

HIBRIDACIÓN DE *PHORACANTHA SEMIPUNCTATA* FAB. Y *PHORACANTHA RECURVA* NEWMAN (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Borrajo P.(*)¹, López M. A. ¹, Ocete, R. ¹ y Ruiz F. ²

¹Departamento de Fisiología y Zoología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla.
Av. Reina Mercedes, 6. CP: 41012. Sevilla. España

² Centro de Investigación y Tecnología de ENCE.Ctra. Madrid-Huelva km. 630
Apdo. de correos 223. CP: 21080. Huelva. España.

*Autores para la correspondencia: pborrajo@us.es

Boletín del CIDEU 4: 9-20 (2007)
ISSN 1885-5237

Resumen

En este trabajo se estudia la hibridación en condiciones de laboratorio entre *Phoracantha semipunctata* Fabricius y *Phoracantha recurva* Newman (Coleoptera: Cerambycidae) a fin de evaluar la viabilidad y vigor de dichos híbridos, así como el porcentaje de parasitismo de *A. longoi* Siscaro (Hymenoptera: Encyrtidae) sobre la progenie de éstos.

Se midió la fecundidad de las hembras de los cruces P. semipunctata x P. recurva y P. recurva x P. semipunctata, así como de los cruces de las especies puras.

Para evaluar la influencia de la hibridación en la tasa de parasitismo de *A. longoi*, se diseñó un ensayo de elección - no elección con huevos de los cuatro cruces.

Las hembras del cruce P. semipunctata x P. recurva presentaron una fecundidad significativamente menor que las hembras del resto de cruces estudiados.

Se constató la preferencia de *Avetianella longoi* por los huevos de *P. semipunctata* frente a los de *P. recurva* y se observó una tendencia del parasitoide a elegir los huevos del cruce P. semipunctata x P. recurva frente a P. recurva x P. semipunctata. Asimismo, el parasitismo resultó ser mayor sobre huevos procedentes de cruces en los que la hembra fue *P. semipunctata*.

Palabras clave: *Avetianella longoi*, híbridos, fecundidad, parasitismo.

Summary

Hybridization of *Phoracantha semipunctata* Fab. and *Phoracantha recurva* Newman (Coleoptera: Cerambycidae) under laboratory conditions.

In the present work, we study hybridization under laboratory conditions amongst *Phoracantha semipunctata* Fabricius and *Phoracantha recurva* Newman (Coleoptera: Cerambycidae) in order to determinate the hybrid viability, vigour and the implications of parasitism by *Avetianella longoi* on the hybrid progeny.

Fecundity of females from P. semipunctata x P. recurva, the reciprocal crosses and pure species was contrasted. The implications of hybridization in parasitism rate by *A. longoi* were also evaluated through a trial design (choice/no-choice). Females from the P. semipunctata x P. recurva crosses showed low fecundity in contrast to pure species and also to the reciprocal hybrids crosses.

Parasitoids chose *P. semipunctata* eggs for oviposition rather than *P. recurva* eggs. In the case of hybrids, *A. longoi* tended to choose P. semipunctata x P. recurva eggs more than P. recurva x P. semipunctata eggs. Therefore, parasitism rates on eggs from *P. semipunctata* resulted higher whether they are pure species or its hybrids.

Key words: *Avetianella longoi*, hybrids, fecundity, parasitism.

INTRODUCCIÓN

El perforador del eucalipto, *Phoracantha* *sp.* (Coleoptera: Cerambycidae) es originario de Australia y constituye una plaga importante del género *Eucalyptus* en las zonas en las que éste ha sido introducido (CHARARAS, 1969).

Phoracantha semipunctata Fabricius ha sufrido un proceso de dispersión a lo largo del s. XX que le ha permitido colonizar amplias zonas de climas templados y cálidos de todo el mundo, detectándose por primera vez en España a principios de los años 80 (CADAHIA, 1981).

En su país nativo, el daño producido por *P. semipunctata* no tiene importancia económica, ya que está limitado por la combinación de resistencia y vigor del hospedador y la presencia de enemigos naturales que atacan a todos los estadios del ciclo de la plaga (TURNBULL Y PRYOR, 1978). El estrés estacional al que están sometidas algunas plantaciones de eucaliptos y la ausencia de enemigos naturales fuera de su región de origen son los principales factores contribuyentes en el éxito de esta especie como plaga.

Los adultos son atraídos por compuestos volátiles desprendidos de árboles estresados (BARATA, 1992). Se aparean, y las hembras depositan sus huevos bajo la corteza. Una vez emergidas, las larvas neonatas penetran en la corteza, realizando galerías de alimentación que provocan el anillamiento del árbol. Una vez finalizado su desarrollo, excavan una cámara pupal, donde realizan la pupación para emerger, posteriormente, como adultos (GONZÁLEZ TIRADO, 1992).

