el 43%, en este mismo lote fueron registrados el 10. de noviembre y el 15 del mismo mes porcentajes de parasitismo del 53% y del 80% respectivamente sobre huevos de gusano barrenador.

% Parasitismo por <u>T.sp.</u>		Mpio. Matamoros	
o.g.b.	Lote Testigo	24 sept.	- 23 Nov.
	26%	15 Nov.	
h.g.e.	Lote de 2 500 p/ha.:	24 Sept.	- 15 Nov.
	35%	24 Sept.	
h.g.e.	13.3%	5 Oct.	
h.g.e.	66.6%	18 Oct.	
h.g.b.	33%	10. Nov.	
h.g.e.	Lote de 5 000 p/ha:	24 Sept.	- 8 Nov.
	33%	24 Sept.	
h.g.e.	42.85% = 43%	18 Oct.	
h.g.b.	81.8%	10. Nov.	
h.g.e	Lote de 7,500 p/ha	24 sept.	- 23 Nov.
	24.7 + 25%	8 Nov.	
h.g.c.	5.47	15 Nov.	
h.g.e.	Lote de 10,000 p/ha:	24 Sept.	- 23 Nov.
	33.3%	18 Oct.	
h.g.e.	75%	15 Nov.	
h.g.e.	Lote de Huevecillo Viable:	24 Sept.	- 15 Nov.
	57%	24 Sept.	
o.g.b.	42.85%	18 Oct.	= 43%
	52.94%	10. Nov.	= 53%
o.g.b.	80%	15 Nov.	

% Parasitismo por T. sp.

Mpio. Río Bravo

	Lote Testigo:	26 Sept.	-	7 Nov.
h.g.e.	85%	17 Oct.	pi = 0	pf = 0
o.g.b.	33%	10 Oct.		
	Lote de 2 500 p/ha:	26 Sept.	-	23 Nov.
h.g.e.	19%	25 Oct.		
o.g.b.	75%	14 Nov.		
h.g.c.	60%	25 Oct.		
	Lote de 5 000 p/ha:	26 sept.	-	25 Oct.
h.g.e.	20%	17 Oct.		
o.g.b.	100%	10 Oct.		
	Lote de 7 500 p/ha:	26 sept.	-	14 Nov.
h.g.e.	11.76%	7 Nov.		
	Lote de 10 000 p/ha:	26 Sept.	-	23 Nov.
h.g.e.	30%	3 Oct.		
o.g.b.	100%	10 Oct.		
	Lote de Huevecillo Viable:	26 Sept.	-	7 Nov.
h.g.c.	43%	17 Oct.		

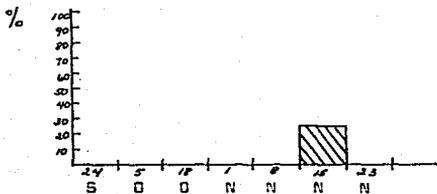
% Parasitismo por <u>T.</u> sp.		Mpio.	Valle H.
Lote Testigo:		25 Sept.	- 27 Nov.
h.g.e.	6%	25 Sept.	
h.g.e.	6%	16 Oct.	
h.g.b.	30%	6 Nov.	
Lote de 2 500 p/ha:		25 Sept.	- 21 Nov.
P.			
Lote de 5 000 p/ha:		25 Sept.	- 13 Nov.
h.g.e.	11.11%	25 Sept.	
h.g.e.	43.4%	2 Oct.	
Lote de 7 500 p/ha:		25 Sept.	- 27 Nov.
h.g.e.	28.5%	25 Sept.	
h.g.c.	23.7	23 Oct.	
h.g.e.	71%	30 Oct.	
	37.5%	6 Nov.	
h.g.e.	75%	13 Nov.	
o.g.b.	100%	27 Nov.	
Lote de 10 000 p/ha:		25 Sept.	- 21 Nov.
h.g.e.	50%	25 Sept.	
h.g.e.	75%	16 Oct.	
h.g.e.	60%	23 Oct.	
h.g.b.	69.7%	6 Nov.	
h.g.b.	87.5%	13 Nov.	

	Lote de Huevecillo Viable:	25 Sept.	-	27 Nov.
h.g.b.	53.3%			6 Nov.
h.g.b.	33.3%			13 Nov.
h.g.b.	80.76%			21 Nov.

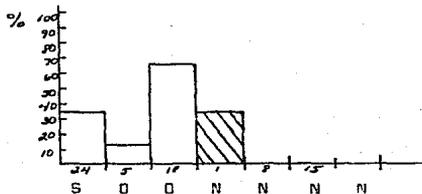
MUNICIPIO DE MATAMOROS

PORCENTAJE DE PARASITISMO PRODUCIDO POR TRICHOGRAMMA SP.

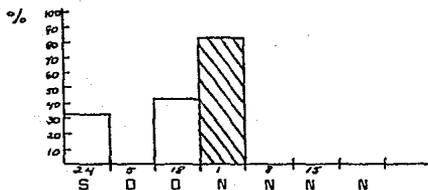
(24 de sept. - 23 nov.)



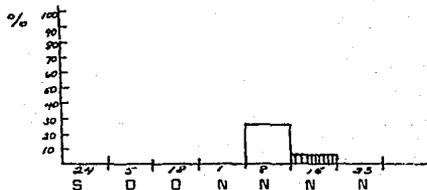
LOTE TESTIGO.



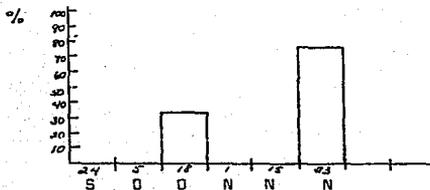
LOTE DE 2,500 p/ha.



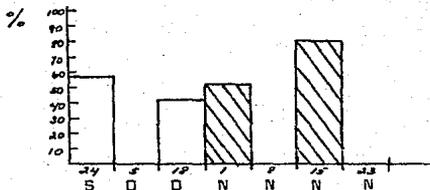
LOTE DE 5,000 p/ha.



LOTE DE 7,500 p/ha.



LOTE DE 10,000 p/ha.



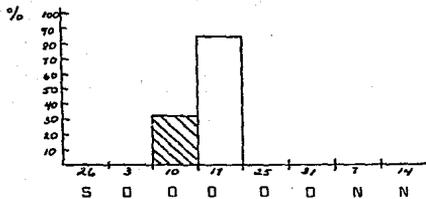
LOTE DE HUEVECILLO VIABLE.

HUEVOS DE Heliothis zea B.HUEVOS DE Diatraea grandiosella D.HUEVOS DE Spodoptera frugiperda S.

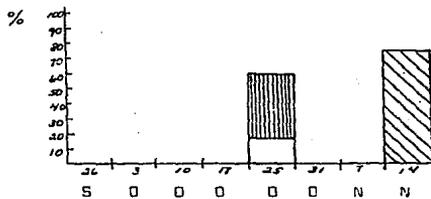
MUNICIPIO DE RIO BRAVO

PORCENTAJE DE PARASITISMO PRODUCIDO POR TRICHOGRAMMA SP.

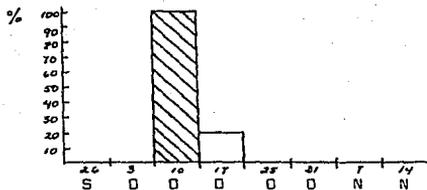
(26 sept. - 23 nov.)



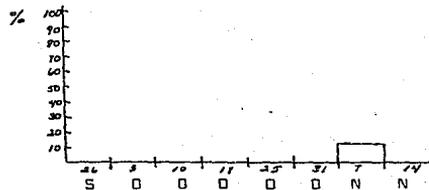
LOTE TESTIGO.



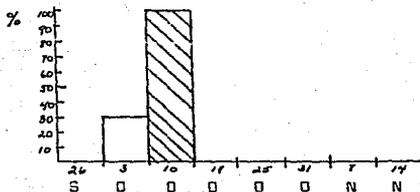
LOTE DE 2,500 p/ha.



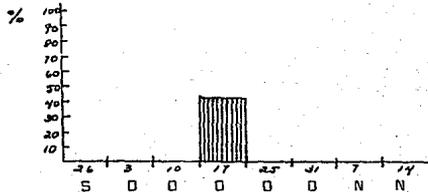
LOTE DE 5,000 p/ha.



LOTE DE 7,500 p/ha.



LOTE DE 10,000 p/ha.



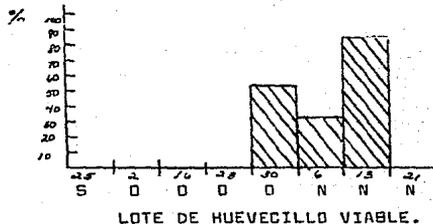
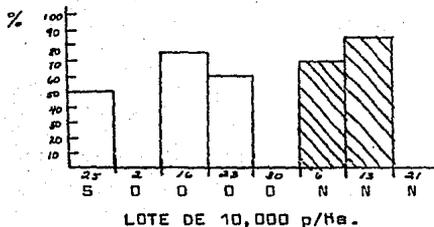
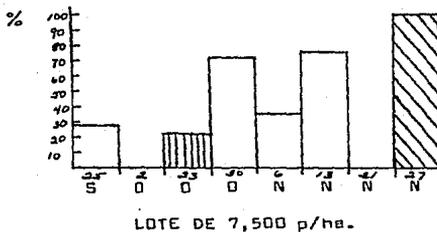
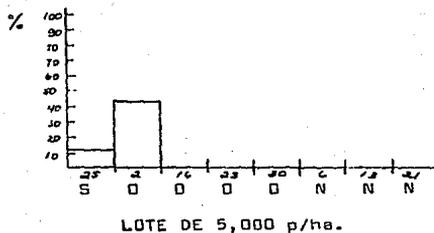
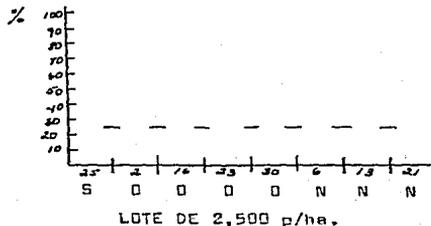
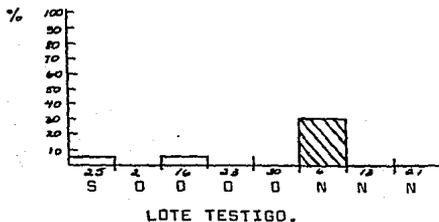
LOTE DE HUEVECILLO VIABLE.

□ HUEVOS DE Heliothis zea B.

▨ HUEVOS DE Diatrea grandio-
sella D.

▩ HUEVOS DE Spodoptera frugiper-
da S.

MUNICIPIO DE VALLE HERMOSO
 PORCENTAJE DE PARASITISMO PRODUCIDO POR TRICHOGRAMMA SP.
 (25 sept. - 27 nov.)



□ HUEVOS DE Heliothis zea B.

▨ HUEVOS DE Diatraea grandiosella D.

▩ HUEVOS DE Spodoptera frugiperda S.

Los porcentajes de parasitismo obtenidos no reflejan una actividad continua del parásito. En muchos casos se obtuvieron porcentajes de parasitismo del 100%, pero sólo se registró parasitismo de forma esporádica y disrruptiva durante los muestreos realizados en cada lote.

No existe una marcada diferencia entre los tratamientos de cada lote y no pueden deducirse elementos de juicio de los resultados - - obtenidos que nos permitan evaluar el comportamiento del parásito. El parasitismo fué errático y las oviposiciones de lepidópteros -- fueron continuas, las poblaciones de larvas alcanzaron un máximo - durante la etapa de maduración del cultivo e incluso hasta la maduración de las mazorcas. Se observó una sucesión de las plagas durante el desarrollo del cultivo. Al emerger las plántulas Spodoptera frugiperda Smith establece la primera fase de colonización, - la segunda etapa está caracterizada por la presencia de huevecillos de Heliothis zea Boddie que aparece principalmente durante - la fase de maduración del cultivo, esta población se incrementa y alcanza un máximo al madurar las mazorcas, la tercera fase de colonización se observó aproximadamente durante el periodo de formación de las mazorcas, puede determinarse indirectamente por la ruptura y caída de los tallos que caracterizan algunas zonas del cultivo. Estas poblaciones se traslapan y es difícil determinar el efecto independiente de cada una de ellas sobre las plantas.

Es difícil evaluar los datos obtenidos del registro de los individuos plaga estudiados debido a las características propias del --- muestreo, sin embargo, se observó que sufren fluctuaciones espontá

neas y ocasionalmente periodos de máximas o mínimas densidades que producen patrones de comportamiento irregulares. Las condiciones climáticas de la zona de estudio están caracterizadas por drásticas variaciones, lo que puede promover una distribución irregular de las poblaciones e impedir cualquier tipo de predicción.

Es significativo el hecho de que el periodo de máximo crecimiento y maduración del cultivo se ve acompañado no solo de un incremento en la densidad de las plagas, sino también por el registro de la mayor parte de los porcentajes de parasitismo por Trichogramma spp. y de la entomofauna asociada al cultivo. La aparición repentina de un gran número de insectos en el campo relacionada probablemente con el incremento de otros, se vió asociada con la presencia de otros organismos en el cultivo (artrópodos y pájaros) que pudieron interferir con el establecimiento de Trichogramma spp. y la evaluación general de los datos.

