

ESTUDIOS BASICOS TENDIENTES A MEJORAR EL USO DEL *Trichogramma* spp. EN EL CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS EN COLOMBIA ^{1/}

Manuel Amaya Navarro
Ingeborg Zenner de Polanía ^{2/}

INTRODUCCION

El éxito inicial obtenido con la aproximación al control integrado de plagas en el algodón en Colombia ha ocasionado una alta demanda de insectos benéficos, especialmente de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Esto ha incidido en el aumento del número de productores comerciales de este parásito, quienes no han tenido en cuenta algunas técnicas esenciales para garantizar la calidad del producto final. Por lo tanto se ha observado en algunas zonas del país un descrédito del beneficio que las liberaciones de parásitos proporcionan en el control de ciertas plagas, trayendo como consecuencia el desconcierto del agricultor y la desconfianza en el control biológico (Beltrán, 1974).

En el presente trabajo se realizó, en primer término, el reconocimiento e identificación de las especies de *Trichogramma* que actualmente se producen en forma comercial en el país y de algunas de las especies nativas presentes en campos de algodón y caña de azúcar.

Para dar las bases para futuras investigaciones sobre el manejo del parásito como agente de control biológico en un agroecosistema dado, y para establecer la calidad del *Trichogramma* que

se está expendiendo en Colombia se realizaron además las siguientes observaciones:

- a) Número promedio de huevos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) por pulgada cuadrada.
- b) Porcentaje promedio de parasitismo, porcentaje promedio de emergencia de *Trichogramma* sp. y proporción de machos y hembras del parásito por pulgada cuadrada.
- c) Estudios preliminares sobre la actividad y capacidad de búsqueda, longevidad y fecundidad de las especies de *Trichogramma* producidas en el país.

REVISION DE LITERATURA

Taxonomía y Distribución

De acuerdo con Alden y Webb (1937), el parásito de huevos, *Trichogramma* spp. cuenta con un gran número de especies y de huéspedes en diferentes áreas del mundo. Se han descrito muchas especies dentro de este género, pero dadas las dificultades de identificación, existe la posibilidad de que a individuos que solo constituyen una raza, se les haya asignado la categoría de especie.

Hasta hace poco la taxonomía de este género, como lo anotan Metcalfe y Breniere (1969), se ha basado únicamente en las características morfológicas externas. Sin embargo, investigaciones más recientes realizadas por Nagaraja y Nagarkatti

^{1/} Contribución del Programa de Estudios para Graduados UN-ICA. Adaptación y resumen de la tesis de grado presentada a dicho Programa por el autor principal, para optar al título de Magister Scientiae.

^{2/} Ingeniero Agrónomo, M.S. Programa de Entomología. C.E. "Nataima"; Ingeniero Agrónomo, M.S., Ph.D. Programa de Entomología. C.E. "Tibaitatá".

(1973), han revelado que un examen crítico de la genitalia, especialmente del macho, muestra diferencias interespecíficas que antes se ignoraban. Ello ha facilitado la identificación, ha permitido la descripción de nuevas especies y además ha ayudado a la aclaración de algunas de las sinonimias sugeridas por Flanders y Quednau (1960).

En Colombia, García (1964) registra el *T. fasciatum* (Perkins), como parásito de huevos de *Heliiothis* spp. y de *Alabama argillacea* Hübner en socas y cultivos comerciales de algodónero. El *T. perkinsi* Girault fue encontrado parasitando huevos de *Diatraea* sp. en caña de azúcar en el Valle del Cauca (Zenner *et al.*, 1965). De acuerdo con Posada y García (1974) en el país se han registrado: *T. semifumatum* Perkins en posturas de *Caligo ileoneus* Cramer, *T. minutum* Riley y *T. perkinsi* en posturas de *Diatraea*, *Heliiothis* y otros noctuidos, *T. evanescens* Westwood y *T. pretiosum* Riley en huevos de varios noctuidos. Por otra parte, Nagarkatti y Nagaraja (1971), identificaron *T. semifumatum* y *T. perkinsi* de posturas de *Diatraea* colectadas en el Valle del Cauca.

Cría masiva de *Trichogramma*

Según Herrera (1959), el entomólogo Enoch en 1895 vió por primera vez la posibilidad de criar en gran escala el *Trichogramma* spp., pero la cría masiva del parásito fue lograda solamente en 1926 por Flanders. En Suramérica, los primeros trabajos sobre cría masiva de este parásito se iniciaron en el Perú en 1926, con el fin de usarlo en el control biológico del *Diatraea saccharalis* F.

En Colombia, y tomando como modelo la cría masiva del Perú, los entomólogos del antiguo Instituto de Fomento Algodonero (IFA) iniciaron la cría del parásito en 1961 en el Campo Experimental "Balboa" en Buga (Valle) y en 1965, el Programa de Control Supervisado de la Federación Nacional de Algodoneros montó en la zona norte del Tolima un pequeño laboratorio de cría masiva, adoptando la técnica de cría mejorada por el Departamento de Entomología de la Estación Experimental Agrícola del Cañete, Perú (Valenzuela, 1966). En los últimos tres años se han montado en las diferentes zonas algodonerías del país más de una docena de estos laboratorios, con algunas ligeras modificaciones.

Aspectos biológicos y hábitos

La biología de las especies de *Trichogramma*

parece ser afectada considerablemente por la temperatura, la humedad relativa, posiblemente el fotoperíodo y el huésped (Lingren, 1969).

Su desarrollo en el interior del huésped es afectado por la temperatura, pero en general la duración promedio desde la oviposición hasta la emergencia del adulto es de ocho días (Wille, 1952; Lingren, 1969). Según Hagen (1965) el número de instares larvales en la familia Trichogrammatidae varía de uno a cinco, y Flanders (1931) indica que para *Trichogramma* son tres.

Las hembras fertilizadas producen una progenie de hembras y machos, mientras que las no fertilizadas producen solo machos (Lingren, 1969). Según Bowen y Stern (1966), el *T. semifumatum* tiene reproducción partenogenética facultativa, la cual corresponde al tipo denominado arrenotokia. Sin embargo, Nagarkatti y Nagaraja (1971) han observado en esta misma especie tanto arrenotokia como telitokia.

Según Flanders (1931) la velocidad de desarrollo depende de la temperatura. Bowen y Stern (1966), afirman que la temperatura puede afectar la proporción de machos y hembras de la progenie. Metcalfe y Breniere (1969), observaron que aparecía un exceso de machos en la progenie de *Trichogramma* conservados por dos semanas a temperaturas de 3 a 8°C. Lapina, citado por Wiackowska y Wiachowski (1970), constató que es más conveniente almacenar en cámaras frías las larvas de *Trichogramma* que las pupas.