Desde el año 1998, se desarrolla, en el Centro de Investigación y Tecnología del Grupo Empresarial ENCE, en la provincia de Huelva, un Programa de Control Biológico contra *P. semipunctata* utilizando

para ello un parasitoide específico, *Avetianella longoi* Siscaro (Hymenoptera: Encyrtidae), que es un enemigo natural efectivo de *P. semipunctata*. En Europa, esta avispa alcanza tasas de parasitismo superiores al 90% (LONGO *et al*, 1993). Unido a estas altas tasas de parasitismo se encuentra el hecho de que, al ser oófago, es capaz de controlar la plaga antes de que la fase larvaria del insecto inicie su alimentación, reduciendo, por tanto, el daño. En el año 1998 se pudo constatar la presencia de dicho himenóptero de forma espontánea en la provincia de Huelva (MANSILLA *et al.*, 1999), procedente, seguramente, de Portugal, donde fue introducido de forma accidental (HANKS *et al.*, 1995a).

Otra especie del género; *Phoracantha recurva* Newman, que también constituye potencialmente una importante plaga del eucalipto, fue citada por primera vez en la Península Ibérica, en Andalucía (BERCEDO Y BAHILLO, 1998 y 1999) en 1997.

Tiene los mismos requerimientos ecológicos que su congénere, siendo también fuertemente atraída por árboles estresados, por lo que los daños ocasionados son los mismos.

Esta especie posee ciertas ventajas ecológicas con respecto a la anteriormente citada, ya que tiene un desarrollo larvario más corto y sus puestas son menos vulnerables a la parasitización por *A. longoi*. Estas ventajas ecológicas le han permitido colonizar los eucaliptares y desplazar a *P. semipunctata* en el Sur de California (LUHRING *et al.*, 2000).

Como parte del mencionado Programa de Lucha Biológica, se lleva a cabo un proceso de cría de ambas especies de *Phoracantha*, durante el cual se observaron apareamientos interespecíficos esporádicos

tanto entre individuos criados en laboratorio, como entre aquéllos recolectados en muestreos de campo. Por este motivo, se planteó la posibilidad de hibridación entre ambas especies.

El estudio que se aborda en este trabajo plantea cómo el fenómeno de hibridación influiría en la tasa de parasitismo por parte de *A. longoi*, así como en la fecundidad de ambas especies.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Producción de los imagos.

Para la producción de híbridos entre ambas, así como de las especies puras, se siguió el mismo procedimiento de cría que se emplea en la cría masiva de *P. semipunctata* y *P. recurva* (MANSILLA *et al.*, 1999) consistente en el mantenimiento de grupos de ocho individuos (cinco hembras y tres machos) en cajas de plástico de 15 x 13 x 10 cm. Con el fin de obtener un soporte para la oviposición, en el interior de cada unidad de cría se colocaba una placa de Petri de 9 cm de diámetro envuelta en papel de filtro, de manera que la presión que supone la placa Petri permitiera a la hembra del cerambícido realizar la oviposición bajo la misma. Los imagos eran alimentados con polen y una disolución de agua con miel. Tres veces por semana se revisaban las cajas de cría y se colocaban cortezas frescas de eucalipto para estimular la oviposición (RUIZ, 2003), se recolectaban los huevos y se reponían los individuos muertos. Asimismo, dos veces al mes, se intercambiaban los machos de todas las cajas de cría (siempre utilizando individuos de aproximadamente la misma edad) para evitar de ese modo fenómenos de repulsión entre machos y hembras. La cría era llevada a cabo en una cámara cuyas condiciones

eran 26° C, 50% HR y fotoperiodo 14:10h día:noche.

Parte de los huevos recolectados eran utilizados para continuar la producción de las líneas del insecto. Con este fin, se mantenían en una cámara incubadora a 30° C hasta el momento de la emergencia de las larvas. Las larvas neonatas eran insertadas artificialmente en trozas de madera de eucalipto de unos 50 cm de longitud. Estas trozas eran apiladas en jaulas de donde, una vez finalizado el desarrollo larvario de los insectos y completada la pupación, se recogían diariamente los imagos emergidos. Estas jaulas se mantenían a temperatura y humedad ambiental la mayor parte del año, a excepción de los meses de invierno, en que se les controlaba la temperatura con el fin de seguir obteniendo emergencias durante todo el año.

Se nombraron como H1 aquellos individuos que correspondían al cruce *P. semipunctata* x *P. recurva* y como H2 aquellos que correspondían al cruce *P. recurva* x *P. semipunctata*, detallándose el pedigrí y nombramiento de los distintos cruces en la tabla 1.

