

## COMPARACION DE LOS CARACTERES BIOLÓGICOS Y ETOLÓGICOS DE *TRICHOGRAMMA PRETIOSUM* Y DE *T. EXIGUUM* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

CESAR BASSO<sup>1</sup>, GABRIELA GRILLE<sup>1</sup>, FRANÇOIS POMPANON<sup>2</sup>,  
ROLAND ALLEMAND<sup>2</sup> Y BERNARD PINTUREAU<sup>3</sup>

### RESUMEN

*Trichogramma pretiosum* Riley y *T. exiguum* Pinto & Platner son dos parasitoides oófagos encontrados sobre la vid en Uruguay parasitando huevos de dos importantes plagas *Argyrotaenia spheropa* (Meyrick) y *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). Estudios de laboratorio sobre cinco líneas de *T. pretiosum* y seis de *T. exiguum* así como sobre la F2 de la mezcla de las líneas de cada una de las especies permitieron conocer tanto la preferencia térmica (15, 25 y 30°C), de plantas-hospedantes (manzano, vid y peral) y de hospederos (ambos tortricidos), los caracteres biológicos (especialmente capacidad de parasitación, proporción de sexos y tasa de emergencia), como la etología de ambas especies (actividad locomotriz y ritmo circadiano). El análisis de los resultados no discriminó con claridad a las dos especies y exige estudios de campo con el objetivo de seleccionar la mejor de las dos para ser utilizada en un programa de control biológico. Sin embargo, estas especies muestran una mayor preferencia por *A. spheropa* que por *B. cranaodes*. *Trichogramma exiguum* no se reproduce a 15°C y no debe en consecuencia ser liberado durante períodos demasiado fríos.

Palabras claves: Caracteres biológicos, hospederos, control biológico, preferencias, *Trichogramma*, Uruguay, vid.

### ABSTRACT

Two *Trichogramma* species, *T. pretiosum* Riley and *T. exiguum* Pinto & Platner, are eggs parasitoids of two Uruguayan grapevine pests, *Argyrotaenia spheropa* (Meyrick) and *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). Laboratory studies of five *T. pretiosum* strains, of six *T. exiguum* strains and of the F2 mixture of all strains in each species allowed to analyze their thermic preferences (15, 25 and 30°C were tested), host plant preferences (apple tree, pear tree and grapevine were tested), host preferences (*A. spheropa* and *B. cranaodes* were tested), biological characters (especially parasitism efficiency, sex ratio and rate of emergence), and behavioural characters (locomotor activity and circadian rhythm). Results did not obviously discriminate the two species and field studies will be needed to select the best species to be used in biological control against grapevine pests. Nevertheless, both *T. pretiosum* and *T. exiguum* showed a preference to parasitize *A. spheropa* in relation to *B. cranaodes*. At 15°C, *T. exiguum* did not produce offspring, and therefore cannot be released during the too cold months.

Keys words: Biological characters, hosts, biological control, preferences, *Trichogramma*, Uruguay, grapevine.

### INTRODUCCION

En Uruguay, *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 y *T. exiguum* Pinto & Platner, 1978 son dos especies comúnmente encontradas parasitando huevos del orden Lepidoptera sobre diversas plantas hospederas (Basso, Pintureau y Grille, en preparación). En los viñedos, *T. exiguum* es la especie más abundante, aún cuando también está

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía, Av. Garzón 780, 12900-Montevidéo, Uruguay.

<sup>2</sup>Université Lyon I, URA CNRS 2055, laboratoire de Biométrie, Génétique et Biologie des Populations, 43 bd. du 11 novembre 1918, 69622-Villeurbanne-cedex, Francia.

<sup>3</sup>INSA, UA INRA 203, Biologie 406, 20 av. A. Einstein, 69621-Villeurbanne-cedex, Francia.

(Recibido: 17 de marzo de 1998. Aceptado: 12 de mayo de 1998)

presente *T. pretiosum*, ambas parasitando posturas de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick, 1909) y de *Bonagota cranaodes* (Meyrick, 1937). Estos dos tortricidos (Lepidoptera) ocasionan daños de intensidad variable según los años y la localidad, convirtiéndose cuando se producen grandes ataques, en la única causa de utilización de insecticidas químicos en la vid uruguaya (Bentancourt y Scatoni, 1996).

Un proyecto tendiente a la utilización de liberaciones inundativas de *Trichogramma* contra estas plagas como alternativa a los plaguicidas químicos se inició en 1995. La elección de la mejor especie mediante la comparación de los caracteres biológicos y etológicos se basó en el principio que establece que ciertos parámetros del comportamiento de los parasitoides pueden ser medidos en el laboratorio y dar una indicación de su eficacia potencial en el campo como agentes de control biológico (Surverkropp, 1997). Los experimentos de laboratorio y de pequeña escala de campo son recomendados no como alternativas al ensayo de campo pero sí como una primera evaluación (Hassan, 1994).