Lund (1934), indica que los adultos de *Trichogramma* son muy susceptibles a la disecación y que, dependiendo de la especie, la humedad relativa óptima está entre 80 y 100%. Los estados inmaduros son afectados por la humedad relativa solamente en el grado que es afectado el huevo huésped.

Fye y Larsen (1969), en condiciones de laboratorio, obtuvieron indicativos de la capacidad de búsqueda y dispersión del *T. minutum*, en un área de búsqueda sobre arena, en la cual observaron que la capacidad de movilización de esta especie es bastante grande y que el parásito encontró la mayoría de los huevos del huésped en muy corto tiempo.

Con estudios realizados en la India utilizando diferentes variantes alimenticias, Narayanan y Olookherjee, citados por Wiackowska y Wiackows-

ki (1970), demostraron la influencia del alimento en la longevidad y fecundidad. Los resultados indicaron que el *Trichogramma* vivió más tiempo y fue más fecundo en presencia exclusiva de monosacáridos y en particular de glucosa y fructosa.

Efectividad del *Trichogramma* en el campo

La efectividad de las liberaciones de *Trichogramma* depende de muchos factores, entre otros las condiciones climáticas, la población de huevos de la plaga, la elección de la especie apropiada, su poder de dispersión y capacidad de búsqueda, longevidad y el número de parásitos liberados (Ridgway, 1972). En Colombia y otros países de Suramérica el número de parásitos liberados se calcula con base al número de huevos de *Sitotroga* por pulgada cuadrada. Así Herrera (1959) en el Perú indica que hay aproximadamente 5.000 avispas por unidad. En Colombia, Alcaraz (1965), Valenzuela (1966), Alvarez *et al.* (1975) afirman que cada pulgada cuadrada suministra un total aproximado de 5.000 adultos de *Trichogramma* spp.

MATERIALES Y METODOS

El reconocimiento del *Trichogramma* spp. se llevó a cabo en los laboratorios de cría masiva de Bucaramanga, Ibagué, Espinal y Valle del Cauca. Así mismo se realizaron colecciones en cultivos de algodónero (*Gossypium hirsutum*) en Agua-chica (Cesar), Espinal (Tolima) y Palmira (Valle del Cauca); en esta última localidad también se tomaron muestras en lotes de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) de posturas de *Diatraea* parasitadas. Las muestras del algodónero se recolectaron en huevos de *Heliothis* spp. y *A. argillacea*.

Para la identificación de especies se utilizó la clave preparada por Nagaraja y Nagarkatti (1973), haciendo uso de la metodología por ellos descrita. Los adultos machos de *Trichogramma* muertos y secos, se clarificaron en ácido acético glacial y se dispusieron sobre un portaobjetos en una gota de fenol-bálsamo. Luego bajo un microscopio estereoscópico se separó la genitalia y se observaron las estructuras básicas para su identificación (Figura 1).

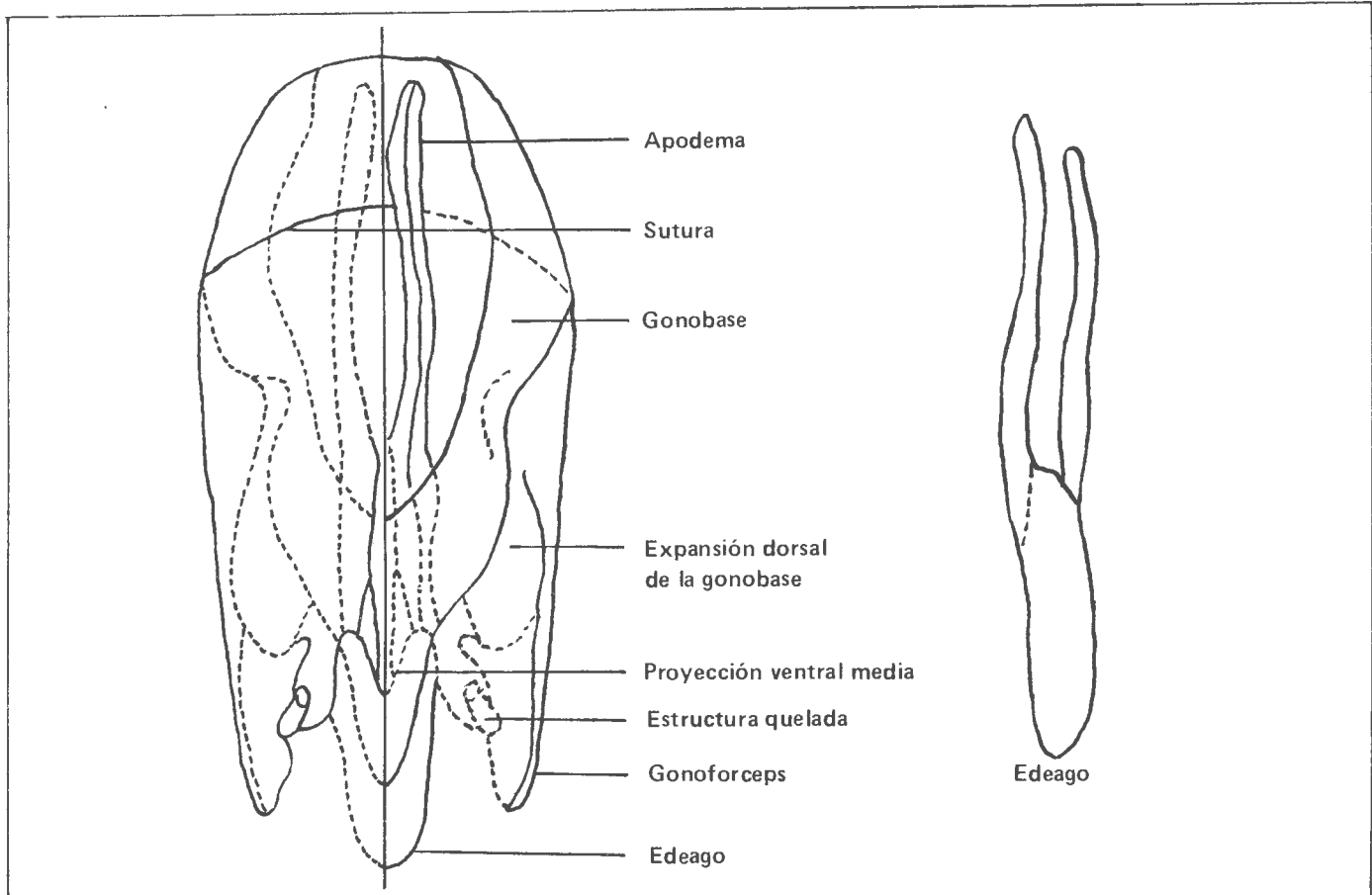


FIGURA 1. Diagrama generalizado de la genitalia del macho *Trichogramma*.