Para estos cruces fueron utilizadas hembras vírgenes recién emergidas de las trozas con infestación controlada, para asegurar de este modo que la descendencia obtenida era producto del cruce a estudiar.

Cabe destacar que la descendencia obtenida de dichos cruces (F₁) resultó ser fértil. Se realizaron cruces entre ellas, que también dieron lugar a descendencia (F₂). Estos cruces fueron omitidos en el estudio por no disponer de datos suficientes debido a la larga duración del ciclo de los insectos, especialmente en los meses de invierno.

TABLA 1. En esta tabla se muestra el pedigrí de las especies de híbridos utilizadas en el estudio.

Generación	Cruce	Madre	Padre
F ₀	<i>P. semipunctata</i>	<i>P. semipunctata</i>	<i>P. semipunctata</i>
	<i>P. recurva</i>	<i>P. recurva</i>	<i>P. recurva</i>
F ₁	H1	<i>P. semipunctata</i>	<i>P. recurva</i>
	H2	<i>P. recurva</i>	<i>P. semipunctata</i>

Para poder evaluar el vigor de los híbridos, así como sus posibles diferencias con las especies puras, se procedió a la construcción de una variable denominada **Fecundidad**, expresada como el promedio del número de huevos por hembra y semana a lo largo del ciclo de los insectos durante el año 2005 (N° Huevos/Hemb/Sem).

Con objeto de constatar las preferencias respecto a la oviposición de *Avetianella longoi* se definieron las siguientes variables:

% de Parasitización (%P): Se identificó de visu el número de huevos parasitados con respecto al total de huevos de cada cruce. El criterio utilizado para la determinación de dichos huevos parasitados era el oscurecimiento de los mismos por efecto del desarrollo del parasitoide en su interior.

Número de Avetianellas por huevo (N_A): Se llevó a cabo un recuento del total de himenópteros emergidos de las puestas de cada especie, calculándose el número total de éstos frente al total de huevos.

Cuantificación del vigor híbrido.

Ensayo de Fecundidad.

Se evaluaron, a través de ANOVA, las posibles diferencias en la fecundidad de las hembras de sendas especies de *Phoracantha* al ser fecundadas por machos de la otra especie, con respecto a los cruces de especies puras. Fueron evaluados los

datos correspondientes al año 2005. Para ello empleamos el siguiente modelo:

$$X_{ij} = \mu + C_i + M_j + CM_{ij} + \xi_{k(ij)}$$

Donde,

X_{ij} representa la variable en estudio.

C_i representa el efecto del cruce i .

M_j representa el efecto del mes j .

CM_{ij} representa el efecto de la interacción entre el cruce i y el mes j .

$\xi_{l(ijk)}$ representa el error experimental.

Parasitización por *Avetianella longoi*.

Ensayo de elección y no elección.

Las preferencias respecto a la oviposición de *Avetianella longoi* se evaluaron utilizando parasitoides recién emergidos, para asegurar que no hubiesen tenido ningún contacto anterior con huevos de *Phoracantha* que pudiera influirles en su conducta.

Para medir posibles diferencias en la tasa de parasitismo de *Avetianella longoi* en laboratorio sobre las especies en estudio, se diseñó un experimento de elección en el que se ofrecía al parasitoide aproximadamente el mismo número de huevos de cada una de las especies híbridas estudiadas (unos 10-20 huevos) (LUHRING *et al.*, 2004), así como de *P.recurva* y *P.semipunctata*, insertando un parasitoide por cada dos huevos del hospedador. Del mismo modo se diseñó un experimento de

no elección en el que se comparó la parasitización de cada cruce en ausencia del resto de los cruces, así como el *Número de Avetianella por huevo*, variable que únicamente fue medida en dicho ensayo de no elección, ya que, en el de elección no fue posible diferenciar las avispas emergidas de los huevos de cada cruce.

Los huevos utilizados en el ensayo tenían, como máximo, un día de edad, ya que eran recolectados entre las 8.00 y las 9.00 am, procurando recrear las condiciones de campo.

La cría de las avispas se realizó siguiendo la misma metodología usada en el Laboratorio de Lucha Biológica del CIT de ENCE (MANSILLA *et al.*, 1999). Para su parasitización, los huevos se colocaban en tubos de ensayo, considerados como unidades de cría, en los que se insertaba un

parasitoide por cada dos huevos del hospedador.

Los tubos con los huevos de *Phoracantha* y los adultos del parasitoide eran mantenidos durante tres días en una cámara de cría a 22° C, 70% HR y un fotoperiodo de 14 h de luz y 10 h de oscuridad. Los encírtidos eran alimentados con una fina línea de miel que se disponía en la pared de cada tubo.

