

# PAUTAS DE APAREAMIENTO Y LOCALIZACIÓN INTRAESPECÍFICA EN *CERAMBYX WELENSII*

Israel Sánchez-Osorio, Raúl Tapias Martín, Gloria López Pantoja y Luis Domínguez Nevado

Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva. Carretera de Palos de la Frontera s/n. 21819-PALOS DE LA FRONTERA (Huelva, España). Correo electrónico: isanchez@uhu.es

## Resumen

Se presentan los primeros resultados del estudio de las pautas de apareamiento y respuesta intraespecífica olfativa y de contacto para *Cerambyx welensii* Küster. Para el encuentro sexual esta especie exhibió un patrón típico siguiendo la secuencia general de contacto antenal, precipitación del macho hacia la hembra, lamido e intento de cópula. No se han encontrado evidencias de la existencia de actividad feromonal de larga o corta distancia. Las antenas ejercen un papel relevante a la hora de facilitar el encuentro sexual, pero el contacto antenal no resulta esencial para el apareamiento. Los machos intentaron aparearse con hembras lavadas con hexano y reimpregnadas con extractos de hembra, pero no respondieron ante señuelos impregnados con los mismos extractos. Se sugiere la probable existencia en las hembras de feromona de contacto incitadora del apareamiento.

Palabras clave: *Cópula*, *Olfatómetro*, *Feromona de contacto*, *Perforador en Quercus*

## INTRODUCCIÓN

*Cerambyx welensii* Küster es el principal insecto xilófago de encinas (*Quercus ilex* L.) y alcornoques (*Quercus suber* L.) en Andalucía Occidental (España). Es una especie con hábitos nocturnos, imagos de grandes dimensiones (25-65 mm de longitud) y largas antenas que sobrepasan el extremo de los élitros en los machos (VIVES, 2000). Las larvas de *C. welensii* perforan el leño sano causando daños en ramas y tronco de árboles vivos, mientras que la alimentación de los adultos es desconocida.

La presencia de *C. welensii* ha sido asociada generalmente con estados de debilidad o, principalmente, decrepitud o daños en el arbolado; aunque estos insectos pueden colonizar también árboles aparentemente sanos, incluso jóvenes (LÓPEZ et al., 2004). Este comportamiento hace que pueda considerarse a *C. welensii* una espe-

cie propia de hospedantes debilitados (HANKS, 1999). En muchas especies de esta categoría la localización para el apareamiento no está mediada por feromonas sexuales de largo alcance (HANKS, 1999), pero la existencia de feromonas de corto alcance y/o de contacto aumenta la probabilidad de éxito de cara al apareamiento una vez los insectos se encuentran en el hospedante.

La existencia de feromonas de largo/corto alcance o de contacto ha sido constatada en menos de una veintena de especies en la familia Cerambycidae (ALLISON et al., 2004; LOPES et al., 2005; GINZEL et al., 2006; IBEAS et al., 2008; PAJARES et al., 2010). El “olfatómetro Y” es un dispositivo usado con profusión y que permite el estudio en laboratorio de este tipo de interacción, al posibilitar su configuración de tres ramales en “Y” el desplazamiento de los insectos y la elección entre un ramal con el aroma estudiado y otro que actúa como control (desprovisto de olor o bien con un aroma alternati-

vo) (ALLISON et al., 2004, IBEAS et al., 2008). En *C. welensii* no ha sido estudiada la forma de localización intraespecífica para el apareamiento, ni las pautas de comportamiento reproductivo.