En el presente trabajo, la efectividad de las dos especies fue evaluada mediante la determinación de su preferencia tanto térmica como de hospedero y de planta hospedante, de sus caracteres biológicos (capacidad de parasitación, tasa de mortalidad al séptimo día de vida de las hembras, proporción de sexos y tasa de emergencia) y de su actividad locomotriz y ritmo circadiano.

## MATERIALES Y METODOS

### Materiales

Los estudios se realizaron sobre cinco líneas de *T. pretiosum* y seis de *T. exiguum* inicialmente obtenidas desde distintos hospederos colectados en diferentes regiones del Uruguay entre 1992 y 1995. También se dispuso de una línea de *T. pretiosum* originaria de México (Tabla 1). Asimismo, se estudió la generación F2 de la "mezcla" de todas las líneas de *Trichogramma* uruguayas de cada especie (F2 del cruzamiento de adultos provenientes de diferentes líneas de cada especie). En el laboratorio se criaron desde entonces a 25°C de temperatura y 70-80% de humedad relativa sobre huevos de su hospedero alternativo *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera, Pyralidae).

Todos los *Trichogramma* testados fueron alimentados con miel.

*Ephestia kuehniella* fue utilizado como hospedero en varios de los ensayos debido a su buena aceptación por parte de las dos especies de *Trichogramma* (*E. kuehniella* es el hospedero normalmente utilizado para la multiplicación masiva de estos parasitoides por facilidad de manejo y bajo costo), y como forma de evitar una interferencia en el análisis del efecto "hospedero" sobre el factor evaluado en cada caso.

TABLA 1  
ORIGEN DE LAS POBLACIONES DE *TRICHOGRAMMA*  
ESTUDIADAS

Línea	Hospedero	Planta-Hospedero	Lugar de colecta	Fecha de colecta
22	<i>D. saccharalis</i>	Caña de azúcar	Bella Unión <sup>(1)</sup>	Febrero 1992
54	<i>D. saccharalis</i>	Arroz	Bella Unión <sup>(1)</sup>	Febrero 1992
115	<i>H. zea</i>	Maíz	Bella Unión <sup>(1)</sup>	Febrero 1992
172	<i>B. cranaodes</i>	Vid	Melilla <sup>(2)</sup>	Marzo 1993
183	<i>A. sphaleropa</i>	Vid	Melilla <sup>(2)</sup>	Mayo 1995
191	<i>A. sphaleropa</i>	Vid	Las Piedras <sup>(3)</sup>	Marzo 1993
192	<i>B. cranaodes</i>	Vid	Las Piedras <sup>(3)</sup>	Marzo 1993
228	—	—	Nuevo León <sup>(4)</sup>	1984
231	<i>A. sphaleropa</i>	Vid	Joanicó <sup>(3)</sup>	Febrero 1994
234	<i>A. sphaleropa</i>	Vid	Joanicó <sup>(3)</sup>	Marzo 1994
252	<i>A. sphaleropa</i>	Vid	Joanicó <sup>(3)</sup>	Marzo 1995
271	<i>B. cranaodes</i>	Vid	Joanicó <sup>(3)</sup>	Marzo 1995

(1) Departamento de Artigas; (2) Departamento de Montevideo; (3) Departamento de Canelones (1: norte, 2 y 3 sur del Uruguay), (4) México. (22, 54, 115, 191, 228, 234: *T. pretiosum*; 172, 183, 192, 231, 252, 271: *T. exiguum*)

### Preferencia térmica

El efecto de tres diferentes temperaturas (15, 25 y 30°C) sobre la capacidad de parasitación de líneas de *T. pretiosum* y de *T. exiguum* fue evaluado exponiendo más de 100 huevos de *E. kuehniella*, pegados sobre cartulina, a una hembra fecundada de menos de 24 horas de vida. La parasitación tuvo lugar durante un día en tubos de vidrio (2,5 cm de diámetro por 19,5 cm de largo), ubicados en una cámara climatizada a temperatura constante, 70-80% de humedad relativa y un fotoperíodo de 16/8 (luz/oscuridad).

Al cabo de 24 horas la hembra fue retirada y los huevos fueron puestos en incubación a 25°C en pequeños tubos de vidrio (1,3 cm de diámetro por 10 cm de largo). Diez repeticiones por línea y de la F2 de la mezcla entre todas las líneas de cada especie

se realizaron a las tres temperaturas estudiadas. Para comparar las líneas y la mezcla F2 para cada una de las especies, se efectuaron análisis de varianza a dos factores (línea o mezcla, temperatura) seguidos de tests de Mínima Diferencia Significativa (MSD) del número de huevos parasitados por las hembras. Otro análisis de varianza a dos factores se efectuó para comparar las dos especies a partir del conjunto de las líneas. Para estos análisis, como para los siguientes, se consideraron sólo las hembras que exhibieron capacidad de parasitación.