Después de identificados los especímenes enviados a la India se mantuvo una cría en el laboratorio como referencia de las especies respectivas encontradas en algodónero. Posteriormente se realizaron cruces recíprocos con las especies de los laboratorios de Federalgodón (Armero), Federalgodón (Espinal) y una muestra colectada en huevos de *Heliiothis* en algodónero en Aguachica (Cesar), en lotes donde no se habían realizado liberaciones. Esto, con el fin de comprobar si se trataba de la misma especie ya que como lo indican Nagarkatti y Nagaraja (1968) en cruces entre especies diferentes, debido a la partenogénesis, sólo se obtienen machos. Se realizaron 10 repeticiones para cada cruce.

Para realizar los estudios sobre calidad del *Trichogramma* producido en Colombia se contó con la colaboración de los siguientes laboratorios de cría masiva de este insecto, los cuales en el texto se identificarán con una letra, para facilitar la discusión de las observaciones: A = Agrobiológicos (Santander), B = Biocontroles (Cundinamarca), C = Cobiagro (Tolima), D = Federalgodón (Tolima), E = Federalgodón (Valle del Cauca), F = Federalgodón (Tolima), G = Ingenio Providencia (Valle del Cauca), H = Jerónimo García (Tolima), I = Rafael Guzmán (Tolima) y J = Siatsur (Tolima). De cada uno de los laboratorios se analizaron de una a cinco muestras de 10 pulgadas cuadradas cada una, en diferentes lotes y épocas de producción. El número de muestras no fue igual para cada laboratorio debido, principalmente, a la interrupción de la producción en algunos de ellos.

En el Centro Experimental "Nataima" en el Espinal (Tolima) se colocaron las muestras del estudio al medio ambiente, para que la emergencia del parásito ocurriera en condiciones similares a las que encontraría en los cultivos comerciales.

Para obtener los datos correspondientes a número de huevos por pulgada cuadrada, porcentaje de parasitismo y emergencia, cinco a siete días después de la emergencia de los primeros adultos se examinaron las muestras bajo un microscopio estereoscópico, equipado con un micrómetro ocular. En cada pulgada se tomaron 10 sitios, y en cada uno de ellos se contó el número de huevos de *S. cerealella*, el número de huevos parasitados (negros) y el número de huevos con perforaciones en el corión, como índice del número de adultos de *Trichogramma* emergidos.

Además, de cada muestra se tomó una parte que contenía de 20 a 50 huevos, y se colocó individualmente en frascos de vidrio. Luego de emerger los parásitos se contaron tanto los huevos perforados como los adultos emergidos, con el fin de comprobar la relación entre el número de perforaciones en el corión de los huevos de *Sitotroga* y el número de parásitos emergidos.

Como observación comparativa, estos mismos datos se tomaron en tres pulgadas cuadradas procedentes de Rincon Vitova Insectaries, Estados Unidos de América, cedidas por Agrobiológicos.

Con el fin de obtener una relación entre el número promedio de huevos observados en las diferentes muestras y el número teórico que cabrían en forma ordenada en la misma área, se midió la longitud y ancho máximo de 50 huevos de *Sitotroga*, utilizando el microscopio estereoscópico con el micrómetro ocular.

De cada muestra se tomaron 100 individuos, para determinar la proporción de machos y hembras, en base a las antenas pilosas de los machos y glabras o desnudas de las hembras.

Para evaluar la actividad y capacidad de búsqueda del *Trichogramma*, se realizaron ensayos preliminares en el laboratorio, adaptando el modelo que utilizaron Fye y Larsen (1969). Sobre una mesa se hizo el área experimental de búsqueda empleando cartulina, tiras de madera, cinta pegante y vidrio.

La sección se demarcó con un área de 30 cm de diámetro en el cual se señalaron círculos concéntricos de 2,5; 5,0; 10,0 y 15,0 cm de radio, marcando seis puntos equidistantes en la circunferencia más pequeña y 12 en las restantes. En cada punto se pegó con goma arábica un huevo de *S. cerealella* susceptible a ser parasitado. Se introdujo una hembra fecundada en el centro del área experimental y durante una hora se marcó, con la ayuda de un lápiz, el movimiento de la avispa. Luego se sacó el insecto y se observaron los huevos hasta notar la parasitación (huevos negros). Con la ayuda de un compás y una regla se midió el recorrido aproximado del insecto y con un planímetro se determinó el área de búsqueda. El ensayo se realizó a una temperatura que osciló entre 27 a 28°C, una humedad relativa de 72 a 78% y luz proporcionada por una lámpara fluorescente. Se utilizaron muestras de los laborato-

rios A, E y J de las cuales se observaron hembras que tenían aproximadamente la misma edad, 9 días según el registro de parasitación de los respectivos productores. Cada muestra se replicó cuatro veces.

Este ensayo sobre longevidad y fecundidad se llevó a cabo en el laboratorio de "Nataima", a temperaturas que oscilaron entre 27 y 29°C, humedad relativa entre 68 a 74% y un fotoperíodo de 10 horas luz y 14 de oscuridad utilizando una lámpara de luz fluorescente; se tomaron individuos de las mismas muestras de los laboratorios A, E, J utilizados en el ensayo anterior y del campo recolectadas en huevos de *Heliothis* sp. en Aguachica (Cesar). Cada una de las muestras se sometió a dos tratamientos: Uno, impregnando las paredes internas de frascos de vidrio pequeños con agua de azúcar, más huevos de *Sitotroga* y otro solamente con huevos de *Sitotroga*. Cada muestra se replicó 20 veces. Para cada replicación se utilizó una hembra fecundada de *Trichogramma* y huevos de *Sitotroga* susceptible a ser parasitados (huevos blancos). Mientras la hembra estuvo viva, cada dos días se renovaron los huevos con el fin de mantener el huésped siempre atractivo al parásito. Los huevos expuestos se llevaron a cajas de Petri para determinar el número de ellos parasitados, dato éste que se tomó como índice del número total de huevos puestos por la hembra de *Trichogramma*.

