

24
2oj.



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"

INGENIERIA AGRICOLA

GUIA PARA LA LIBERACION DE Trichogramma spp. West. EN EL CULTIVO DEL MAIZ

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A

ALFREDO HERNANDEZ BRAVO

DIRECTOR DE TESIS: ING. RAFAEL RODRIGUEZ C.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	6
ANTECEDENTES	7
DESCRIPCION GENERAL DE <u>Trichogramma</u> spp.	10
FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LA INTRODUC- CION DEL <u>Trichogramma</u> spp. West.	13
Especies y ecotipos de <u>Trichogramma</u>	14
Calidad de los parásitos producidos	14
Tamaño de los parásitos obtenidos	15
Longevidad y fecundidad aumentada	17
Proporción de sexos	18
Resistencia a las variaciones en temperatura y humedad del campo en el momento de la intro- ducción	19
Resistencia a los insecticidas	20
Tipo de huésped	21
Atracción del huésped	21
Duración del tiempo de atracción de los huevos del huésped	21
Coincidencia de los ciclos de desarrollo del huésped y el parásito	22
Tipo de hábitat	22
Areas donde se encuentran los parásitos y sus huéspedes	22
Normas y tiempos de introducción	23
Número de parásitos usado	23
Tiempo de introducción	23
Condiciones climáticas	24

	Página
PROCEDIMIENTO PARA LA LIBERACION DE <u>Trichogramma</u>	
spp.	25
Estudio del área de trabajo	25
Manejo del material biológico antes de su	
liberación	25
SISTEMAS DE LIBERACION	28
DISTRIBUCION DEL PARASITO EN EL CAMPO	31
Liberación utilizando bolsas de papel de <u>estra</u>	
za	31
Liberación bajo condiciones óptimas (baja o	
nula velocidad del viento)	31
Liberación bajo condiciones de viento	32
Liberación utilizando frascos plásticos o de	
vidrio	33
Liberación bajo condiciones óptimas	34
Liberación en presencia de viento	34
RELACIONES BIOCENOTICAS	36
Densidad del huésped	36
Superparasitismo y predación	36
Disponibilidad de alimento	37
CONCLUSIONES	38
SUGERENCIAS	41
BIBLIOGRAFIA	42
APENDICE	46

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA		PAGINA
1	Distribución mundial de <u>Trichogramma</u>	47
2	Plagas controladas por <u>Trichogramma</u> spp. Westwood	48
3	Mortandad del estado prepupal de <u>Trichogramma evanescens</u> en huevos parasitados de <u>Sitotroga cerealella</u> cuando se mantuvieron a 2-4°C durante varios períodos	49

FIGURA

1	Ubicación de los Centros de Reproducción de Organismos Benéficos en la República Mexicana	50
2	Espécimen macho de <u>Trichogramma</u> spp.	51
3	Características morfológicas para la diferenciación de sexo en <u>Trichogramma</u> spp. West.	52
4	Ciclo biológico de <u>Trichogramma</u> spp.	53
5	Organigrama para la producción en el laboratorio de <u>Trichogramma</u> spp.	54
6	Ruta de liberación (con bolsas de papel) bajo condiciones óptimas	55
7	Ruta de liberación (con bolsas de papel) bajo condiciones de viento	56
8	Ruta de liberación (con frasco) bajo condiciones óptimas	57
9	Ruta de liberación (con frasco) del primer día, en presencia de viento	58

FIGURA		PAGINA
10	Ruta de liberación (con frasco) del segundo día, en presencia de viento	59
11	Ruta de liberación (con frasco) del tercer día, en presencia de viento	60
12	Ubicación de la bolsa de papel (con <u>Trichogramma</u>) en la planta de maíz, al momento de la liberación	61

INTRODUCCION

El maíz es una de las principales fuentes alimenticias de la familia mexicana y su consumo por persona es de 180 kg anuales (16). En su cultivo intervienen aproximadamente 4 millones de campesinos, lo que significa que un habitante de cada cinco económicamente activos es productor de maíz en México (9,16,19).

Del total de la superficie que se dedica al cultivo del maíz, el 75% está sujeto a la acción de diversos agentes perjudiciales, tanto físicos como biológicos (11,16). Entre los primeros hemos de mencionar la sequía, el granizo, las heladas, los vientos, etc. y entre los biológicos, las enfermedades, las malezas y las plagas, especialmente de insectos fitófagos (11).

Al hacer una estimación de los daños causados por los insectos a la agricultura -y en especial al maíz- se ha llegado a la conclusión de que los nocivos ocasionan una pérdida de aproximadamente el 15% de las cosechas, y el valor de éste, más el costo de insecticidas y de su aplicación, arrojan una cifra de aproximadamente 42 768 millones de pesos al año (9, 11,19).

En vista de lo expuesto anteriormente, es preciso realizar un efectivo control de plagas para proteger los cultivos -y sus cosechas- y evitar con ello la fuga de capitales por concepto de importación de este grano tan importante en la dieta de nuestro pueblo, así como aumentar los ingresos de los agricultores.

Ahora bien, existen diversos métodos para el control de plagas, entre ellos: el químico, legal, cultural, natural, mecánico, físico, biológico e integral; los cuales aumentan las

posibilidades de lograr un control efectivo de las diversas plagas que atacan al maíz durante sus distintas etapas de crecimiento, pero toda medida de control que se adopte no brindará ningún resultado sino es realizada en forma conjunta a nivel regional.

De aquí la importancia de la participación directa de todos los agricultores en el desarrollo de los trabajos que se recomienden como necesarios para el combate de las plagas, tomando en cuenta que un solo lugar que no sea atendido en la región, será un foco constante de reinfestación para aquellos lugares que con tanto esfuerzo se procuró mantener en óptimas condiciones fitosanitarias.

Por otro lado, y ante el alarmante desequilibrio ecológico provocado en gran parte por el uso immoderado de productos químicos en la lucha contra las plagas agrícolas, nos hemos visto obligados a buscar y utilizar métodos igual o más efectivos que los tradicionales -principalmente el control químico- pero sin las nocivas consecuencias de éstos.

Es así, como en los últimos años ha cobrado gran auge uno de los métodos más antiguos y eficaces de control de los insectos y plagas, este consiste en utilizar a sus enemigos naturales -parásitos, depredadores y organismos patógenos- para atacarlos y destruirlos (3,14,15,26).

Las relaciones entre las especies vegetales y animales, han dado lugar en el transcurso de los siglos, a un fenómeno natural que rige el equilibrio de sus poblaciones (10). Sin lugar a dudas, este fenómeno es el resultado de la lucha de los organismos por sobrevivir y en virtud de él unas especies se alimentan de otras o viven a sus expensas, reduciendo su población a veces casi hasta el exterminio (10).

El uso deliberado de enemigos naturales para el control de plagas es muy conocido con el nombre de Control Biológico o Biocontrol (15,26). Desde hace mucho tiempo, el hombre ha sabido que los insectos que atacan los cultivos son a su vez atacados por muchas clases de enemigos naturales (15,26). Sin embargo, no fue sino hasta hace cerca de cien años, que se iniciaron los intentos deliberados de usar a éstos enemigos en las actividades de control de plagas agrícolas (26).

La primera muestra notable de Control Biológico aconteció en California en 1888 (15,26). Los entomólogos de ese tiempo descubrieron que muchas plagas que se establecían en nuevos hábitats, a menudo lo hacían sin traer consigo los múltiples enemigos naturales que los atacaban y que con frecuencia regulaban sus poblaciones en los lugares de origen (15,26).

Se concibió la idea de traer a éstos enemigos desde los lugares de origen de la plaga y liberarlos en el nuevo medio ambiente para que controlaran a los insectos inmigrantes (15,26). Durante muchos años, este movimiento de enemigos naturales dominó las actividades de Control Biológico y todavía hoy es de primordial importancia en el método de Control Biológico (15,26).

Se han establecido varias organizaciones internacionales con el único fin de realizar investigaciones sobre el Control Biológico y facilitar el movimiento de especies benéficas, de un país a otro (15,26). La mayor de estas organizaciones es el Instituto de Control Biológico del Reino Unido, establecido en 1927 para trabajar en este campo (26).

Otra organización internacional dedicada al Control Biológico es la Organisation Internationale de Lutte Biologique (Organización Internacional de Lucha Biológica), for-

mada por un grupo de países de Europa Occidental para fomentar el Control Biológico (26).

Por otro lado, es importante agregar que el Control Biológico tiene muchas ventajas, que no ofrecen la mayoría de otros medios de control de plagas (26). Tres ventajas específicas son: permanencia, seguridad y economía (15,26).

Una vez establecido, el Control Biológico es permanente hasta cierto grado (15,26). Los enemigos naturales de los que depende se perpetúan por sí mismos, excepto en casos de catástrofes naturales o de la imprudente interferencia del hombre, y se ajustan constantemente a los cambios de volumen de población de las plagas que atacan (15,26). Puede ser que cualquier interacción huésped-parásito o depredador-presa implique una constante competencia de adaptabilidad entre los antagonistas, con las especies parasitadas moviéndose siempre hacia una mayor protección contra el ataque, y el atacante adquiriendo mayor efectividad para compensar esto (15,26). En la mayoría de los casos que se conocen, esta competencia parece no tener fin, y el Control Biológico efectivo presenta un alto grado de permanencia (15, 26).

Los medios de Control Biológico no tienen efectos secundarios tales como toxicidad o contaminación del ambiente y su uso no implica peligros (15,26). Tomando en cuenta que nuestro país tiene uno de los índices más elevados de contaminación, el Control Biológico viene a constituir una buena medida para evitar el incremento de la contaminación, así como para lograr un efectivo control de plagas.

Ahora bien, este medio de control es económico para el agricultor, ya que en nuestro país se han establecido Centros de Reproducción de Organismos Benéficos (C.R.O.B.),

los cuales se encargan -como su nombre lo indica- de reproducir y distribuir gratuitamente a los organismos benéficos, con lo cual se abaten los costos de producción, redundando en mayores ganancias a los agricultores.

Por último, el presente trabajo, pretende -retomando lo ya expuesto- mostrar de una manera sencilla los beneficios aportados de la liberación masiva de Trichogramma en el campo, así como el método de liberación más recomendable para un mejor aprovechamiento del mismo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Establecer una guía eficiente para la liberación de Trichogramma spp. West. en el cultivo de maíz a nivel regional.

Objetivos específicos

- a) Lograr un mejor aprovechamiento del Trichogramma mediante un mejor método de liberación del mismo.
- b) Disminuir el uso indiscriminado de los insecticidas, a fin de reducir los estragos de la contaminación ambiental.
- c) Reducir los costos de producción a fin de aumentar el ingreso de los agricultores.
- d) Analizar los factores positivos y negativos del método tradicional de liberación del Trichogramma utilizando bolsas de papel de estraza de 1/4 de kg.
- e) Analizar los factores positivos y negativos del método propuesto de liberación del Trichogramma utilizando frascos.
- f) Determinar las ventajas y desventajas de los métodos de liberación antes mencionados.