### Preferencia por distintas plantas-hospedantes

La atracción de distintas plantas-hospedantes a *Trichogramma* se evaluó exponiendo, a hembras aisladas de estos parasitoides, huevos-hospederos dispuestos sobre hojas de tres especies vegetales que comúnmente cohabitan en los predios agrícolas uruguayos y que son atacadas por *A. sphaleropa* y por *B. cranaodes*. Para ello, más de 200 huevos de *E. kuehniella* pegados tanto sobre una hoja de vid, de manzano como de peral fueron expuestos simultáneamente a una hembra de *Trichogramma* de menos de 24 horas de vida. La parasitación tuvo lugar durante un día en placas de petri (14 cm de diámetro) ubicadas en una cámara climatizada a 25°C de temperatura, 70-80% de humedad relativa y un fotoperíodo de 16/8 (luz/oscuridad).

Al cabo de 24 horas la hembra fue retirada y los huevos de *E. kuehniella* puestos en incubación a las mismas condiciones de temperatura y de humedad. Doce repeticiones de las líneas 115 y 234 (*T. exiguum*) y 172 y 252 (*T. pretiosum*) fueron estudiadas.

### Preferencia por distintos hospederos

La preferencia por distintos hospederos de *Trichogramma* fue estudiada ofreciendo a hembras aisladas la elección entre huevos de dos insectos plaga habitualmente presentes en los viñedos uruguayos. Para ello, más de 50 huevos de *A. sphaleropa* y de *B. cranaodes* contenidos en dos ooplacas de cada una de esas especies, fueron expuestos simultáneamente a una hembra de *Trichogramma* de menos de 24 horas de vida. La parasitación tuvo lugar durante un día en placas de petri (9 cm de diámetro) ubicadas en una cámara climatizada a 25°C de temperatura, 70-80% de humedad relativa y un fotoperíodo de 16/8 (luz/oscuridad).

Al cabo de 24 horas la hembra fue retirada y los huevos puestos en incubación a las mismas condiciones de temperatura y de humedad. Más de 10 repeticiones de dos líneas de *T. pretiosum* (115 y 234) y dos de *T. exiguum* (172 y 252) fueron estudiadas.

### Capacidad de parasitación

La capacidad de parasitación de las distintas líneas fue evaluada exponiendo más de 100 huevos de *E. kuehniella* pegados sobre cartulina a parejas de *Trichogramma* integradas por un macho y una hembra de menos de 24 horas de vida. La parasitación tuvo lugar durante 7 días en tubos de vidrio (1,3 cm de diámetro por 10 cm de largo) ubicados en una cámara climatizada a 25°C de temperatura, 70-80% de humedad relativa y un fotoperíodo de 16/8 (luz/oscuridad). Quince parejas por línea y de la mezcla F2 entre todas las líneas de cada especie fueron estudiadas.

El número de huevos parasitados así como el porcentaje de emergencia y la proporción de sexos de los descendientes (expresado en porcentaje de hembras) fueron determinados. La muerte o no de las hembras al séptimo día de vida fue registrada. Se efectuaron dos análisis de varianza (ANOVA a un factor) del número de huevos parasitados por las hembras: un análisis para comparar las dos especies a partir del conjunto de líneas, y un análisis seguido de tests de MDS para comparar las líneas y las mezclas F2.

### Actividad locomotriz

La organización temporal de la actividad locomotriz de las hembras fue evaluada en tres experimentos: en el primero se compararon tres líneas pertenecientes a *T. exiguum* (192, 231 y 252), en el segundo se evaluó el efecto de la latitud sobre la actividad de dos líneas telitóquicas de *T. pretiosum* (línea 191 originaria de Uruguay y línea 228 originaria de México) y en el tercero se comparó la actividad de líneas pertenecientes a las dos especies (22, 54 y 115 = *T. pretiosum*, y 252 = *T. exiguum*).

La metodología empleada fue similar a la utilizada por Allemand et al. (1994) y Pompanon et al. (1994) para otras especies de *Trichogramma*. Para ello, se aislaron 30 hembras por línea recién emergidas que habían sido criadas a 18°C de temperatura y con un fotoperíodo de 12/12 (luz/

oscuridad). Las mismas se colocaron dentro de recintos cilíndricos (diámetro 1 cm, altura 1 mm) en ausencia de un hospedero. Las experiencias se desarrollaron a 23°C, bajo un fotoperíodo de 12/12 (luz/oscuridad), con una fotofase de 8 a 20 horas y una humedad relativa de 75%.

Los datos fueron tomados automáticamente gracias a una cámara de vídeo móvil ligada a una computadora personal que analizaba las imágenes registradas. Los recintos se iluminaron permanentemente por medio de una luz infrarroja (largo de onda superior a 730 nm a los cuales los insectos son insensibles), lo que permitió obtener una imagen idéntica tanto a la luz como a la oscuridad. La movilidad de la cámara permitió el estudio simultáneo de los insectos, los cuales se observaron durante 2 segundos lo que significó 12 veces por hora.