RESULTADOS Y DISCUSION

Reconocimiento e identificación de especies

Las únicas especies encontradas en los sitios de

recolección en el campo fueron: *T. perkinsi*, parasitando posturas de *Diatraea* sp., *T. semifumatum* como parásito de huevos de *Heliothis* y *Alabama* y una especie aún no identificada, posiblemente nueva, recogida en huevos de *Heliothis* en Aguachica.

Al realizar los cruces recíprocos entre el *T. semifumatum*, con las otras especies en estudio, se observó que en el cruce con la de Aguachica, la F₁ resultante estuvo constituida solamente por machos, tal como se aprecia en la Tabla 1, indicando que son reproductivamente aisladas y se trata de especies diferentes. Así mismo existe la posibilidad de que sea una nueva especie no registrada anteriormente, ya que las características observadas no coinciden con ninguna de las especies de la clave utilizada.

Las características morfológicas más importantes de esta especie son las siguientes:

Trichogramma pos.n.sp. (Figura 2)

Machos: Color amarillo opaco con abdomen negruzco, pelos antenales largos, suavemente adelgazados hacia las puntas; el más largo tiene una longitud aproximada de 3 veces el ancho máximo del flagelo. Flecos del margen interno del ala anterior aproximadamente 1/7 del ancho máximo del ala. La genitalia, cuyas características se muestran en la Figura 2, tiene la expansión dorsal de la gonobase moderadamente quitinizada, estrecha, triangular y con una suave constricción en la base. La estructura quelada (EQ) (Figura 2a) muy por debajo de las puntas de los gonoforceps (GP). La proyección ventral media (PVM) (Figura 2b) está bien diferenciada, es puntiaguda y no alcanza el nivel de las puntas de la estructura quelada (EQ).

TABLA 1. Resultado de los cruces recíprocos de *T. semifumatum* por *Trichogramma* colectado en los laboratorios D y F y el obtenido de huevos de *Heliothis* spp. en algodónero, Aguachica, Cesar.

CRUCES			F ₁	
			♂	♀
<i>T. semifumatum</i> ♂	x	<i>Trichogramma</i> D ♀	41	43
<i>T. semifumatum</i> ♀	x	<i>Trichogramma</i> D ♂	59	56
<i>T. semifumatum</i> ♂	x	<i>Trichogramma</i> F ♀	44	47
<i>T. semifumatum</i> ♀	x	<i>Trichogramma</i> F ♂	53	50
<i>T. semifumatum</i> ♂	x	<i>Trichogramma</i> sp. ♀	46	0
<i>T. semifumatum</i> ♀	x	<i>Trichogramma</i> sp. ♂	37	0

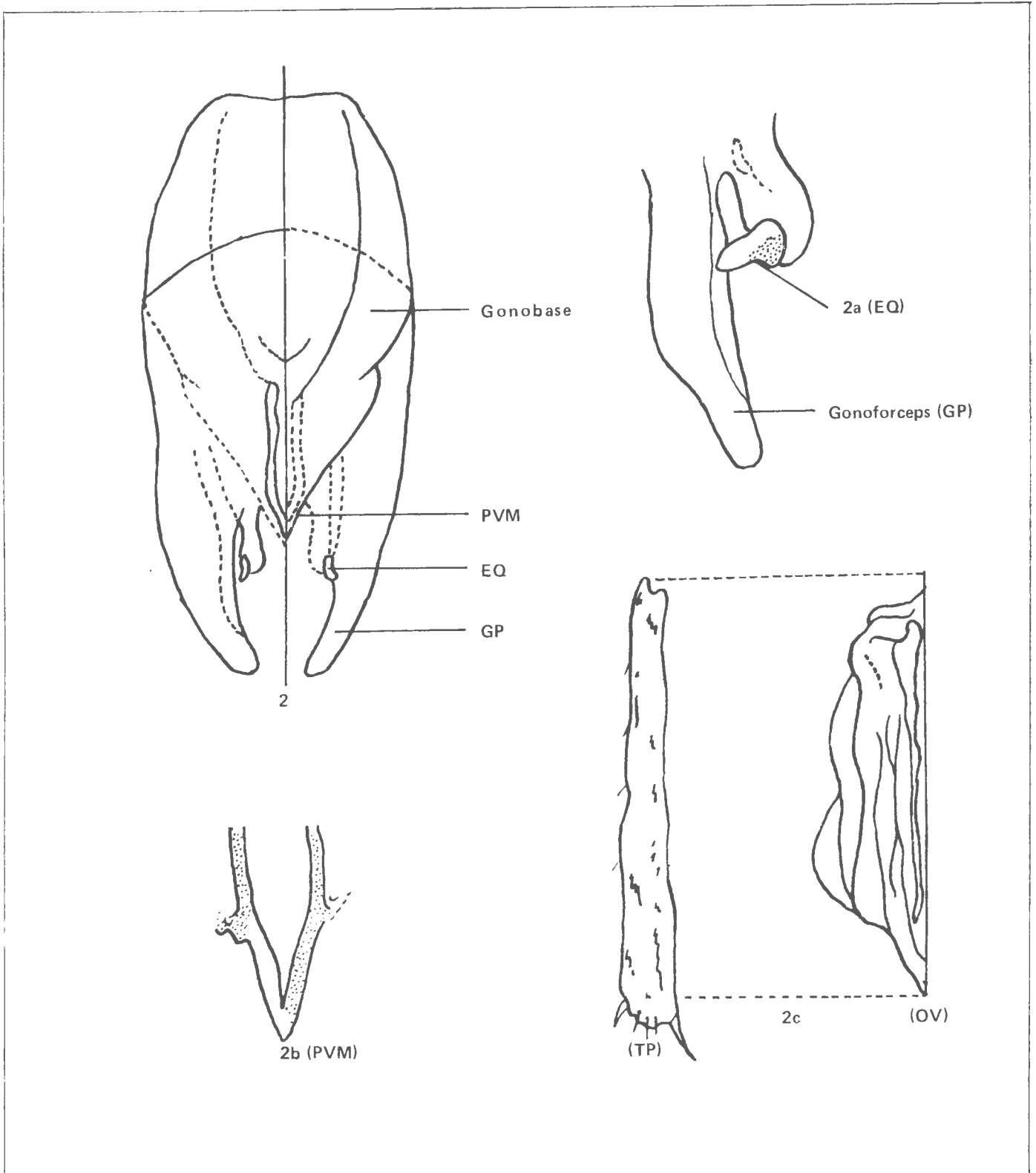


FIGURA 2. *Trichogramma* pos.n.sp. 2. Genitalia del macho; 2a. estructura quelada (EQ); 2b. proyección ventral media (PVM); 2c. comparación entre las longitudes de la tibia posterior (TP) y el ovipositor (OV) de la hembra.