Los cálculos teóricos del rendimiento no fueron comparados con los rendimientos reales obtenidos por los agricultores en los cultivos, debido a la reticencia de éstos en comunicar los resultados obtenidos. Sin embargo, pudo observarse que los tratamientos no redujeron el número de huevos ni las poblaciones de larvas de las plagas y por lo tanto no tuvieron influencia significativa en la disminución del número de granos dañados y en consecuencia tampoco en el rendimiento de los cultivos.

Las poblaciones de los insectos asociados al cultivo durante el periodo experimental, se caracterizaron por la presencia de los siguientes insectos: Coleomegilla maculata, Cycloneda sanguinea - Scimnus Loewi Collops vittatus, orius sp., Chrysopa sp., Allograp-

ta SP., Geocoris sp., Nabis sp., Zelus sp., Sinea sp., Nabis sp., -
Cardiastethus assimilis,.

Los enemigos naturales observados en la región fueron registrados - en número reducido y su presencia fue discontinua, sin embargo - -- Euplectrus plathypenae fué registrado en mayor número durante los - meses de octubre y noviembre, Chelonus texanus Cress fué observado en menor número pero todos los registros corresponden al mes de noviembre, y Lyciphlebus testaceipes sólo fue registrado en el Municipio de Río Bravo durante los meses de septiembre y octubre en número poco significativo. (Ver los cuadros que se anexan al final de esta sección).

3. Consideraciones generales de los enemigos naturales observados durante el ciclo.

a) Insectos:

Euplectrus platyhynenae (Hymenoptera: Eulophidae) es un endoparásito gregario de varias especies de lepidópteros, entre las que se -- mencionan Spodoptera frugiperda Smith y Heliothis zae Boddie (Vickey y Smith citados por Brian 1978). La hembra de esta especie oviposita sus huevos sobre la cutícula de sus huéspedes cuando éstos - se encuentran en proceso de ecdisis y emiten componentes que al volatilizarse activan la oviposición del parásito. Se ha observado - que la hembra tiene cierta preferencia por los primeros segmentos dorsales del tórax del huésped, donde produce con el ovipositor pequeños orificios cuticulares en donde coloca los delgados pedúnculos que sostienen a los huevecillos. Al iniciarse la parasitación, el huésped reacciona con violencia hasta que entra en un estado de

lasitud y posteriormente de parálisis temporal. El huésped no puede desprenderse ni destruir los huevecillos, éstos se desarrollan normalmente y al emerger las larvas succionan gradualmente los jugos corporales del hospedero, quien va perdiendo vigor y reduciendo sus actividades, cuando las larvas pupan, el huésped ha muerto (Montoya 1976, Brian 1978, Gutiérrez 1985). La hembra es capaz de ovipositar hasta 50 huevecillos que son incubados de 5 a 7 días, - después de los cuales conforme aumenta el desarrollo de las larvas, éstas se movilizan hacia la región dorsal del huésped hacia la parte central, el periodo larval dura de 4 a 5 días, después del cual inician el estado pupal que dura de 5 a 7 días dependiendo de las condiciones ambientales. El ciclo biológico dura de 15 a 18 días (Gutiérrez trabajo inédito).

Observaciones:

De las larvas colectadas solo se observó parasitación por Euplectrus platyhynenae en un pequeño número de larvas de Spodoptera frugiperda Smith, donde en algunos individuos se encontraron grupos de huevecillos de color cremoso nacarado en la región dorsal - próxima a la cabeza, y en otras se encontraron grupos de pequeñas larvas filiformes de color amarillo verdoso y con el cuerpo segmentado. Las larvas parasitadas fueron llevadas al laboratorio de Reproducción de Insectos Benéficos de la SARH de H. Matamoros Tamaulipas, donde son cultivadas y en donde se estudió la biología y el comportamiento de estos parásitos.

Aunque la incidencia de este parásito fué reducida en la mayoría de los casos, se observó que éste se presentó particularmente du--

rante el periodo de maduración del cultivo.

Chelonus texanus Crees (Hymenoptera; Braconidae). Se ha observado que este parásito ataca diferentes especies de lepidópteros, -- entre los que se mencionan a Spodoptera frugiperda Smith y a Heliothis zea Boddie (Earl y Graham 1984). Este braconido ataca los -- huevecillos de sus huéspedes y es considerado como ovidica larval ya que permite la emergencia de la larva dentro de la que se desarrolla hasta alcanzar el tercer estadio, después de éste estado -- emergen del cuerpo del parasitado y continúan desarrollándose -- externamente sobre él, el cuerpo del huésped es destruido interiormente, conforme el parásito se desarrolla, el huésped va perdiendo apetito y capacidad de desplazamiento hasta que permanece prácticamente inactivo y muere.

La incidencia de este parásito durante el periodo de investigación no fue significativa pero los ejemplares observados fueron vistos durante las últimas fases del desarrollo de la planta.

b) Virus:

Durante las inspecciones de las plantas se observó que algunas larvas yacían momificadas sobre la superficie de las hojas, eran de color café oscuro o negro y de las colectadas, un pequeño número -- murió en el laboratorio, manifestando una descomposición progresiva de los tejidos internos con posterior desintegración cuticular que propició la salida del material orgánico descompuesto. El apetito y las actividades normales de las larvas disminuyeron gradualmente hasta quedar completamente inactivas.

Smith (citado por Jiménez y Bustillo 1981), afirma que la hipertrofia del núcleo celular es el primer síntoma de infección del virus que tiene forma poliédrica por lo que la infección se denomina poliedrosis nuclear. Cuando los poliedros crecen en número y tamaño, el núcleo puede llenar totalmente la célula que eventualmente estalla, liberando los poliedros dentro del hemocele. Los síntomas son más conspicuos en el cuerpo graso y la hipodermis. El intestino medio es el sitio de la multiplicación de la poliedrosis citoplasmática. Hamm (citado por Jiménez y Bustillo 1981) observó que el virus se encontraba también en la hipodermis y la matriz traqueal y en menor escala en otros tejidos. Jiménez y Bustillo op. cit observaron que los principales tejidos afectados son el cuerpo graso, la matriz traqueal, el tejido muscular y la hipodermis. La licuefacción del tejido hipodérmico origina la salida de líquidos internos que es el síntoma macroscópico más característico de esta enfermedad. El virus se comporta como un insecticida estomacal. El virus, 2 ó 3 días después de infectar a las larvas, hipertrofia las células del cuerpo graso, posteriormente las de la matriz traqueal y el tejido muscular, a los 5 ó 7 días se observan síntomas de desorganización e hipertrofia en las células de la hipodermis, estos tejidos explotan y liberan poliedros al hemocele. El proceso de descomposición es progresivo y en las últimas fases de la infección, sólo se observan restos de los tejidos internos de las larvas. Posteriormente la cutícula se fragiliza y se deshace al menor contacto, permitiendo la salida de líquidos producidos por la descomposición.

Mpio. de Río Bravo

% Parasitismo producido por Euplectrus en larvas de gusano cogollero

Lotes	% de Parasitismo	Fecha
Lote Testigo:		
Lote de 2 500 p/ha:	25%	31 Oct.
	5.5%	7 Nov.
Lote de 5 000 p/ha:	14.2%	3 Oct.
Lote de 7 500 p/ha:		
Lote de 10 000 p/ha:		
Lote de H. Viable:	16.6%	3 Oct.
	25%	25 Oct.

% Parasitismo producido por Lysiphlebus en Pulgón -- verde.

Lotes Testigo; H.V., 7 500; y 2 500	%P.	
Lote de 5 000 p/ha:	1%	26 Sept.
	13%	17 Oct.
Lote de 10 000 p/ha:	1%	10 Oct.
	27%	17 Oct.

% de Incidencia de Chelonus

Lotes Testigo, 5 000 p/ha; y 10 000 p/ha	% P.	
Lotes de 2 500 p/ha:	1%	7 Nov.
Lote de 7 500 p/ha:	1 %	7 Nov.
Lote de H. Viable:	1%	25 Oct.

Mpio. Matamoros

% Parasitismo producido por Euplectrus

Lote de 2 500 p/ha:

7.1% 10. Nov.

Lote de 7 500 p/ha:

4.8% 10. Nov.

12% 8 Nov.

10.52% 15 Nov.

Lote de Huevecillo Viable:

9% 10. Nov.

% Incidencia de Quelonus

Lote de 7 500 p/ha:

1% 10. Nov.

Lote de Huevecillo Viable:

1% 10. Nov.

Mpio. V. Hermoso

% Parasitismo producido por Euplectrus en larvas de gusano cogollero

Lote Testigo:	25 sept. - 27 Nov.	
	13%	- 2 Oct.
Lote de 2 500 p/ha:	25 Sept. - 21 Nov.	
	4%	- 16 Oct.
	28%	- 30 Oct.
L.g.e.	20%	- 30 Oct.
	50%	- 13 Nov.
Lote de 5 000 p/ha:	25 Sept. - 13 Nov.	%
Lote de 7 500 p/ha:	25 Sept. - 27 Nov.	
	4.3%	- 6 Nov.
Lote de 10 000 p/ha:	25 Sept. - 21 Nov.	%
Lote de H. Viable:	25 Sept. - 27 Nov.	
	10%	- 16 Oct.
	11%	- 27 Nov.

% Incidencia de Chelonus

Lote de Huevecillo Viable.	25 Sept. - 27 Nov.	
	6%	- 6 Nov.

4. Consideraciones especiales sobre el método de muestreo.

El muestreo cubre dos propósitos importantes: 1) Conocer los niveles de la densidad de las poblaciones en estudio y 2) evaluar el tamaño real de las poblaciones y su desarrollo potencial mediante procedimientos matemáticos.

El muestreo es uno de los elementos básicos del Control Integrado de Plagas y del control natural, de los niveles económicos y del conocimiento de la biología y ecología de los insectos importantes del sistema. Sin embargo, seleccionar un método adecuado y confiable de muestreo es una tarea muy difícil cuando se trata de sistemas biológicos, que representan prácticamente sistemas abiertos -- donde el flujo de energía y la disponibilidad de sus constituyentes sufren variaciones continuas, razones por las que un método sólo puede evaluarse mediante su combinación con otros que nos permitan inferir su eficiencia.

Durante la investigación realizada se efectuaron observaciones que comparadas con los resultados, hicieron considerar que el método de muestreo utilizado requirió de una inversión de tiempo y energía muy grandes para el valor práctico de los resultados obtenidos de los niveles de infestación de las plagas en el cultivo. Sin embargo, no existen métodos de muestreo sin un considerable grado de error, unas técnicas son sujetas de mayor error que otras, pero en todas el riesgo de error implícito impide tomar una decisión correcta para el control de plagas y para la estimación de los parámetros poblacionales.

Asumimos que el porcentaje de infestación de alguna de las plagas estudiadas fue del 5% en una muestra de 100 plantas inspeccionadas

al azar. Si la decisión de actuar contra las plagas es hecha, el riesgo de cometer un error es pequeño. También si no se encuentran plantas infestadas durante el muestreo y se observa que el cultivo sufre infestación considerable, la decisión de actuar tam poco provoca grandes errores, sin embargo pueden también encon- trarse plantas que no están infestadas y observarse el estado gene ral del resto en buenas condiciones, la decisión de no actuar provoca riesgos.

¿Qué pasaría si en la muestra que tenemos encontramos un porcenta je de infestación del 7%? ¿Cuál es el riesgo de este porcentaje - paramétrico si el porcentaje de plantas infestadas es menor que 5 y hemos tomado incorrectamente la decisión de actuar? ¿Y si de -- las 100 plantas muestreadas todas están infestadas? ¿Cómo decidir y que - medidas tomar? Éstas y otras incógnitas más forman parte de la toma de decisiones.

Por otro lado también se presentan problemas en relación al tama ño de la muestra. Supongamos que necesitamos una muestra de tamaño constante que produzca un 90% de intervalo de confianza dentro -- del 10% del intervalo de la media. Según (Karandinos 1976) el -- tamaño óptimo de la muestra que se necesita, es dependiente de la densidad de la plaga, y un muestreo previo a las inspecciones y a las liberaciones hubiera permitido al menos definir el tamaño co- rrecto de la muestra ó se hubiese podido determinar in situ observan- do el comportamiento de la varianza conforme se modificaba el tamaño de la muestra.

Pero para efectuar un muestreo que considere y represente a los - individuos de la población en el cultivo, debe invertirse un tiem po considerable para examinar cuidadosamente cada planta o cada gru po de plantas en diferentes puntos del área experimental. Pensemos que

cuando se ha adquirido destreza en hacerlo puede efectuarse esta operación con relativa rapidez. Si en un minuto se inspecciona -- una planta, el tiempo requerido para decidir cualquier densidad -- de la plaga es aproximadamente de 4 horas. Nadie quiere perder -- tanto tiempo para decidir que acción tomar con las plagas. Esta -- es una razón por la que se utilizan las muestras de tamaño constante, aunque no son una solución práctica ni adecuada al problema. -- Si el método de muestreo es inapropiado y nos ofrece poca representatividad el riesgo de utilizarlo y las medidas que pretendemos -- aplicar sobre el cultivo serán totalmente ineficientes y económicamente injustificables.

Debe analizarse y discutirse el equilibrio adecuado entre los riesgos y los beneficios económicos implícitos en el manejo de plagas. Sin embargo existen riesgos en cualquier técnica, se pueden mencionar 2 tipos de errores comunes a cualquier decisión de control: -- 1) Una decisión hecha en un momento de emergencia, cuando ninguna acción era necesaria por que la población de la plaga estaba debajo del umbral económico y 2) Cuando se decide postergar las medidas y son necesarias tácticas preventivas contra pérdidas económicas.