Para cada hora de medida, la cantidad de actividad fue estimada por el porcentaje de medidas durante las cuales cada individuo estaba en movimiento. Los perfiles de actividad obtenidos fueron comparados mediante análisis de varianza (ANOVA a un factor) seguidos de tests de PLSD de Fisher (primer y tercer experimento) o mediante un test de t con valores apareados (segundo experimento).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Preferencia térmica

Un porcentaje del 80 al 85% de hembras de tres de las líneas de *T. pretiosum* no parasitó ningún huevo de *E. kuehniella* cuando fueron expuestos durante 24 horas a la temperatura de 15°C, pero este fenómeno no fue importante a 25 y a 30°C. En el caso de las líneas pertenecientes a *T. exiguum*, la parasitación fue nula a 15°C y en las dos restantes temperaturas fue alto el porcentaje de hembras que no parasitaron ningún huevo (Tabla 2).

El número de huevos de *E. kuehniella* parasitados es diferente para *T. pretiosum* y *T. exiguum* (considerando los valores del conjunto de las líneas en función de la temperatura) (ANOVA,  $p=0,001$  para el factor especie,  $p=0,0001$  para el factor temperatura,  $p=0,0004$  para la interacción entre esos dos factores). Las dos especies no reaccionan, en consecuencia, de la misma manera en altas o bajas temperaturas. Solo *T. pretiosum* presentó capacidad de parasitación a 15°C. A 25°C,

*T. exiguum* parasitó un número superior de huevos que *T. pretiosum*, mientras que a 30°C no existieron diferencias significativas entre las dos especies. A la temperatura de 30°C se incrementó significativamente el número de huevos parasitados por *T. pretiosum* con relación a las dos temperaturas inferiores, al tiempo que no se modificó la capacidad de parasitación entre 15 y 25°C. No se detectaron diferencias en *T. exiguum* entre 25 y 30°C (Tabla 3).

TABLA 2  
PORCENTAJE DE HEMBRAS DE *TRICHOGRAMMA* DE LAS DIFERENTES LINEAS QUE NO EXHIBIERON CAPACIDAD DE PARASITACION DE HUEVOS DE *E. KUEHNIELLA* DURANTE 24 HORAS A TRES TEMPERATURAS DIFERENTES (15, 25 Y 30°C).

ESPECIE	Línea	15°C	25°C	30°C
<i>T. pretiosum</i>	22	85	3	3
	54	80	0	0
	115	85	0	0
	234	0	0	0
	F2	0	0	0
<i>T. exiguum</i>	172	100	0	3
	183	100	75	83
	192	100	73	70
	231	100	81	66
	252	100	0	0
	271	100	0	66
	F2	100	0	0

TABLA 3  
VALORES MEDIOS DEL NUMERO DE HUEVOS PARASITADOS POR EL CONJUNTO DE LINEAS PERTENECIENTES A *T. PRETIOSUM* Y A *T. EXIGUUM* A TRES TEMPERATURAS DIFERENTES (15, 25 Y 30°C).

ESPECIES	15°C	25°C	30°C
<i>T. pretiosum</i>	16,7 ± 1,3 a	18,3 ± 1,3 a A	27,7 ± 1,3 b A
<i>T. exiguum</i>	0	24,7 ± 1,2 a B	25,7 ± 1,2 a A

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias significativas (test MDS,  $p<0,01$ ) (A-B: a nivel de cada columna, a-b: a nivel de cada línea de la Tabla). Las medias están seguidas por sus errores standards (respectivamente para 15, 25 y 30°C,  $n = 32, 40$  y  $40$  en *T. pretiosum*, y  $n = 60, 58$  y  $58$  en *T. exiguum*).

TABLA 4.  
 NUMERO DE HUEVOS DE *E. KUEHNIELLA* PARASITADOS DURANTE 24 HORAS POR DIFERENTES LINEAS DE *T. PRETIOSUM* Y DE *T. EXIGUUM* Y POR LA MEZCLA F2 DE LAS LINEAS POR ESPECIE A TRES TEMPERATURAS DIFERENTES (15, 25 Y 30°C).

ESPECIE	Línea	n	15°C	n	25°C	n	30°C
<i>T. pretiosum</i>	22	6	15,0 ± 2,3 a	10	16,4 ± 1,8 a	10	17,3 ± 1,8 c
	54	9	15,4 ± 1,9 a	10	21,1 ± 1,8 a	10	27,6 ± 1,8 ab
	115	7	18,9 ± 2,1 a	10	22,5 ± 1,8 a	10	31,2 ± 1,8 a
	234	10	13,7 ± 1,8 a	10	18,9 ± 1,8 a	10	24,2 ± 1,8 bc
	Mezcla F2	10	17,6 ± 1,8 a	10	16,9 ± 1,8 a	10	30,4 ± 1,8 ab
<i>T. exiguum</i>	172	10	0	10	46,1 ± 2,7 a	10	41,7 ± 2,7 a
	183	10	0	10	36,9 ± 2,7 ab	10	32,7 ± 2,7 ab
	192	10	0	8	19,6 ± 3,0 c	8	31,9 ± 3,0 ab
	231	10	0	10	22,3 ± 2,7 c	10	23,7 ± 2,7 bc
	252	10	0	10	19,5 ± 2,7 c	10	20,2 ± 2,7 c
	271	10	0	10	32,4 ± 2,7 b	10	27,5 ± 2,7 ab
	Mezcla F2	10	0	10	20,0 ± 2,7 c	10	21,7 ± 2,7 c

Para cada una de las especies, medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias significativas a nivel de cada una de las temperaturas (test de MDS,  $p < 0,01$ ). Las medias están seguidas por sus errores standards.