Transcurridos esos tres días, periodo estimado por Mansilla *et al.* (1999) para asegurar la parasitización, los parasitoides eran retirados y los huevos parasitados se trasladaban a una cámara de cría en la que se mantenía el mismo fotoperiodo, 26°C y 50% HR, donde se mantenían hasta la emergencia de los parasitoides.

En la tabla 2 se muestran los diferentes tipos de huevos ofrecidos al parasitoide en los ensayos de elección y no elección.

TABLA 2. En esta tabla se muestran las distintas especies con que se realizó el ensayo de elección.

Tipo de ensayo	Especies ofrecidas <i>A. longoi</i>			
Elección	H1	H2		
	H1	H2	<i>P. semipunctata</i>	
	H1	H2		<i>P. recurva</i>
	H1	H2	<i>P. semipunctata</i>	<i>P. recurva</i>
			<i>P. semipunctata</i>	<i>P. recurva</i>
	H1		<i>P. semipunctata</i>	
	H1			<i>P. recurva</i>
		H2	<i>P. semipunctata</i>	
	H1	H2		<i>P. recurva</i>
			<i>P. semipunctata</i>	<i>P. recurva</i>
No elección		H2	<i>P. semipunctata</i>	<i>P. recurva</i>
	H1			
		H2		
			<i>P. semipunctata</i>	<i>P. recurva</i>

Se realizó un análisis de la varianza multifactorial para evaluar las posibles diferencias en la tasa de parasitismo de *Avetianella longoi* empleando el siguiente modelo estadístico para analizar la variable %P:

$$X_{ijk} = \mu + P1_i + P2_j + P3_k + P1P2_{ij} + P1P3_{ik} + P2P3_{jk} + P1P2P3_{ijk} + \xi_{l(ijk)}$$

Donde,

X_{ijk} representa la variable a estudiar.

$P1_i$ representa el efecto de la presencia o ausencia del cruce 1.

$P2_j$ representa el efecto de la presencia o ausencia del cruce 2.

$P3_k$ representa el efecto de la presencia o ausencia del cruce 3.

$P1P2_{ij}$ representa el efecto de la interacción entre la presencia o ausencia del cruce 1 y la presencia o ausencia del cruce 2.

$P1P3_{ik}$ representa el efecto de la interacción entre la presencia o ausencia del cruce 1 y la presencia o ausencia del cruce 3.

$P2P3_{jk}$ representa el efecto de la interacción entre la presencia o ausencia del cruce 2 y la presencia o ausencia del cruce 3.

$P1P2P3_{ijk}$ representa el efecto de la triple interacción entre la presencia o ausencia del cruce 1, el cruce 2 y el cruce 3 .

$\xi_{l(ijk)}$ representa el error experimental.

Este modelo se repite para estudiar el %P de cada cruce.

Cabe destacar que la variable *Porcentaje de Parasitización*, para su análisis, se sometió a una transformación, que, en el caso de *%Parasitización de P. semipunctata* ($\%P_{smp}$) fue:

$$T(\%P_{smp}) = ((\sin(\%P_{smp}/100))^{1,9} - 1/1,9)$$

Y para el caso de *%Parasitización de P. recurva* fue ($\%P_{rcv}$):

$$T(\%P_{rcv}) = (\%P_{rcv})^{0,7}$$

Con respecto al ensayo de no elección, se realizó un ANOVA multifactorial para evaluar las posibles diferencias entre los cruces estudiados, utilizando para ello el siguiente modelo:

$$X_{ij} = \mu + C_i + S_j + CS_{ij} + \xi_{k(ij)}$$

Donde,

C_i representa el efecto del cruce i..

S_j representa el efecto de la semana j.

CS_{ij} representa el efecto de la interacción entre el cruce i y la semana j.

$\xi_{l(ijk)}$ representa el error experimental.

Cabe destacar que, en este caso, la variable *Porcentaje de Parasitización*, para su análisis, se sometió a una transformación, que consistió en:

$$T(\%P) = \text{Sqrt}(\sin(\%P/100))$$

El nivel de confianza empleado durante todo el análisis y para todas las variables estudiadas fue del 95 % de probabilidad.

RESULTADOS.

Cuantificación del vigor híbrido.

Ensayo de Fecundidad.

A partir del ANOVA, se encontraron diferencias significativas con respecto a la interacción estudiada *cruce*mes* de estudio ($P < 0,001$). Así, para la variable *Fecundidad*, puede observarse una marcada tendencia a presentar dos valores máximos anuales, situados, el primero de ellos en primavera, y el segundo a finales de verano.