A continuación se mencionaran algunos de los riesgos implícitos -- cuando se toma una decisión de control de plagas (U.S. Department of -- Agriculture 1978).

A. Si se determina actuar

1. Amplio espectro de acción de los insecticidas

- a) Destrucción de los insectos
- b) Resistencia de las plagas

- c) Explosión de plagas secundarias
 - d) Resurgencia de las plagas clave
 - e) Contaminación ambiental
 - f) Destrucción del alimento de los insectos benéficos
 - g) Traslocación o ruptura de las cadenas tróficas
 - h) Problemas santiarios
 - i) Costo
2. Especificidad por el hospedero o espectro químico limitado cuando se utilizan dosis bajas.
- a) Baja efectividad contra las plagas
 - b) Costo
 - c) Continúa amplio espectro de acción
3. Liberaciones inundativas de artrópodos benéficos
- a) Efectividad
 - b) Costo
 - c) Especificidad
4. Utilización de herbicidas
- a) Efectividad
 - b) Residuos
 - c) Costo
5. Trampas de ferohormonas
- a) Efectividad
 - b) Costo

B. Si se decide no actuar:

Las pérdidas económicas se deben a los siguientes factores:

1. Destrucción de un producto comercial por alimentación directa.
2. Transmisión de las enfermedades de las plantas
3. Daño secundario provocado por la presencia de patógenos.
4. Reducción de la calidad de la cosecha
5. La alimentación de la plaga produce efectos indeseables sobre el crecimiento de las plantas
6. Retardo en la cosecha
 - a) Incremento del número de plagas producidas
 - b) Incremento del número de las generaciones de las plagas
 - c) Mayor probabilidad de que el cultivo quede expuesto a condiciones del ambiente variables o extremas
 - d) Mayor número de individuos en diapausa producidos para los futuros cultivos.

Los programas de manejo de plagas pretenden maximizar el papel de los agentes naturales mientras previene el uso excesivo de insecticidas. Estos programas basan sus fundamentos sobre la premisa de que un monitoreo crítico de las poblaciones destructivas pueden --

ser detectadas exactamente. Sin embargo como se ha mencionado, no existe un método de muestreo exento de errores. En cuanto al utilizado en esta trabajo, que basa su criterio de análisis en porcentajes de infestación, presenta otro inconveniente, no se puede evaluar el daño producido por la plaga en el cultivo, aunque, facilite la detección fitosanitaria del agroecosistema, ya que si dentro de la muestra se han encontrado plantas infestadas, el conteo puede detenerse por que se ha detectado la plaga, esto reduce el tiempo y - elimina la necesidad de inspeccionar excesivamente. Las medidas -- utilizadas para evaluar el porcentaje de daño pudieron haberse correlacionado con los porcentajes de infestación y de parasitismo. Si los métodos de evaluación de ambos parámetros hubiesen sido adecuados.

Otro inconveniente del método de muestreo es que sólo una fracción de los insectos presentes en el cultivo durante el muestreo son contados debido a la gran capacidad de desplazamiento de las plagas - que estudiamos, así que el error implícito en esta técnica se amplifica debido a un número reducido de muestras por hectárea. No obstante que la utilización del porcentaje de infestación, es un críterio estadístico aplicado a la dinámica propia de cada cultivo, el - porcentaje de plantas infestadas no nos dio una idea de la dinámica poblacional de las plagas.

La utilización máxima de predadores, parásitos y agentes microbianos - en los sistemas de manejo de plagas requieren hacer uso de la mayor cantidad de información contenida en una gran variedad de "índices" ó - porcentajes extraídos de técnicas más precisas de evaluación. Si se - van a utilizar predadores o parásitos, cuando menos es imperativo establecer los niveles de las especies benéficas y determinar empí --

ricamente, que niveles de éstos son efectivos contra la plaga en condiciones naturales, con especial interés sobre los efectos de la interacción entre las plagas, ya que puede presentarse un efecto sinérgico y acumularse el daño de 2 o más especies que puede ser mayor que el daño total de una en ausencia de la otra. Esto puede esperarse si por ejemplo, como resultado de la defoliación continua de Spodoptera frugiperda Smith desde la emergencia de la plántula, ésta reduce su vigor y provoca el establecimiento de Heliothis zea Boddie en la etapa reproductiva de la planta.

Generalmente es mejor si se toman muchas muestras pequeñas que algunas grandes ya que se muestrea mayor diversidad de puntos.

Las medidas de emergencia que deben utilizarse para reducir o prevenir las poblaciones de las plagas deben aplicarse en términos de 1 a 48 horas y son preferibles soluciones basadas a largo plazo, en términos de estabilidad ecológica, utilizando métodos biológicos, culturales, físicos, etc.. Pero estas medidas no pueden tomarse si no se cuenta con un método que pueda utilizarse como parámetro de referencia para decidir cómo y cuándo deben iniciarse.

Un muestreo aleatorio completo es indispensable para determinar las tácticas a seguir. Para cualquier unidad de muestreo en el campo que tenga la misma oportunidad de ser muestreada, se requiere un esfuerzo físico excesivo y un gasto de tiempo entre las muestras. Pensando que se deben tomar muestras representativas en toda la extensión del cultivo y que deben efectuarse diariamente, se necesita antes de iniciar cualquier investigación biológica, desarrollar técnicas de muestreo rápidas y confiables. Pero antes deberán esclarecerse varios puntos entre ellos: 1) la extensión del

área estudiada, 2) la extensión en la que una decisión pueda aplicarse para cada plaga en particular, 3) la distribución del muestreo, 4) cómo será seleccionada la unidad básica de muestreo, 5) la viabilidad de muestreos aleatorios de diferentes tipos, 6) la distancia óptima entre los muestreos y 7) cómo evitar la selección subjetiva de los puntos mencionados anteriormente.

Estas premisas deben resolverse oportuna y razonablemente. Tradicionalmente se fertiliza, irriga, se aplican insecticidas, herbicidas, fungicidas, nematocidas, etc. antes de empezar la estación de siembra de acuerdo a un calendario regional, sin ningún tipo de muestreo o estudio previo, ya que son procedimientos utilizados como medidas preventivas del uso tradicional y estas actividades se acentúan durante el desarrollo del cultivo de acuerdo al criterio del agricultor, las decisiones del control de plagas son tomadas frecuentemente durante la estación de crecimiento y por ello tienen que tomar medidas de emergencia. Deben tenerse múltiples alternativas de acuerdo con la fenología del cultivo, incluso antes de que éste haya sido sembrado; microorganismos, forohormonas, repelentes, trampas, reguladores de crecimiento, incremento o introducción de especies benéficas etc.

Los muestreos de insectos con hábitos especializados o con un número reducido de huéspedes o presas, como parásitos o predadores, requieren del conocimiento básico de la biología de los insectos muestreados y de técnicas particulares para cada caso.

Los términos parásito y predador se utilizan a menudo como sinónimos, pero para los propósitos del muestreo no pueden ser considerados así.

Los parásitos son generalmente específicos o con un número limitado de huéspedes o un grupo cercano de especies de insectos, y durante su periodo larval están restringidos y dependen del hospedero, sus tasas reproductivas dependen de la densidad y disponibilidad del huésped. Los predadores son comunmente de vida libre durante su ciclo de vida y pueden alimentarse de cualquier insecto que puedan capturar, necesitan además de varios huéspedes individuales para completar su desarrollo; su potencial y sus procesos reproductivos pueden estar separados de la presencia inmediata del huésped. Muchos predadores son fitófagos y sólo incidentalmente tienen hábitos entomófagos. El muestreo de parásitos es un proceso de muestreo de los huéspedes de estos parásitos o un muestreo directo de parásitos.

Es prácticamente imposible contar todos los insectos de un habitat, por ello es necesario estimar las poblaciones que nos interesan mediante muestreos. Los índices poblacionales no cuantifican el número de insectos, pero son una medida de los efectos producidos por ellos. Los índices son frecuentemente usados para la toma de decisiones y cuanto mayor número de ellos tengamos, la probabilidad de efectuar una táctica de control correcta es mayor.

En las plantas examinadas de un área dada, muchos insectos escapan de nuestra atención o pueden desplazarse por los movimientos efectuados en las plantas, al ser inspeccionadas. La identificación de las especies es imposible mediante magnificaciones y el uso de claves, lo que no es práctico si se efectúan en el campo. Otra desventaja incluye las variaciones entre los muestreadores y las

variaciones entre los patrones de crecimiento de las plantas hospederas.

El muestreo de 2 0 3 especies tiene el inconveniente de no detectar una adecuada proporción de las especies presentes y que deben ser consideradas.

Durante este trabajo se colectaron huéspedes y liberaron parásitos, se identificaron los parásitos, se registró su abundancia relativa y los porcentajes de parasitismo como medida de su importancia y -- efecto sobre el cultivo. Sin embargo existieron ciertas limitaciones en cuanto al parasitismo múltiple, la competencia y la depredación. Los huéspedes colectados en el campo pueden estar parasitados por varias especies de parásitos, aún cuando usualmente solo -- un adulto emerge y es contado. Muchas de las especies parásitas de Heliothis son solitarias, y cuando una o más de las especies parásitas se presentan en un huésped, los competidores son destruidos. -- Ciertas especies son más competitivas cuando se presentan dentro -- del huésped, en parte, esto depende del tiempo entre las oviposiciones de las especies en competencia (Vison 1972). Otro defecto de -- la colecta de hospederos es que el método de muestreo al remover la muestra de su lugar, la libera de posibles parasitismos futuros. -- Esto puede minimizar la importancia relativa de varias especies de los parásitos obtenidos. Esta es una consideración importante particularmente con Heliothis y Chelonus texanus Cresson que es un parásito ovicida larval que ataca el huevo y emerge en los últimos -- estadios larvales. Si se colectan larvas de las primeras fases de desarrollo, se puede tener una muestra representativa, pero muchas

larvas pueden ser removidas antes de ser parasitadas. Por lo que deben establecerse métodos de muestreo de acuerdo al comportamiento y hábitos del parásito. Debe determinarse para cada especie de parásito en que instar larval han de colectarse las muestras. -- Esto tiene el inconveniente de complicarse cuando las generaciones de los insectos se traslapan y se puede observar a la plaga presente en diferentes estados del ciclo de vida, como sucedió en nuestro trabajo. Aún más, esto se dificulta por el efecto del parásito en el comportamiento del huésped, como sucede con Euplectrus -- plathynenae cuando parasita a Spodoptera frugiperda Smith, quien inicialmente lleva durante las primeras horas del parasitismo una vida activa para desprenderse de los huevecillos del parásito y -- posteriormente entra en un estado de inactividad. Una larva no parasitada lleva una vida incesante y su alimentación es eficiente -- en la planta huésped, las larvas parasitadas inhiben sus actividades normales, dejan de comer y pueden abandonar la planta, por -- ello pueden ser difíciles de colectar. Otro problema es el prolongamiento del estado del huésped causado por el parásito. Los huevos parasitados por Trichogramma spp. requieren un periodo de tiempo mayor antes de la emergencia del parásito que los huevos no parasitados antes de la eclosión de la larva (Emerson et al 1979). Así que los huevos parasitados pueden acumularse incrementando su frecuencia en la muestra y desfazando las curvas fenológicas del -- huésped.

Otras dos dificultades encontradas en los muestreos de huéspedes, es la especificidad por estos y su disponibilidad que es particularmente importante en el caso de algunas especies de parásitos que --

presentan la misma afinidad por el mismo huésped, en cuyo caso los fenómenos de competencia o coevolución, establecen la presencia de uno o ambos en el hospedero. Pero algunos insectos como Trichogramma spp. parecen no manifestar una marcada preferencia por el huésped, ni parecen ser altamente competitivos, de esta forma los porcentajes de parasitismo en los huevos colectados se ven afectados ya sea por parasitación múltiple, que afecta rápidamente la viabilidad del huevo y provoca su caída de la planta, o por competencia interespecifica que elimina los huevos de Trichogramma en desarrollo.

La disponibilidad de huéspedes puede influir en la importancia relativa de insectos benéficos, particularmente aquellos con un amplio rango de hospederos. Esto es particularmente importante para aquellas especies que asocian ciertas condiciones ambientales con la presencia de huéspedes. Este comportamiento puede ser una ventaja adaptativa, ya que el parásito se hace más eficiente en la búsqueda por el hospedero. En un sistema múltiple de hospederos, todas las especies son igualmente susceptibles de ser atacados, sin embargo, la frecuencia del ataque de las especies prevalentes será mayor. Así que la importancia del parásito basada en la colecta de huéspedes tomada durante los periodos de bajas densidades poblacionales del huésped, pueden subestimar el potencial de los parásitos durante las épocas de altas densidades poblacionales de los hospederos. Por último, la determinación del número de parásitos que emergen de los huevos colectados puede proporcionarnos información sobre la producción de parásitos adultos, pero podemos estimar erróneamente el impacto de éstos en las poblaciones de

huéspedes. Puede suceder que una proporción importante de huéspedes muera por efecto del parasitismo, y al efectuar los muestreos se observe un aparente decremento, cuando en realidad el impacto del parasitismo pudo haber causado una rápida muerte de los huéspedes, y su efecto sobre ellos fue máximo. Si dos o más huevos son depositados dentro de un huésped, los parásitos inmaduros compiten por los recursos del huésped y el resultado es la muerte de uno o más competidores. En algunos casos los parásitos mueren, así que no emergen, como el huésped también muere, la causa puede atribuirse a otros factores, cuando lo que sucedió fue muerte por parasitismo. La muerte del huésped provocada por parasitismo, aún sin ningún huevo es depositado puede explicarse. Algunos parásitos internos importantes de Heliothis inyectan un material dentro del huésped durante la oviposición, este material reduce el crecimiento del huésped y posteriormente ocasiona su muerte, aún cuando el parásito ya no esté dentro del huésped. Esto sugiere que debe determinarse el impacto de los parásitos en sus huéspedes. Los efectos reales del Trichogramma, Euplectrus platyhnenae, Quelonus texanus y Telenomus deben reevaluarse.