Hembra: Color igual al del macho. El ovipositor (OV) como se muestra en la Figura 2c, es más corto que la tibia posterior (TP); pelos en el ala anterior distribuidos regularmente.

Algunos aspectos sobre la calidad del *Trichogramma* producido en Colombia.

Como puede observarse en la Tabla 2, después de examinar un total de 340 pulgadas cuadradas procedentes de 10 laboratorios de cría masiva en el país, se encontró que el número de huevos de *Sitotroga* por pulgada cuadrada varió entre 2.132 y 3.503; y el número promedio por pulgada cuadrada de material procedente de California, U.S.A. fue de 3.440 huevos.

Las mediciones de los huevos de *Sitotroga* indicaron que el tamaño promedio es de 0,66 mm de longitud y 0,27 mm de ancho máximo. Haciendo los cálculos respectivos, en una pulgada cuadrada (25,4 mm de lado) cabrían verticalmente 94 huevos por cada hilera ($25,4 : 0,27 = 94$) y 39 horizontalmente por cada fila ($25,4 : 0,66 = 39$) es decir teóricamente la pulgada cuadrada puede dar cabida a $94 \times 39 = 3.666$ huevos.

Los resultados anteriores, tanto reales como calculados, difieren grandemente del supuesto número de 5.000 huevos por pulgada cuadrada que indican Herrera (1959), Alcaraz (1965) y Valenzuela (1966), con base al cual se han venido realizando las liberaciones de *Trichogramma* spp.

en Colombia y aún en otros países de Suramérica. Esto puede ser uno de los factores negativos en los resultados obtenidos con las liberaciones de este parásito en algunas zonas, ya que posiblemente se liberó un número insuficiente de individuos por hectárea.

Los resultados sobre los porcentajes de parasitismo y emergencia del *Trichogramma* (Tabla 2) indican que el porcentaje de parasitismo más alto fue de 88,5% y el menor de 70%. Más de la mitad de las muestras promediaron un parasitismo mayor del 85%, el cual se considera satisfactorio.

El porcentaje de emergencia de adultos del parásito fue en general aceptable, ya que más de la mitad de las muestras presentaron un valor mayor del 80%. Sin embargo, es conveniente anotar que la emergencia puede ser afectada por diferentes factores. El almacenamiento en frío puede bajar considerablemente el porcentaje de emergencia o anularla completamente, así como las temperaturas por encima de 29°C y la humedad relativa por debajo del 70%; en general el manejo inadecuado del material durante su manipulación o transporte son factores que inciden negativamente en la emergencia del *Trichogramma*.

El número de perforaciones en los huevos de *Sitotroga* mostraron una relación más o menos estrecha con el número de adultos del parásito emergidos. En algunos casos el número de *Tricho-*

TABLA 2. Número de huevos, porcentaje de huevos parasitados, porcentaje de emergencia y relación de sexos de *T. semifumatum* por pulgada cuadrada en los diferentes laboratorios analizados.

Laboratorio	Número huevos de <i>Sitotroga</i>	% de huevos parasitados	% de emergencia	Proporción de sexos: ♂ ♀
A	3.503	88,5	85,7	1:1,14
B	2.452	86,9	27,2+	1:0,85
C	2.132	70,0	42,8	1:0,99
D	2.550	86,5	86,2	1:1,08
E	2.491	84,9	86,3	1:0,89
F	2.570	79,1	83,2	1:1,00
G	2.806	85,3	86,8	1:1,11
H	2.551	85,5	77,5	1:1,06
I	2.536	79,6	67,4	1:0,86
J	2.726	84,8	85,7	1:1,07
R.V.††	3.444	86,8	86,5	

+ Adultos emergidos después de más de 2 meses de conservación en frío.

†† Muestras procedentes de Rincon Vitova Insectaries. California U.S.A.

gramma fue ligeramente mayor que el de perforaciones, lo cual puede ser debido al super-parasitismo; en el caso contrario, cuando el número de adultos fue menor que el de perforaciones pudo haber sucedido que algunos individuos escaparon a la cuenta, camuflados en las escamas de *Sitotroga*. Sin embargo, se considera que el número de perforaciones en los huevos de *Sitotroga* es un buen índice para determinar el número de adultos de *Trichogramma* que emergen por pulgada cuadrada, lo cual permite una cuenta fácil y rápida.

La proporción de machos y hembras en la mayoría de las muestras tuvo una relación de sexos equilibrada o una ligera predominancia de hembras (Tabla 2). Esto es de gran importancia en la efectividad del parásito en el campo, ya que sólo las hembras ejercen el control de las plagas.

Todos los factores anteriormente citados son de gran importancia en cuanto a las liberaciones de *Trichogramma* se refiere, ya que indican que cada pulgada cuadrada que se lleva al campo contiene solamente un promedio de 3.000 huevos, de los cuales el 85% o sea 2.550 se encuentran parasitados; de este número y en condiciones climáticas y de manejo adecuado emergen aproximadamente el 85%, o sea 2.168 adultos, siendo la mitad de ellos machos de acuerdo con la proporción de sexos. Todo lo anterior quiere decir que de cada pulgada cuadrada liberada emergen 1.084 hembras, que son las que potencialmente parasitarían los huevos de las plagas huéspedes en un cultivo dado, lo cual es un número muchísimo más bajo del que comúnmente se asume estar liberando.

De acuerdo con los resultados que se presentan en la Tabla 3, parece que la actividad y capacidad de búsqueda de una misma especie de *Trichogramma* son más afectadas por la generación a la cual pertenecen los individuos que por las condiciones de cría. Se observó en general, que a medida que aumenta el número de la generación, disminuye el número de huevos parasitados y, específicamente, aquellos insectos tomados de una 6a. generación, o sea la más joven de las estudiadas, mostraron una actividad y capacidad de búsqueda apreciablemente mayor que los provenientes de generaciones más avanzadas.