ANTECEDENTES

Un gran número de especies dañinas a los cultivos agrícolas de México son aborígenes y, por lo tanto, en el transcurso de los siglos han formado determinadas interrelaciones con sus organismos parásitos (2). De ahí, que después de intentar la introducción y **aclimatación** de parásitos del extranjero, en muchos casos con éxito, como los empleados contra la mosca prieta de los cítricos y las moscas de la fruta, se haya concentrado la atención en el estudio de nuestros recursos naturales, empleando entomófagos nativos (2). En este aspecto, los niveles más importantes se han alcanzado en la reproducción de Trichogramma (2).

En la década de 1930-1940 se desarrollaron en Sinaloa, algunas experiencias con Trichogramma minutum, sin obtener el establecimiento del parásito (10) y no fue sino hasta 1963, en Torreón, Coah. en que se obtuvieron los primeros éxitos con el manejo de este parásito procedente de los Estados Unidos (2,17). Como caso curioso, mencionaremos que en 1903, la Sociedad Agrícola Mexicana ya recomendaba el uso de "Trichogramma Sp" para controlar al barrenador de la caña de azúcar (2).

Posteriormente a las liberaciones de Trichogramma minutum de 1963 y como consecuencia lógica de adaptabilidad al medio ambiente, se inició la reproducción de cepas nativas (2). El establecimiento de los programas de producción de Trichogramma, ha traído en la mayor parte de las regiones en donde se ha liberado este parásito, una reducción en los índices de aplicación de insecticidas, permitiendo al agricultor la obtención de una cosecha con menor inversión (17). Esta inminente reducción de los costos de cultivo por "concepto control de plagas", permitió la aceptación abier-

ta a la producción de Trichogramma a nivel nacional, lo cual propició que los programas que por cooperación venían siendo solventados por los agricultores se vieran fuertemente apoyados por el Gobierno Federal, lográndose que por parte de la Secretaría de la Presidencia se realizara y terminara la construcción de 14 Centros para la reproducción de estos organismos (actualmente conocidos como Centros de Reproducción de Organismos Benéficos) (17).

En la actualidad, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.) cuenta con 21 Centros de Reproducción de Organismos Benéficos (Figura 1), bajo la coordinación de la Dirección General de Sanidad Vegetal (22).

La actividad fundamental de dichos Centros, hasta ahora, ha sido la reproducción del parásito Trichogramma, ya que para el año de 1984, se reprodujeron 36 000 millones de individuos de este insecto, liberándolo en 1 135 598 hectáreas y atendiendo los siguientes cultivos: Maíz, Algodón, Caña de Azúcar, Soya, Frijol, Sorgo y Hortalizas (17,18,22). Lo anterior nos da una idea de la importancia de esta actividad en nuestro país.

Ahora bien, considerando que desde 1963 se han venido utilizando con gran éxito las liberaciones de Trichogramma para el control de plagas agrícolas, que hoy en día se cuenta con el apoyo de 21 Centros de Reproducción de Organismos Benéficos (C.R.O.B.) (Figura 1) para la producción masiva de los agentes de control más idóneos y eficientes como es el caso de la avispiña Trichogramma spp., y que aún no existe la uniformidad requerida de criterios y acciones para un manejo apropiado de los parásitos en el campo, la presente Tesis tiene la finalidad de orientar al usuario sobre el método más recomendable para liberar y utilizar eficientemente en el campo a la avispiña Trichogramma spp., evitando así

su desperdicio y fomentando la eficacia de su actividad parasítica.

DESCRIPCION GENERAL DE Trichogramma spp.

Dentro de los parásitos más estudiados a nivel mundial destaca el complejo Trichogramma (28). El género Trichogramma fue descrito en 1933 por Westwood, utilizando como especie tipo a Trichogramma evanescens (28).

Los Trichogrammas son avispidas y, por lo tanto, pertenecen al reino Animal, phylum Arthropoda, clase Insecta, orden Hymenoptera, suborden Apocrita, superfamilia Chalcidoidea, familia Trichogrammatidae, género Trichogramma, en el cual están incluidas algunas de las siguientes especies: T. evanescens, T. albipes, T. brasiliensis, T. pallidum, T. minutum, T. cacoeciae, T. semblidis, T. semifumatum y T. pretiosum (Tabla 1) (5,8,11,15,18,23,24,30).

Estos parásitos son insectos de metamorfosis completa (8,11,15,24). Los adultos son diminutos y de cuerpo frágil, su tamaño es variable, siendo de 0.8 mm a 1.0 mm para los machos (Figura 2) y de 0.6 mm a 0.8 mm para las hembras -dependiendo principalmente de la cantidad de alimento de que dispuso durante su desarrollo embrionario-, pero son visibles a simple vista con un poco de atención (15,23,24,30). Su coloración es muy variable y va desde el amarillento hasta colores más oscuros (15,18,24,30).

La cabeza es algo corta y cóncava en su parte posterior, sus antenas se consideran capitadas; de seis segmentos en las hembras, diferenciándose las de los machos por poseer sólo cuatro segmentos y abundantes cerdas (Figura 3) (8,11,15,18,24,30).

Posee ojos compuestos en posición lateral a ambos lados de la cabeza y tres ocelos (8,18,24,30). Presenta una mandíbula poco desarrollada la cual utiliza para abrirse

paso a través del corium del huevecillo huésped al emerger (15,18,24,30).

Sus alas son membranosas, sin venación; siendo el primer par más desarrollado que el segundo, el margen está provisto de vellosidades (8,15,18,23,24,30). Su abdomen tiene de cinco a siete segmentos y sus patas poseen tres segmentos tarsales (Figura 2) (8,15,18,23,24,30).

Es un insecto de hábitos diurnos que se encuentra distribuido en todo el mundo (Tabla 1) parasitando huevecillos de Lepidoptera (palomillas y mariposas) principalmente, aunque varias especies atacan huevos de insectos de otros órdenes como Coleoptera (escarabajos), Diptera (moscas), Homoptera (escamas y pulgones), Neuroptera (león de los áfidos o crisopas), Hymenoptera (avispas y hormigas) y Hemiptera (chinches) (Tabla 2) (2,10,15,18,28).

Su ciclo biológico varía de acuerdo a la especie, la temperatura y la humedad relativa, sus estados inmaduros (huevo, larva y pupa) se desarrollan en un período de 8 a 12 días, reduciéndose este período a mayores temperaturas y humedad relativa (15,18,28,30). Como estado adulto, su tiempo de vida es de 3 días sin alimentación y hasta de 15 días con alimento (Figura 4) (15,18,28,30).

Para la reproducción masiva en laboratorio del Trichogramma spp. (Figura 5) se empleó como huésped intermedio a la palomilla oriental de la harina, Ephestia kuehniella, empleándose como dieta el maíz con muy buenos resultados (17).

Posteriormente fue sustituida por la palomilla de los cereales, Sitotroga cerealella, debido a que esta última presenta mayor facilidad de manejo, un mayor potencial biótico y por su comportamiento la producción es más económica (17).

Las especies de Trichogramma producidas en los laborato

rios se consideran como ecotipos regionales ya que dentro de una misma área agrícola se está trabajando con parásitos provenientes de 2 o 3 zonas dentro de la misma área con características ecológicas significativamente diferentes (17). Con objeto de evitar degeneraciones de la población del insectario, 2 a 3 veces por año se renueva la cepa con material de campo (17).

Una vez liberada, la avispa benéfica, al descubrir los huevecillos de un insecto-plaga, se posa sobre uno de ellos e introduce su ovipositor dejando dentro sus huevecillos y se alimenta del fluido que sale del orificio hecho en el momento de parasitar (Figura 4) (15,18). El parásito se desarrolla dentro del huevecillo huésped -alimentándose del contenido nutritivo que éste contiene- pasando por tres estadios larvarios (15). Al pasar cuatro días de haber ocurrido la parasitación, los huevecillos huésped se tornan de color negro que es el indicativo del parasitismo, emergiendo el adulto entre los 4 a 8 días después (1,15,28). La hembra es capaz de parasitar el mismo día que emerge, además de tener la capacidad para distinguir entre huevos sanos y los ya parasitados, prefiriendo normalmente a los primeros (15,18,24,28,30).

La hembra tiene la capacidad de parasitar como promedio general 30 huevecillos, aunque en condiciones de laboratorio ha parasitado hasta 200 huevos (7,18,20,28).

Debemos tener en cuenta, que el indicativo de que un huevecillo está parasitado es la coloración negra brillante que éste presenta a los cuatro días de ocurrida la parasitación.

FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LA INTRODUCCION
DEL Trichogramma spp. WEST.

Al introducir especies exóticas de predadores y parásitos en un nuevo ambiente, se debe poner especial atención a su potencial de aclimatación, es decir, posibilidades de adaptación de los entomófagos introducidos en las nuevas condiciones de vida. Esto se lleva a cabo en los individuos de la población y a través de una selección natural del organismo en relación a los factores que actúan sobre ellos en un medio ambiente dado, Rubcov (1928) (20). Si los parásitos son introducidos en áreas climáticas similares, pero por varias razones en cantidades insuficientes para reducir efectivamente la población de la plaga por abajo del nivel de daño económico, el problema de su aclimatación es insignificante (28).

Hay muchas razones por las cuales los parásitos no emplean su completo potencial, por ejemplo, no haber suficiente huésped disponible durante períodos críticos para los parásitos, Scopetilnikova (1962), Kot (1961), Knipling (1968) (20); falta de sincronización en los ciclos biológicos huésped-parásito, Kadlubowski (1965) (20); efectos deletéreos de los insecticidas en los entomófagos, Wilson (1966) (20); o condiciones climáticas desfavorables en el tiempo precedente al tratamiento, Uvarov (1961) (20); baja población de entomófagos en el momento en que la plaga empieza a aparecer requiere liberaciones inundantes de un parásito como una manera de restablecer un equilibrio cuantitativo entre el parásito y el huésped. A este tipo de liberación se le llama "colonización periódica", Wilson (1966) (20). Las liberaciones masivas de Trichogramma son un excelente ejemplo de colonización periódica. Es conveniente añadir que se de-

berían introducir huéspedes esterilizados durante períodos apropiados para mantener el balance cuantitativo entre los parásitos y el huésped, Knipling (1966) (20). Este método sería muy prometedor si se vencieran las dificultades de la cría de huéspedes atrayentes bajo condiciones de laboratorio y los problemas de esterilización.

Los resultados obtenidos a través de colonizaciones periódicas con Trichogramma, varían considerablemente de 0 hasta arriba del 90% de efectividad. Esta variación es causada por la interacción de muchos factores actuando tanto en el parásito como en el huésped, Kot (1966) (20).

A continuación se mencionan algunos factores importantes que influyen en la efectividad del Trichogramma:

Especies y ecotipos de Trichogramma

El ecotipo es considerado aquí como un grupo de poblaciones ecológicamente similares que ocupan la misma área. Los diversos ecotipos que forman el conjunto de especies de Trichogramma, difieren principalmente en su especificidad hacia los huéspedes, la preferencia por el hábitat del huésped, longevidad, fertilidad, relación de sexos y modo de reproducción (20,21,28).