Deben efectuarse técnicas simultáneas y alternativas de colecta, -- una comprensión más precisa de los procesos ecológicos de las poblaciones estudiadas nos la proporcionaría el uso combinado de métodos de muestreo para diferentes estados del ciclo de vida de las poblaciones que nos interesan, cuyo análisis nos daría una idea más clara del potencial biológico y de las tendencias de sus dinámicas poblacionales. La información extraída del potencial reproductivo y del tiempo de búsqueda del huésped pueden ayudar a predecir con mayor confianza el impacto de los parásitos presentes en el hábitat y el de los que se introducen a él.

La mayoría de los estudios relacionados con este tema, contienen - comparaciones numéricas de la eficiencia del parásito medida en -- términos del porcentaje de parasitismo, que como se ha visto, este parámetro está sujeto a discusiones sobre la cantidad y la calidad de información que se puede extraer de él. En las investigaciones parece haber todavía conjeturas, los huevos y las larvas están sujetos además a una gran variedad de factores ambientales que pueden producir su caída o traslado del lugar donde originalmente se encontraban, o que incluso puede ocasionarles la muerte y la de---sintegración orgánica, sin que podamos observarlo, ignorando que - las relaciones ecológicas entre los organismos de la comunidad --- tienen una continuidad ecológica que no podemos detectar.

5. Discusión:

Estudios anteriores con un gran número de evaluaciones con diferentes dosis liberadas de Trichogramma spp. manifiestan una variabilidad extraordinaria y poco significativa sobre los niveles de eficacia necesarios para producir algún efecto en las poblaciones nocivas mediante elevadas tasas de parasitismo. Oatman y Platner - (1971) liberaron 100 500 parásitos por hectárea por semana y obtuvieron hasta el 77% de parasitación en Heliothis que redujo el daño producido en tomates. Dolphin et al (1972) efectuaron liberaciones de Trichogramma en cultivos de manzana con diferentes dosis semanales y por árbol; 10 000, 40 000, 70 000, 100 000 parásitos por árbol y obtuvieron tasas de parasitismo hasta del 85% y sugirieron que se presentó una parcial regulación de la plaga. Parker y Pinnell (1972) liberaron aproximadamente cuatro millones de parásitos

en 1½ acres de cultivo de col durante 80 días y obtuvieron el -- 41% de parasitismo en Pieris rapae que no fué suficiente contra esta plaga. Stinner et al (1974) liberaron de 19 000 a 387 000 parásitos por acre en algodón y obtuvieron un promedio de 33 a -- 81% de parasitismo, sugirieron que pudo obtenerse un porcentaje significativo. Stinner et al (1977) efectuaron liberaciones de Trichogramma en algodón de una tasa promedio de liberación de -- 194 000 a 289 000 parásitos por hectárea por liberación y obtu-- vieron del 21 al 85% de parasitismo en huevos de Heliothis, reduciendo la población de larvas, sin embargo, liberaciones similares en maíz aún con porcentajes de parasitismo del 80%, no redujeron el daño producido por las larvas de esta plaga. Oatman y Platner (1978) liberaron el equivalente de 200 000 a 318 000 parásitos por hectárea por liberación en tomates y obtuvieron un -- porcentaje de parasitismo del 53.1 al 85.4% en Heliothis. Bull et al (1979) liberaron 110 000 parásitos por hectárea en algodón y obtuvieron hasta el 90% de parasitismo en huevos de Heliothis. Graham (1980) obtuvo del 12 al 57% de parasitismo en huevos co-- lectados de Heliothis en cultivos de maíz en diferentes épocas -- del año.

Es significativo el hecho de que una elevada dosis de liberación produzca moderados efectos con niveles de parasitismo tan variados, debido probablemente a las marcadas fluctuaciones poblacionales del parásito y de las plagas que no llegan a sincronizarse de modo que la población de Trichogramma no llegue a alcanzar a las de las plagas. Se desconocen las tasas intrínsecas de creci-- miento de ambas poblaciones y no se han efectuado estudios pro-- fundos de sus dinámicas poblacionales que nos permitan evaluar --

las tendencias de estas poblaciones. Otros autores han sugerido - tasas de liberación de 2 500, 7 500, 125 000 parásitos por hectárea y por liberación para producir un incremento moderado o significativo del parasitismo en diversas plagas de diferentes cultivos, pero no importa cuantos parásitos se liberen ni sobre que área o - en algún cultivo en particular, los patrones de comportamiento del parásito son marcadamente irregulares y prácticamente impredecibles.

La población de Trichogramma se considera densodependiente, esto - significa que el máximo incremento de la densidad en sucesivas generaciones inter e intraespecíficas se vé posteriormente disminuído, y Trichogramma puede presentar máximas de parasitismo en cualquier época del año lo que no significa que exista una densidad poblacional mayor. Muchos trabajos evidencian esta dependencia, sin embargo, existen verdaderas discusiones al interpretar los datos - referentes al comportamiento de la población del parásito. Sería un error considerar que un parásito que tiene un poder reproductivo más bajo que el de su huésped pueda suprimirlo mediante la sincronización de sus poblaciones. No se ha estudiado el potencial - reproductivo del parásito, un enemigo natural necesita tener un poder intrínseco de crecimiento suficiente para alcanzar el poder de incremento del huésped, incluso en aquellos momentos en que la tasa de mortalidad es menor que la de natalidad (población en crecimiento). Por lo que debe estudiarse el incremento reproductivo y la respuesta potencial numérica en el campo. La tasa de incremento de la densidad de hembras, generación tras generación, podría - proporcionar una estimación de la respuesta potencial de la población.

Aún cuando pudieran sincronizarse ambas poblaciones, las relaciones entre ambos deben ser establecidas en función directa de sus necesidades ecológicas, Trichogramma no parece manifestar una preferencia marcada por sus hospederos y suele utilizar alternadamente huéspedes de diferentes estratos ecológicos, por lo que su potencial reproductivo no está vinculado estrictamente con un grupo específico de organismos, aún cuando este potencial fuese mayor - que el de sus hospederos, sus necesidades ecológicas representan - un problema.

Los debates producidos por la interpretación de la información -- disponible sobre este parásito podrían quizá explicarse por diversos factores: la susceptibilidad de Trichogramma a las labores - culturales realizadas en el cultivo, al clima, a la variedad agromónica, a la aplicación de insecticidas, a la competencia inter e intraespecífica, a la sobrevivencia del parásito a estos factores, al crecimiento de la planta que aumenta la capacidad de búsqueda por el crecimiento de la superficie vegetal, las condiciones variables del habitat que producen un medio poco propicio para el establecimiento de Trichogramma, cambios en la fisiología de la planta que puede alterar la atracción de los parásitos, a la depredación, etc.

La importancia de estos factores es relevante, se ha reportado el efecto nocivo del cambio de temperatura en el desarrollo y sobrevivencia del parásito, los porcentajes elevados de mortalidad debidos a la aplicación de insecticidas o por lluvias, la disminución del porcentaje de parasitismo por las labores culturales, la

polifagia de Trichogramma que puede reducir su eficacia sobre las plagas específicas, a los estímulos olfativos y visuales que facilitan la búsqueda del huésped y a las relaciones inversas de densidad de hospederos y parasitismo. Los sistemas agrícolas sufren constantemente un elevado grado de disturbios que frecuentemente interrumpen o alteran el ciclo de desarrollo y el comportamiento del insecto, impidiendo su incremento y por lo tanto su grado de control en áreas cultivadas o similarmente disturbadas. El desplazamiento del parásito puede ser ocasionado no sólo por el viento sino también por la búsqueda de un sitio menos alterado y la especificidad por un hospedero que puede fácilmente establecerse en un área disturbada traería como consecuencia un problema adaptivo difícil de solucionar.

Estudios de laboratorio indican que cuando la complejidad del área de búsqueda del huésped aumenta por el crecimiento de la planta o la temperatura disminuye, su eficiencia disminuye drásticamente. La tasa de búsqueda de las hembras de varias especies de Trichogramma aumenta al incrementarse la temperatura de 20 a 35°C y disminuye a 40°C (Biever 1972) pero no sufre modificaciones significativas en un ambiente estable, lo que indica que probablemente se trata de un patrón de comportamiento intrínseco muy poco flexible frente a variaciones ambientales. Los efectos de la temperatura en la sobrevivencia de los parásitos no ha sido de terminada, pero si son adversos pueden reducir el parasitismo. Se hace notar que la única manifestación de la actividad de Trichogramma es indirecta y se obtiene mediante los porcentajes de parasitismo. El tamaño del insecto dificulta las investigaciones

y la falta de métodos específicos de investigación. El efecto de los depredadores del parásito no ha sido estudiado, pero probablemente tiene una marcada influencia en los niveles poblacionales - del parásito, quizá los depredadores no discriminan entre los huevos parasitados y los no parasitados.

Las hembras de Trichogramma producen ferohormonas sexuales durante el cortejo para atraer a los machos, sin embargo, presiones -- ambientales continuas y extremas pueden causar alteraciones en la producción de estas hormonas y modificar el comportamiento del -- insecto, lo que podría reflejarse en fluctuaciones impredecibles de la población.

El uso de parásitos cultivados en laboratorio, y las liberaciones de organismos de edad conocida, nos ayuda a interpretar los resultados, sin embargo, estos insectos podrían ser fisiológica y conductualmente diferentes a los silvestres y podría establecerse -- entre ellos una relación antagónica y reflejarse en tasas de parasitismo ineficientes, o en elevadas tasas de mortalidad por falta de adaptación a un ambiente variable.

Ashley et al (1978) aseguran que el mantenimiento de individuos - bajo condiciones estables los inhabilita para sortear las dificultades que presenta un ambiente variable por lo que tienen una - - efectividad reducida, demostraron que los cultivos deterioraban - la calidad genética de los parásitos y tenían consecuencias importantes en el comportamiento de éstos. No se ha estudiado si el - almacenamiento, el manejo de los parásitos antes y durante las li

beraciones afectan la fase activa de los individuos, su longevidad y potencial reproductivo.

Las dosis liberadas de Trichogramma para reducir el número potencial de plagas puede quizá ser regulado en los puntos de liberación si no existiera desplazamiento de los parásitos, mientras que en otros puntos del cultivo, los huevecillos de las plagas pueden quedar sin parasitar. Trichogramma es capaz de desplazarse quizá en busca de huéspedes adecuados, su tendencia de dispersión debida probablemente a factores internos que respondan a necesidades físicas propias o a las condiciones ambientales, desplaza a los parásitos lejos de donde son liberados y en donde se encuentran los huéspedes de interés, reduciendo considerablemente su efectividad. -- Los cambios en el vuelo son difíciles de alterar, las sustancias químicas utilizadas para retenerlos en el área deseada no han dado buenos resultados (Scager et al 1979; Agdob 1982) y los sprays esparcidos en el área de estudio para inducir la oviposición cuando la población de huéspedes es insuficiente, tampoco ha funcionado (Loñap 1980). Debe manipularse de alguna manera el comportamiento del parásito en el campo lo suficiente para asegurar su efectividad máxima, sin embargo no puede modificarse algo que se desconoce y hasta ahora los principales métodos que intentan optimizarlo se establecen dentro de la categoría de manipulación del medio ambiente a través del suplemento de huéspedes, la protección de los huevecillos liberados, la liberación de los parásitos en sitios especiales de la planta, el mejoramiento de los métodos de liberación y el marcaje radioactivo de huéspedes y parásitos.

Es necesario conocer la capacidad de Trichogramma de adaptarse y ajustarse a un ambiente natural después de que ha sido cultivado en laboratorio por incontables generaciones, para comprender algunos aspectos de su comportamiento una vez que ha sido liberado.

Entre los factores que involucran los umbrales económicos de la plaga se encuentran; densidad, dispersión y comportamiento de la población, interacciones con otros insectos plaga, insectos benéficos, fenología y condiciones del cultivo, prácticas agrícolas y la producción económica del cultivo que debe justificar el costo del mismo.

El ciclo de vida de la plaga, su densidad poblacional y la edad (tamaño) de las larvas presentes en el cultivo son factores que deben ser considerados. Una población de larvas grandes causará mayor daño que una población igual de larvas pequeñas. También se requiere mayor cantidad de insecticida para matar larvas grandes y el costo del tratamiento es mayor. El número de huevos de cada una de las plagas de interés presentes, es tan importante como el número de larvas, o aún más, ya que representa las tendencias potenciales de la población, los niveles de huevos podrían proporcionar algunos días de ventaja (de 3 a 5) sobre el posible daño de la población de larvas. Por lo que deben utilizarse métodos simultáneos de muestreo y control de huevos y larvas. La dinámica de la población debe tomarse en cuenta de manera indiscutible, ya que una población en su momento de máxima densidad debe ser considerada de forma diferente a una población del mismo tamaño que crece rápidamente. También nos proporciona un patrón de -

comportamiento de la población que puede permitir la elaboración - de predicciones que faciliten las medidas de control en periodos - tempranos y reducir el costo de las operaciones. Sin el conoci- - miento de los factores que interactúan para el establecimiento y - dispersión de las plagas, es muy difícil aislar e identificar sus efectos, aún en experimentos de campo, los investigadores no pue-- den controlar estos factores, aislarlos y analizar sus relaciones con todos los posibles elementos con los que interactúan en el eco sistema.

