

## Experiencias de atracción de *Tomicus piniperda* (Linneo, 1758) usando atrayentes cairomonales

E. GONZÁLEZ-ROSA, S. C SABAH-MAZZETTA, D. GALLEGO

*Tomicus piniperda* (Linneo, 1758) es una especie de Scolytinae (Curculionidae) que en la península Ibérica está restringida a los pinares de *Pinus sylvestris*, y en menor medida *P. pinaster* y *P. radiata* de la meseta norte de la península Ibérica, sistema Ibérico, cordillera y costa Cantábrica y Pirineos. Considerada por algunos autores como especie agresiva o semiagresiva, se trata, de cualquier modo, de una especie de inequívoco interés forestal. En el presente trabajo se presentan los resultados de dos experiencias de atracción de *T. piniperda* a atrayentes cairomonales, realizada en Cantalojas (Guadalajara), durante los años 2011 y 2012. Se instaló un diseño experimental compuesto por 7 y 5 bloques aleatorizados, con 8 tratamientos por bloque. Se probaron diferentes combinaciones y dosis comerciales de  $\alpha$ -pineno y etanol, con las que se cebaron trampas Crosstrap (Econex S.L.). En 2011 el experimento se mantuvo operativo entre abril y junio, mientras que en 2012 lo estuvo entre marzo y mayo.

Se han obtenido capturas significativamente más altas en tratamientos compuestos por combinaciones de dosis de etanol y  $\alpha$ -pineno, frente a estas sustancias por separado a cualquier dosis, y el control negativo, que también registró unas pocas capturas. La combinación de máxima atracción, aunque sin diferencias significativas sobre otras, es la misma que para la especie *T. destruens*, lo que podría explicar los ocasionales ataques conjuntos de ambas especies sobre un mismo árbol registrados por varios autores.

E. GONZÁLEZ-ROSA. Silco S.L.

S. C SABAH-MAZZETTA, D. GALLEGO. Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad de Murcia.

**Palabras clave:** Coleoptera, Scolytidae, trampas, *Pinus*.

### INTRODUCCIÓN

*Tomicus piniperda* (Linneo 1758) (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) es una especie de distribución holártica tras su introducción accidental en Norteamérica (WOOD y BRIGTH 1992). En la península Ibérica se distribuye por los pinares de *P. sylvestris*, *P. pinaster* y *P. radiata* ubicados en las montañas que rodean la meseta Norte, sistema Ibérico, cordillera y costa Cantábricas y Piri-

neos (GALLEGO *et al* 2004). El ciclo de vida fue descrito por CARLE (1973): los adultos, monógamos, atacan árboles debilitados, moribundos o muertos durante la primavera, excavando sistemas de galerías unirameos verticales, iniciados por las hembras, en el floema y cambium del árbol hospedador. Las larvas perforan sistemas horizontales de galerías de alimentación, pupando y emergiendo desde mediados de verano a principios de otoño. Los jóvenes inmaduros vuelan a los ramillos

de árboles vigorosos, donde permanecen hasta la primavera siguiente, alimentándose de los mismos desde dentro, para lo cual practican perforaciones longitudinales de longitud variable. Estos ramillos perforados terminan muriendo y cayendo conspicuamente al suelo en numerosas ocasiones.

Se han publicado un buen número de trabajos científicos relacionados con la atracción primaria de *T. piniperda*. De este modo se conoce que este escoltido es atraído por monoterpenos como  $\alpha$ -pineno, terpinoleno y 3-careno (BYERS *et al.* 1985, 1989; SCHROEDER 1988; BYERS 1989, 1992; Schroeder y Lindelöw 1989; Vité *et al.* 1996; SCHLYTER *et al.* 2000, CZOKAJLO y TEALE 1999; POLAND *et al.* 2003, 2004). También se han citado otros semioquímicos con propiedades atrayentes como  $\beta$ -pineno y mirtenol (SJÖDIN *et al.* 1989; NIEMEYER *et al.* 1996). No obstante, pese al número de trabajos realizados, no existe una clara propuesta de sustancia o mezcla de sustancias atrayentes, ni dosificaciones de las mismas, para una atracción y captura operativas de esta especie. De este modo, BYERS *et al.* (1985) propusieron una dosis 30 mg/día de  $\alpha$ -pineno como mejor atrayente de *T. piniperda*, mejorable con dosis bajas de (+)-3-careno y terpinoleno, mientras que POLAND *et al.* (2003) y POLAND *et al.* (2004) concluyeron que unas dosis de 300 mg/día de  $\alpha$ -pineno, sin adición de otros semioquímicos, producían el mejor efecto atractivo sobre el escoltido.