En este caso, podemos mencionar como un ejemplo, lo anotado anteriormente, en el sentido de que dentro de las especies de Trichogramma, los huéspedes son miembros de la familia Lepidoptera, pero los huevos de otros huéspedes también pueden ser parasitados.

Calidad de los parásitos producidos

Suponiendo que seleccionamos la raza ecológica (ecotipo) apropiada de Trichogramma para usarla contra una espe--

cie dada de plaga, entonces es de la mayor importancia obtener parásitos de buena calidad. Los parásitos de alta calidad, capaces de un ataque efectivo a sus huéspedes se caracterizan por los siguientes atributos (20):

a) Tamaño de los parásitos obtenidos.

El tamaño de los parásitos obtenidos bajo condiciones de laboratorio depende principalmente del huésped en el cual ocurre el desarrollo y el número de individuos desarrollados por huevo. Desde 1928, la palomilla de los cereales, Sitotroga cerealella Oliv. ha sido usada como huésped para el cultivo masivo de Trichogramma. Los huevos de Sitotroga no son los mejores huéspedes para este objetivo, debido a su pequeño tamaño y relativa baja atracción al Trichogramma. El Trichogramma criado por mucho tiempo en estos huevos ha reducido su vitalidad y por lo mismo su longevidad, y la fecundidad de los huevos puestos por una hembra es mucho más baja que la de aquellos individuos criados en huevos de huéspedes naturales (20,28).

Esfuerzos para encontrar métodos fáciles y baratos para criar Trichogramma en los huevos de sus huéspedes naturales han sido inútiles, sin embargo, los trabajos sobre este problema continúan. En la URSS la investigación se ha realizado desde 1935 usando huevos de gusanos cortadores, Agrotis segetum Shiff. para la cría de Trichogramma (20,28). En Estados Unidos se usan los huevos de gusano falso medidor, Trichoplusia ni y de la palomilla de la cera, Galleria melonella para la cría de Trichogramma. Sin embargo, el largo período de desarrollo, dificultades en obtener generaciones no diapúsicas,

hacen que la cría de éstos huéspedes no sea económica (28).

Con el fin de reducir los efectos deletéreos genéticos de la continua cría en Sitotroga, los Trichogramma del campo y los producidos en huevos de huésped natural, son introducidos periódicamente en la colonia principal de cría (20).

Un factor muy importante que tiene influencia sobre el tamaño y condición del parásito obtenido, es el número de parásitos que se desarrollan por huevo huésped (25). Esto depende principalmente del tamaño del huevo y la cantidad de alimento disponible para los parásitos en desarrollo (20).

- 1 parásito por huevo para la palomilla de los cereales, Sitotroga cerealella Oliv.
- 2 parásitos por huevo para el gusano de la col, Pieris brassicae L.
- 14 parásitos por huevo para la palomilla enrolladora de cola roja de la Haya, Dasychira pudibunda L.
- 40 parásitos por huevo para la palomilla Sphinx (Hyloicus) ligustri L.

Si se ponen más huevos de los que el huésped puede soportar nutricionalmente, el desarrollo subsecuente y los adultos que emergen son más pequeños de lo normal y muchas veces de desarrollo defectuoso, dando por resultado una reducción en la longevidad y fecundidad (20,28).

b) Longevidad y fecundidad aumentada.

La longevidad y número de huevos puesto por una hembra individual, influencia la efectividad de los parásitos introducidos. Adultos de Trichogramma criados por largo tiempo en huevos de Sitotroga cerealella Oliv. en el laboratorio, viven un promedio de 3 días sin alimento. Si los adultos se alimentan con miel diluida con agua, el promedio de vida aumenta a 15 días y el número de huevos puesto aumenta (20, 28). La alimentación tomada por los parásitos adultos tiene mayor efecto en las hembras que en los machos (especialmente si ésta aumenta la longevidad y fecundidad), aun cuando bajo cualquier condición dada, las hembras viven considerablemente más que los machos (20).

Por su parte, Orphanides (1969) reporta que la longevidad de Trichogramma pretiosum alcanzó 11.1 y 8.1 días a temperaturas de 30°C, 90% de humedad relativa y 0.5 y 24.0 horas luz, respectivamente (28). En pruebas posteriores encontró que la longevidad de Trichogramma pretiosum fue de 25.7, 21.3 y 14.2 días a temperaturas de 20°C, 90% de humedad relativa y 0.5, 13.0 y 24.0 horas luz, respectivamente (28).

En lo que respecta al tiempo de almacenamiento de huevos de Sitotroga cerealella parasitados por Trichogramma, es preciso señalar que si éstos son almacenados por mucho tiempo, un elevado porcentaje de parásitos muere y la calidad de los que sobreviven se reduce (28). Investigaciones (20) han demostrado que la mortalidad de Trichogramma aumenta a medida que aumenta el tiempo de almacenaje (Tabla 3)(20). Para estos experimentos se usaron huevos de Sitotro

ga cerealella parasitados por Trichogramma evanes-
cens West. Los huevos fueron parasitados el 14 de
febrero de 1968 y después de 6 días de desarrollo
a 25°C se colocaron en refrigerador a 2-4°C (20).

En lo que respecta a la fertilidad y fecundidad, ya
se mencionó que el Trichogramma criado por varias
generaciones en huevos de Sitotroga muestran una re-
ducción en su fertilidad, y la fecundidad de los
huevos puestos por una hembra es mucho más baja que
aquellos individuos reproducidos en hospederos natu-
rales (20,28). En este último caso, según Coppel y
Martins (1977), los adultos del parásito son de ma-
yor tamaño y la fertilidad se incrementa unas cinco
veces (28).

c) Proporción de sexos.

Cuando el Trichogramma es criado en el laboratorio
y liberado en el campo, debe hacerse un esfuerzo
por liberar individuos apareados para asegurar una
generación F1 viable en el campo (lo cual no se lo-
gra liberando al Trichogramma con el método tradi-
cional en bolsas de papel, sino que ésto se logra
con el método de liberación propuesto en esta Tesis,
el cual veremos más adelante), por las siguientes
razones:

- Los huevos puestos por la hembra en la primera e-
tapa de su vida da lugar a una progenie principal-
mente de hembras; los puestos en la etapa tardía
dan principalmente machos (20).
- Solamente machos nacen de huevos puestos por hem-
bras no fertilizadas. Esto ocurre cuando los hue-
vos preparados para introducirlos en el campo

fueron infectados con una población de Trichogramma teniendo hembras en su mayoría (20).

- Flanders (1935), observó un fenómeno muy interesante. Él observó que en huevos grandes donde más de una larva puede desarrollarse, el sexo es determinado por el número de larvas que se desarrollan. Los datos obtenidos por Flanders, demuestran que el porcentaje de hembras disminuye con el número de larvas por huevo (20). Por ejemplo, si una hembra oviposita 1 huevo en cada huevo del gusano elotero, Heliothis zea, la única larva invariablemente será hembra. Cuando se ponen varios huevos, se producen más machos. Esto no se ha determinado para otros huéspedes, pero actualmente es una regla general (20).

- d) Resistencia a las variaciones en temperatura y humedad del campo en el momento de la introducción. Las condiciones hidrométricas (temperatura y humedad relativa) bajo las cuales el Trichogramma es criado en el laboratorio tienen una considerable influencia en la selección o predisposición de los individuos dentro de la población (20). Parásitos criados a temperatura óptima (27-28°C) y humedad relativa óptima (70%) no son muy efectivos después de su introducción en el campo (20,24). Stein (1960), indicó que cuando el Trichogramma cacoeciae fue propagado a temperaturas fluctuantes de 16 a 26°C fue aproximadamente diez veces más efectivo contra los huevos de la palomilla de la manzana, Carpocapsa pomonella (Linneo), que cuando se comparó con parásitos propagados a temperatura constante de 27°C (24). Es por esta razón, que el Trichogramma producido en el laboratorio debe preacondi-

cionarse en la cría antes de introducirlo en las condiciones de temperatura y humedad que prevalecen en el campo, esto es, alternarle temperaturas y humedades relativas variables, de acuerdo a la región en la cual se va a introducir.

e) Resistencia a los insecticidas.

Debemos tener en cuenta el presente estado de la protección de plantas, basada principalmente en el uso de insecticidas. Al introducir parásitos en campos tratados regularmente con insecticidas, no podemos tener la certeza de que estos productos químicos no afecten adversamente a los parásitos liberados, máxime cuando la mayor parte de esta población ha sido ya debilitada en el laboratorio por criarla bajo condiciones por debajo de las óptimas y con huéspedes inapropiados (28).

Insecticidas como DDT, Parathión, son altamente tóxicos y causan muchas veces el 100% de mortalidad del Trichogramma (20). Algunos insecticidas de la familia de los piretroides (Cypermctrina, Permetrina y Decametrina), también ejercen efecto insecticida sobre Trichogramma al momento o antes de emerger del huevo hospedero, aunque se ha comprobado que el menos tóxico es Cypermctrina (13).

El efecto nocivo de los insecticidas es en parte eliminado, usándolos cuando el Trichogramma es protegido por el corión del huevo huésped, esto es, en el estado de huevo, larva o pupa (20). El Trichogramma que se desarrolla en los huevos huésped es alrededor de 100 veces más resistente al Metasystox que sus adultos. Las pruebas han demostrado

que el 10% de adultos muere a concentraciones de 0.0001% de Metasystox, pero las larvas que se desarrollan en los huevos de Sitotroga cerealella comienzan a morir a una concentración de 0.01%, los estados inmaduros que se desarrollan en los huevos mueren a 0.5-0.8% (20). Solamente del 10-15% de Trichogramma que se desarrolla en los huevos del huésped muere a 0.05-0.1% de concentración de Metasystox, pero todos los adultos son destruidos (20). Esto tiene un efecto práctico debido a que permite el uso de productos químicos después de la introducción de Trichogramma ya que los insectos están protegidos por el corión de los huevos del huésped.

Tipo de huésped

Las especies existentes del género Trichogramma son generalmente polífagas, debido a que tiene capacidad de parasitar, según De Garay (1942), Thompson (1958), Flanders y Quednau (1960), más de 139 especies de plagas en estado de huevecillo (28). Observaciones (20) han demostrado que la efectividad de los parásitos introducidos depende de:

a) Atracción del huésped.

Muchos de los huéspedes de Trichogramma se encuentran entre la familia Lepidoptera, aunque -como ya se mencionó- varias especies del género atacan insectos de otros órdenes.

b) Duración del tiempo de atracción de los huevos del huésped.

El tiempo crítico para introducir el Trichogramma en el campo, es cuando la plaga contra la cual va a ser usado, empieza a ovipositar. Entre más corto

sea el período durante el cual los huevos hospederos son atractivos al parásito, más importante es precisar el momento cuando el parásito debe ser introducido (20,28).

- c) Coincidencia de los ciclos de desarrollo del huésped y el parásito.

Uno de los problemas fundamentales que afectan la efectividad de la colonización periódica es lograr la sincronización de los ciclos de vida del parásito y del huésped (1,15,20,21,28).