Este trabajo tiene dos objetivos, determinar la secuencia de reconocimiento e incitación para la cópula de *C. welensii* y testar las hipótesis siguientes: a) la localización para el apareamiento está mediada por feromonas de largo/corto alcance, y b) en el reconocimiento para la cópula interviene la estimulación química por contacto.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Insectos y condiciones experimentales

Los insectos se capturaron durante su período de vuelo en una dehesa de alcornoques en Almonte (Huelva, España). Su edad e historial de apareamientos fueron, por lo tanto, desconocidos. Para los bioensayos se eligieron únicamente machos que mostraron aptitud reproductiva, manifestada por el comportamiento típico de arqueo del abdomen en presencia de hembras vivas (FUKAYA et al., 2004). Las observaciones y bioensayos se realizaron en junio de 2004, a unos 27°C y 40-50% de humedad relativa, comenzando a las 22:00 horas. Los insectos estudiados no mostraron signos aparentes de estrés tales como estridulaciones, intentos de fuga o agresión.

### Pautas de apareamiento

Se emplearon 3 machos y 13 hembras, formándose 39 emparejamientos diferentes. Cada pareja se colocó en un recipiente de plástico (polipropileno, 300 mm longitud x 200 mm ancho x 160 mm alto). Las observaciones duraron 5 minutos y se grabaron con una webcam Logitech QuickCam (Sant Just Desvern, Barcelona, España). La caja se iluminó con una bombilla roja de 40 vatios (OSRAM GMBH, Torrejón de Ardoz, Madrid, España) colocada a 50 cm de altura respecto al fondo de la caja; esta iluminación no produjo molestia aparente a los insectos. La caja se limpió con hexano repetidamente antes de cada nueva observación.

### Atracción intraespecífica en olfatómetro “Y”

La atracción intraespecífica a distancia se estudió mediante un olfatómetro con forma de

“Y”. El olfatómetro presentó sección rectangular (20 cm ancho y 19,5 cm alto) y se construyó con perfiles de aluminio y cubierta de metacrilato transparente (3 mm espesor), fijadas con juntas de goma que aseguraran la estanqueidad. El brazo principal tenía 70 cm de longitud, y 45 cm los dos secundarios (dispuestos formando un ángulo de 70 grados). En el extremo del brazo principal se acopló un ventilador (Adda AD0812 HS-A70GL, Wijchen, Holanda) que provocaba la succión del aire a la entrada de los ramales secundarios (aire de aspiración, no se usó filtro a la entrada. Velocidad de  $20 \pm 2 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ ). El dispositivo se iluminó según lo descrito en el apartado anterior.

El procedimiento general consistió en colocar en cada uno de los brazos secundarios un macho y una hembra (a 10 cm del borde del dispositivo) como fuente de estímulos olfativos; estos insectos se inmovilizaron cuidadosamente con una malla plástica a fin de evitar posibles estímulos visuales. En el extremo del brazo principal se liberaron los insectos testados ( $N_{\text{machos}}=17$ ,  $N_{\text{hembras}}=14$ ), observándose su comportamiento durante 10 minutos. Cada nueva observación fue precedida del lavado de la superficie interna del dispositivo con hexano; posteriormente se intercambiaron entre ambos brazos los insectos fuente, que se reemplazaron cada 10 observaciones. Se consideró respuesta positiva hacia uno de los brazos el desplazamiento del insecto hacia él de modo que se alcanzara, al menos, el punto de ubicación de la fuente de estímulo. Se contabilizaron asimismo los casos en que el insecto llegó a contactar con la fuente de estímulo (contacto nulo cuando el insecto prosiguió su camino rebasando la fuente de estímulo, sin contactar con ella ni mostrar intención de hacerlo), y se anotó el tipo de reacción tras el contacto (reacción nula para un contacto seguido de comportamiento de indiferencia). Los datos se analizaron mediante los tests de bondad de ajuste Chi-cuadrado y Modelo Log-Lineal (ZAR, 1999) a un nivel de significación  $\alpha=0.05$ .

### Quimiorrecepción por contacto en la inducción del apareamiento

Se realizaron los siguientes bioensayos:

- 1.- Se emparejaron sucesivamente 10 machos con una hembra viva.