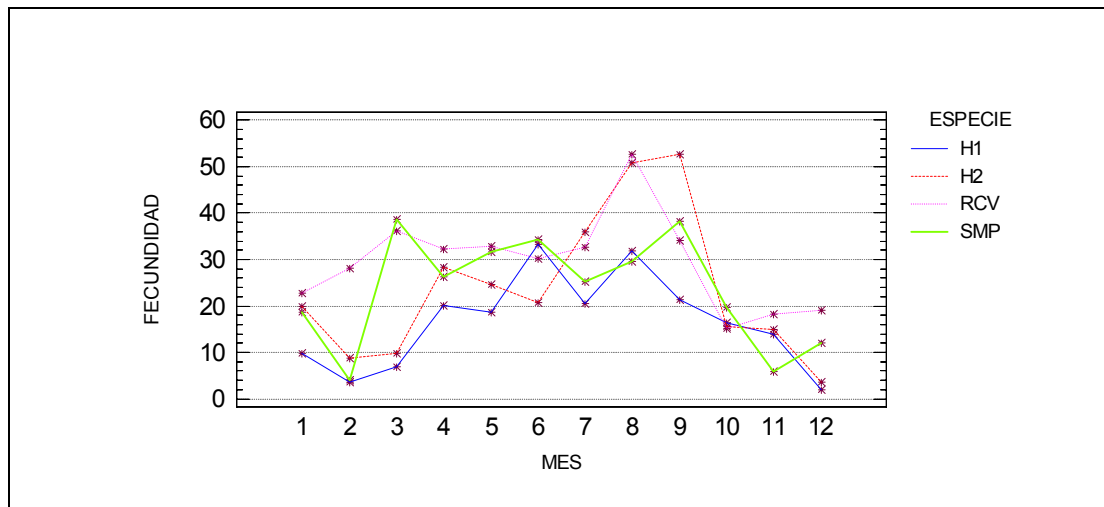


Figura 1. Interacción cruce*mes

Esta tendencia se ve ligeramente interrumpida por el primer máximo de los cruces H1 y H2, que se ve levemente retardado con respecto al primer pico de puestas del resto de cruces. Aunque siguiendo la mencionada tendencia, el segundo máximo anual de *P. recurva* ocurre en agosto, por lo que se adelanta con respecto al correspondiente a *P. semipunctata*, que tiene lugar en el mes de septiembre. Además, tanto el segundo pico de *P. recurva* como el de H2, son más pronunciados que los primeros, así como superiores al que presentan el resto de los cruces, tal como puede observarse en la figura 1.

En relación al factor *cruce* estudiado, se encontraron diferencias significativas en el número de huevos por hembra entre los cruces H1, H2 y las especies puras ($P < 0,001$), según el Test de Rangos Múltiples de Duncan al 95% de confianza, presentándose tres grupos distintos en cuanto a *Fecundidad* de las hembras (N° Huevos/Hemb/Sem). En el primero encontraríamos el cruce H1, cuya fecundidad resultó la menor de todos los cruces ($16,56 \pm 4,8$ N° Huevos/Hemb/Sem), seguido por H2 y *P. semipunctata*

($23,75 \pm 2,9$ N° Huevos/Hemb/Sem) y, por último, *P. recurva*, que presentó la máxima fecundidad del estudio ($29,5362 \pm 4,8$ N° Huevos/Hemb/Sem).

El factor *mes* de observación también resultó presentar diferencias significativas ($P < 0,001$), encontrándose tres grupos diferentes según el Test de Duncan. En el primero de ellos encontraríamos los meses comprendidos entre octubre y febrero ($13,6 \pm 5,5$ $Huevos/Hemb/Sem$), un segundo grupo constituido por los meses comprendidos entre marzo y julio ($26,98 \pm 5,26$ $Huevos/Hemb/Sem$), y por último, un grupo formado por agosto y septiembre, en el que se registraron los mayores valores de fecundidad ($38,9 \pm 5,2$ $Huevos/Hemb/Sem$).

Parasitización por *Avetianella longoi*.

Ensayo de elección y no elección.

% de Parasitización.

Con respecto al porcentaje de parasitización de los huevos de *P. semipunctata*, éste varía de forma significativa con respecto a la interacción $H1 * H2$ ($P < 0,05$), de manera que éste aumenta en presencia de huevos de H1, y

de H2 cuando éstos no se dan de forma simultánea, mientras que cuando se presentan huevos de las dos especies, el %P de *P. semipunctata* disminuye.

También se observa una tendencia, aunque no significativa, a aumentar en presencia tanto de H1, como de H2 y de *P. recurva* cuando la presencia de éstas no tiene lugar de forma simultánea.

El porcentaje de parasitación de los huevos de *P. recurva* se vio significativamente afectado por la presencia de los huevos de *P. semipunctata* ($P < 0,05$), reduciéndose éste desde un $40,7 \pm 9$ % hasta un $24,8 \pm 9$ %.