También existe una controversia en la bibliografía en cuanto a la respuesta al etanol y el sinergismo entre etanol y monoterpenos. SCHROEDER (1998) encontró una reducción de la atractividad de  $\alpha$ -pineno, a una tasa alta de 250 mg/día, cuando se usaba junto a cualquier dosis de etanol. Posteriormente SCHROEDER y LINDELÖW (1989) propusieron un efecto sinérgico entre bajas dosis de  $\alpha$ -pineno (entre 2.4 y 24 mg/día) y etanol, desapareciendo este efecto con dosis altas de monoterpeno (a 250 mg/día). Posteriormente, BYERS (1992) confirmó estos resultados con dosis bajas  $\alpha$ -pineno y etanol. En esta línea, en estudios realizados en Norteamérica, CZOKAJLO y

TEALE (1999) encontraron sinergismo entre bajas dosis de  $\alpha$ -pineno (30 mg/día) y dosis de etanol situadas entre 0.1 y 10 veces la dosis de monoterpenos, indicando además que la variabilidad de las dosis de etanol estaban relacionadas con las variaciones de temperatura ambiental. Posteriormente y también en estudios llevados a cabo en Norteamérica, POLAND *et al.* (2003) propone una dosis alta de  $\alpha$ -pineno (300 mg/día) como operativa para la atracción de *T. piniperda*.

En contraste, existen muchos menos trabajos publicados sobre la especie gemela *Tomicus destruens* (WOLLASTON, 1856), aunque los resultados para esta especie parecen mucho más coherentes. De este modo, Sabbatini-Peverieri *et al.* (2004) encontraron una clara atracción hacia  $\alpha$ -pineno. Posteriormente, Faccoli *et al.* (2008), utilizando técnicas electroantenográficas, propuso un cebo basado en  $\alpha$ -pineno,  $\alpha$ -terpinoleno y  $\beta$ -mirreno. También en 2008, GALLEG0 *et al.* encontraron un fuerte sinergismo entre dosis altas de  $\alpha$ -pineno (300 mg/día) y dosis aún mas altas de etanol (900 mg día).

En el invierno de 2008 a 2009 se produjo un fuerte temporal de nieve y viento que abatió numerosos pinos en el monte nº 15, conocido como "Sonsaz" y denominado "Robledal de la Sierra". Se trata de una repoblación de *Pinus sylvestris* en la Sierra norte de Guadalajara, T.M. de Cantalojas, Guadalajara. De acuerdo con los mapas de distribución potencial propuestos por GALLEG0 *et al.* (2004) y SORIANO y GALLEG0 (2009), existe una alta potencialidad de *T. piniperda* en la zona, habiendo sido confirmada mediante el test molecular basado en PCR-RFLP propuesto por GALLEG0 y GALIÁN (2001), así como por secuenciación de ADNmt (SÁNCHEZ-GARCÍA, 2009). No obstante, la mortandad sobre arbolado en pie fue muy reducida, paradójicamente ejecutada principalmente por *Ips acuminatus* (GYLLENHAL 1827). La elevada densidad de pies existente posiblemente hizo que los daños fueran aún más cuantiosos. En los dos años siguientes a este episodio se incrementaron enormemente

las poblaciones de *T. piniperda* en la zona, de modo que finalizado el verano de 2010 era visible un manto de ramillos secos en las laderas de esta sierra. La destrucción de ramillos provocó un fuerte impacto visual generado en una zona de gran afluencia turística.

La intención del presente trabajo es dar los primeros pasos para identificar y proponer un atrayente más eficaz y operativo para la captura de *Tomicus piniperda*, como herramienta para el control integrado de poblaciones de esta especie.

## MATERIAL Y METODOS

Para la ejecución de este trabajo se utilizaron dos diseños experimentales basados en bloques aleatorizados de acuerdo con PAJARES *et al* (2004) y GALLEGU *et al* (2008), instalados en el pinar de *P. sylvestris* de Sonsaz, GUADALAJARA (41°11'N, 3°17' O). Se probaron diferentes tasas de emisión y combinaciones de los atrayentes cairomonales  $\alpha$ -pineno y etanol, utilizando dispensadores comerciales (Econex, Murcia.)