- 2.- Dos hembras muertas en 2003 y mantenidas a  $-20^{\circ}\text{C}$  desde los 8 días de su deceso (en adelante: “hembras extraídas”) se sumergieron en hexano (90 minutos), manteniéndose después a temperatura ambiente 24 horas. Cada hembra extraída se ofreció a 5 machos.
- 3.- Cuatro hembras vivas se introdujeron en el congelador a  $-20^{\circ}\text{C}$  (75 minutos), luego se sacaron y mantuvieron a temperatura ambiente 30 minutos; posteriormente se introdujeron juntas en hexano (80 ml; 15 horas). El extracto se dejó evaporar (24 horas a  $25-30^{\circ}\text{C}$ ) hasta un volumen de 5 ml (WANG, 2002). Las dos hembras extraídas se impregnaron (en adelante “hembra reimpregnada”) con 200  $\mu\text{l}$  del extracto obtenido (cantidad considerada como “0,16 equivalentes de hembra”, dado que los 5 ml de extracto final correspondieron a cuatro hembras). Cada hembra reimpregnada se ofreció a 4 machos.
- 4.- Finalmente, un señuelo artificial (pieza de goma de 40 mm x 14 mm x 14 mm, Maped Technic 600, Pringy, Cedex, Francia) cubierto con papel de filtro (Whatman n° 1), se impregnó con 200  $\mu\text{l}$  del extracto obtenido en el ensayo 3 (en adelante, “señuelo artificial impregnado”). Seis machos fueron enfrentados a este señuelo. En cada observación se empleó una nueva pieza de papel impregnada.

Las observaciones se realizaron según lo descrito en el apartado “Pautas de apareamiento”. Se consideró respuesta sexual positiva cuando los machos exhibían intento de cópula, según se describe más adelante. Los datos se analizaron mediante el test exacto de Fisher ( $\alpha=0,05$ ).

### **Influencia de las antenas y los palpos maxilares en el apareamiento**

Las antenas y/o palpos de machos que habían mostrado intento de cópula con hembras vivas fueron recubiertos cuidadosamente con parafilm. Así, distintos grupos de 5 machos activos fueron asignados aleatoriamente a cada uno de los siguientes 4 tratamientos: 1) antenas recubiertas; 2) palpos recubiertos; 3) antenas y palpos recubiertos; y 4) machos intactos. Las observaciones se realizaron en la forma descrita, enfrentando a cada macho con la misma hembra con la cual manifestó actitud previa para la cópula. Se consideró respuesta sexual positiva cuando el macho

exhibió intento de cópula. Se testó la hipótesis nula de que los cuatro tratamientos provocaban igual proporción de intentos de cópula. Los datos se analizaron mediante el test  $Q$  de Cochran, a partir de contrastes por pares mediante el procedimiento de Marascuilo y McSweeney (ZAR, 1999).

## **RESULTADOS**

### **Pautas de apareamiento**

Al comienzo de las observaciones las hembras permanecían quietas generalmente, con las antenas extendidas; los machos, en cambio, deambulaban por la caja hasta contactar con las hembras (32 de 39 casos. Tabla 1). Los encuentros macho-hembra siguieron por lo general el siguiente patrón: contacto antenal, giro brusco de los machos, lamido a las hembras e intento de cópula. El “giro brusco” implicó que los machos se volvieran repentinamente hacia las hembras tras el contacto antenal, cambiando por completo la dirección que seguían anteriormente (observado en 37 de 39 casos). Tras el giro, los machos usualmente trataban de alinear su cuerpo con el de las hembras, sujetando su cuerpo con las patas protorácicas, e iniciaban inmediatamente un llamativo movimiento lateral de su cabeza, palpando o lamiendo el pronoto y/o tercio superior de los élitros de las hembras (22 de 32 casos. Tabla 1). En algunas observaciones (7 de 32), el lamido se combinó con un arqueado abdominal de los machos. Inmediatamente después de iniciado el lamido, cada macho completó el alineamiento de su cuerpo con el de la hembra, intentando a continuación la cópula (82,1% de los emparejamientos, Tabla 1) mediante el arqueado de su abdomen hasta contactar con la genitalia de la hembra, sin que remitiese durante esta fase la actividad de lamido.