Aunque no de manera significativa, se observó también una tendencia al alza del %P de los huevos de *P. recurva* en presencia de huevos de su híbrido, H2.

El porcentaje de parasitación de los huevos del cruce H2 disminuyó del mismo modo en presencia de huevos de H1 ($P < 0,05$), desde un $45 \pm 9,14$ % en ausencia de huevos de H1 hasta un $26,56 \pm 9,14$ % en presencia de estos.

Como valores globales, se obtuvo un %P de *P. semipunctata* en el caso en que el resto de especies estaba ausente de $77,93 \pm 11,03$ %. Del mismo modo, el %P de *P. recurva* fue de $41,07 \pm 12,6$ %; el %P de H1 ascendió a $79,08 \pm 13,65$ % y el correspondiente a H2 resultó ser de $46,67 \pm 13$ %.

Con respecto al ensayo de no elección, el %P variaba significativamente con respecto a la especie estudiada ($P < 0,05$). Se podrían distinguir dos grupos con respecto a este factor según el Test de Rangos Múltiples de Duncan; uno de ellos compuesto por aquellos cruces que presentaron un menor porcentaje de parasitación, H2 y *P. recurva* ($43,87 \pm 15$ %) y el otro, compuesto por los que presentaron un mayor porcentaje de parasitación, H1 y *P. semipunctata* ($78,52 \pm 15$ %).

Número de Avetianellas por huevo.

Tal como se mencionó anteriormente, esta variable se tuvo en cuenta únicamente en el ensayo de no elección. Su análisis no presentó diferencias estadísticamente significativas, aunque sí se pudo observar una tendencia; el número de avispas emergidas por huevo del hospedador tiende a ser menor en aquellos cruces que presentan un menor porcentaje de parasitación, es decir, *P. recurva* y H2.

DISCUSIÓN.

Cuantificación del vigor híbrido.

Ensayo de Fecundidad.

El análisis de fecundidad nos muestra cómo los máximos valores de la variable para el caso de los individuos de H1 se alcanzan en los meses de junio y agosto, mientras que en el caso de *P. semipunctata* estos valores se localizan en marzo y septiembre. Se puede observar cómo el primer pico del cruce H1 se ve retardado significativamente con respecto al que presenta el cruce puro. Este hecho podría interpretarse como un indicio de depresión por hibridación, que situaría a las larvas en desventaja en situaciones de competencia, dado que la supervivencia de las mismas está supeditada a la disponibilidad de recursos, viéndose diezmada por efectos de canibalismo en casos de superpoblación (HANKS *et al.*, 1991) Asimismo, el tamaño y vigorosidad de los adultos depende directamente de la alimentación durante los estadios larvarios (HANKS *et al.*, 1995b), De hecho, las hembras de mayor tamaño presentan una mayor fecundidad (HANKS *et al.*, 1993), así como los machos de mayor tamaño presentan más éxito reproductivo (HANKS *et al.*, 1996),

En lo que al resto de cruces se refiere, los dos máximos anuales constatan la existencia de las dos generaciones anuales ya descritas para la provincia de Huelva por

GONZÁLEZ TIRADO (1992) para la especie pura *P. semipunctata*. Sin embargo, a pesar de que el primer máximo de oviposición de ambas especies puras tiene lugar prácticamente de forma simultánea, observamos cómo el segundo máximo de oviposición de *P. recurva* tiene lugar en el mes de agosto, adelantándose, por tanto, al correspondiente máximo de *P. semipunctata*, que tiene lugar en el mes de septiembre. Asimismo, se ha podido comprobar cómo la incidencia de dicho pico, tanto en el caso de *P. recurva*, como en el de H2, es significativamente mayor que la de *P. semipunctata* y H1. Este hecho puede ser una de las características que le confieren a *P. recurva* ciertas ventajas ecológicas frente a su congénere (LUHRING *et al.*, 2000, LUHRING *et al.*, 2004). Dicha ventaja puede presumiblemente presentarse de igual modo en el híbrido H2, dados los resultados obtenidos, por lo que podría pensarse que este hecho viene determinado únicamente por la hembra.

En lo que al factor *cruce* se refiere, nuevamente se pone de manifiesto la superioridad ecológica que presenta *P. recurva* con respecto al resto de los cruces, así como la inferioridad de H1, debido a que la *fecundidad* de la primera especie resultó ser la mayor de todas, así como las hembras del cruce H1 fueron las que presentaron la menor *fecundidad*, lo que también podría ser interpretado como un indicio de depresión por hibridación.

H2 y *P. semipunctata* presentan los mismos valores de fecundidad, de lo que se puede deducir que, hay ciertos factores influyentes en la fecundidad de las hembras en los que intervendrían los machos, como podría ser la calidad del esperma.