Los adultos del Trichogramma, como resultado de la adaptación, generalmente aparecen durante el período de apareamiento y oviposición del huésped. Durante cuatro años de observaciones, Kadlubowski (1965), encontró que solamente en uno, la emergencia del Trichogramma ocurrió tres días después de que la mayoría de los huevos huésped susceptibles estaban disponibles (20). Por lo tanto, sólo el 15.5% de huevos fue parasitado (20). Cuando la sincronización es completa entre la oviposición del huésped y la emergencia del Trichogramma, y cuando las condiciones de temperatura son favorables, el parasitismo es de aproximadamente 90% (20).

Tipo de hábitat

- a) Areas donde se encuentran los parásitos y sus huéspedes.

El Trichogramma que se encuentra en la mayor parte de los biotipos, se caracteriza por una distribución en mosaico, es decir, en manchones concentrados y bien definidos (20,21). Las investigaciones

llevadas a cabo en el campo han demostrado que a pesar de la gran capacidad de adaptación del Trichogramma, las áreas habitadas por el parásito y sus huéspedes no siempre coinciden (20,21,28).

Normas y tiempos de introducción

a) Número de parásitos usado.

Teniendo en mente que la investigación de la capacidad del Trichogramma y su eficiencia de parasitación de los huevos huésped es semejante para todos los individuos, podemos concluir que entre más parásitos usemos más alto porcentaje de huevos es parasitado (20). Stinner y colaboradores (1974), reportan que liberaciones de 190 000 y 290 000 avispas de Trichogramma pretiosum por hectárea, para el control de huevos del complejo Heliothis produjeron porcentajes de parasitismo del 33 y 81%, respectivamente (28).

b) Tiempo de introducción.

El Trichogramma es liberado en el campo como adulto o pupa justamente antes de emerger, de manera que sea capaz de atacar los huéspedes casi enseguida (condición que puede lograrse mejor si se utiliza el método propuesto en esta Tesis). Por lo tanto, es muy importante que estén presentes huevos huésped susceptibles durante el período de introducción. Si los huevos del huésped particular son atractivos sólo por un corto tiempo es muy importante determinar el tiempo exacto de colonización periódica. Si los huevos huésped son puestos por un largo período, se requiere más de una liberación; según Kot (1964), Wickowski (1965) (20).

Repetiendo la introducción no se afecta la efectividad de los previamente liberados, puesto que no producen una generación F1 hasta más tarde, con lo cual se reduce la competencia por el huésped (20).

c) Condiciones climáticas.

Las condiciones climáticas tienen una considerable influencia en la eficiencia de las liberaciones de Trichogramma. Es mejor liberar los parásitos en los días tibios o templados debido a que son más activos y por lo mismo exploran y parasitan en mayor cantidad bajo estas condiciones (28). En los días fríos y lluviosos esta actividad decrece debido a que Trichogramma busca hábitats protectores bajo las hojas o corteza de los árboles (20,28).

PROCEDIMIENTO PARA LA LIBERACION
DE Trichogramma spp.

Estudio del área de trabajo

Antes de iniciar las actividades de liberación de Trichogramma, es importante conocer la superficie total sobre la que se va a trabajar, para ello se deberán de realizar las actividades siguientes:

- a) Obtener información de los agricultores respecto a las superficies reales que van a sembrarse; fechas de siembra; variedades empleadas; densidades de plantas por hectárea; así como los rendimientos obtenidos por hectárea y los métodos empleados en el combate de plagas en ciclos anteriores.
- b) El tipo de insumos utilizados (fertilizantes, semillas mejoradas, plaguicidas, etc.), así como los nombres de los insecticidas empleados (contra qué plaga y en qué fecha?).
- c) Determinar qué plagas son de mayor importancia en la zona, así como su fluctuación en el cultivo.
- d) Obtener los porcentajes reales del parasitismo inicial nativo.
- e) Divulgar entre los agricultores los beneficios del uso de las prácticas del Combate Integrado de plagas agrícolas.

Manejo del material biológico antes de su liberación

Después del proceso de parasitación (Figura 5), los cartoncillos conteniendo los huevecillos ya parasitados, se conservan 8 días en una sala de incubación a temperaturas

diurnas controladas aproximadamente de 20 a 28°C y nocturnas de 14 a 16°C, proporcionando humedades relativas de 70% aproximadamente hasta la proximidad de la emergencia del adulto. Al final de este proceso, el material biológico es distribuido, empleando un 20% para conservar el pie de cría del parásito en laboratorio, y un 80% para ser liberado en el campo (Figura 5).

Al sexto día de su incubación, al finalizar el estado larvario, el material que se va a utilizar inmediatamente se prepara para su liberación para que en los dos días siguientes maduren los parásitos y se suceda la eclosión. En caso contrario (cuando el material no es aprovechado en su totalidad), el material se debe conservar y/o transportar en nevera a temperatura de 8°C (bajo estas condiciones, el material se puede conservar hasta 15 días). Cuando se emple en neveras de Icopor, las cartulinas conteniendo los parásitos se colocan por paquetes en bolsas de plástico debidamente selladas y rodeadas con bolsas de hielo con el fin de que el material se conserve en perfectas condiciones. Es necesario revisar constantemente la nevera para que nunca falte el hielo y así regular la temperatura y evitar que el material se moje.

Tomando en cuenta que el parásito se entrega (de los C.R.O.B. a los usuarios) generalmente en cartulinas de una pulgada cuadrada con un contenido aproximado de 4 122 huevecillos de Sitotroga cerealella previamente parasitados por el insecto benéfico, y que por hectárea debemos liberar por lo menos diez mil parásitos, tenemos que calcular la cantidad que vamos a solicitar a fin de cubrir totalmente la superficie a tratar.

Las liberaciones se efectúan tan pronto aparecen las primeras oviposuras de las plagas, y se continúan indefinidamente cada ocho días durante todo el ciclo vegetativo del

maíz, siempre y cuando se continúe observando posturas de insectos-plaga. Las horas más apropiadas para las liberaciones son entre las 7:00 a.m. y las 8:00 a.m. y las menos apropiadas las de 5:00 p.m. a 6:00 p.m. (28).

Considerando que los insecticidas son nocivos para la vida de los parásitos, en caso de presentarse la necesidad de aplicar algún agroquímico, las liberaciones deberán interrumpirse por un lapso de 15 días, después del cual se iniciarán nuevamente procurando doblar la cantidad de parásitos a liberar (aumentando a 20 000/ha).

SISTEMAS DE LIBERACION

En relación con la superficie beneficiada, es preciso aclarar que no siempre corresponde a la superficie donde se liberó directamente el parásito, por eso, primero se muestra el área de liberación directa y posteriormente las áreas aledañas para determinar hasta donde llegó la acción del parásito por efectos de desplazamiento (2). Llega un momento en que no se nota la diferencia entre el área de influencia y la zona circundante, a esta área donde la influencia del parásito fue débil, la denominamos área "intermedia" y sólo después de ella encontraremos el área testigo, es decir, aquella zona donde efectivamente el parásito liberado no ejerció ninguna acción (2). Tomando en cuenta lo anterior, al momento de liberar el Trichogramma, hay que tener presente la dirección del viento (como lo veremos más adelante).

Precisamente, el desconocimiento de la capacidad de desplazamiento del Trichogramma ha hecho que muchos escépticos del Control Biológico, lleguen a conclusiones erróneas, pues después de realizar experimentos en pequeñas áreas, no encuentran diferencias significativas entre la parcela experimental y la testigo que frecuentemente colinda con la primera (2). Es más, no es raro que los parasitismos en las áreas de liberación directa sean más bajos que en las áreas de desplazamiento, todo está en función del huésped disponible (2,20); además, frecuentemente observamos sólo los parasitismos en las plagas económicas, olvidándonos de los huéspedes complementarios del Trichogramma, que de acuerdo a la literatura existente pueden ser más de 139 especies (2,28), pertenecientes a los órdenes Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Homoptera, Neuroptera, Hymenoptera y Hemiptera (Tabla 2) (2,10,15,18,28). Pese a esto, el Tricho

gramma no está considerado como un pantófago; en otras palabras, cada especie de Trichogramma tiene su círculo de huéspedes con los cuales está íntimamente relacionado su ciclo de vida y pese a su campo de acción tan amplio es un "insecticida vivo de acción específica", Tobías (1974) (2).

Dentro de la evaluación de los resultados de la lucha biológica, se considera muy importante el papel desempeñado por los parásitos y predadores nativos, sin considerar por ello que sean los factores determinantes en el éxito del combate biológico, como a últimas fechas vienen insistiendo muchos detractores del Control Biológico inducido, olvidando que en la naturaleza existe una marcada falta de sincronización entre la dinámica de poblaciones de los insectos nocivos y la de los benéficos, salvo rarísimas excepciones, que sólo confirman la regla (2,15,20,21). De ahí que la única manera de hacer coincidir en un momento dado las poblaciones de insectos-plaga con sus organismos parásitos o predadores es la inducción oportuna de éstos últimos, Telenga (1965) (2).

Ante esto, este trabajo pretende ayudar a encontrar una mejor época para la liberación de Trichogramma, tomando como base lo anotado en el capítulo de "factores que afectan la eficiencia de la introducción del Trichogramma".

En la actualidad, se utilizan dos sistemas para la liberación de Trichogramma spp.:

- a) Se utilizan bolsas de papel de estraza de 1/4 kg de capacidad cuyos extremos están perforados para facilitar la salida del parásito. Son colocadas en las axilas de las hojas de las plantas del maíz (Figura 12). Se deben proteger de los rayos solares, lluvias, hormigas, etc.

- b) Se emplean frascos plásticos o de vidrio de 3 litros de capacidad, dentro de los cuales se coloca la cantidad necesaria de cartoncillos con parásito, dos días antes de la liberación, a fin de que las avispidas emerjan. El frasco debe mantenerse y transportarse bien tapado con tela de color negro, evitando así, fugas y condensación de humedad.

DISTRIBUCION DEL PARASITO EN EL CAMPO

Para lograr un mayor éxito en los programas de producción y liberación de Trichogramma es necesario que el área bajo tratamiento esté lo más lejos posible del uso de insecticidas y así programar una mejor integración de los controles.

Tomando en cuenta lo anterior, se expondrán enseguida el método más utilizado para liberar el parásito en el campo y el método que se propone en esta Tesis; para con ello, tratar de aumentar la efectividad del mismo en el control de plagas agrícolas.

Liberación utilizando bolsas de papel de estraza

En este método se utilizan bolsas de papel de estraza de una capacidad de 1/4 de kg. Estas bolsas deben reunir ciertas condiciones para que el Trichogramma pueda emerger del huevecillo de Sitotroga y salir de la bolsa, para lo cual, los extremos de la parte inferior de la bolsa se perforan, siendo esta perforación de 3 mm de diámetro aproximadamente.

Ya que tenemos el parásito listo para su liberación (dentro de las bolsas mencionadas) en el campo, ésta debe de realizarse a campo abierto, tomando en cuenta la dirección predominante de los vientos en la zona.

- a) Liberación bajo condiciones óptimas (baja o nula velocidad del viento).