No existe la seguridad de que esto sea constante, ya que el número de muestras no fue lo suficientemente grande y no se tuvo la oportunidad de obtener individuos de generaciones diferentes de un mismo laboratorio para la realización de este ensayo, así como tampoco se logró utilizar individuos de una misma generación producidos en los diferentes laboratorios. Sin embargo, se considera, que generaciones avanzadas de una misma cepa necesariamente tienen que mostrar algunos defectos causados por los cruces fraternales continuos en un determinado laboratorio.

En las Figuras 3, 4 y 5 se puede apreciar el movimiento realizado por hembras de *T. semifumatum* procedentes de tres laboratorios diferentes.

La actividad y la capacidad de búsqueda se consideran de suma importancia en la efectividad de un parásito, ya que aquel que tiene la capacidad de parasitar un mayor número de huevos en un menor tiempo, es naturalmente más efectivo

TABLA 3. Actividad y capacidad de búsqueda, durante una hora, del *T. semifumatum* criado en tres diferentes laboratorios del país. ^{1/}

Laboratorio	Condiciones de cría		Generación	No. de huevos parasitados	Distancia recorrida en cm	Área de búsqueda cm ²
	T °C	H.R.				
A	24	60	6 ^a	12,2	194,1	282,2
E	27	50	24 ^a	7,7	87,2	176,6
J	22	50	15 ^a	9,7	83,4	134,1

^{1/} Promedio de cuatro replicaciones

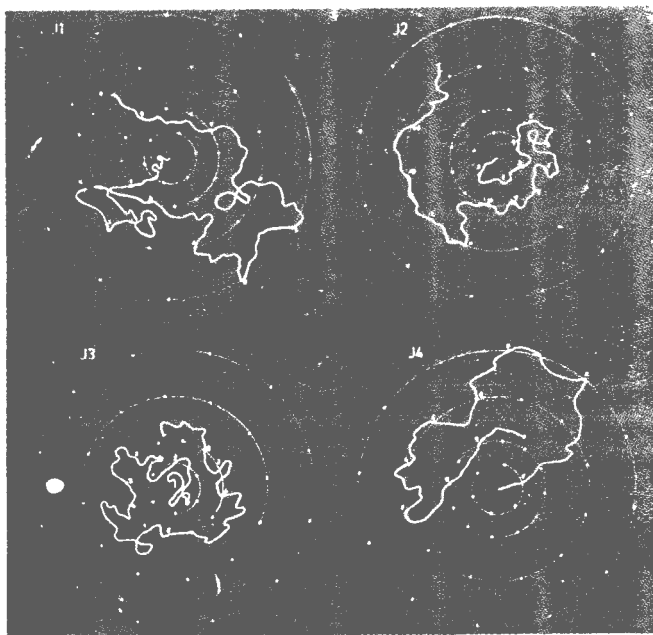
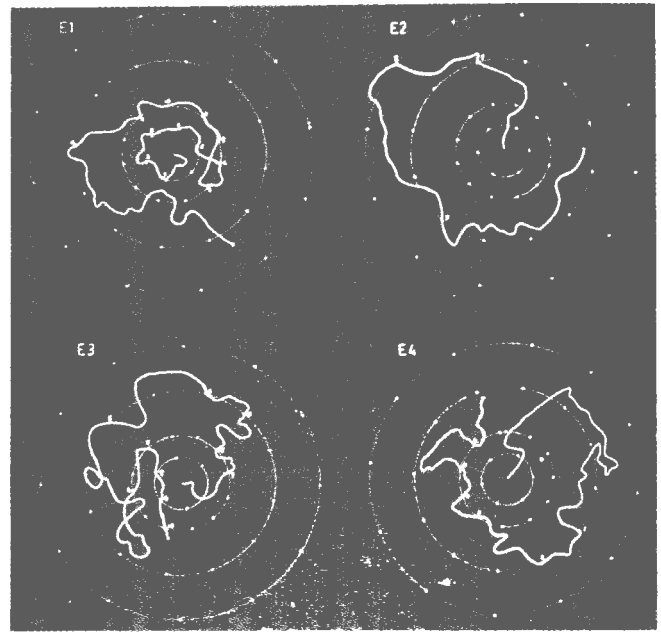
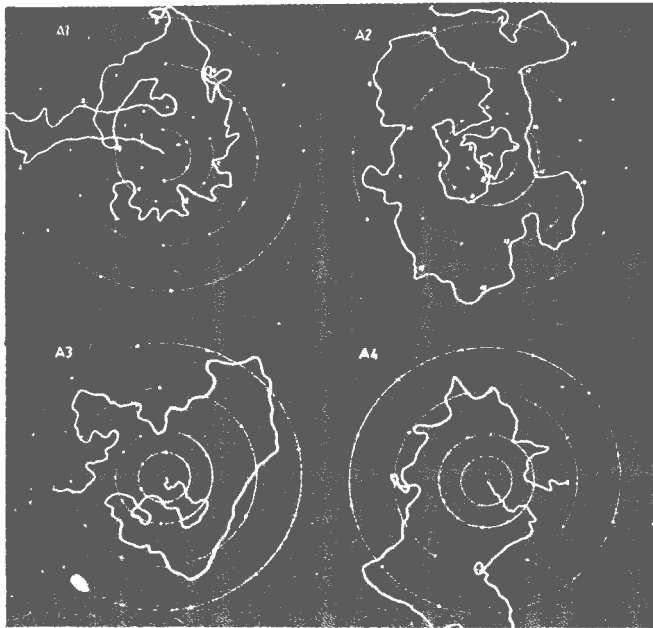


FIGURA 3. Movimiento, actividad y área de búsqueda, durante una hora, del *T. semifumatum* producido en el laboratorio A (cuatro replicaciones).

FIGURA 4. Movimiento, actividad y área de búsqueda, durante una hora, del *T. semifumatum* producido en el laboratorio E (cuatro replicaciones).

FIGURA 5. Movimiento, actividad y área de búsqueda, durante una hora del *T. semifumatum* producido en el laboratorio J (cuatro replicaciones).

en el campo, implicando la utilización de un menor número de individuos por hectárea y reduciendo así el costo de las liberaciones.

En la Tabla 4 se puede apreciar que la longevidad de las hembras de *T. semifumatum* criadas en los diferentes laboratorios es más o menos similar, e inclusive la fecundidad no varía grandemente; sin embargo, al adicionar agua de azúcar como alimento se nota un aumento considerable

en ambos aspectos, lo cual concuerda con las investigaciones realizadas por Narayanan y Ollokherjee, citados por Wiackowska y Wiackowski (1970).