En *T. pretiosum*, el ANOVA mostró diferencias entre las líneas ( $p=0,0001$ ) y entre las temperaturas ( $p=0,0001$ ), pero no existió una interacción entre los dos factores ( $p=0,13$ ). La mezcla F2 da resultados comparables a las líneas que presentaron la mejor capacidad de parasitación. Sin embargo, ninguna diferencia entre líneas o la mezcla F2 aparece a 15 y 25°C. Por otra parte, la capacidad de parasitación aumenta solo ligeramente entre esas dos temperaturas. Por el contrario, la temperatura de 30°C aumenta más esa capacidad y diferencia las líneas (Tabla 4). Individualmente, la única línea que se diferenció de la mezcla F2 fue la 22, presentando esta última una menor capacidad de parasitación (Tabla 4).

En *T. exiguum*, existe también diferencias entre las líneas ( $p=0,0001$ ), pero no entre las temperaturas de 25 y 30°C ( $p=0,68$ ) (a la temperatura de 15°C ninguna postura fue obtenida y esos datos no fueron tenidos en cuenta). La interacción entre los dos factores es significativa ( $p=0,03$ ). Solo la línea 192 presentó una capacidad de parasitación diferente a 25°C que a 30°C ( $p=0,0001$ ) (Tabla 4). La diferencia mayor entre las líneas es más del doble de huevos parasitados: la línea 172 tiene una alta capacidad de parasitación mientras que la línea 252 tiene una

baja capacidad de parasitación. La mezcla F2 mostró, también, una baja capacidad de parasitación independientemente de la temperatura considerada dado que esta mezcla de líneas no respondió al cambio de temperatura.

Las dos especies, *T. pretiosum* y *T. exiguum*, no mostraron diferente capacidad de parasitación a temperaturas elevadas (30°C) pero si se diferenciaron ligeramente a 25°C (capacidad superior de *T. exiguum*, que al mismo tiempo presentó un porcentaje superior de hembras que no parasitaron ningún huevo). A 15°C las diferencias entre las especies fueron mayores (*T. pretiosum* parece mejor resistir las bajas temperaturas mientras que *T. exiguum* no parasitó). Una mayor diversidad entre las capacidades de parasitación quedó en evidencia entre líneas de *T. exiguum* en comparación con la otra especie. La mezcla de líneas no ha aportado una mejora del carácter medido.

#### Preferencia por distintas plantas-hospedantes

Tal como lo muestra la Tabla 5, salvo para la línea 172, huevos de *E. kuehniella* fueron parasitados alternativamente por las hembras tanto cuando se encontraban pegados sobre hojas de vid, de peral como de manzano. En todos los casos cada

una de las hembras parasitó huevos ubicados solo sobre una de las plantas-hospedantes ofrecidas. En consecuencia, no se constató una preferencia marcada por parte de las hembras de las diferentes líneas evaluadas a ninguna de las tres plantas-hospedantes expuestas simultáneamente, aunque parecería que una pequeña preferencia existe por las hojas del peral. Por su parte, la vid no ejerce una fuerte atracción sobre las especies evaluadas, pero no ejerce tampoco una repulsión.

TABLA 5.  
NUMERO DE HEMBRAS DE *T. pretiosum* Y DE *T. exiguum* QUE PARASITARON HUEVOS DE *E. KUEHNIELLA* OFRECIDOS SIMULTANEAMENTE PEGADOS SOBRE HOJAS DE VID, DE PERAL Y DE MANZANO.

ESPECIE	Línea	n	Vid	Peral	Manzano
<i>T. pretiosum</i>	115	12	1	3	5
	234	12	2	8	1
<i>T. exiguum</i>	172	12	1	4	0
	252	12	2	5	2

Estas plantas-hospedante no son, por lo tanto, un obstáculo para los *Trichogramma* estudiados, lo cual es muy importante debido a que normalmente éstas son una de las fuentes de estímulos que influyen en la búsqueda de los hospederos por parte de los parasitoides, aunque su importancia es variable según las situaciones concretas con respecto a otros factores tales como estímulos provenientes de los propios hospederos, la "experiencia", la búsqueda sistemática y la influencia de otros competidores (Godfray, 1994).

### Preferencia por distintos hospederos

Tanto las líneas pertenecientes a *T. pretiosum* (115 y 234) como a *T. exiguum* (172 y 252) prefirieron como hospederos los huevos de *A. sphaleropa* frente a los de *B. cranaodes* cuando ambos hospederos se les expusieron simultáneamente (Tabla 6). Esta diferencia puede ser debida a la capa de secreción transparente que recubre ampliamente las posturas de *B. cranaodes*. Esta marcada preferencia se refleja en que, en todos los casos, los huevos de *A. sphaleropa* parasitados nunca fueron menos del 80% del total (Figura 1a). Así el 100% de las hembras de las líneas 115 y 252 parasitaron solo huevos de *A. sphaleropa* y en el caso de las líneas 234 y 172 algo más del 60%

eligieron ese mismo hospedero, en tanto que el 40% restante de las hembras se dividieron en partes iguales entre las que parasitaron solo *B. cranaodes* y las que lo hicieron sobre los dos hospederos (Figura 1b).