### **Atracción intraespecífica en olfatómetro “Y”**

El desplazamiento hacia los insectos-fuente (macho o hembra) fue independiente del sexo del insecto testado (Modelo Log-Lineal: Desviación  $[G] = 2,904$ ,  $p=0,234$ . Tabla 2). No hubo diferencias significativas entre la frecuencia del “test nulo” (el insecto no caminó hacia ninguno de los insectos-cebo) y la frecuencia de haberse elegido un macho o hembra (en machos,  $N = 17$ ,  $\chi^2=0,118$ ,

		Intento de cópula fallido <sup>a</sup>				Encuentros		Secuencia conducente a la cópula <sup>a</sup>		
Macho	Hembras (N)	Intento cópula (%)	Ni C ni L	Tras C	Tras C-L	Macho con hembra	Hembra con macho	C-L	C-L/A	C
1	13	9 (69,2)	1	2	1	11	2	5	3	1
2	13	10 (76,9)	0	0	3	9	4	4	4	2
3	13	13 (100)	0	0	0	12	1	13	0	0
Global	39 parejas	32 (82,1)	1	2	4	32	7	22	7	3

**Tabla 1.** Pautas de apareamiento en *Cerambyx welensii*. <sup>a</sup>C: Contacto antenal; L: Lamido; A: Arqueo abdominal

		Elección <sup>b</sup>			Contacto con insecto-fuente <sup>c</sup>		Reacción hacia insecto-fuente		
Sexo <sup>a</sup>	N	Macho	Hembra	Nula	No	Macho	Hembra	Nula	Agresión intrasexual
Hembra	14	4	8	2	8	2	2	3	1
Macho	17	6	5	6	6	4	1	4	1

**Tabla 2.** Respuestas en olfatómetro-Y hacia insectos fuente. <sup>a</sup> Sexo del insecto testado. Modelo Log-Lineal: Desviación [G]=2,904,  $p=0,234$  (test de Elección); [G]=1,263,  $p=0,532$  (test de Contacto con insecto-fuente). <sup>b</sup> Chi-Cuadrado frente a la "Elección nula": Machos elegidos,  $\chi^2=0,118$ ,  $p=0,943$ . Hembras elegidas,  $\chi^2=4$ ,  $p=0,135$ . <sup>c</sup> Chi-Cuadrado:  $\chi^2=4,517$ ,  $p=0,104$  para una frecuencia esperada de 0,76/0,12/0,12 (No contacto/Contacto con cebo-macho/ Contacto con cebo-hembra)

$p=0,943$ ; en hembras,  $N = 14$ ,  $\chi^2=4$ ,  $p=0,135$ ). A pesar de que los insectos caminaron usualmente muy cerca de los insectos-cebo (<10 cm), no se observó movimiento de aproximación hacia ellos. Así, el contacto con alguno de los individuos cebo pareció ocurrir por azar ( $\chi^2=4,517$ ,  $p=0,104$  para una frecuencia esperada de 0,76/0,12/0,12, correspondiente a: No contacto/Contacto con cebo-macho/Contacto con cebo-hembra respectivamente.  $N = 23$ . Tabla 2), y no dependió del sexo del insecto estudiado (Modelo Log-Lineal: Desviación [G] = 1,263,  $p=0,532$ ).

### Quimiorrecepción por contacto en la inducción del apareamiento

Las hembras extraídas impregnadas provocaron el intento de cópula en el 62,5% de los machos estudiados (Tabla 3). Este nivel de respuesta sexual no fue significativamente distinto al provocado por hembras vivas (100%), pero resultó significativamente mayor que el inducido por hembras extraídas y señuelos artificiales impregnados con extracto de hembras (Tabla 3).