El operario contará 15 surcos desde donde comienza el cultivo y de aquí 30 pasos en dirección de los surcos, estableciendo en este punto la primera estación de liberación, en donde colocará una bolsita

(conteniendo al parásito) entre el tallo y la base (axila) de una hoja de la parte media de la planta (Figura 12), para proseguir colocando las demás bolsitas en cada estación de 30 pasos. Al terminar esta ruta, se contarán 30 surcos y de nuevo 30 pasos en dirección de los surcos, y así consecutivamente hasta cubrir todo el lote (Figura 6).

b) Liberación bajo condiciones de viento.

Se utiliza el mismo método que en el inciso anterior pero solamente con dos rutas de liberación (Figura 7).

Una de las desventajas más grandes que presenta este método, es que el biomaterial que se libera no se llega a distribuir uniformemente en toda el área cultivable en cuestión. Para efectuarlo correctamente, es necesario emplear gran cantidad de recursos, tanto humanos como materiales, los cuales redundan en un incremento de los costos de producción (31).

Otra de las desventajas importantes que presenta este método de liberación, es que fácilmente puede ser atacado por los factores bióticos (hormigas, hongos, etc.) y abióticos (lluvias, temperatura, viento, etc.) del ecosistema, debido a su escasa protección y a su imposibilidad para protegerse de los factores antes mencionados, ya que se libera cuando aún está dentro del huevecillo de Sitotroga.

En contraste con las desventajas mencionadas, algunas investigaciones (25,27) han demostrado que en lotes de maíz donde se liberó Trichogramma (utilizando bolsas), se obtuvieron incrementos de producción de 292 kg/ha hasta 625 kg/ha. Otras investigaciones (12) han reportado que con liberaciones masivas de Trichogramma en maíz (utilizando bol-

sas), se pueden recuperar aproximadamente el 10% de las pérdidas totales provocadas por gusano elotero, Heliothis zea; gusano cogollero, Spodoptera frugiperda y gusano barrenador, Pyrausta nubilalis.

Liberación utilizando frascos plásticos o de vidrio

Este método presenta algunas ventajas con respecto al anterior, ya que: se asegura la copulación de los adultos; se protege de la acción de hormigas, arañas, etc.; se protege de las condiciones climáticas adversas (lluvia, viento, etc.) y se aprovecha íntegramente el material biológico.

Con el objeto de asegurar una distribución eficiente del Trichogramma spp. en el campo, se ha elegido este sistema de liberación para ser empleado en superficies cultivadas mayores de 5 hectáreas.

Cada frasco a utilizar, debe estar limpio, libre de residuos tóxicos y ser de plástico o de vidrio. Se estima que frascos con capacidad de 3 litros, pueden ser "cargados" con material biológico suficiente para cubrir una superficie de 50 hectáreas (con aproximadamente 500 000 parásitos).

Una vez colocado el material en el frasco, se tapa con una tela densa de color negro y se sujeta con una liga para evitar fugas y condensación de humedad. Se coloca en un lugar fresco y sombreado hasta la emergencia de los parásitos, los cuales se conservan dentro del frasco por un período de 12 a 24 horas más, ya que ellos requieren tiempo para moverse y luego reposan en calma para que la hemolinfa sea forzada dentro de sus alas y el integumento se endurezca de forma que se obtenga un adulto alado y bien desarrollado. Si por razones diversas los Trichogrammas tienen que guardarse dentro de los frascos por más de 24 horas después de su nacimiento, es conveniente proporcionarles alimento, preparando

serpentinadas de papel periódico enmielado en una solución de una parte de miel de abeja y cuatro partes de agua.

a) Liberación bajo condiciones óptimas.

El operario contará 15 surcos de donde comienza el cultivo y de aquí 30 pasos en dirección de los surcos y ahí se establece la primera estación de liberación, donde se destapa el frasco durante 8-10 segundos para permitir la salida del parásito, enseguida se tapa nuevamente y se cuentan los siguientes 30 pasos para establecer el segundo punto de liberación y así consecutivamente. Al terminar el surco, se contarán 30 surcos y de nuevo se cuentan 30 pasos en dirección a los surcos para establecer la segunda ruta de liberación, continuando hasta cubrir todo el lote (Figura 8).

b) Liberación en presencia de viento.

Se sigue el mismo procedimiento que en el punto anterior, teniendo especial cuidado de destapar el frasco al ras del cultivo para evitar que el insecto sea desplazado más allá de la superficie por atender. En este caso, solamente se forman dos rutas de liberación (Figura 9).

Este tipo de liberación mediante la utilización de frascos, deberá continuarse durante tres días consecutivos, ya que la emergencia total de los parásitos ocurre en este período; emergiendo un 40% el primer día, un 40% más el segundo y el 20% restante al tercer día. Para esto, se harán nuevos recorridos en los dos días posteriores a la primera liberación, realizándolos de la siguiente manera: Al segundo día, se cuentan inicialmente 7 surcos y se hacen estaciones cada 30 pasos en dirección de los surcos. Después para

establecer la segunda ruta de liberación, se cuentan 15 surcos y se libera cada 30 pasos en dirección, nuevamente, a los surcos (Figura 10).

Finalmente, en el tercer día de liberación, ésta se efectúa recorriendo las parcelas al azar y liberando en los sitios donde no se establecieron estaciones en los dos días anteriores (Figura 11).

RELACIONES BIOECENOTICAS

Entre el grupo de factores que son considerados como biocenóticos, deben distinguirse los siguientes cuya influencia en la efectividad de los parásitos introducidos debe tenerse en cuenta: densidad del huésped, superparasitismo y predación y disponibilidad de alimento (20).

Densidad del huésped

Según Kot (1960, 1964), los datos obtenidos en el laboratorio sobre el número de huevos parasitados depositados y de los huevos parasitados en el depósito por Trichogramma, demuestran que éstos valores aumentan con un aumento en la densidad de los depósitos de huevos huésped por área dada (20).

Por lo tanto, se puede establecer con absoluta certeza que la densidad de población del huésped es uno de los factores más importantes que afectan el grado de efectividad en la introducción (20).

Superparasitismo y predación

Estos factores pueden contribuir grandemente a reducir la efectividad del Trichogramma. En Polonia, han sido encontradas hasta ahora, dos especies parásitas del Trichogramma, según Koehler (1957) y Kadlubowski (1965) (20). Estas especies son Achrysocharella formosa West. y Pachyneuron concolor Forst., las cuales atacan al Trichogramma bajo las condiciones de la larga diapausa del verano (20).

En México, se reporta que la emergencia del Trichogramma minutum no resulta afectada por la presencia del ácaro Tyrophagus putrescentiae, tanto en altas como en

bajas poblaciones de éste ácaro (29).

El papel de los parásitos secundarios del Trichogramma se hace en ciertas condiciones muy serio. Dermápteros (tijerillas) y formícidos (hormigas) pueden incluirse entre los predadores que destruyen los huevos invadidos por Trichogramma (20).

Disponibilidad de alimento

Ya en 1956, Peterson y Ulliyet,, observaron que la efectividad de la introducción del Trichogramma en los campos de algodón y maíz contra gusano elotero, Heliothis zea variaba grandemente (20). El efecto de usar Trichogramma en el algodón demostró ser muy reducido, debido al gran número de cabellitos que cubren las hojas de las plantas del algodónero que hacen que los parásitos adultos tengan dificultades para explorar y encontrar los huevos huésped (20).

La disponibilidad de alimento se ve reducida como resultado de la falta de coincidencia de los ciclos de desarrollo y la falta de coincidencia en las áreas de ocurrencia (20).

CONCLUSIONES

Como ya se mencionó anteriormente, el elevado índice de contaminación en nuestro país -ocasionado principalmente por el uso excesivo de plaguicidas-, ha originado que se busquen nuevos métodos de control de plagas que sean igual o más efectivos que los usualmente utilizados. En vista de ello, el Control Biológico ha logrado importantes avances en este campo, como es el caso de Trichogramma el cual viene a jugar un papel muy importante en el control de plagas del maíz, cultivo básico en México.

El manejo de Trichogramma a nivel de campo en nuestro país es una actividad científica que se está desarrollando rápidamente y a la cual es necesario brindarle todo el apoyo que se requiera que como un elemento básico dentro del Control Integrado de plagas agrícolas merece.

Sin embargo, para que éste parásito pueda ser capaz de llevar a cabo su función de una manera adecuada, es necesario que sea liberado de una manera correcta. Es por esto, que en esta Tesis se ha hecho mención a dos métodos de liberación, de los cuales se puede concluir lo siguiente:

a) El método de liberación mediante bolsas de papel no se considera muy recomendable, ya que:

- Por su escasa protección e imposibilidad para defenderse por liberarse como pupa antes de emerger, puede ser afectado fácilmente por los elementos físicos o abióticos del ecosistema (temperatura, vientos, humedad relativa, precipitación pluvial, etc.).

- - También puede ser afectado (depredado), por los diferentes factores bióticos del ecosistema (hormigas, principalmente, y hongos cuando se presenta exceso de humedad).

 - Con relación a la fertilidad del parásito, al eclosionar el adulto Trichogramma primeramente tiende a desarrollar su aparato locomotor y debido a que posee el tropismo positivo tiende a buscar la luz saliendo por los orificios de la bolsa, originando con esto, que un gran número de hembras no sean fecundadas en el interior de la bolsa y por lo consiguiente, habrá una probabilidad muy baja de que sean apareadas en el exterior de la misma, debido a la influencia de los factores bióticos y abióticos del ecosistema, originando con esto, la infertilidad de los Trichogramma hembras que son los que realizan la función de parasitismo en las diferentes especies de insectos-plaga.
- b) El método de liberación en frascos lo considero más recomendable aunque requiera de un manejo minucioso del Trichogramma ya que se libera en estado adulto siguiendo la metodología que a continuación se menciona:
- Los cartoncillos que contienen las pupas del Trichogramma próximo a eclosionar se depositan en los frascos para que eclosionen y fortalezcan su aparato locomotor y a la vez se apareen. Asimismo, a los Trichogrammas eclosionados se le dan ciertas condiciones especiales como lo es, una alimentación a base de miel y agua, además de protegerlos de los factores adversos del

ecosistema.

Esto ocasiona que al momento de liberarlos, los pa
rásitos reunan las condiciones óptimas (como lo es
la fertilidad, fortaleza para soportar condiciones
adversas del medio ambiente, entre otras cosas) pa
ra realizar eficazmente su función en el campo, su
perándose, con esto, las desventajas que presenta
el método tradicional; considerando a este método,
por lo tanto, el más recomendable.

SUGERENCIAS

En vista de que en el país se han realizado escasos o nulos experimentos con el método de liberación propuesto en este trabajo y se sigue liberando Trichogramma en gran escala mediante el método de liberación en bolsas de papel, considero de la mayor importancia se realicen las evaluaciones de la eficiencia real del parasitismo del Trichogramma en el cultivo del maíz, mediante el método propuesto en esta Tesis, el cual considero como más efectivo y con mejores perspectivas de éxito.