Se ha utilizado la trampa de intercepción Crosstrap® (Econex, Murcia) (Figura 1). Esta es una trampa tipo *crossvane* formada por dos laminas negras perpendiculares de plástico armado flexible. En la parte inferior, la trampa posee un embudo donde convergen las capturas hacia un bote cerrado, provisto únicamente de un pequeño desagüe de rebo-



Figura 1. Aspecto de una de las trampas Crosstrap® (Econex, Murcia)

samiento en la parte superior, cerrado con malla metálica. La captura de insectos se realizó con muerte, introduciendo en el bote 20 ml de propilenglicol rebajado al 50% con agua.

El primer diseño experimental (Experimento 1) se compuso de siete bloques aleatorizados, con ocho tratamientos por bloque (Tabla1). Este ensayo permaneció activo desde el día 2/04/2011 hasta el 15/06/2011. Todas estas trampas se revisaron con periodicidad semanal.

En el segundo diseño experimental (Experimento 2), el número de bloques se redujo a cinco. Se eliminaron dos de los bloques que habían registrado muy pocas capturas, por encontrarse en áreas de cresta y fondo de

Tabla1: Tasas de evaporación de los compuestos utilizados en los tratamientos del Experimento 1

Tratamiento	Tasa $\alpha$ -pineno (mg/día)	Tasa etanol (mg/día)	Código
1	300	40	a300/e40
2	300	100	a300/e100
3	300	160	a300/e160
4	300	200	a300/e200
5	300	400	a300/e400
6	300	2000	a300/e2000
7	300	0	a300/e0
8	0	0	a0/e0

Tabla 2: **Tasas de evaporación de los compuestos utilizados en los tratamientos del Experimento 2**

Tratamiento	Tasa $\alpha$ -pineno (mg/día)	Tasa etanol (mg/día)	Código
1	300	2000	a300/e2000
2	0	2000	a0/e2000
3	300	3000	a300/e3000
4	0	3000	a0/e3000
5	300	4000	a300/e4000
6	0	4000	a0/e4000
7	300	0	a300/e0
8	0	0	a0/e0

valle. Se mantuvieron los ocho tratamientos por bloque (Tabla 2). En el Experimento 2, las trampas se instalaron el día 11 de marzo y se retiraron el 23 de mayo de 2012 sometándose a una revisión semanal.

Los resultados de capturas de ambos experimentos fueron sometidos a una transformación previa mediante  $\log_{10}(x+1)$  para asumir la normalidad y homocedasticidad de los datos, y permitir el análisis usando ANOVA-GLM, en un diseño de bloques completos aleatorizados. Si se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, se utilizó el test de comparaciones múltiples de Tukey para asignar esas diferencias entre pares de tratamientos. Los resultados de ambos ensayos se contrastaron mediante un metaanálisis, estudiando el incremento de la  $g$  de Edges (NAKAGAWA y CUTHILL, 2007). Para el análisis se utilizó la función desarrollada para R (R Development Core Team, 2012) en el marco del Taller de Feromonas de Insectos Forestales (pendiente de publicación WEB). Para este metaanálisis se eliminaron los bloques 6 y 7 del experimento 1, en los que apenas se habían registrado capturas en 2011.

## RESULTADOS

Se han capturado un total de 8763 ejemplares de *T. piniperda*, a razón de 3564 en el

Ensayo 1 y 5199 en el Ensayo 2. Otras especies de insectos de la comunidad de saproxilófagos asociada capturados durante ambos experimentos (Tabla 3) fueron los escolítidos *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1787), *Hylastes linearis* Erichson 1836 e *Hylastes attenuatus* Erichson 1836, el clérido *Thanasimus formicarius* (Linnaeus 1758), el curculiónido *Hylobius (Callirus) abietis* (Linnaeus 1758) y los cerambícidos *Rhagium (Rhagium) inquisitor* (Linnaeus 1758) y *Acanthocinus aedilis* (Linnaeus 1758). De cualquier modo las mayores capturas se corresponden con la especie diana *T. piniperda*, aunque las capturas de especies depredadoras como *T. formicarius* pueden considerarse demasiado altas.

En el experimento 1, el tratamiento que más capturas registró fue  $\alpha$ -pineno 300 mg/día + etanol 2000 mg/día, si bien las diferencias con respecto al resto de tratamientos de etanol y  $\alpha$ -pineno no son estadísticamente significativas. No obstante sí se detectan diferencias significativas en las capturas medias obtenidas en el tratamiento de  $\alpha$ -pineno sin etanol, así como en el tratamiento control (Figura 2). Puede observarse una tendencia al incremento de las capturas con dosis crecientes de etanol (siempre junto a  $\alpha$ -pineno). El tratamiento control (a0/e0) registró capturas, aunque en valores mínimos.