### Influencia de las antenas y los palpos maxilares en el apareamiento

Cuando se recubrió la antena con parafilm, solas o junto con los palpos, todos los machos

ignoraron a la hembra (Tabla 4). Sin embargo, hasta un 80% de los machos con antenas recubiertas mostró intento de cópula cuando se forzó el contacto de sus palpos con las hembras. En el grupo de machos con palpos recubiertos (Grupo 2. "Media"=0,2) se encontró un 20% de intentos de cópula, valor que no se distinguió significativamente del encontrado en el grupo de machos con antenas+palpos recubiertos, ni del hallado para los machos intactos.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, si bien preliminares dado el reducido número de ejemplares estudiado, indican que *C. welensii* exhibe un comportamiento similar al descrito para otras especies de Cerambycidae en los momentos previos y durante el apareamiento (WANG et al., 2002; BARBOUR et al., 2007; IBEAS et al., 2008). La pauta de apareamiento fue, en esencia: contacto antenal, giro hacia la hembra, lamido del pronoto y zona basal de los élitros, e intento de cópula. Las hembras de *C. welensii* se han mostrado generalmente pasivas a la hora de localizar a los machos, mientras que éstos, por el contrario, se muestran muy activos en la prospección de su entorno.

Grupo	N machos	Arqueo abdominal		Intento de cópula	
		N	%	N	%
Hembras extraídas	10	2	20	1	10a
Hembras extraídas + extracto de hembra	8	5	62,5	5	62,5b
Señuelo artificial + extracto de hembra	6	0	0	0	0a
Hembra viva	10	10	100	10	100b

**Tabla 3.** Intentos de cópula de machos hacia: hembras extraídas, hembras extraídas + extracto de hembra (0,16 EH), señuelo artificial impregnado con extracto de hembra (0,16 EH) y hembra viva. Porcentajes seguidos por letras distintas fueron significativamente diferentes (Test exacto de Fisher.  $\alpha=0,05$ )

Grupo	Media	Contraste	IRB-RAI  <sup>b</sup>	ES <sup>c</sup>	E <sup>d</sup>	E $\alpha$ <sup>e</sup>	Resultado <sup>a</sup>
1 <sup>f</sup>	0	4 vs 1	1	0,33	3,06	2,80	Rechazar H <sub>0</sub> :U4-U1=0
2	0,2	4 vs 2	0,8	0,33	2,42	2,80	No rechazar H <sub>0</sub> :U4-U2=0
3	0	4 vs 3	1	0,33	3,03	2,80	Rechazar H <sub>0</sub> :U4-U3=0
4	1	3 vs 1	0	0,33	0,00	2,80	No rechazar H <sub>0</sub> :U3-U1=0
		3 vs 2	0,2	0,33	0,61	2,80	No rechazar H <sub>0</sub> :U3-U2=0
		2 vs 1	0,2	0,33	0,61	2,80	No rechazar H <sub>0</sub> :U2-U1=0

**Tabla 4.** Contraste por pares para el intento de cópula entre diferentes tratamientos restrictivos de la sensibilidad de las antenas y/o los palpos en machos. Grupo 1, antenas recubiertas; Grupo 2, palpos recubiertos; Grupo 3, antenas y palpos recubiertos; Grupo 4, machos intactos. <sup>a</sup> La proporción de intentos de cópula en los cuatro grupos presentó diferencias significativas (Cochran:  $Q=11,333$ ;  $0,01 < p < 0,025$ ). <sup>b</sup> Valor absoluto de la diferencia entre medias de grupo. <sup>c</sup> Error estándar. <sup>d</sup> Valor del estadístico. <sup>e</sup> Valor crítico (raíz cuadrada de  $\chi$  0,05; 3). <sup>f</sup> Un 80% de los machos con antenas recubiertas mostró intento de cópula cuando se forzó el contacto de sus palpos con las hembras

No se ha encontrado una tendencia significativa hacia la localización de un determinado sexo a corta o media distancia en los bioensayos en olfatómetro, de modo que no se ha constatado evidencia que apoye la hipótesis de existencia de actividad feromonal de largo o corto alcance en *C. welensii*, como sucede en otras especies de Cerambycidae, como *N. cantori* Hope (WANG et al., 2002) o *Phoracantha semipunctata* (LOPES et al., 2005) o *Monochamus galloprovincialis* (IBEAS et al., 2008).