Debe considerarse también las densidades, distribución y comporta- miento de los insectos benéficos que pueden ejercer con las plagas relaciones favorables a la agricultura. En un programa que imple- mente la aplicación de insecticidas y el uso de Trichogramma para el control de plagas, debe contemplarse el hecho de que los insectos benéficos no son generalmente resistentes a la aplicación de - insecticidas y su número puede decrecer drásticamente y propiciar una explosión demográfica de los insectos colonizadores. Para - - hacer uso de un control biológico complejo para el control efectivo de las plagas, debe conocerse cuales especies benéficas, indivi- dualmente o como parte de un complejo ecológico, tienen un efecto represivo sobre las plagas. Probablemente no existan más de 20 -- enemigos naturales de cada especie de plaga, es extremadamente - - importante si se pretenden utilizar las mayores ventajas del agente de control, que las especies efectivas sean identificadas y cuan- tificadas o su eficiencia sea establecida mediante el estudio de - sus interacciones individuales o sinérgicas.

Es evidente que el valor de las especies parásitas y predadoras - varía con el tiempo, lugar, hospederos, cultivo y especies de - - insectos entomófagas examinadas. Pero debe tenerse claro que aún dentro de estas variaciones pueda ser demostrada su efectividad, y debe tenerse cuando menos una idea aproximada del valor real de cada una, para evaluar el grado de supresión que son capaces de - efectuar sobre una plaga.

La fenología del cultivo tiene un efecto directo sobre el daño -- que los insectos producen durante el desarrollo de la planta. La capacidad de recuperación y la distribución de los nutrientes - - hacia los tejidos no alterados afectan el tamaño y el desarrollo del fruto y por lo tanto la producción del cultivo. Los factores ambientales que afectan la producción atribuida al daño provocado por los insectos, desde la caída del fruto provocada por situacio nes estresantes como vientos de intensidad y dirección variables, lluvias y sequías, deficiencias nutricionales, competencia por el suelo con las mismas plantas del cultivo y con malezas, cambios - drásticos de temperatura, etc. deben ser considerados al evaluar la producción y el efecto de las plagas sobre el cultivo.

Es evidente que los estudios de evaluación de la eficiencia de pa rásitos y predadores de plagas han recibido esfuerzos limitados y orientaciones dispersivas, las interacciones de las especies del habitat y su biología básica, los efectos del clima y otros fenó- menos naturales, periodicidad diurna y nocturna, incidencia de la activación y diapausa y muchos otros factores deben estudiarse -- antes de que los efectos de los parásitos y predadores puedan ser

entendidos para ser manipulados. Es necesario desarrollar una metodología refinada y confiable que permita no sólo evaluar el efecto individual de las especies parásitas y predadoras, sino también sus interacciones.

B I B L I O G R A F I A

- Ables, J.R., Jones S.L., Morrison, R.K., House, V.S., Bull, D.L., Bouse, L.F. y Carlton, J.B., 1979a. New developments in the use of Trichogramma to control lepidopteran pests of cotton. In: Proceedings, Beltwide Cotton Production Resear Conferen- ces. National Cotton Council, Memphis, Tennessee, 1979, pp. 125-127.
- Ables, J.R., Reeves, B.C., Morrison, R.K., Kinzer, R.E., Jones S. L., Ridgway, R.L. y Bull, D.L., 1979b. Methods for the -- field release of insect parasites an predators. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 18: 50-62.
- Ables, J.R., McCommas, Jr., D. W., Jones, S.L. y Morrison, R.K., 1980. Effect of cotton plant size, host egg location of pa- rasitism by Trichogramma pretiosum. The Southwestern Entomo- logist 5:261-264.
- Ables, J.R., S.L. Jones, y M.J. Bee. 1977. Effect of diflubenzu- ron on beneficial arthropods associated with cotton. South- west. Entomol. 2:66-72
- Ables y R.L. Ridgway. 1981. Augmentation of entomophagous arthro- pods to control pest insects an mites. In Biological Control in Crop Production, p. 273-303. G.C. Papavizas, editor. -- Allenheld, Osmuyn, and Company.
- Alden, D.H., y D.F. Farlinger. 1931. The artificial rearing and colonization of Trichogramma minutum. J. Econ. Entomol. -- 24: 480-483.
- Altieri, M.A., W.J. Lewis, D.A. Nordlund, R.C. Gueldner y J.W. -- Todd. 1981. Chemical interactions between plants and Tricho- gramma wasps in Georgia soybean fields. Prot. Ecol. 3: 259- 263.

- Altieri, M.A., A. van Schoonhoven, y J.D. Doll. 1977. The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated with bean (Phaseolus vulgaris L.) cropping systems. PANS 23: 195-205.
- Ashley, T.R., Allen, J.C. y Gonzalez, D., 1974. Successful parasitization of Heliothis zea and Trichoplusia ni eggs by Trichogramma. Environmental Entomology 3: 319-322.
- Ashley, T.R., y Gonzalez, D. 1974. Effect of various food substances on longevity and fecundity of Trichogramma. Environ. -- Entomol. 3: 160-171.
- Ashley, T.R., Gonzalez D. y Leigh, T.F. 1973. Reduction in effectiveness of laboratory reared Trichogramma. Environmental -- Entomology. 2 (6): 1069-1973.
- Askew, R.R. 1971. Parasitic insects. Elsevier, New York, 316 pp.
- Arnold, S.L. 1978. Field and simulation studies of the population dynamics of Sepedon fuscipennis (Diptera: Sciomyzidae). Ph.D. Thesis, Cornell University. XIII + 201 pp.
- Bailey, V.A., A.J. Nicholson y E.J. Williams. 1962. Interactions between hosts and parasites when some host individual are more difficult to find than others. J. Theor. Biol. 3: 1018.
- Baker, A.W., G.W. Bradley, y C.A. Clark. 1949. Biological control of the European corn borer in the United States. USDA Tech. - Bull. 983. 185 pp.
- Barber, G.W. 1937. Variation in population and in size of adults of Trichogramma minutum Riley emerging from eggs of Heliothis obsoleta Fab. Ann. ent. Soc. Am 30: 263-268.
- Beck, S.D. 1968. Insect Photoperiodism. (Photoperiodism and diapause: 138.) Academic Press, New York. 288 pp.

- Bennett, F.D., Rosen, D., Cochereau, P., y Wood, B. 1976. Biological control of pests of tropical fruits and nuts. In Theory and Practice of Biological Control, ed. C.B. Huffaker, P.S. - Messenger, pp. 359-95. New York: Academic. 788 pp.
- Biever, K.D. 1972. Effect of temperatures on the rate of search - by Trichogramma and its potential application in field releases. Environ. Entomol. 1: 194-97.
- Boldt, P.E., Marston, N. y Dickerson, W.A., 1973. Differential parasitism of several species of lepidopteran eggs by two species of Trichogramma. Environmental Entomology. 2: 1121-1122.
- Boller, E. 1972. Behavioral aspects of mass rearing of insects. - Entomophaga 17: 9-25.
- Bonnemaison, L. 1972. Diapause and superparasitism in Trichogramma evanescens Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). - Soc. Entomol. France Bull. 77: 122-32.
- Bosch, R. van den Hagen, K.S. 1966. Predaceous and parasitic - - arthropods in California cotton fields. California Agricultural Experimental Station. 32p. (Bull. # 820).
- Bouse, L.F., Carlton, J.B., Jones, S.L., Morrison, R.K. y Ables, - J.R., 1978. Broadcast aerial release of an egg parasite for lepidopterous insect control. American Society of Agricultural Engineers, Technical Paper 78-1003, 16 pp.
- Bouton, C.E., B.A. McPheron, y A.E. Weis. 1980. Parasitoids and competition. Am. Nat. 116: 876-881.
- Bowen, W.R., y V.M. Stern. 1966. Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of Trichogramma semifumatum (Hymenoptera: Trichogrammatidae). - Ann. Entomol. Soc. Am. 59: 823-34.

- Brower, John H. 1983. Utilization of stored-product Lepidoptera - eggs as hosts by Trichogramma pretiosum Riley (Hymenoptera: - Trichogrammatidae). J. Kans Entomol. Soc. 56: 50-54.
- Brown, W.L., T. Eisner, y R.H. Whittaker, 1970. Allomones and kairomones: Transspecific chemical messengers. Bioscience - - 20: 21-22.
- Bull, D.L., R.L. Ridgway, W.E. Buxkemper, M. Schwarz, T.P. McGovern, y R. Sarmiento. 1973. Effects of synthetic juvenile -- Hormone analogues on certain injurious and beneficial arthropods associated with cotton. J. Econ. Entomol. 66: 623-6.
- Bull, D.L., y V.S. House. 1978. Effects of chlordimeform on - -- insects associated with cotton. Southwest. Entomol. 3: 284-91.
- Bull, D.L., V.S. House, J.R. Ables, y R.K. Morrison. 1979. Selective methods for managing insect pests of cotton. J. Econ. -- Entomol. 72: 841-6.
- Burbutis, P.P., G.D. Curl, y C.P. Davis. 1976. Overwintering of - Trichogramma nubilale in Delaware. Environ. Entomol. 5: 888-90.
- Burbutis, P.P., G.D. Curl, y C.P. Davis. 1977. Host searching behavior by Trichogramma nubilale on corn. Environ. Entomol. -- 6: 400-2.
- Burbutis, P.P., y C.H. Koepke. 1981. European corn borer control in peppers by Trichogramma nubilale. J. Econ. Entomol. 74: -- 246-247.
- Burks, B.D., 1979. Family Trichogrammatidae. In: K.V. Krombein. P.D. Hurd. Jr., D.R. Smith and B.D. Burks (Editors). Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., Volume 1. pp. 1033-1043.

- Butler, G.D., Jr., y J.D. Lopez. 1980. Trichogramma pretiosum: -- Development in two hosts in relation to constant and fluctuating temperatures. Ann. Entomol. Soc. Am. 73: 671-673.
- Caltagirone, L.E. y C.N., Huffaker. 1980. Benefits and risks of - using predators and parasites for controlling pests. Lundholm, B. and Stackrud, M. (eds). Envirom. Protection and biological forms of control of pests organisms. Ecol. Bull (Stockholm) 31: 103-109.
- Calvin, D.D., Knapp, M.C. et al 1984. Impact of environmental factors on Trichogramma pretiosum reared on Southwestern corn borer eggs. Envirom. Entomol. 13 (3): 774-780.
- Carballo, A. y Arellano, J.L.V. 1981. El maíz. Publicación especial No. 1 de la S.A.R.H. y el I.N.I.A. de la mesa Central.
- Castrejón, J.L.O., 1978. Estudio del parasitismo inducido de Teleonomus remus Nixon (Hymenoptero: Scelionidae) sobre huevos -- de gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda Smith (Lepidoptero: Noctuidae) en condiciones de laboratorio. Memorias de la IX Reunión Nacional de Control biológico. Oaxaca. P. 76-85.
- Clausen, C.P., 1958. Biological control of insect pests. Annual Review of Entomology 3: 291-310.
- Clausen, C.P. (Editor). 1978. Introduced parasites and predators - of arthropod pests and weeds: A world review. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 480, 545 pp.
- Curl, D.G. y Burbutis, P.P., 1978. Host-preference studies with - Trichogramma nubilale. Environmental Entomology 7:541-543.
- Copeland, E.R., J.R. Young, y W.J. Lewis. 1976. Labeling of Trichogramma pretiosum by rearing on eggs from p³²-fed adults - of Heliothis zea. Ann. Entomol. Soc. Am. 69(5): 804-806.

- Corbet, S.A. 1971. Mandibular gland secretion of larvae of the -- flour moth. Anagasta kuehniella, contains an epideictic pheromone and elicits oviposition movements in a hymenopteran parasite. Nature (Lond.) 232: 481-4.
- Costas, L.A. 1941. The effect of varying conditions on oviposition by Trichogramma on eggs of Angoumois grain moths. I. -- Econ. Entomol. 34: 57-8.
- Curl, G.D. y P.B. Burbutis. 1977. The mode of overwintering of -- Trichogramma nubilale Ertle and Davis. Envirom. Entomol. -- 6 (5): 629-632.
- Curl, G.D. y Burbutis, P.P. 1978. Host preference studies with -- Trichogramma nubilale. Envirom. Entomol. 7(4): 541-543.
- Davis, C.P., y P.P. Burbutis. 1974. The effect of age-selective rearing on the biological quality of females of Trichogramma nubilale. Ann. Entomol. Soc. Am. 67: 765-6.
- DeBach, P., y K.S. Hagen. 1964. Manipulation of entomophagous -- species. In. P. De Bach, ed. Biological control of insect -- pests and weeds. Chapman and Hall Ltd., London. 844 pp.
- DeBach, P., 1974. Biological Control by Natural Encmias. Cambridg
ge University Press. New York. 307 pp.
- Dixon, W.J., y F.J. Massey. 1969. Introduction to Statistical Ana
lysis. McGraw Hill, Inc., 638 pp.
- Dodge, H.R. 1961. Parasitism of spruce budworm by Glypta and Apan
teles at different crown heights in Motnana. Can. Entomol.
93. 222-8.
- Doutt, R.L. 1959. Biology of parasitic Hymenóptera. Annu. Rev.
Entomol. 4: 161-82.