Parasitización por Avetianella longoi. ***Ensayo de elección y no elección.***

% de Parasitización.

Se ha comprobado que el %P de *P. semipunctata* aumenta en presencia de huevos de H1, y de H2 cuando éstos no se dan de forma simultánea, lo que se explicaría atendiendo a la preferencia que el parasitoide presenta por los huevos de *P. semipunctata*, según cita LUHRING *et al.* (2004). Por otro lado, cuando se presentan huevos de las dos especies, el %P de *P. semipunctata* disminuye, fenómeno para el que no hemos encontrado explicación en concordancia con la bibliografía consultada, así como con el resto de resultados.

En presencia de huevos de *P. semipunctata*, se ha constatado la disminución en la tasa de parasitismo de los huevos de *P. recurva*, lo que indica una clara preferencia de *Avetianella longoi* por los huevos de *P. semipunctata* (LUHRING *et al.*, 2004). La elección del hospedador adecuado por parte del parasitoide puede tener lugar de diversas maneras, ya sea basándose en el tamaño y forma del huevo, como es el caso de *Trichogramma* spp. (SCHMIDT AND SMITH, 1987), o bien, como parece ser el caso de *Avetianella longoi*, mediante indicios químicos o táctiles asociados al corion o al contenido del huevo, ya que la diferencia existente entre el tamaño y el peso de los huevos de ambas especies no es relevante para impedir el desarrollo de varios parasitoides en su interior (LUHRING *et al.*, 2004).

Por el contrario, aunque no de forma significativa, la tasa de parasitismo de los huevos de *P. recurva* se ve aumentada en presencia de huevos de H2, lo que nos conduce a pensar que, a su vez, el parasitoide presenta ciertas preferencias por los huevos de la especie pura con respecto a los huevos híbridos.

En presencia de huevos del híbrido H1, el porcentaje de parasitización de H2 disminuía de manera significativa, del mismo modo que ocurría con los huevos de

P. recurva en presencia de *P. semipunctata*. Este resultado nos lleva a pensar en la influencia que puede tener la herencia materna en las características del huevo, que determinan las preferencias del parasitoide.

También de manera no significativa, se observa cierta tendencia del himenóptero a elegir los huevos de *P. semipunctata* frente a los huevos de su híbrido H1, así como frente a aquéllos correspondientes al cruce H2 y a los de *P. recurva*.

En lo que al ensayo de no elección se refiere, se detectan diferencias dos a dos en las tasas de parasitismo de los cuatro cruces estudiados, de manera que los cruces de madre *P. semipunctata* presentarían condiciones más favorables para ser parasitados que los de los otros dos cruces, lo que también nos indicaría la importancia de la herencia materna en las condiciones físico-químicas que hacen de los huevos un hospedador idóneo.

Estas marcadas preferencias del parasitoide hacen pensar a LUHRING *et al.* (2004) en el posible fracaso de *Avetianella longoi* en Programas de Control Biológico contra *Phoracantha recurva*. Teniendo en cuenta que el himenóptero también descarta en su elección los huevos del cruce H2, la hibridación en campo, unida al esperado aumento poblacional de *P. recurva* con respecto a *P. semipunctata* (LUHRING *et al.*, 2000), podría influir en el buen funcionamiento de los Programas de Control Biológico basados en *Avetianella longoi*, como es el caso del que se lleva a cabo en la provincia de Huelva.

Por este motivo, en la actualidad se llevan a cabo estudios para determinar los niveles poblacionales de ambas especies en la provincia, con objeto de poder evaluar el descenso de la efectividad del Programa en este sentido.

Número de Avetianellas por huevo.

Aunque no de manera significativa, se ha comprobado la tendencia a obtener un menor número de avispas emergidas por huevo en el caso de aquellos huevos que son menos favorables a la parasitización (*P. recurva* y H2). Por este motivo se ha llegado a la conclusión de que los huevos de *P. recurva* y H2 deben presentar características físicas y químicas que los hacen hospederos desfavorables. En situaciones desfavorables, la tendencia del himenóptero sería la de superparasitizar para asegurar la emergencia de una siguiente generación, aunque en este caso parece ser incapaz de superparasitizar, ya que dichas características desfavorables impedirían, posiblemente, el desarrollo de más de un individuo por huevo. Se sabe que el tamaño del huevo no es el factor limitante (LUHRING *et al.*, 2004), por lo que debe tratarse de algún tipo de limitación nutricional.