El porcentaje significativo de intentos de cópula en los machos hacia hembras reimpregnadas con extracto de hembras (0,16 EH), en contraste con la escasa respuesta hacia hembras extraídas pero no reimpregnadas, sugiere que estímulos inductores de la cópula pueden resultar parcialmente restituidos por la impregnación con un solvente conteniendo tal extracto. Parece probable, pues, la existencia de feromona de contacto presente en la cutícula de las hembras que permita a los machos el reconocimiento de la pareja. Aunque la concentración del extracto analizado está dentro del rango 0,1-0,2 EH, que resultó el

más favorable en otros cerambícidos (GINZEL & HANKS, 2003), tal concentración no se ha mostrado lo suficientemente activa para inducir por sí misma la cópula sin que participe otro tipo de estímulo (quizá visual y/o táctil) ya que los señuelos impregnados no incitaron a la cópula. Un factor a tener en cuenta en este sentido, de cara a futuros estudios, es si el tipo de señuelo empleado puede tener influencia sobre la respuesta del insecto.

En este contexto, se atribuye a las antenas un papel muy importante facilitando el encuentro entre ambos sexos y el apareamiento. La privación de la sensibilidad antenal suprimió en los machos la fase de aproximación o giro hacia las hembras. Esto sugiere una baja relevancia de la estimulación visual en la localización de la pareja cuando no actúa el contacto antenal, de forma similar a lo sugerido en *Nadezhdiella cantori* (WANG et al., 2002), y que podría ser algo generalizado en cerambícidos sin dimorfismo cromático pero que presentan feromona sexual de corto alcance o de contacto (WANG, 2002).

El contacto con los palpos, incluso con las antenas recubiertas, aumentó el porcentaje de

intentos de cópula hasta el 80%, frente al 20% en la situación inversa. Esto indica un comportamiento secuencial, contacto antenal-lamido previo al intento de cópula, durante el cual el contacto con los palpos condiciona fuertemente el apareamiento.

Los resultados hallados deben ser confirmados con una experimentación más extensa, pero apuntan de forma consistente hacia una localización intraespecífica en *C. welensii* limitada, muy probablemente, al encuentro azaroso en determinados árboles hospedantes, sobre todo en aquellos en que se dan fenómenos de agregación (LÓPEZ-PANTOJA *et al.*, 2004 y 2008) determinados por una emergencia de insectos masiva en ellos, por ciertos aromas del hospedante, por su silueta o por una combinación de estímulos (HANKS, 1999; ALLISON *et al.*, 2004). Una vez en el árbol, la gran longitud de las antenas de los machos resulta clave para facilitar los encuentros (HANKS *et al.*, 1996). Tradicionalmente se ha asociado la importancia del contacto antenal con el reconocimiento de feromonas de contacto (GINZEL *et al.*, 2003; LOPES *et al.*, 2005). La existencia de tal relación parece sugerirse también en *C. welensii*, pero los estímulos táctiles podrían tener un papel importante actuando sinérgicamente junto a la quimiorrecepción por contacto, tal y como se ha sugerido en otros cerambícidos (FUKAYA *et al.*, 1999; LOPES *et al.*, 2005).