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

- 1.- Agrobiológicos LTDA. 1978. Informe del primer seminario sobre manejo de Trichogramma spp. Colombia, C.A.
- 2.- Balandra U., H.X. 1975. Manejo de Trichogramma a nivel de campo en la República Mexicana. Memoria del III Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. Ingenieros Agrónomos Parasitólogos IAP. Guanajuato, México.
- 3.- Bonnemaison, L. 1975. Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales. Nueva Enciclopedia de Agricultura. Vol. I. Oikos-Tau, S.A. Barcelona, España.
- 4.- Bonnemaison, L. 1976. Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales. Nueva Enciclopedia de Agricultura. Vols. II y III. Oikos-Tau, S.A. Barcelona España.
- 5.- Borrow, J.D. y R.E. White. 1970. A field guide to the insects of America North of Mexico. Houghton Wifflin Company. Boston, U.S.A.
- 6.- Centro Reprodutor de Organismos Benéficos. 1985. Información directa del personal. Etna, Oaxaca, México.
- 7.- Clausen, C.P. 1944. Biological control of insects, and facilities for inter-american cooperation in the exchange of beneficial insects. Comité Permanente de la Segunda Conferencia Internacional de Agricultura. México.
- 8.- Contreras, C.A. 1972. Clave práctica para algunas familias de Hymenoptera relacionadas con el combate biológico en la República Mexicana. Fitófilo No. 67. Año XXV. Dirección General de Sanidad Vegetal. S.A.G. México.

- 9.- Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. 1982. 10 años de indicadores económicos y sociales de México. SPP. México.
- 10.- Coronado, P.R. 1965. Breve historia del uso de enemigos naturales para el combate de plagas agrícolas en México. Fitófilo No. 45. Año XVIII. Dirección General de Sanidad Vegetal. S.A.G. México.
- 11.- Coronado, P.R. y A. Márquez D. 1980. Introducción a la Entomología; morfología y taxonomía de los insectos. Limusa. México.
- 12.- Cortés, G.L. 1977. Programa de control biológico de las plagas del maíz de temporal (diseño para el ciclo primavera-verano 1977). Memoria de la V Reunión Nacional de Control Biológico y Sector Agropecuario Organizado. S.A.R.H. México.
- 13.- Dardón, C.O. 1980. Efecto de tres compuestos piretroides sobre estados avanzados pre-emergencia de Trichogramma spp. en huevos de Heliothis virescens (Fabricius). Tesis. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México.
- 14.- De Bach, P. 1975. Biological control by natural enemies. Cambridge University Press. U.S.A.
- 15.- De Bach, P. 1977. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. C.E.C.S.A. México.
- 16.- Dirección General de Sanidad Vegetal. 1980. Principales plagas del maíz. S.A.R.H. México.

- 17.- García, E.A. 1975. Programas de producción de Trichogramma en México. Memoria del III Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. Ingenieros Agrónomos Parasitólogos IAP. Guanajuato, México.
- 18.- Hernández M., J.F. 1983. El parásito Trichogramma spp. Westwood, su reproducción masiva en laboratorio y normas para evaluar su calidad biológica. Tesis. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. México.
- 19.- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1984. Anuario de Estadísticas Estatales. SPP. México.
- 20.- Kot, J. 1971. Compendio de Reuniones Internacionales sobre Trichogramma spp. Circular No. 3. Varsovia. Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal. S.A.G. México.
- 21.- Krogstad, B. 1966. Ecología avanzada de los insectos. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- 22.- Larragoiti, F.G. et al. 1985. Instructivo para el control de calidad del parásito Trichogramma spp. en los Centros de Reproducción de Organismos Benéficos. Departamento de Control Biológico. S.A.R.H. México.
- 23.- Little, V.A. 1972. General and Applied Entomology. Harper-Row. U.S.A.
- 24.- Metcalf, C.L. y Flint, W.P. 1976. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. C.E.C. S.A. México.

- 25.- Murillo C., J.I. 1977. Resumen del avance de los programas de control biológico en la región central de la República Mexicana. Memoria de la V Reunión Nacional de Control Biológico y Sector Agropecuario Organizado. S.A.R.H. México.
- 26.- National Academy of Sciences. 1982. Manejo y control de plagas de plantas y animales. Vol. III. Limusa. México.
- 27.- Nieva, M.T. 1977. Evaluación de la lucha biológica contra el gusano elotero del maíz de temporal en el estado de Oaxaca. Memoria de la V Reunión Nacional de Control Biológico y Sector Agropecuario Organizado. S.A.R.H. México.
- 28.- Paliz S., V.N. 1980. Evaluación de la capacidad de búsqueda de Trichogramma pretiosum Riley sobre huevecillos de Heliothis zea (Boddie), en algodónero. Tesis. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México.
- 29.- Pardo P., J.M. 1980. Efecto en la emergencia de Trichogramma minutum (Riley) por la presencia del ácaro Tyrophagus putrescentiae (Schranck) y algunas medidas de control. Tesis. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- 30.- Vaughan, R.M. 1975. El parásito Trichogramma, revisión monográfica (copia del original). Managua, Nicaragua.
- 31.- Wong, A.B. 1982. Un nuevo sistema de liberación del parásito Trichogramma spp. en el Soconusco, Chiapas, México. Memoria de la X Reunión Nacional de Control Biológico. Grupo Sectorial Agropecuario y Forestal. S.A.R.H. México.

A P E N D I C E

TABLA 1. DISTRIBUCION MUNDIAL DE Trichogramma

ESPECIE DE <u>Trichogramma</u>	LOCALIZACION
<u>T. australicum</u> (Girault, 1912)	Australia; Madagascar; Isla Mauricio; Japón.
<u>T. brasiliensis</u> (Ashmead)	Torreón, Coah., Sonora, Sinaloa (México); U.S.A.
<u>T. cacoeciae</u> (Marchal, 1927)	Berlín, (Alemania); Leningrado (Rusia); Francia.
<u>T. dendrolimi</u> (Matsumura, 1926)	Japón, China.
<u>T. evanescens</u> (Westwood, 1833)	Rusia; Alemania; Japón; Egipto; U.S.A.; India; Francia.
<u>T. fasciatum</u> (Perkins, 1912)	Perú; Argentina; U.S.A.; Cuba; Indonesia; Sinaloa; (Méx.).
<u>T. japonicum</u> (Ashmead, 1904)	Japón; China; Birmania; India; Malasia; Indonesia.
<u>T. koeleri</u> (Blanchard, 1928)	Argentina.
<u>T. minutum</u> (Riley, 1871)	California, Florida, (U.S.A.); Canadá; Moscú (Rusia); Mexicali; B.C., Sonora, Torreón, Coah., Matamoros y Cd. Victoria, Tamps. (México).
<u>T. perkinsi</u> (Girault, 1912)	México, Centro América; Sud-América.
<u>T. pretiosum</u> (Riley, 1879)	Sur de U.S.A.; Norte de México.
<u>T. semlidiis</u> (Aurivillius, 1877)	Alemania; Rusia; Italia; Noruega; India; Suecia; Francia.
<u>T. semifumatum</u> (Perkins, 1910)	California, (U.S.A.); México; Colombia; Cuba; Hawai; India.

TABLA 2. PIAGAS CONTROLADAS POR Trichogramma spp. WEST.

NOMBRE TECNICO	NOMBRE COMUN	PLANTAS HOESPEDERAS
<u>Heliothis</u> spp.	Gusano elotero, bellotero, fruto del tomate.	Algodonero, maiz, tomate, melón, tabaco, soya, cacahuete, etc.
<u>Spodoptera</u> spp.	Gusano soldado	Algodonero, maiz, tomate, etc.
<u>Alabama argillacea</u>	Gusano medidor	Algodonero, melón, durazno, etc.
<u>Trichoplusia ni</u>	Gusano falso medidor	Algodonero, col, tomate, betabel.
<u>Agrotis</u> spp.	Gusanos cortadores	Algodonero, maiz, sorgo y chile.
<u>Pectinophora gossypiella</u>	Gusano rosado	Algodonero, okra, amantillo.
<u>Grapholita molesta</u>	Palomilla oriental.	Durazno, peral, manzano, ciruelo.
<u>Erinnyis ello</u>	Gusano cachón de la Yuca	Yuca.
<u>Feltia subterranea</u>	Gusano trozador	Tomate de cáscara, algodonero.
<u>Diatraea saccharalis</u>	Barrenador de la caña	Caña de azúcar, arroz y pastos.
<u>Pyrausta nubilalis</u>	Barrenador del maiz	Maiz, sorgo, frijol, tomate, etc.
<u>Pieris rapae</u>	Palomilla de la col	Col.
<u>Protoparce quinquemaculata</u>	Gusano del cuerno	Tomate de cáscara, jitomate, tabaco.
<u>Cactoblastis cactorum</u>	Palomilla barrenadora	Cactus.
<u>Carpocapsa pomonella</u>	Palomilla del manzano	Manzano.

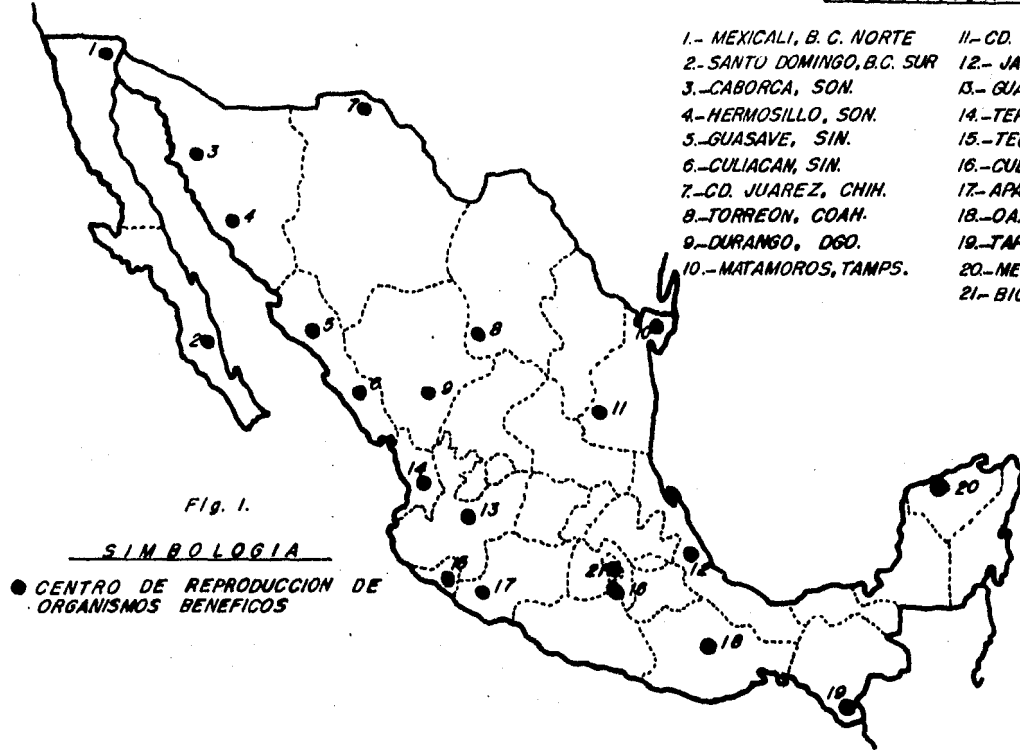
TABLA 3. MORTANDAD DEL ESTADO PREPUPAL DE Trichogramma evanescens EN HUEVOS PARASITADOS DE Sitotroga cerealella CUANDO SE MANTUVIERON A 2-4 °C DURANTE VARIOS PERIODOS