- Dolphin, R.E., y M.L. Cleveland. 1966. Trichogramma minutum as a parasite of the codling moth and red-banded leaf roller. J. Econ. Entomol. 59: 1525-6.
- Dolphin, R.E., M.L. Cleveland, y T.E. Mouzin. 1971. Trichogramma minutum relationship to codling moth and red-banded leaf roller eggs. Proc. Indiana Acad. Sci. 80: 305-9.
- Dolphin, R.E., M.L. Cleveland, T.E., Mouzin, y R.K. Morrison. 1972. Releases of Trichogramma minutum an T. cacoeciae in an apple orchard and the effects on populations of codling moths. Environ. Entomol. 1: 481-4.
- Doutt, R.L., y G.Viggiani. 1968. The classification of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). Proc. Calif. Acad. Sci. 4th Ser., 35: 477-586.
- Doutt, R.L., D.P. Annecke, y E. Trembly. 1976. Biology and host relationships of parasitoids. In Huffaker. C.B. and P.S. Messenger (eds.) Theory and Practice of Biological Control. Academic Press. New York.
- Dysart, F.J. 1973. The use of Trichogramma in the USSR. Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. Anim. Control Habitat Manage 4: 165-73.
- Ehler, L.E. 1976. The relationship between theory and practice in biological control. Bull. Entomol. Soc. Am. 22: 319-321.
- Ehler, L.E., K.G. Evelens, y R. van den Bosch. 1973. An evaluation of some natural enemies of cabbage looper on cotton in California. Environ. Entomol. 2: 1009-15.
- Ertle, L.R. y Davis, D.P., 1975. Trichogramma nubilale new species an egg parasite of Ostrinia nubilalis (Hübner). Annals of the Entomological Society of America 68: 525-528.

- Embree, D.G. 1965. The population dynamics of the winter moth in Nova Scotia. 1954-62 Mem. Entomol. Soc. Can. 46: 1-57.
- Embree, D.G. 1966. The role of introduced parasites in the control of the winter moth in Nova Scotia. Can. Entomol. 98: 1159-68.
- Embree, D.G. 1971. The biological control of the winter moth in -- eastern Canada by introduced parasites in C.B. Huffaker (ed.) Biological Control. Plenum Press. New York. Pp. 217-26.
- Ertle L.R., y C.P. Davis. 1975. Trichogramma nubilale New species (Hymenoptera: Trichogrammatidae), an egg Parasite of Ostri--
nia nubilalis (Hübner). Ann. Entomol. Soc. of. Am. 68(3): -- 525-528.
- Evans, J.W. 1930. The control of codling moth in Australia. Notes on the possible utilization of Trichogramma. J. Council Sci. Ind. Res. Australia 3(2): 106-16.
- Flanders, S.E., 1929. The mass production of Trichogramma minutum Riley and observations on the natural and artificial parasitism of the codling moth egg. Transactions of the 4th International Congress of Entomology 2: 110-130.
- Flanders, S.E., 1930a. Mass production of egg parasites of the genus Trichogramma. Hilgardia 4: 454-501.
- Flanders, S.E., 1930b. Notes on Trichogramma minutum. Pan-Pacific Entomologist 6: 180-181.
- Flanders, S.E., 1935. Host influence on the prolificacy and size - of Trichogramma. Pan-Pacific Entomologist 11: 175-177.
- Flanders, S.E. 1930. Recent developments in Trichogramma produc---
tion. J. Econ. Ent. 23: 837.
- Flanders, S.E. 1931. The life cycles of Trichogramma minutum in re-
lation to temperature. Science 73: 458.

- Flanders, S.F. 1945. Mass production of Trichogramma using eggs -- of Potato tuber worm. Jour. Econ. Entomol. 38 (3): 394-395.
- Flanders, S.E., y W. Quednav. 1960. Taxonomy of the genus Trichogramma (Hymenoptera, Chalcidoidea, Trichogrammatidae). Entomophaga 5(4): 285-294.
- Fye, R.E. y D.J. Larsen. 1969. Preliminary evaluation of Trichogramma minutum as a released regulator of lepidopterous pests of cotton. Journal of Economic Entomology. 62: 1291-6.
- Gentry, C.R., J.R. Young, y R.L. Burton. 1973. Effectiveness of - blacklight-chemosterilant feeder and Trichogramma spp. in reducing egg hatch of Heliothis spp. in a large field cage. - - Envirom. Entomol. 2: 159-61.
- Gerling, D. 1972. Development Biological of Telenomus remus Nixon (Hymenoptero-Sulionido). Btillent Res. 61, pp. 385-388 Tel -- Aviv, Israel.
- Girault. A.A., 1911. Synonymic and descriptive notes on the chalcidoid family Trichogrammatidae with descriptions of new species. Transactions of the American Entomological Society 37: 43-83.
- Girault, A.A., 1912. The chalcidoid family Trichogrammatidae. I. - Tables of the subfamilies and genera and revised catalogue. - Bulletin of the Wisconsin Natural History Society. 10: 81-100.
- Girault, A.A., 1913. The chalcidoid family Trichogrammatidae. II. Systematic history and completion of the catalogue and table. Bulletin of the Wisconsin Natural History Society 11: 150-179.
- Girault, A.A. 1907. Trichogramma pretiosum Riley: seasonal history. Psyche. 14: 80-6.

- Graham, H.M., 1970. Parasitism of eggs of bollworms, tobacco budworms, and loopers by Trichogramma semifumatum in the lower - Rio Grande Valley, Texas. Journal of Economic Entomology 63: 686-688.
- Gross, H.R., Jr., W.J. Lewis, R.L. Jones, y D.A. Nordlund. 1975. - Kairomones and their use form management of entomophagous - insects: III.
- Gross, H.R., Jr. Lewis, W.J. (Jr.) y Nordlund, D.A. 1981. Trichogramma pretiosum. Effect of prerelease parasitization experiments on Retention in Release areas and efficiency. Envirom. Entomol. 10(4): 254-256.
- Guerra, A.A., M.T. Ouye, y H.R. Bullock. 1968. Effect on ultraviolet irradiation on egg hatch, subsequent larval development and adult longevity of the tobacco budworm and the bollworm. Ibid. 61: 541-2.
- Guerra, A.A., D.A. Wolfenbarger, et al 1977. Five experimental - - Insect grown regulators: Effect on populations of Tobacco - budworm and Trichogramma sp. in field Cages. Ann Entomol. Soc. Am. 70 (5). 771-774.
- Guevara, A.M., Perez C.G. y Gutierrez J.F. 1976. Dinámica de las - poblaciones de insectos benéficos en el cultivo del maíz. Memorias de la VII Reunión Nacional de C.B., S.A.R.H. p. 75-81.
- Gonzalez, D., G. Orphanides, R. van de Bosch, y T.F. Leigh. 1970. Fieldcage assessment of Trichogramma as parasites of Heliothis zea: Development of methods. J. Econ. Entomo. 63: 1292-6.
- Hagen, K.S., y R.L. Tassen. 1965. A menthod of providing artificial diets to Crysopea larvae. J. Econ. Entomol. 58: 999-1000.

- Hartstack, A.W., Witz, J.A., Hollingsworth, J.P., Ridgway, R.L. y Lopez, J.D., 1976. MOTHZV-2: A computer simulation of Heliothis zea and Heliothis virescens population dynamics: Users manual. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. ARS-S-127. 56 pp.
- Hartstack, A.W. Jr., Hollingsworth, S.P. et al 1973. A population Dynamics Study of the bollworm and the tobacco Budworm with - light Tramps. *Envirom. entomol.* 2(2): 244-252.
- Hassell, M.P. 1966. Evaluation of predator or parasite responses. *J. Amin. Ecol.* 35: 65-75.
- Hassell, M.P., and R.M. May. 1974, Aggregation in predators and -- insect parasites and its effect on stability. *J. Amin. Ecol.* 43: 567-87.
- Hendricks, D.E., 1967. Effect of wind on dispersal of Trichogramma semifumatum. *Journal of Economic Entomology* 60: 1367- -- 1373.
- Hinds, W.E. and Spencer, H., 1928. Utilization of Trichogramma minutum for control of the sugarcane borer. *Jorunal of Economic Entomology* 21: 273-279.
- Hinds, W.E. and Spencer, H., 1930. Progress in the utilization of Trichogramma minutum in cane borer controls in Louisiana du-- ring 1929. *Journal of Economic Entomology* 23: 121-127.
- Hinds, W.E., Osterberger, B.A. y Dugas, A.L., 1933. Review of six sessions work in Louisiana in controlling the sugarcane moth borer by field colonizations of its egg parasite, Trichogramma minutum Riley Louisiana Agricultural Experiment Satation, Bulletin 248, 34 pp.

- Hiehata, K., Y. Hirose, y M. Kimoto. 1976. The effect of host age on the parasitism by three species of Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae), egg parasitoids of Papilio xuthus Linné (Lepidoptera: Papilionidae). Jap. J. appl. Ent. Zool. - 20: 31-36.
- Hoffman J.D., C.M. Ignoffo y W.A. Kickerson. 1973. In vitro Rearing of the Endoparasitic Wasp, Trichogramma pretiosum. Ann Entomol. Soc. of Am. 68 (2): 335-336.
- Hoffman, J.D., L.R. Ertle, J.B. Brown, y F.R. Lawson. 1970. Techniques for collecting, holding, and determining parasitism of lepidopterous eggs. J. Econ. Entomol. 63: 1367-9.
- Holloway, T.E. 1912. An experiment on the oviposition of a hymenopterous egg parasite. Entomol. News 23: 329-30.
- Hopper, K.R. 1981. Host finding ability and hiperparasitism in a guild of parasitic wasps. Ph. D. dissertation, University of California. Davis. 143 pp.
- House U.S., J.R. Ables, R.K. Morrison, y D.L. Bull. 1980. Effect of Diflubenzuron Formulations on the egg parasite Trichogramma pretiosum. The Southwestern Entomologist. 5 (2): 133-138.
- Houseweart, M.W., D.G. Southard y D.T. Jennings. 1982. Availability and acceptability of spruce budworm eggs to parasitism by the egg parasitoid, Trichogramma minutum. Can. Ent. 114: 657-666.
- Houseweart, M.W., Jennings, D.T. et al 1983. Progeny production by Trichogramma minutum utilizing eggs of Choristoncura fumiferana (Lep: tortricidae) and Sitotroga cerealella. The Can. Entomol 115 (10): 1245-1252.
- Howard. L.O. y Fiske, W.F., 1911. The importation into the United States of the parasites of the gypsy moth and the browntail moth. U.S. Department of Agriculture, Bureau of Entomology, Bulletin 91.312 pp.

- Huffaker, C.B., R.F. Luck y P.S. Messenger. 1976. The ecological - basis of Biological Control. Proc. XV Int. Congress of Entomol. Washington. Ag. 19-27.
- Huffaker, C.B., y P.S. Messenger [eds.] 1976. Theory and practice - of biological control. Academic Press. Inc., New York. 788 pp.
- Huffaker, C.B., P.S. Messenger, y P. DeBach. 1971. The natural ene my component in natural control and the theory of biological - control, pp. 16-67. In C.B. Huffaker [ed.], Biological control. Plenum Press, New York, 511.
- Ignoffo, C.M., C. Garcia, W.A. Dickerson, G.T. Schmidt. y K.D. Bie- ver. 1977. Imprisonment of entomophages to increase effective- ness: Evaluation of a concept. J. Econ. Entomol. 70: 292-294.
- Iyatomi, K. 1958. Effect of superparasitism on reproduction of Tri- chogramma japonicum Ashmead. X Int. Congr. Ent. 4: 897-9000.
- Jacobs, R.J., Kouskolckas, S.P. y Gross, H.R. Jr. 1984. Responses of Trichogramma pretiosum to residues of Permethrin and Endo- sulfan. Envirom. Entomol. 13(2): 355-358.
- Jaynes, H.A., y E.K. Bynum. 1941. Experiments with Trichogramma mi- nutum Riley as a control of the sugar cane borer in Louisiana. USDA Tech. Bull. 743, 42 p.
- Jones, R.L., Lewis, W.J. et al 1973. Host seeking Stimulants (Kai-- rormones) for the egg parasite Trichogramma evanescens. Envi-- rom. Entomol. 2(4): 593-596.
- Jones, S.L., Morrison, R.K., Ables, J.R. y Bull, D.L., 1977. A new and improved technique for the field release of Trichogramma - pretiosum. The Southwestern Entomologist 2: 210-215.
- Jones, S.L., Morrison, R.K., Ables, J.R., Bouse, L.F., Carlson, J. B. y Bull, D.L., 1979. New techniques for the aerial release - of Trichogramma pretiosum. The Southwestern Entomologist 4: -- 14-19

- Jones, S.L., R.K. Morrison, J.R. Ables, L.F. Bouse, J.B. Carlton, y D.L. Bull. 1979. New techniques for the aerial release of - Trichogramma pretiosum. Southwest. Entomol. 4: 141-149.
- Juliano, S.A. 1981. Trichogramma spp. as egg parasitoids of sepe-- don fuscipennis and other acuatic diptera. Can. Ent. 113: 271 -279.
- Juliano, S.A. Influence of host age on host acceptability and sui- tability for a species of Trichogramma (Hymenoptera; Tricho-- grammatidae) attacking aguatic diptera. Vol 114 Aug 1982 #8 - p 713-720 The Canadian Entomologist.
- Kemp, W.P. y Simmons, G.A. 1978. The influence of Stand factors on Parasitism of Spruce Budworm eggs by Trichogramma minulum. -- Envirom Entomol. 7(5): 685-688.
- Knipling, E.F. y McGuire, J.U., Jr., 1968. Population models to -- appraise the limitations and potentialities of Trichogramma - in managing host insect populations. U.S. Departament of Agri- culture, Technical. Bulietin 1387. 44 pp.
- Lewis. W.J., Sparks, A.N. y Redlinger, L.M., 1971. Moth odor: A -- method of host-finding by Trichogramma evanescens. Journal of Economic Entomology 64: 557-558.
- Lewis, W.J., Jones, R.L. y Sparks, A.N., 1972. A host-seeking sti- mulant of the egg parasite Trichogramma evanescens. Its sour- ce and a demostration of its laboratoy and field activity. -- Annals of the Entomological Society of America 65:1087-1089.
- Lewis, W.J., Jones, R.L., Norlund, D.A. y Sparks, A.N., 1975a. Kai- romones and their use for managment of entomophagous insects: I. Evaluation for increasing rates of parasitization by Tri-- chogramma spp. in the field. Journal of Chemical Ecology I: - 343-347.