TABLA 6.  
NUMERO DE HUEVOS DE *A. SPHALEROPA* Y DE *B. CRANAODES* PARASITADOS AL SER EXPUESTOS SIMULTANEAMENTE DURANTE 24 HORAS A CUATRO LINEAS DE *TRICHOGRAMMA*.

ESPECIE	Línea	n	<i>A. sphaleropa</i>	<i>B. cranaodes</i>
<i>T. pretiosum</i>	115	10	19,2 ± 1,2	0,0
	234	12	13,7 ± 2,3	2,9 ± 1,7
<i>T. exiguum</i>	172	16	25,9 ± 4,7	6,1 ± 2,4
	252	13	19,1 ± 1,2	0,0

Las medias están seguidas por sus errores standards.

Las líneas evaluadas de *T. pretiosum* y de *T. exiguum* podrían, en consecuencia, ser más eficaces en control biológico contra *A. sphaleropa* que contra la otra plaga de la vid, *B. cranaodes*. Sin embargo, nuestras observaciones han mostrado que esta última especie resulta muy parasitada en el campo por las dos especies de *Trichogramma* estudiadas.

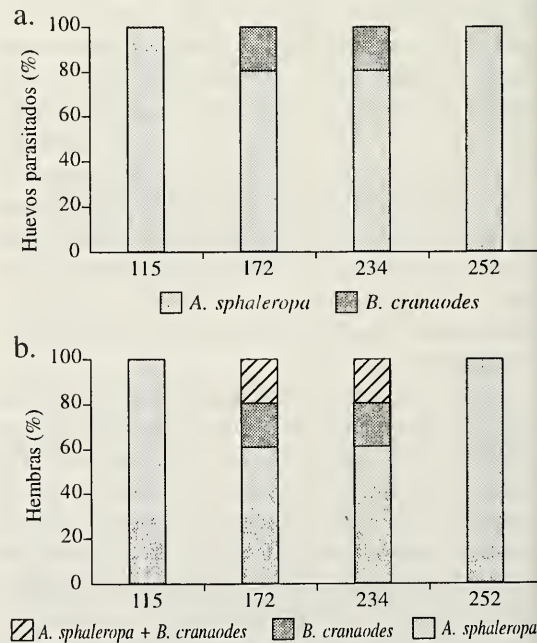


Figura 1: Preferencia de hembras de *T. pretiosum* (líneas 115 y 234) y de *T. exiguum* (líneas 172 y 252) a huevos de *A. sphaleropa* y *B. cranaodes*. (a) porcentaje de huevos parasitados y (b) porcentaje de hembras que parasitaron huevos.

### Capacidad de parasitación

El ANOVA no discriminó diferencias en la capacidad de parasitación de *T. pretiosum* y de *T. exiguum* expresada como número de huevos de *E. kuehniella* parasitados durante 7 días. *Trichogramma pretiosum* alcanzó una media de 51,4 y *T. exiguum* 49,2 huevos parasitados.

Sin embargo, las líneas o las mezclas F2 muestran diferencias significativas ( $p=0,002$ ). Para *T. pretiosum*, el análisis (tests de MDS) indicó una menor capacidad de parasitación de la mezcla F2 que la de las líneas, pero la diferencia es significativa solamente para la línea 22 ( $p=0,003$ ). En *T. exiguum*, la mezcla F2 muestra resultados inferiores a los presentados por algunas líneas pero superiores a los de otras. Sin embargo, las diferencias no son significativas. Se encontraron diferencias entre líneas 172, 183 o 252 (baja capacidad de parasitación) y 192 o 231 (fuerte capacidad de parasitación) (Tabla 7).

Estos resultados, obtenidos a partir de 7 días de postura, se diferencian de los obtenidos del primer día de postura. No hay nuevamente diferencias entre las líneas de *T. pretiosum*, pero las diferencias entre las líneas de *T. exiguum* no se presentan del mismo

modo en los dos períodos. Por otra parte, una desventaja de la mezcla F2 es ahora constatada en *T. pretiosum*, mientras que una más pequeña desventaja de esa mezcla es constatada en *T. exiguum*.

El porcentaje de hembras se ubicó, en todos los casos, por encima del 50%, alcanzando 64,6 % en *T. pretiosum* y 70,3% en *T. exiguum*. La tasa de emergencia de los huevos parasitados fue en todos los casos próxima al 100%. La mortalidad de las hembras al cabo de 7 días de vida fue en general reducida, aunque se comprueba una mayor mortalidad en las líneas de *T. exiguum* y en especial en la línea 172. Del mismo modo, el porcentaje de hembras que no parasitaron fue más elevado en *T. exiguum*, y sobretodo en las líneas 183 y 231 (Tabla 7).