Días de al macenaje.	No. de huevos parasitados.	Cantidad de parásitos que emergieron					% de mortan dad.	% de mortandad corregido de acuerdo con Abbott.
		No. de hembras	%	No. de machos	%	No. de muertos		
0	1284	998	81.3	229	18.7	57	4.4	
7	1061	548	59.2	378	40.8	135	12.7	8.7
14	855	310	41.7	433	58.3	112	13.1	9.1
28	661	181	44.6	225	55.4	255	38.6	35.8
42	869	202	53.6	175	46.4	492	56.6	54.6
56	521	74	54.0	63	46.0	384	73.7	72.5
70	1003	118	48.4	126	51.6	759	75.7	74.6
84	462	31	73.8	11	26.2	420	90.9	90.5
112	442	0	-	0	-	442	100.0	100.0

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
DEPARTAMENTO DE CONTROL BIOLOGICO
CENTRO DE REPRODUCCION DE ORGANISMOS BENEFICOS

UBICACION

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1.- MEXICALI, B. C. NORTE | 11.- CD. VICTORIA, TAMPS. |
| 2.- SANTO DOMINGO, B.C. SUR | 12.- JALAPA, VER. |
| 3.- CABORCA, SON. | 13.- GUADALAJARA, JAL. |
| 4.- HERMOSILLO, SON. | 14.- TEPIC, NAY. |
| 5.- GUASAVE, SIN. | 15.- TECOMAN, COL. |
| 6.- CULIACAN, SIN. | 16.- CUERNAVACA, MOR. |
| 7.- CD. JUAREZ, CHIH. | 17.- APATZINGAN, MICH. |
| 8.- TORREON, COAH. | 18.- OAXACA, OAX. |
| 9.- DURANGO, DGO. | 19.- TAPACHULA, CHIS. |
| 10.- MATAMOROS, TAMPS. | 20.- MERIDA, YUC. |
| | 21.- BIOFABRICA (D. F.) |



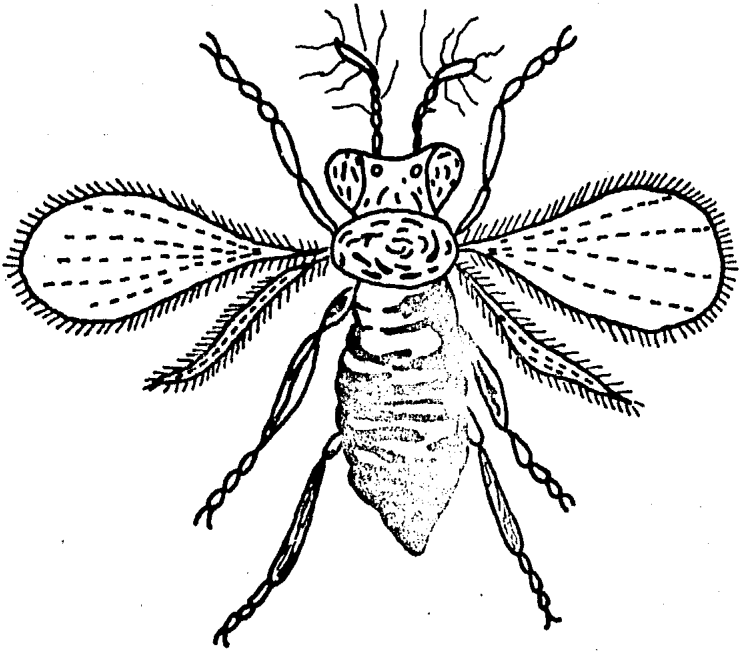


Fig. 2. Avispita Trichogramma spp.
West. Especimen macho

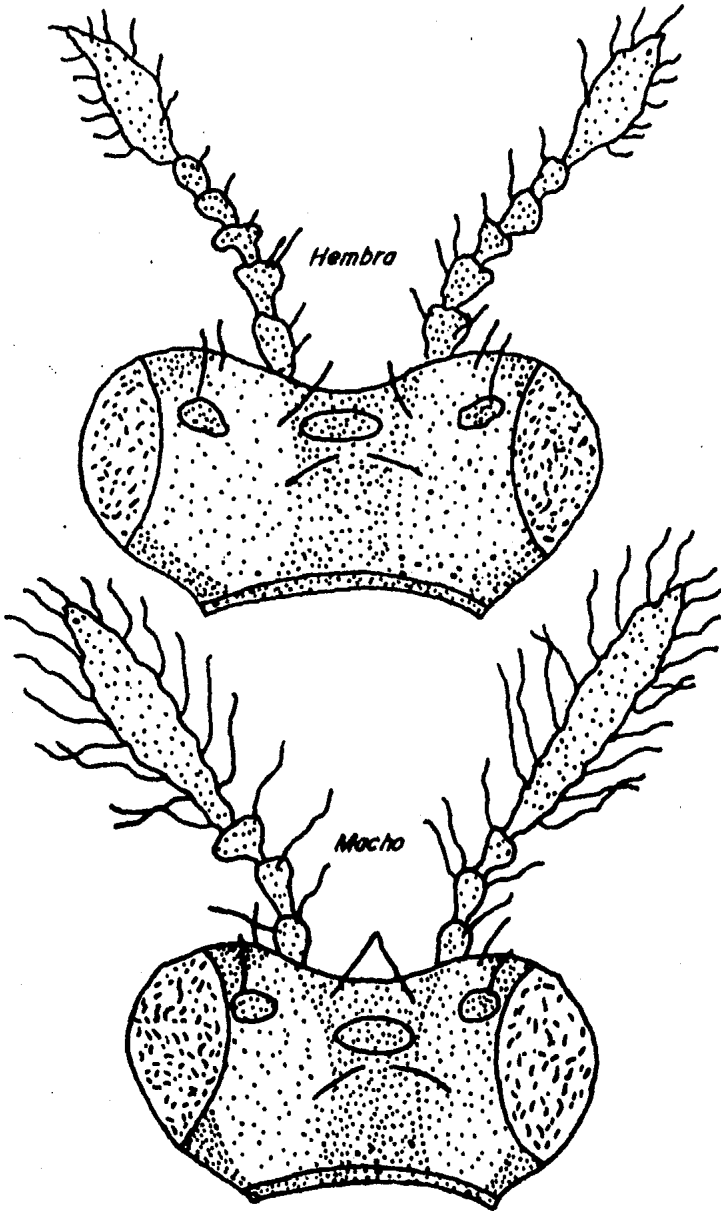


Fig. 3. Características morfológicas para la diferenciación de sexo en *Trichogramma* spp West.

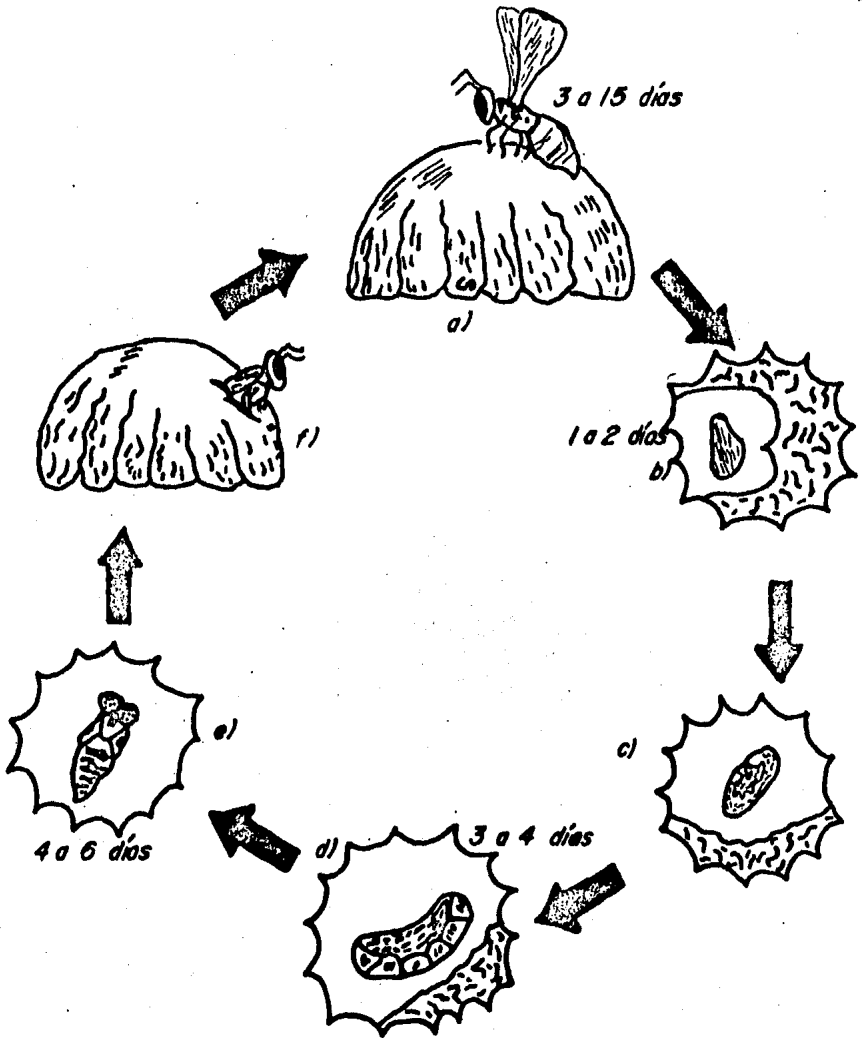
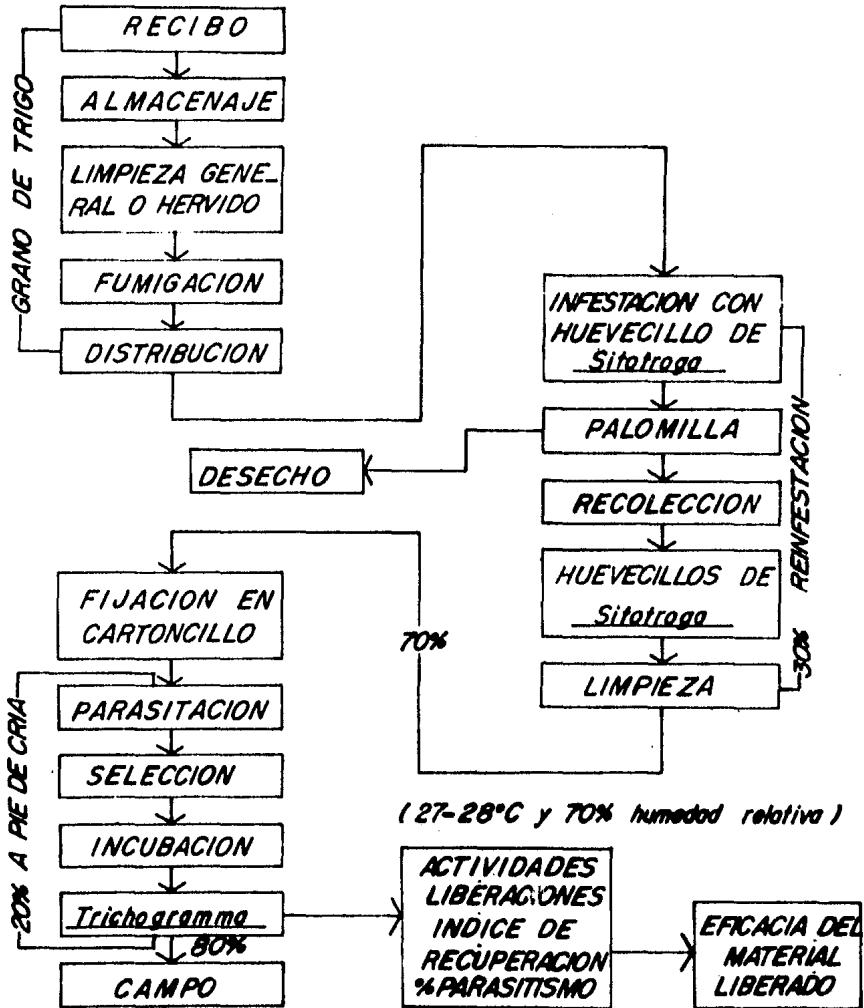