- Lewis, W.J., Jones, R.L, Norlund, D.A. y Gross, H.R., Jr., 1975b. Kairomones and their use for management of entomophagous insects: 11. Mechanisms causing increase in rate of parasitization by Trichogramma spp. Journal of Chemical Ecology 1: 349-360.
- Lewis, W.J., Norlund, D.A., Gross, H.R., Jr., Perkins, W.D., Knipling, E.F. y Voegelé, J., 1976. Production and performance of Trichogramma reared on eggs of Heliothis zea and other -- hosts. Environmental Entomology 5: 449-452.
- Lewis, W.J. y J.R. Young. 1972. Parasitism by Trichogramma evanescens of eggs from tepasterilized and normal Heliothis zea. -- Hourn. Econom. Entomol. 65(3): 705-708.
- Lingren, P.D., 1969. Approaches to the management of Heliothis -- spp. in cotton with Trichogramma spp. Proceedings of the -- Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management 1: 207-217.
- Lingren, P.D. y Kim, J.G., 1970. Inundative releases of Trichogramma sp. for control of bollworm and tobacco budworm attacking cotton. Paper presented at the Annual Meeting of the Entomological Society of America, Miami, Florida, November 30-December 3, 1970, 6 pp. (Unpublished manuscript.)
- Lizárraga F. Wilfrido. 1976. Efecto de la humedad en el envase, -- sobre la emergencia de Trichogramma spp. Memorias de la VII -- Reunión Nacional de C.B. S.A.R.H. VII Reunión Nacional de -- C.B. S.A.R.H. p. 39-54.
- Lopez, J.D., Jr., y R.K. Morrison. 1980. Overwintering of Trichogramma pretiosum in Central Texas. Ibid. Envirom. Entomol -- 9(1): 75-78.
- López, J.D., Jr., y R.K. Morrison. 1980. Susceptibility of Immature Trichogramma pretiosum to Freezing and Subfreezing Temperatures. Envirom. Entomol. 9(5): 697-700.

- López, J.D., Jr., y R.K. Morrison. 1980. Effects of High Temperatures on Trichogramma pretiosum Programmed for Field Release. - Journ. Econom. Entomol. 73 (5): 667-670.
- López, J.D. Jr., S.L. Jones y U.S. House. 1982. Species of Trichogramma parasitizing eggs of Heliothis spp. and some associated lepidopterous pests in Central Texas. Southwest Entomol. 7(2): 87-90.
- Luna S.J.F. 1985. Parasitismo natural sobre huevecillos de Heliothis zea Boddie y larvas de Diatrea spp en maíz sembrado en diferentes fechas en Apodaca, N.L.. Tesis, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México.
- Lund, H.O. 1934. Some temperature and humidity relations of two races of Trichogramma minutum Riley. Ann. Entomol. Soc. Am. -- 24: 324-40.
- Marchal, P. 1963. Recherches sur la biologie et le développement - des hymenopteres parasites. Les Trichogrammes. Ann. des Épiphyt. et de Phytogénét. 2: 447-567.
- Mackaver, M. y Van den Bosch. 1973. Quantitative evaluation of natural enemy effectiveness. Jour. Apple. Ecol. 10: 330-335.
- Martin P.B., P.D. Lingren, G.L. Greene y R.L. Ridgway. 1976. Parasitization of two species of Plusiinae and Heliothis spp. - - after Releases of Trichogramma pretiosum in Seven Crops. 1976. Environ. Entomol. 5(5): 991-995.
- Martson, N., y L.R. Ertle. 1969. Hostage and parasitism by Trichogramma minutum. Ann. Entomol. Soc. An. 62: 1476-82.
- Marston, N., y L.R. Ertle. 1973. Host influences on the bionomics of Trichogramma minutum. Ann. Entomol. Soc. Am. 66: 1155-62.
- Maslennikova, V.A. 1959. On the problem of the overwintering and - diapause of Trichogrammatids (Trichogramma evanescens Westw). Vest. Leningr. Univ. 14 (3): 91-6. (In Russian with English Summary).

- Messenger, P.S. y Bosch, R. vand den (1971). The adaptability of - introduced biological control agents Biological Control (Ed. - by C.B. Huffaker), pp. 68-92. Plenum Press, New York and London.
- Metcalf, C.L. 1930. Obituary, Stephen A. Forbes. May 29, 1844. - - March 13, 1930. Entomol. News 41(5): 175-178.
- Metcalf, C.L. y W.P. Flint, 1973. Insectos destructivos e insec-- tos útiles sus costumbres y su control. C.E.C.S.A. México - - 1000 pp.
- Miller, C.A. 1953. Parasitism of spruce budworm eggs by Trichogramma minutum. Can. Dep. Agric., Sci. Serv., Div. of For. Biol., Bi-mon. Prog. Rep. 9:1.
1963. Parasites of the spruce budworm. pp. 228-244 in R.F. Morris (Ed.), The dynamics of epidemic spruce budworm popula--- tions. Mem. ent. Soc. Can. 31. 332 pp.
- Morrison, R.K. 1970. A simple cage for maintaining parasites. J. Econ. Entomol. 63: 625-6.
- Morrison, R.K. y J.D. Hoffman. 1976. An improved method for rearing the Angoumois grain moth. USDA, ARS-S 104. 5 pp.
- Morrison, R.K., R.E. Stinner, y R.O. Ridgway. 1976 Mass production of Trichogramma pretiosum on eggs of the Angoumois grain moth. J. Econ. Entomol. (In press).
- Morrison, R.K., S.L. Jones y J.D. López. 1978. A. Unified system - for the production and preparation of Trichogramma pretiosum for field release. Southwest. Entomol. 3: 62-8.
- Morrison, G.W.J. Lewis y D.A. Nordlund. 1980. Spatial differences in Heliothis zea egg density and the intensity of parasitism by Trichogramma spp. an Experimental analysis. Envirom. Entomol. 9(1): 79-85.

- Nagaraja. H. y Nagarkatti, S., 1973. A key to some New World species of Trichogramma with description of four new species. -- Proceedings of the Entomological Society of Washington 75: -- 288-297.
- Nagarkatti, S., 1972. Record of Trichogramma semblidis (Auriv.) -- (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in India. Oriental Insects - 6: 33-34.
- Nagarkatti, S., 1975. Two new species of Trichogramma from the - - U.S.A. Entomophaga 20: 245-248.
- Nagarkatti, S. 1973. Studies on the shootborer Hypsipyla grandella (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae) XVII. A new species of Trichogramma (Hymenoptera, Trichogrammatidae) from Costa Rica. - Turrialba 23: 233-5.
- Nagarkatti, S. 1975. Two new species of Trichogramma (Hym.: Trichogrammatidae) from the U.S.A. Entomophaga 20: 245-8.
- Nagarkatti, S., y M. Fazaluddin. 1973. Biosystematic studies on - Trichogramma species (Hymenoptera: Trichogrammatidae). II. - Experimental hybridization between some Trichogramma spp. - - from the New World. Syst. Zool. 22: 103-17.
- Nagarkatti, S., y H. Nagaraja. 1968. Biosystematic studies on Trichogramma species. I. Experimental hybridization between Trichogramma australicum Girault, T. cyanescens Westwood and T. minutum Riley. Commonwealth Inst. Biol. Control Tech. Bull. - No. 10, pp. 81-96.
- Nagarkatti, S. y H. Nagaraja. 1971. Redescriptions of some known species of Trichogramma (Hym., Trichogrammatidae), showing -- the importance of the male genitalia as a diagnostic character. Bull. Entomol. Res. 13-31.
- Nagarkatti, S. y H. Nagaraja. 1977. Biosystematics of Trichogramma and Trichogrammatoidea species. Annu. Rev. Entomol. 22: -- 157-76.

- Navarajan, A.V. 1979. Influence of host age on parasitism by Trichogramma. australicum. Gir. and T. japonicum Ashm (Trichogrammatidae: Hymenoptera). Z. angew. Ent. 87: 277-281.
- Need, J.T., y P.P. Burbutis. 1979. Searching efficiency of Trichogramma and its utilization for crop protection in the United States. Proc. Joint American-Soviet Conf. on the Use of Beneficial Organisms in the Control of Crops Pests. Am. Phytopathol. Soc. In Press.
- Newson, L.D. y E.L. Brazzel. 1968. Pests and their control. In -- Advances in Production and utilization of Quality Cotton: -- Principles and Practices, p. 367-405. F.C. Elliot. M. Hoover, and W.K. Porter, editors. Iowa State University Press, Ames.
- Nordlund, D.A., W.J. Lewis, H.R. Gross, jr., y E.A. Harrel. 1974. Description: evaluation of a method for field application of Heliothis eggs and kairomones for Trichogramma. Environ. Entomol. 3: 981-4.
- Nordlund, D. A., W.J. Lewis, J.W. Todd, y R.B. Chalfant. 1977. Kairomones and their use for management of entomophagous insects VII. The involvement of various stimuli in the differential response of T. pretiosum Riley to two suitable hosts. H. Chem. Ecol. 3: 513-8.
- Oatman, E.R. 1966. Parasitization of corn earworm eggs on sweet -- corn silk in southern California, with notes on larval infestations and predators. J. Econ. Entomol. 59 (4): 836-5.
- Oatman, E.R. 1970. Ecological studies of the tomato pinworm on tomato in southern California. Ibid. 63(5): 1531-4.
- Oatman, E.R., G.R. Platner, y P.D. Greany. 1968a. Parasitization of imported cabageworm and cabbage looper eggs on cabbage in southern California, with notes on the colonization of Trichogramma evanescens. Ibid. 61 (3): 724-30.

- Oatman, E.R., P.D. Greany, y G.R. Platner. 1968b. A study of the reproductive compatibility of several strains of Trichogramma in southern California. Ann. Entomol. Soc. Amer. 61(4): 956-9.
- Oatman, E.R. y G.R. Platner. 1971. Biological control of the tomato fruitworm, cabbage looper, and hornworms on processing tomatoes in southern California, using mass releases of Trichogramma pretiosum. J. Econ. Entomol. 64: 501-6.
- Oatman, E.R., y Platner, G.R. 1972. Colonization of Trichogramma evanescens and Apantela rubecula on the imported cabbage-worm on cabbage in Southern California. Environ. Entomol. 1(3): 347-351.
- Oatman, E.R. 1972. Topotypic Trichogramma minutum (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ann. Entomol. Soc., Am. 65: 1239-40.
- Oatman, E.R., y G.R. Platner. 1971. Biological control of the tomato fruitworm, cabbage looper, and hornworms on processing tomatoes in southern California, using mass releases of Trichogramma pretiosum. Ibid. 64: 501-6.
- Oatman, E.R. y S.P. Platner 1973. Biosystematic studies of Trichogramma species: 1. Populations from California and Missouri. Ibid. 66: 1099-102.
- Oatman, E.R., P.D. Greany, y G.R. Platner. 1968. A study of the reproductive compatibility of several strains of Trichogramma in southern California. Ibid. 61: 956-9.
- Oatman, E.R., G.R. Platner, y D. Gonzalez. 1970. Reproductive differentiation of Trichogramma pretiosum, T. semifumatum, T. minutum, and T. evanescens, with notes on the geographical distribution of T. pretiosum in the southwestern United States and in Mexico. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ibid. 63: 633-5.

- Oatman, E.R. y G.R. Platner. 1978. Effect of mass releases of -- Trichogramma pretiosum against lepidopterous pest on Proces--sing tomatoes in Southern California, with notes on Host egg population trends. J. Econ. Entomol. 71: 896-900.
- Orphanides, G.M. y D. Gonzales. 1970a. Identity of a uniparental race of Trichogramma pretiosum. Ann. Entom. Soc. Amer. 63: - 1784-6.
- Orphanides, G.M. y D. Gonzalez. 1970b. Importance of Light in the Biology of Trichogramma pretiosum. Ibid. 63: 1734-40.
- Orphanides G.M. y D. Gonzalez. 1971. Fertility and life table studies with Trichogramma pretiosum and T. retorridum. Ann. - - Entomological. Soc. Am. 64(4): 824-834.
- Parker, F.D. y Pinell, R.E. 1972. Effectiveness of Trichogramma - spp. in parasitizing eggs of Pieris rapae and Trichoplusia ni 1. Field Studies. Envirom. Entomol. 1(6): 785-789.
- Parker, F.D. y Pinell, R.E. 1974. Effectiveness of Trichogramma spp. in parasitizing eggs of Trichoplusia ni in the laboratory. Envirom. Entomol. 3(6): 935-938.
- Parker, F.D. y Pinell, R.E. 1972. Further Studies of the Biological control of Pieris rapae using supplemental host and parasite releases. Envirom. Entomol. 1(2): 150-157.
- Parker, F.D. y R.E. Pinnell. 1971. Overwintering of some Trichogramma spp. in. Missouri. J. Econ. Entomol. 64: 80-1.
- Parker, R.D., F.R. Lawson, y R.E. Pinnell. 1971. Suppression of -- Pieris rapae using a new control system: Mass release of both the pest and its parasites. J. Econ. Entomol. 64: 721-735.
- Peterson, A., 1930. A biological study of Trichogramma minutum Riley as an egg parasite of the oriental fruit moth. U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin 215, 21 pp.