### Actividad locomotriz

La organización temporal de la actividad de todas las líneas mostraran un ritmo caracterizado por desplazamientos durante la fotofase (de 8 a 20 horas) y un reposo durante la fase oscura. En la mayoría de las líneas la actividad aumentó progresivamente con el correr de las horas de luz,

TABLA 7  
NUMERO DE HUEVOS PARASITADOS, PORCENTAJE DE SEXOS, TASA DE EMERGENCIA Y MORTALIDAD DE LA HEMBRA AL SEPTIMO DIA DE VIDA DE 12 LINEAS DE *T. PRETIOSUM* Y DE *T. EXIGUUM*.

ESPECIE	Línea	n	Nº huevos parasitados	Sexos (%) <sup>(1)</sup>	Tasa de emergencia	Mortalidad (7mo.día)	% Hembras <sup>(2)</sup>
<i>T. pretiosum</i>	22	15	60,1 ± 4,7 a	68,4	96,3	0	0
	54	15	51,0 ± 4,7 ab	52,2	92,2	5,9	0
	115	15	56,3 ± 4,7 ab	79,8	98,1	6,7	9
	234	15	49,4 ± 4,8 ab	53,7	90,5	0	0
	Mezcla F2	15	40,4 ± 4,7 b	72,5	98,1	0	0
<i>T. exiguum</i>	172	15	41,3 ± 4,7 b	51,3	100,0	86,7	28,6
	183	11	38,5 ± 5,4 b	60,8	96,4	36,4	56,0
	192	15	60,5 ± 4,7 a	77,5	100,0	0	33,0
	231	15	58,6 ± 4,7 a	73,5	96,2	13,3	42,0
	252	15	38,8 ± 4,7 b	78,7	97,8	0	0
	271	15	52,2 ± 4,7 ab	72,9	97,3	33,3	9,5
	Mezcla F2	15	54,5 ± 4,6 ab	75,3	97,8	0	12,0

Las medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias significativas (test de MDS,  $p<0,01$ ). El número de huevos parasitados es seguido por su error standard. (1) relación de sexos (porcentaje de hembras). (2) porcentaje de hembras que no parasitaron.

para alcanzar su máximo al promediar el período, y comenzar a descender antes del inicio de la fase oscura. En el caso de la línea 252, la actividad se incrementó bruscamente antes del comienzo de la fotofase, para luego mantenerse estable. La actividad es más estable en las líneas de *T. exiguum* (salvo la 231) que en las líneas bisexuales de *T. pretiosum* que presentaron picos más netos con distinta precocidad. Las líneas telitóquicas de *T. pretiosum* presentaron un pico de actividad neta y relativamente más atrasada (Figura 2). Esas dos especies uruguayas son menos activas que *T. brassicae* Bezdenko utilizadas en control biológico en Europa, la cual posee un nivel máximo de actividad elevado durante casi toda la fotofase (Pompanon *et al.*, 1994).

El ANOVA no mostró diferencias significativas en el primer ensayo entre las tres líneas de *T. exiguum* ( $p=0,11$ ). El segundo ensayo no detectó diferencias en la actividad de dos líneas de *T. pretiosum* telitóquicas en función de la latitud al menos en cuanto al régimen fotoperiódico (que enmascara el ritmo genético) (test de t,  $p=0,13$ ). El tercer ensayo evidenció diferencias entre las líneas de *T. pretiosum* o de *T. exiguum* (ANOVA,  $p=0,03$ ), pero las diferencias (PLSD de Fisher) aparece solamente entre la línea 54 de *T. pretiosum* y las líneas 22 y 115 de esa misma especie ( $p<0,05$ ).

En consecuencia, teniendo en cuenta que la actividad locomotriz es un parámetro esencial ligado a la eficacia parasitaria (Vinson, 1984) que condiciona las fases de búsqueda y aproximación al huésped por parte de las hembras, *T. exiguum* puede ser liberada a cualquier hora de la jornada, pero la mañana debe ser desaconsejada si la temperatura es baja (esta especie no ovipone a 15°C). Por su parte, las sueltas de las líneas bisexuales de *T. pretiosum* pueden ser realizadas en la mañana, pero más tarde en la jornada si se trata de las líneas telitóquicas de esa misma especie.