Fig. 4. Ciclo biológico de *Trichogramma* spp. West.

- a) Hembra ovipositando sobre un huevecillo de insecto-plaga.
 b) Huevecillo parasitado (vista ventral).
 c) Larva de *Trichogramma* spp. en su primer estadio.
 d) Larva madura.
 e) Pupa próxima a ser adulta.
 f) Avispita adulta emergiendo.

Fig. 5. Organigrama para la producción en laboratorio de *Trichogramma* spp.



Cuando el material no es aprovechado en su totalidad, se conserva a 8°C una semana (hasta 15 días)

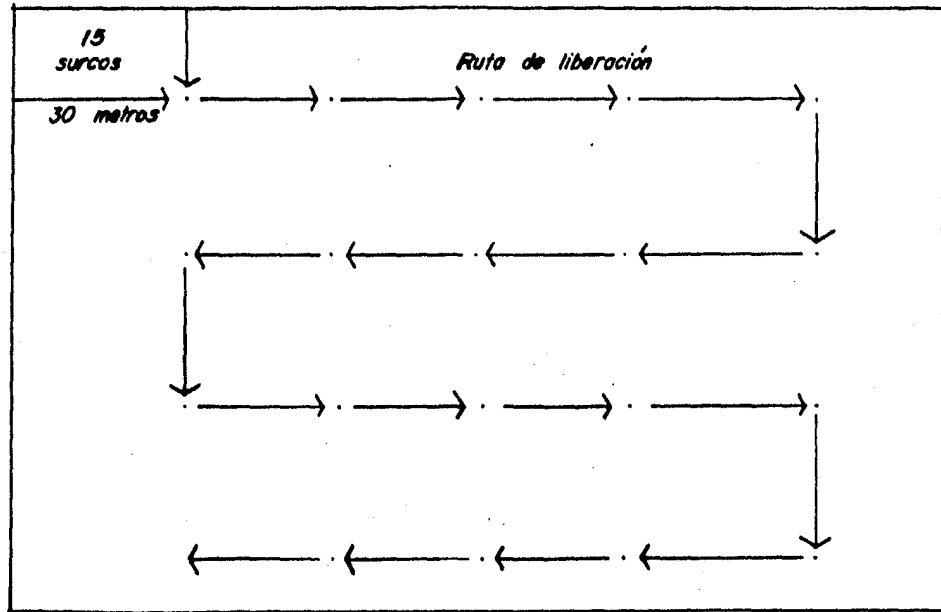


Fig. 6. Ruta de liberación (con bolsas de papel bajo condiciones óptimas (baja o nula velocidad del viento)

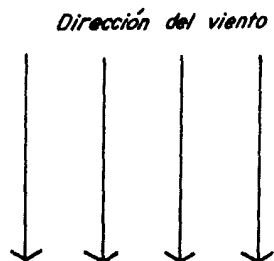
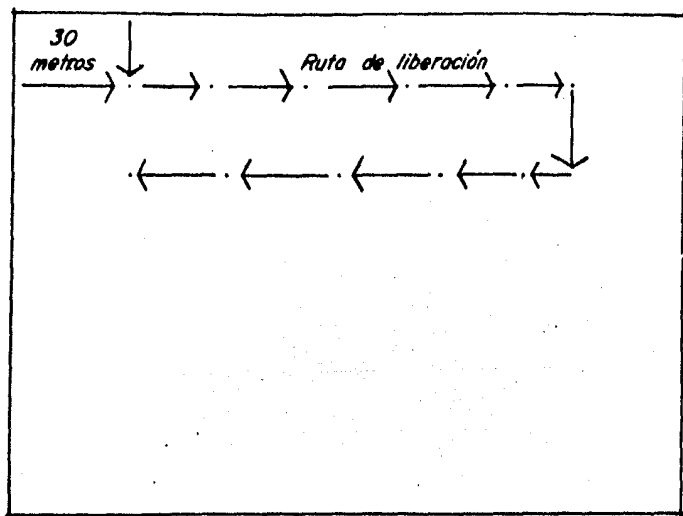


Fig. 7. Ruta de liberación (con bolsas de papel) bajo condiciones de viento

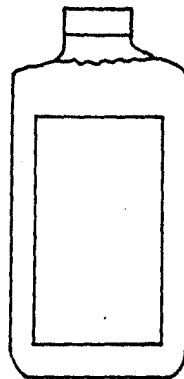
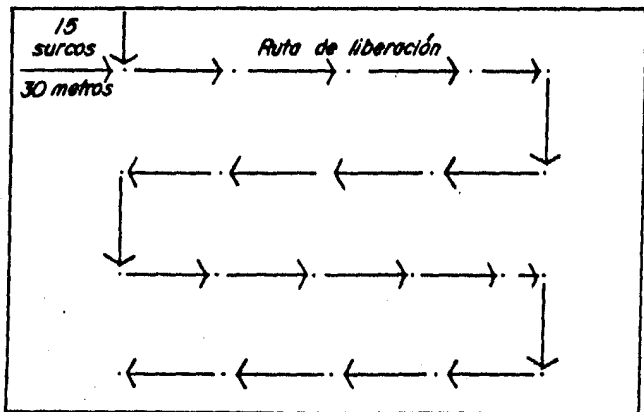
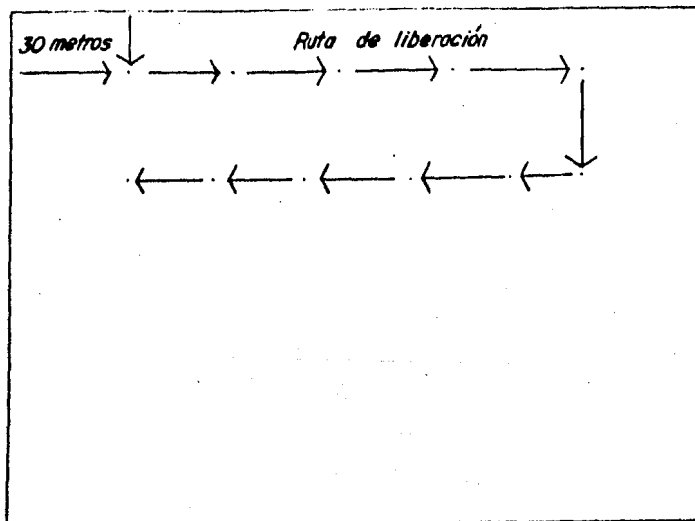


Fig. 8. Ruta de liberación (con frasco) bajo condiciones óptimas



Dirección del viento

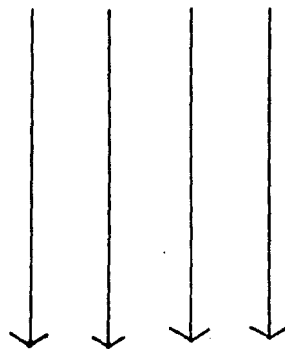


Fig. 9. Ruta de liberación (con frasco) del primer día, en presencia de viento

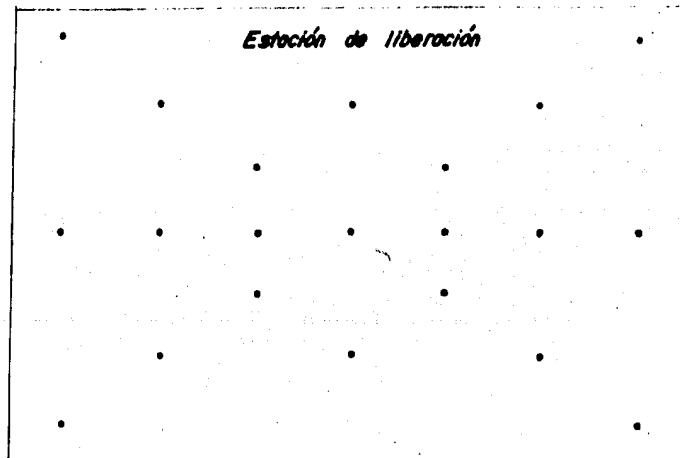
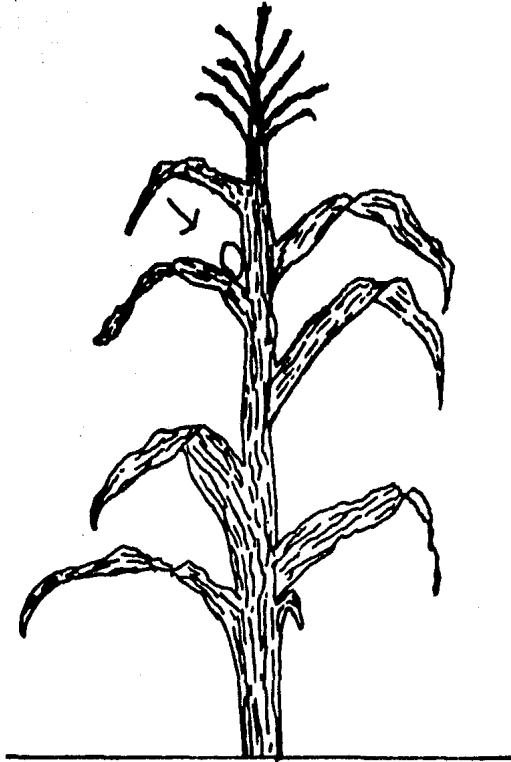


Fig. II. Ruta de liberación (con frasco) del tercer día, en presencia de viento



*Fig. 12. Ubicación de la bolsa de papel (con *Trichogramma*) en la planta de maíz, al momento de la liberación*