- Peterson, A. 1931. Refrigeration of Trichogramma minutum Riley -- and other notes. J. Econ. Entomol. 24: 1070-4.
- Peterson, A. 1931. Some notes on the refrigeration of insect eggs parasitized by Trichogramma minutum. Jour. Econ. Entomol. -- 24: 474.
- Pinto, J.D., Platner, G.E. y Oatman, E.R., 1978. Clarification of the identity of several common species of North American Trichogramma. Annals of the Entomological Society of America -- 71: 169-179.
- Pinto J.D., G.R. Platner y Oatman E.R. 1978. Clarification of the identity of several common species of North American Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 71(2): 169-180.
- Quednau, W. 1960. Über die Identität der Trichogramma-Arten und - einiger ihrer Ökotypen (Hymenoptera, Chalcidoidea, Trichogrammatidae). Mitteil. Biol. Bundesant. Land-Forstwirt. 100: - 11-50.
- Quednau, F.W., y H.M. Hübsch. 1964. Factor influencing the host - finding and host acceptance pattern in some aphytis species - (Hymenoptera. Anheliniidae). S. Afr. J. Agric. Sci. 7: 543-54.
- Rabb, R.L., and J.R. Bradley. 1968. The influence of host plants on parasitism of eggs of the tobacco hornworm. J. Econ. Entomol. 61: 1249-57.
- Randolph, M.N. y Gorner, C.F. Insects attacking forage crops. The Agricultural and Mechanical. College of Texas. A.E.S. College Station, Texas.
- Rajendram, G.F., y K.S. Hagen. 1974. Trichogramma oviposition --- into artificial substrates. Environ. Entomol. 3: 399-401.

- Reeves, B.G., 1975. Design and evaluation of facilities and equipment for mass production and field release of an insect parasite and an insect predator. Ph. D. Dissertation, Texas A & M University, College Station, Texas, 180 pp.
- Ridgway, R.L., 1969. Control of the bollworm and tobacco budworm through conservation and augmentation of predaceous insects. Proceedings of the Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management 1: 127-144.
- Ridgway, R.L. y Lingren, P.D., 1972. Predaceous and parasitic - arthropods as regulators of Heliothis populations. Southern - Cooperative Series Bulletin 169: 48-56.
- Ridgway, R.L. 1972. Use of parasites, predators, and microbial -- agents in management of insect pests of crops. Pages 51-62 in Implementing Practical Pest Management Strategies. Proceedings of a National Extension Insect-Pest Management Workshop Purdue Univ., West Lafayette, Ind. 206 pp.
- Ridgway, R.L., Morrison, R.K. y Kinzer, R.E., 1973. Programmed -- releases of parasites and predators for control of Heliothis - spp. on cotton. In: Proceedings, Beltwide Cotton Production Research Conferences. National Cotton Council, Memphis, Tennessee, 1973. pp. 92-94.
- Ridgway, R.L. King, E.G. y Carrillo, J.L., 1977. Augmentation of natural enemies for control of plant pests in the Western - - Hemisphere. In: R.L. Ridgway and S.B. Vinson (Editors). Biological Control by Augmentation of Natural Enemies. Plenum -- Press. New York. pp. 379-416.
- Ridgway, R.L., J.R. Ables, C. Goodpasture, y A.W. Hartstack. 1981. Trichogramma and its utilization for crop protection in the - U.S.A. P. 41-8 In J.R. Coulson (ed.), Proc. Joint Am.- Sov. Congr. on "Use of Beneficial Organisms in the Control of Crop Pests.", Washington, D.C., U.S.A. August 13-14, 1979. Entomol. Soc. Am. College Park. MD.

- Salt, G. 1934. Experimental studies in insect parasitism. I. -- Introduction and technique. II. Superparasitism. Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. 114: 450-76.
- Salt, G.W., 1940. Experimental studies in insect parasitism. VII The effects of different hosts on the parasite Trichogramma evanescens Westw. (Hym.: Chalcidoidea). Proceedings of the Royal Entomological Society of London. Series A. 15: 81-95.
- Schread, J.C., 1932. Behavior of Trichogramma in field libera- tions. Journal of Economic Entomology 25: 370-374.
- Schread, J.C., y P. Garman. 1934. Some effects of refrigeration on the biology of Trichogramma in artificial rearing. J.N.Y. Entomol. Soc. 42: 263-83.
- Schread, J.C., 1935. Cooperative European corn borer egg parasi- tism investigation. Connecticut Agricultural Experiment Sta- tion, Bulletin 383: 344-346.
- Schread, J.C., 1936. Cooperative European corn borer egg parasi- tism investigation. Conn. Agric. Exp. Stn. Bull. 383: 344-6.
- Shapiro, V., Kamenkova K. y Shchichenkova P. 1968. The peculiari- ties of Trichogramma development and its efficiency in the - years of mass reproduction of Barathra brassicae.
- Shipp, E., y A.W. Osborn. 1966. The Theoretical role of preda- - tors in sterile insect release programs. Bull. Entomol. Soc. Amer. 12(2): 115-116.
- Smith, H.S., y P. De Bach. 1953. Artificial infectations of - - plants with pest insects as an aid in biological control. -- Proc. 7th Pacific Sci. Congr. 4: 255-259.
- Spencer, H., Brown, L. y Phillips, A.M., 1949. Use of the parasi- te Trichogramma minutum for controlling pecan insects. U.S. Department of Agriculture. Circular 8181. 17 pp.

- Stern, V.M., y W. Bowen. 1963. Ecological studies of Trichogramma semifumatum, with notes on Apanteles medicaginis, and their suppression of Colias eurytheme in southern California. Ann. - Entomol. Soc. Amer. 56 (3): 358-372.
- Stern, V.M., Schlinger, E.L. y Bowen, R.W., 1965. Dispersal studies of Trichogramma semifumatum (Hymenoptera: Trichogrammatidae) tagged with radioactive phosphorus. Annals of the Entomological Society of America 53: 234-240.
- Stern, V.M., y W.R. Bowen. 1968. Further evidence of a uniparental race of Trichogramma semifumatum at Bishop, California. - Ann. Entomol. Soc. Amer. 61(4): 1032-1033.
- Stern, V.M., y H.M. Shorey. 1968. Biological notes on, and eradication of Trichogramma semifumatum from laboratory cultures - of eight species of Noctuidae. J. Econ. Entomol. 61(4): 898-901.
- Stinner, R.E., Ridgway, R.L., Coppedge, J.R., Morrison, R.K. y Dickerson, W.A., Jr., 1974. Parasitism of Heliothis eggs after field releases of Trichogramma pretiosum, in cotton. Environmental Entomology 3: 497-500.
- Stinner, R.E., R.L., Ridgway, y R.E. Kinzer. 1974. Storage, manipulation of emergence, and estimation of numbers of Trichogramma pretiosum. Environ. Entomol. 3: 505-7.
- Stinner, R.E. 1977. Efficacy of inundative releases. Ann. Rev. -- Entomol. 22: 515-531.
- Taylor, T.A., y V.M. Stern. 1971. Host-preference studies with the egg parasite Trichogramma semifumatum (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 64: 1381-90.
- Thewke, S.E., y B. Puttler. 1970. Aerosol application of lepidopterous eggs and their susceptibility to parasitism by Trichogramma. J. Econ. Entomol. 63: 1033-4.

- Thomas, H.A. 1966. Parasitism by Trichogramma minutum (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in the spruce budworm outbreak in Maine. -- Ann. Entomol. Soc. Am. 59: 723-725.
- Thorpe, W.H., y F.G.W. Jones. 1937. Olfactory conditioning in a parasitic insect and its relation to the problem of host selection. Proc. Roy Soc. London B. 124: 56-81.
- Thorpe, K.W. 1982. Six Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species associated with a Maryland cornfield, with description of a new species. Proc. Entomol. Soc. Wash. 84: 16-22.
- Thorpe, K.W. 1984. Seasonal Distribution of Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Species associated with Maryland Soy bean field. Envirom. Entomol. 13(1): 127-132.
- Torre, C.S.L. de la. 1980. Revisión de los Trichogramma de Cuba, - con la Descripción de tres nuevas especies y una variedad. Dirección de Información Científica y Técnica, Universidad de la Habana, Cuba. 40p.
- Tsybul'skaya, G.N. 1971. Methods of increasing the effectiveness - of Trichogramma. P. 78. In Biological methods of protecting - fruit and vegetable crops from pests, diseases, and weeds as - bases for integrated systems. Ministry of Agriculture of the USSR. (Summaries of Reports).
- Turnbull, A.L., y D.A. Chant. 1961. The practice and theory of biological control of insects in Canada. Can. J. Zool. 39: 697---753.
- Vazquez, A.M., Rodriguez M. y Turrent, A.F. 1983. Tecnicas de producción para el sistema anual maíz-maíz en la zona central de Veracruz. Agric. Tec. Mex. 9(2): 91-113. en Memorias de la -- S.A.R.H. y del INIA del Noroeste. Agosto 1982.

- Villareal R. Vargas. 1976. Observación de algunas especies como posibles huéspedes de Trichogramma spp. Memorias de la VII Reunión Nacional de C.B. S.A.R.H. p. 55-73.
- Vinson, S.B. 1976. Host selection by insect parasitoids. Annu. Rev. Entomol. 21: 109-33.
- Voegele, J., Poitouts., Daumal J., et al 1975. El problema de las cepas de Trichogramma nativo dentro de las liberaciones inundantes. p. 149-154.
- Voegele, J., y B. Pintureau. 1982. Caracterisation morphologique -- des groupes et especes du genre Trichogramma Westwood. Ed. INRA Publ., 1982 (Les Colloques de I'INRA, no. 9), pp. 45-75.
- Voronin, K.E., y A.M. Grinberg. 1981. The current status and prospects of Trichogramma utilization in the U.S.S.R., pp. 49-51. In J.R. Coulson [ed Proceedings of the Joint American-Soviet Conference on the Use of Beneficial Organisms in the Control of -- Crop Pests. Entomological Society of America. College Park, -- Md.
- Wang, M.H. 1978. Some problems in using Trichogramma spp. for controlling insect pests. Acta Entomol. Sin. 21: 457-68. (Chinese)
- Way, M.J. 1973. Objectives, methods, and scope of integrated control. In Insects: studies in population management. Ecol. Soc. Australia Mem. No. 1, Canberra. Pp. 138-52.
- Wilkinson, J.D., K.D. Biever, C.M. Ignoffo, W.J. Pons, R.K. Morrison y R. S. Seay. 1978. Evaluation of diflubenzuron formulations -- on selected insect parasitoids and predators. J. Ga. Entomol. -- Soc. 13: 227-36.
- Wilson, F. 1966. Conservation and augmentation of natural enemies. Proc. FAO Symp. Integrated Pest Control 3: 21-6.

- Wilson, F. 1974. The use of biological control methods in pest - control.- In: Price Jones, D. & Solomon, M.E. (eds) Biology in Pest and Disease Control, pp. 59 - 72. New York: John Wiley & Sons.
- Williams, C.M. 1956. The juvenile hormone of insects. Nature 178: 212-21.
- Wisehart, G. 1929. Large scale production of the egg parasite -- Trichogramma minutum. Canad. Entomol. 61: 73.
- Wolcott, G.N. y Martorell, L.F. 1943. Control of the Sugarcane Borer in Puerto Rico by Laboratory Reared Parasites. Jour - Econ. Entomol. 36 (3): 460-464.
- Young, J.R., y H.C. Cox. 1965. Evaluation of apholate and tepa - as chemosterilants for the fall army worm. J. Econ. Entomol. 58: 883-8.
- Young, J.R., y J.J. Hamm. 1967. Reproduction of Trichogramma fasciatum in eggs from tepa-sterilized fall armyworms. Ibid. - 60: 723-4.
- Young, J.R., E.A. Harrell, y M.C. Bowman. 1969. A chemosterilant feeder for insects. Ibid. 62: 646-9.
- Yu, D.S.K. 1981. Utilization of Trichogramma minutum Riley for - the biological control of the codling moth in southern Ontario. Master's Thesis. Univ. of Guelph. 88 pp.
(Received 8 December 1982; accepted 8 February 1983).
- Yu, D.S.K., Laing, J.E. y Hagley, E.A.C. 1984. Dispersal of Trichogramma spp. in an Apple orchard after inundative releases. Environ. Entomol 13(2): 371-373.
- Zilburg, L.P. 1972. The effectiveness of common Trichogramma in the northern zone of Moldavia. All-Union Scientific Institute of Biological methods of plant protection. Kinshinev, - - USSR, Plant Prot. Bull p. 47-53. (translated from russian).