AGRADECIMIENTOS

Desde estas líneas queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a todo el personal de laboratorio y campo del Laboratorio de Lucha Biológica del CIT de ENCE por su colaboración en trabajos de cría diaria, así como de muestreos de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Barata E.N., Fonseca P.J., Mateus E. y Araújo J., 1992 Host-finding by *Phoracantha semipunctata*: host volatiles, electroantennogram recordings and baited field traps. Proceedings 8th International Symposium on Insect-Plant Relationships (Ed. by S. B. J. Menken, J. H. Visser and P. Harrewijn), pp. 133-5. Kluwer, Dordrecht.
- Bercedo, P. y Bahillo, P., 1998. *Phoracantha recurva* (Coleoptera, Cerambycidae): Una nueva plaga de los eucaliptales españoles. Bol.S.E.A.,23:52-54.
- Bercedo, P. y Bahillo, P., 1999. Primera cita para Europa de *Phoracantha recurva* Newman (1840) (Coleoptera, Cerambycidae). Esp. Mus. Cienc. Nat. Álava..
- Cadahia, D., 1981. *Phoracantha semipunctata* F., una nueva plaga de los Eucalyptus en España. Agricultura, 592:845-848.
- Chararas, C., 1969. Biologie et ecologie de *Phoracantha semipunctata* Fab. (Coleoptère Cerambycidae xylophague). Ravageur des Eucalyptus en Tunisie, et méthodes de protection des peuplements. Annales de L'institut National de Recherches Forestières de Tunisie.
- González Tirado, L., 1992. Estudio sobre las integrales térmicas de *Phoracantha semipunctata* (Col: Cerambycidae), insecto perforador del género Eucaliptus, en Huelva (España). Bol. San. Vegetal Plagas, 18: 529-545.
- Hanks L., Millar J. G M., y Paine T. D., 1991. An evaluation of cold temperatures and density as mortality factors of the eucalyptus longhorned borer (Coleoptera:Cerambycidae) in California. Environmental Entomology 20: 1583-1588.
- Hanks L. M., Paine T. D., y Millar J. G., 1993. Host species preference and larval performance in the wood-boring beetle *Phoracantha semipunctata* F. Oecologia. 95: 22-29
- Hanks L. M., Gould J.R., Paine T.D., Millar J.G., y Wang, Q.,1995a. Biology and host relations of *Avetianella longoi* (Hymenoptera: Encyrtidae), an egg parasitoid of the Eucaliptus Longhorned Borer (Coleoptera: Cerambycidae). Ann. Entomol. Soc. Am., 88(5): 666-671.
- Hanks L. M., Paine T. D., Millar J. G y Hom J. L., 1995b. Variation among Eucalyptus species in resistance to eucalyptus longhorned borer in southern California. Entomologia Experimentalis et Applicata 74:185-194.
- Hanks, L., M., Millar J.G. y Paine T.D ,1996. Body size influences mating success of the Eucalyptus Longhorned Borer (Coleoptera: Cerambycidae). Journal of Insec Behavior. Vol 9 (3): 369-382.
- Longo, S., Palmeri, V. y Sommeriva, D., 1993. Sull'attività di *Avetianella longoi* ooparassitoide di *Phoracantha semipunctata* nell'Italia meridionale. Redia. Vol. LXXVI n. 1: 223-239.
- Luhring, K.A., Paine, T.D., Millar, J.G. y Hanks ,L.M., 2000. Suitability of the eggs of two species of Eucaliptus Longhorned Borers (*Phoracantha recurva* and *P. semipunctata*) as hosts for the Encyrtid parasitoid *Avetianella longoi*. Biological Control 19: 95-104.
- Luhring, K.A., Millar, J.G. , Paine, T.D ., Reed, D., y Christiansen H., 2004. Ovipositional preferents and progeny development of the egg parasitoid *Avetianella longoi*: factors mediating replacement of one species by a congener in a shared habitat. Biological Control 30 382-391.
- Mansilla, P. Pérez, R., Ruiz, F. y Salinero, C., 1999. *Avetianella longoi* Siscaro, parásito de huevos de *Phoracantha semipunctata* F.: Primera cita de su presencia en España y bases

- para la puesta en práctica del control biológico del xilófago. Bol. San. Vegetal Plagas, 25: 515-522.
- Ruiz, F., 2003. El control biológico de plagas en masas forestales de *Eucalyptus globulus*. Acta del Primer Simposio Iberoamericano de *Eucalyptus globulus*.
- Schmidt, J. M. and Smith, J. J. B, 1987. The measurement of exposed host volume by the parasitoid wasp *Trichogramma minutum* and the effects of wasp size. Can. J. Zool. 65, 2837-2845.
- Turnbull, J.W., Pryor, L.D., 1978. Choice of species and seed sources. In: W.E.Hillis&A.G.Brown (eds), *Eucalypts for wood production*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, pp.6-65.