Al observar la longevidad y fecundidad del *Trichogramma* sp., colectado en Aguachica, se puede apreciar una gran diferencia con la especie criada en los laboratorios. Esto puede deberse a que la especie es diferente y posiblemente posee

TABLA 4. Longevidad y fecundidad de *T. semifumatum* criado en tres diferentes laboratorios del país y *T. sp.* colectados en campos de algodón.

Laboratorio	Con huevos de <i>Sitotroga</i>		Con huevos de <i>Sitotroga</i> y Agua de Azúcar	
	Longevidad (en días)	Huevos parasitados	Longevidad (en días)	Huevos parasitados
A	6,3	15,3	12,9	25,9
E	6,6	13,3	13,2	23,1
J	6,9	12,7	14,1	21,5
Aguachica (población natural)	22,8	17,2	29,8	60,2

una mayor capacidad de búsqueda y actividad que el *T. semifumatum*. Además pertenece a una población natural en donde existe una mayor variabilidad o plasticidad genética.

Este ensayo demuestra claramente la influencia de la alimentación y la generación a la cual pertenecen los individuos sobre la fecundidad de las hembras.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo se lograron las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- 1) En el algodón, y parasitando huevos de *Alabama argillacea* (Hübner) y *Heliothis* spp. se encontró en forma abundante la especie *Trichogramma semifumatum* Perkins, que es también la especie más comúnmente criada en el país en forma masiva y utilizada en las liberaciones de los programas de control integrado. Además, se halló una posible nueva especie de *Trichogramma*, aún no descrita, como parásito de huevos de *Heliothis* sp. en la región de Aguachica (Cesar). En caña de azúcar, y parasitando huevos de *Diatraea* sp., se encontró la especie *T. perkinsi* Girault.
- 2) Aparentemente las condiciones de cría existentes en los laboratorios muestreados, principalmente la temperatura y la humedad relativa, no afectan en mayor grado la emergencia del parásito, como sí lo hacen el almacena-

miento en frío, las condiciones de transporte y en general el inadecuado manejo del material.

- 3) En los estudios sobre la actividad, capacidad de búsqueda y longevidad de los adultos del *T. semifumatum* se encontró que estas cualidades son directamente influenciadas por la temperatura, la humedad relativa y en mayor grado por la generación a la cual pertenecen los individuos; sin embargo, se hace necesario y se recomienda un estudio dirigido a estos aspectos para determinar con mayor exactitud el grado de influencia.
- 4) La adición de una alimentación suplementaria a base de agua de azúcar incrementó la longevidad y la fecundidad del parásito.
- 5) Con base en el largo y ancho de los huevos de *Sitotroga* se determinó que el número máximo de huevos que cabría en una pulgada cuadrada sería de 3.666, cifra muy superior a 2.632, o sea el número promedio de huevos encontrado al analizar muestras procedentes de los diferentes laboratorios del país.
- 6) El porcentaje promedio de parasitismo en las muestras analizadas de 10 laboratorios de cría masiva de este parásito fue de 83,7% y el de emergencia fue de 78%, a temperaturas de 25 a 29°C, humedad relativa de 70 a 85% y ausencia de luz directa.
- 7) En este estudio se encontró que la relación de sexos del *Trichogramma* producido en el país fue aproximadamente de 1:1.

- 8) Con base en los resultados anteriores se calculó que en la actualidad por cada pulgada cuadrada que se utilice, se liberan aproximadamente 1.084 hembras, que son las que ejercen el parasitismo. Este dato podría explicar en parte la baja eficiencia de las liberaciones hechas en algunas zonas, en los programas de Control Integrado.
- 9) Con el fin de aumentar la eficiencia del parásito y con base a lo expuesto anteriormente se hace necesario incrementar el número de parásitos efectivos por unidad de superficie, lo cual podría lograrse liberando un mayor número de pulgadas, o mejorando la calidad de producción de los laboratorios.

Para lograr una idea más precisa sobre el manejo del *Trichogramma* en los planes de Control Integrado en Colombia y mejorar la calidad en los laboratorios se recomienda:

- a) Continuar el reconocimiento de las especies de *Trichogramma* más comunes en otros cultivos de importancia en el país, especialmente en sorgo y arroz.
- b) Estudiar la dispersión y capacidad de búsqueda del *T. semifumatum* bajo condiciones de campo.
- c) Determinar las condiciones óptimas de temperatura, humedad relativa y generación de la cría de *Trichogramma*, para obtener adultos con una actividad y capacidad de búsqueda más eficientes, y
- d) Determinar la temperatura, el tiempo y el estado de desarrollo del *Trichogramma* a los cuales debe almacenarse en frío sin alterar significativamente el porcentaje de emergencia y la relación de sexos.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por objeto iniciar los estudios básicos tendientes a mejorar la producción y el uso del *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en los Programas de Control Integrado de Plagas en Colombia.

Con tal fin se realizó el reconocimiento e identificación de las especies de *Trichogramma* más

comunes en algodónero y caña de azúcar, basados en las características de la genitalia del macho. En el cultivo de algodónero la especie más abundante parasitando huevos de *Heliothis* spp. y *Alabama argillacea* Hübner fue el *T. semifumatum* Perkins y en caña de azúcar en huevos de *Diatraea* sp. se halló el *T. perkinsi* Girault. Además, se colectó una especie, parasitando huevos de *Heliothis* en algodónero, cuyas características generales no coinciden con ninguna de las registradas en las claves, indicando que puede tratarse de una especie nueva.

En el laboratorio se determinaron algunos aspectos o factores que pueden influir sobre la calidad y eficiencia del *Trichogramma* producido en los laboratorios de cría masiva. Los resultados indicaron que el número promedio teórico de huevos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) por pulgada cuadrada es de 3.066 huevos, mientras que el real producido en el país es de 2.632 huevos; el promedio de parasitación fue de 85%, lo cual se considera satisfactorio, el de emergencia fue de 78% en condiciones favorables y la relación de sexos fue aproximadamente 1:1.

En cuanto a la actividad y capacidad de búsqueda, y la longevidad y fecundidad se observó diferencias entre los *Trichogramma* producidos por distintos laboratorios, debido principalmente a las condiciones de cría masiva y a la generación a la cual pertenecen los individuos. Se concluye: 1) la especie más abundante en el algodónero parasitando huevos de *Alabama argillacea* Hübner y *Heliothis* spp. es la misma criada en el país en forma masiva: *T. semifumatum*; 2) la calidad del *Trichogramma* producido en el país es variable y 3) la temperatura, la humedad relativa y en mayor grado la generación a la cual pertenecen los individuos influyen directamente en la actividad, capacidad de búsqueda y fecundidad en los adultos de *T. semifumatum*.