## BIBLIOGRAFÍA

- ALLISON, J.; BORDEN, J. & SEYBOLD, J.; 2004. A review of the chemical ecology of the Cerambycidae (Coleoptera). *Chemoecology* 14:123-150.
- BARBOUR, J.D.; LACEY, E.S. & HANKS, L.M.; 2007. Cuticular hydrocarbons mediate mate recognition in a species of longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae) of the primitive subfamily Prioninae. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 100: 333-338.
- FUKAYA, M.; AKINO, T.; YASUDA, T.; TATSUKI, S. & WAKAMURA, S.; 1999. Mating sequence and evidence for synergistic component in female contact sex pheromone of the white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* (Thomson) (Coleoptera: Cerambycidae). *Entomol. Sci.* 2: 183-187.
- FUKAYA, M.; AKINO, T.; YASUDA, T.; YASUI, H. & WAKAMURA, S.; 2004. Visual and olfactory cues for mate orientation behavior in male white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca*. *Entomol. Exp. Appl.* 111: 111-115.
- GINZEL, M.D.; BLOMQUIST, G.J. & MILLAR, J.G.; 2003. Role of contact pheromones in mate recognition in *Xylotrechus colonus*. *J. Chem. Ecol.* 29: 533-545.
- GINZEL, M.D. & HANKS, L.M.; 2003. Contact pheromones as mate recognition cues of four longhorned beetle species (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Insect Behav.* 16: 181-187.
- GINZEL, M.D.; MOREIRA, J.A.; RAY, A.M.; MILLAR, J.G. & HANKS, L.M.; 2006. (Z)-9-Nonacosene—Major component of the contact sex pheromone of the beetle *Megacyllene caryae*. *J. Chem. Ecol.* 32: 435-451.
- HANKS, L.M.; 1999. Influence of the larval host plant on reproductive strategies of cerambycid beetles. *Annual Rev. Entomol.* 44: 483-505.
- HANKS, L.M.; MILLAR, J.G. & PAINE, T.D.; 1996. Mating behavior of the eucalyptus longhorned borer (Coleoptera: Cerambycidae) and the adaptive significance of long horns. *J. Insect Behav.* 9: 383-393.
- IBEAS, F.; DÍEZ, J.J. & PAJARES, J.A.; 2008. Olfactory sex attraction and mating behaviour in the pine sawyer *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Insect Behav.* 21:101-110.
- LOPES, O.; MARQUES, P. & ARAÚJO, J.; 2005. The role of antennae in mate recognition in *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Insect Behav.* 18: 243-257.
- LÓPEZ, G.; DOMÍNGUEZ, L.; SÁNCHEZ, I.; TAPIAS, R.; CREMADES, D.; PARAMIO, A. & ALESSO, S.P.; 2004. Population ecology of xylophagous beetles (Coleoptera: Cerambycidae) in mediterranean *Quercus* forest (southwest of Iberian Peninsula). Incidence on oak trees health (*Quercus ilex* L. sp. *ballota* and *Quercus suber* L.). In: M. Arianoutsou & V. Papanastasis (eds.), *Ecology, Conservation and Management of Mediterranean Climate Ecosystems. Proceedings 10th MEDECOS Conference*. Rhodes.

- LÓPEZ-PANTOJA, G.; DOMINGUEZ, L. & SÁNCHEZ-OSORIO, I.; 2008. Mark-recapture estimates of the survival and recapture rates of *Cerambyx welensii* Küster (Coleoptera cerambycidae) in a cork oak dehesa in Huelva (Spain). *Cent. Eur. J. Biol.* 3(4): 431-441.
- PAJARES, J.A.; ÁLVAREZ, G.; IBEAS, F.; GALLEGO, D.; HALL, D.R. & FARMAN, D.I.; 2010. Identification and field activity of a male-produced aggregation pheromone in the pine sawyer beetle, *Monochamus galloprovincialis*. *J. Chem. Ecol.* 36: 570-583.
- VIVES, E.; 2000. Coleoptera, Cerambycidae. En: M.A. Ramos et al. (eds.). *Fauna Iberica 12*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid.
- WANG, Q.; 2002. Sexual selection of *Zorion guttigerum* Westwood (Coleoptera: Cerambycidae) in relation to body size and color. *J. Insect Behav.* 15: 701-713.
- WANG, Q.; ZENG, W.; CHEN, L.; LI, J. & YIN, X.; 2002. Circadian reproductive rhythms, pair bonding, and evidence for sex specific pheromones in *Nadezhdiella cantori*. *J. Insect Behav.* 15: 527-539.