## CONCLUSIONES

Las dos especies frecuentes sobre los lepidópteros de la vid en Uruguay, *T. pretiosum* y *T. exiguum*, parecen ser utilizables contra las plagas de ese cultivo, al menos sobre *A. sphaleropa*. Según nuestras observaciones, aunque *B. cranaodes* no sea el lepidóptero preferido, es muy parasitado en el campo por las dos especies de *Trichogramma*

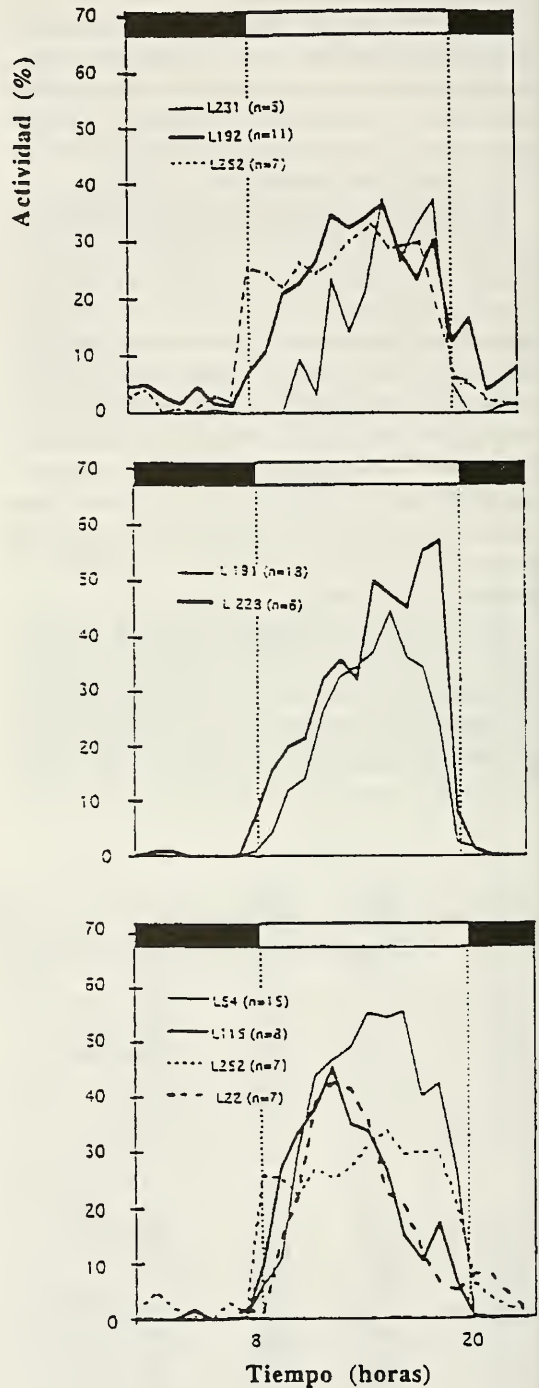


Figura 2: Ritmo circadiano de la actividad locomotriz, cuantificada por el porcentaje de actividad (ver texto), para tres líneas de *T. exiguum* (gráfica superior), dos líneas telitóquicas de *T. pretiosum* (gráfica del medio), y cuatro líneas de *T. pretiosum* (22, 54, 115) o de *T. exiguum* (252) (gráfica inferior). Las bandas negras indican los períodos de oscuridad.



estudiadas. En consecuencia, muy probablemente esas especies de *Trichogramma* podrán también ser utilizadas contra *B. cranaodes*. La inactividad reproductiva de *T. exiguum* a 15°C no parece ser un problema para el control biológico de las generaciones de las plagas de la vid que tiene lugar en el verano, en momento que en Uruguay se presentan temperaturas elevadas. Para las variedades de vid precoces, por ejemplo variedades de uva de mesa, las liberaciones deben tener lugar en primavera y en ese caso *T. exiguum* no parece ser una especie apropiada.

Sin embargo, estas conclusiones deben permanecer preliminares antes de ser validadas en el campo. La mezcla de algunas líneas no aportó una mejoría en la adecuación biológica de la población para cualquiera de las dos especies, pero la utilización de un mayor número de líneas podría contradecir este resultado que debe, en consecuencia, ser confirmado.

#### AGRADECIMIENTOS

Estos estudios han sido financiados parcialmente por el Programa ECOS N° UB 9405 de Cooperación entre Uruguay y Francia.

#### LITERATURA CITADA

- ALLEMAND, R.; F. POMPANON; F. FLEURY; P. FOUILLET Y M. BOULETREAU, 1994. Behavioural circadian rhythms measured in real-time by automatic image analysis: applications in parasitoid insects. *Physiological Entomology*, 19: 1-8.
- BENTANCOURT, C. Y I. SCATONI, 1996. Lepidópteros de importancia económica. Reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales, v.2. Hemisferio Sur, Montevideo.
- GODFAY, H.C.J., 1994. Parasitoids. Behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press. New Jersey, 473p.
- HASSAN, S.A., 1994. Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. In: Wajnberg, E. & S.A. Hassan (eds) Biological control with egg parasitoids. CAB International, Wallingford. pp 55-71.
- POMPANON, F.; P. FOUILLET Y M. BOULETREAU, 1994. Locomotor behaviour in females of two *Trichogramma* species: description and genetic variability. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, 16 (suppl.): 185-190.
- SUVERKROPP, B.P., 1997. Host-finding behaviour of *Trichogramma brassicae* in maize. Tesis PhD, Wageningen Agricultural University, 249 p.
- VINSON, S.B., 1984. Parasitoid-host relationship. In: Bell, W.J. & R.T. Cardé (eds) Chemical Ecology of Insects. Chapman and Hall Ltd. pp 205-233.