SUMMARY

The objective of the present work was to initiate basic studies to improve the production and utilization of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in integrated pest control programs in Colombia.

A survey of the most common species of *Trichogramma* in cotton and sugarcane was

carried out, identifying the species on the basis of the characteristics of the male genitalia. The most abundant species on cotton parasitizing eggs of *Heliothis* spp. and *Alabama argillacea* Hübner, was *T. semifumatum* Perkins, and *T. perkinsi* Girault was obtained from *Diatraea* sp. eggs on sugarcane. Additionally, an unidentified species was collected parasitizing *Heliothis* eggs on cotton, which characteristics do not coincide with any of the species included in taxonomic keys, suggesting the possibility of a new species.

In the laboratory some aspects or factors that can influence quality and efficiency of mass reared *Trichogramma* were established. The results indicate that while the theoretical average number of *Sitotroga cerealella* (Olivier) host eggs per square inch is 3666, the actual average number produced in the country is 2632 eggs per square inch. The average percent parasitism was 85% which is considered to be satisfactory. The average percent emergence was 78% under favorable conditions and the sex ratio was nearly 1:1.

Regarding studies of the activity, searching capacity, longevity and fecundity differences were observed among *Trichogramma* produced by the different laboratories, due principally to rearing conditions and the generation to which the individuals belong. It was concluded that: 1) The most abundant species parasitizing eggs of *Alabama argillacea* Hübner and *Heliothis* spp. in cotton is the same being mass reared in Colombia. 2) The quality of *Trichogramma* produced in the country is variable, and 3) Temperature, relative humidity and the generation to which the individuals belong influence directly the activity, searching capacity and adult fecundity in *T. semifumatum*.

BIBLIOGRAFIA

1. **ALCARAZ, H.** 1965. Apuntes sobre *Trichogramma* spp., como control biológico. Palmira, (Colombia), Federalgdon 25 p. (Mimeografiado).
2. **ALDEN, CH. and J.E. WEBB, Jr.** 1937. Control of injurious insects by a beneficial parasite. State Capitol, Atlanta, Georgia. Dept. of Entomol. Bull. 79:24.
3. **ALVAREZ, J.A.; A. DURAN y G. CARRERO.** 1975. Guía para la liberación de *Trichogramma* en el cultivo del algodón. In: Instituto Colombiano Agropecuario, Regional 6. Control Integrado de Plagas; Curso Espinal, ICA. pp 82-86. (Mimeografiado).
4. **BELTRAN, A.** 1974. Control de calidad, un factor decisivo en el control biológico de plagas. Entomólogo (Bogotá) No. 3. p. 1-2.
5. **BOWEN, W.R. and 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.
6. **FYE, R.E. and D.J. LARSEN.** 1969. Preliminary evaluation of *Trichogramma minutum* as a released regulator of Lepidopterous pests of cotton. J. Econ. Entomol. 62: 1291-6.
7. **FLANDERS, S.E.** 1931. The temperature relationships of the *Trichogramma minutum* as basis for racial segregation. Hilgardia 5:345-406.
8. ----- and **W. QUEDNAU.** 1960. Taxonomy of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera: Chalcidoidea; Trichogrammatidae). Entomophaga 5:285-96.
9. **GARCIA, J.D.** 1964. Algunas observaciones sobre el *Trichogramma* spp. como agente de control biológico de dos plagas principales del algodón en el Valle del Cauca. Tesis Ingeniero Agronomo, Palmira, Colombia Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. 53 p.
10. **HAGEN, K.S.** 1965. Development stages of parasites. In: De Bach, P. ed. Biological Control of Insect Pests and Weeds. New York, Reinhold. pp. 3-18.
11. **HERRERA, J.M.** 1959. Nuevo equipo y técnica para la crianza masiva de avispas del género *Trichogramma*. Rev. Peruana. Entomol. Agric. 2(1):30-5.
12. **LINGREN, P.D.** 1969. Approaches to the management of *Heliothis* sp. In. Proceeding of the Tall Timber conference on ecological animal control by habitat management, 1a, Tallahassee. pp. 207-17.
13. **LUND, H.O.** 1934. Some temperature and humidity relations of two races of *T. minutum* Riley (Hymenoptera: Chalcididae). Ann. Entomol. Soc. Am. 27:324-40.
14. **METCALFE, J.R. and J. BRENIERE.** 1969. Egg parasites (*Trichogramma* spp.) for control of sugar cane moth borers. In Williams, J.R. et al., eds. Pests of sugar cane, Amsterdam, Elsevier. pp. 81-115.
15. **NAGARAJA, H. and S. NAGARKATTI.** 1973. A key to some new world species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), with descriptions of four new species. Proc. Entomol. Soc. Wash. 75:288-97.
16. **NAGARKATTI, S. and H. NAGARAJA.** 1968. Biosystematic studies on *Trichogramma* species. I. Experimental hybridization between *Trichogramma australicum* Girault, *T. evanescens* Westwood and *T. minutum* Riley. Commonwealth Institute of Biological Control. Tech. Bull. No. 10 pp. 81-96.

17. ----- and 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. 61(1):13-31.
 18. POSADA, L. y F. GARCIA. 1974. Lista de predadores, parásitos y patógenos de insectos registrados en Colombia. Bogotá, Federación Nacional de Algodoneros. 45 p.
 19. RIDGWAY, R.L. 1972. Use of parasites, predators and microbial agents in management of insect pests of crops. In Implementing practical pest management strategies; Proc. Nat. Ext. Insect Pest Management Work Shop. Lafayette, Purdue University. pp. 51-62.
 20. VALENZUELA, G. 1966. Cría masiva de la avispa *Trichogramma* spp. en el insectario de Armero (Tolima). Rev. Nac. de Agricultura. 736:28-32.
 21. WIACKOWSKA, I. y S.K. WIACKOWSKI. 1970. La biología y aprovechamiento de la especie de *Trichogramma* en la protección de las plantas. Rev. Cubana Cienc. Agric. 4(1):1-42.
 22. WILLE, J.E. 1952. Entomología Agrícola del Perú. 2ed. Lima, Americana Aramburu Raygada. 543 p.
 23. ZENNER, I., T. JARAMILLO y C. GARCIA. 1965. Determinación del parasitismo natural del *Diatraea* spp., en dos ingenios del Valle Geográfico del río Cauca. Fac. Agr. U.N. Palmira. Tesis sin publicar. 99 p.
-