En este experimento, además de diferencias significativas entre tratamientos, se

**Tabla 3: Otras especies y número de ejemplares de fauna asociada capturadas en los experimentos (Exp.) 1 y 2**

Exp.	<i>Hylurgus ligniperda</i>	<i>Hylastes linearis</i>	<i>Hylastes attenuatus</i>	<i>Thanasimus formicarius</i>	<i>Ragium inquisitor</i>	<i>Acanthocinus aedilis</i>	<i>Hylobius abietis</i>
1	1599	219	755	1575	139	180	97
2	667	498	0	1958	278	104	45
<b>Total</b>	<b>2266</b>	<b>219</b>	<b>1253</b>	<b>3533</b>	<b>417</b>	<b>284</b>	<b>142</b>

encontraron diferencias significativas de capturas entre bloques. De este modo las capturas en los bloques 6 y 7 resultaron significativamente más bajas que en el resto de los bloques, al estar situadas en zonas de cresta, lo que indica la alta influencia de la microvariabilidad ambiental en esta especie.

En el experimento 2 se confirma que se registran más capturas de *T. piniperda* con cualquier mezcla de etanol y  $\alpha$ -pineno (Figura 3), que con cualquiera de estos dos productos por separado. De entre dichas mezclas, a diferentes emisiones de etanol, la más eficaz es el cebo comercial para *T. destruens* (Econex, Murcia),

que emite a 300 mg/día de  $\alpha$ -pineno y 2000 mg/día de etanol, aunque sin diferencias significativas con respecto al resto de mezclas. Se observa un descenso, aunque no significativo, en las capturas para dosis de etanol superiores a los 2000 mg/día. Es destacable, al igual que en el experimento 1, que se hayan registrado unas pocas capturas en el tratamiento control (a0/e0). En este experimento no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las capturas registradas en los diferentes bloques, confirmando que se eliminó la influencia de la variabilidad ambiental al eliminar los bloques 6 y 7.

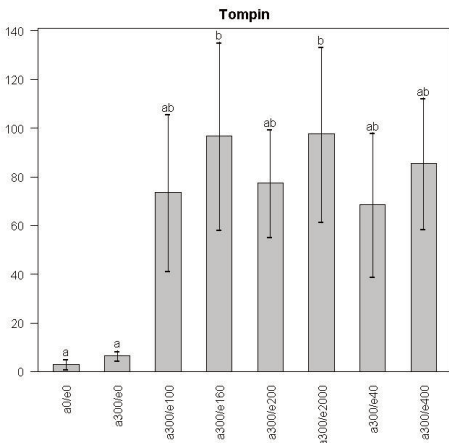


Figura 2. Número medio e intervalo de confianza ( $\alpha=0,05$ ) de adultos de *T. piniperda* capturados, para cada tratamiento utilizado en el experimento 1. a=  $\alpha$ -pineno, e= etanol, el número que sigue a la letra indica la tasa de evaporación, en mg/día. G.l.= 7, valor F= 4,0356, P= 0,0018

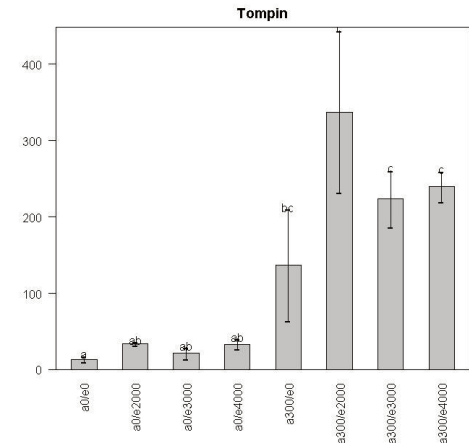


Figura 3. Número medio e intervalo de confianza ( $\alpha=0,05$ ) de adultos de *T. piniperda* capturados, para cada tratamiento utilizado en el experimento 2. a=  $\alpha$ -pineno, e= etanol, el número que sigue a la letra indica la tasa de evaporación, en mg/día, G.l.= 7, valor F= 12,5377, P= 3,65x10<sup>-7</sup>

Por último, y a modo de integración de los resultados de ambos experimentos, el análisis de la g de Hedges se ilustra en la Figura 4. En este gráfico se representa el valor de g (cuadrado sombreado) y su intervalo de confianza al 5% (línea horizontal), respecto al valor del tratamiento considerado como estándar ( $\alpha$ -pineno 300 mg/día + etanol 2000 mg/día), por ser el de mayor eficacia en las capturas. El gráfico permite identificar claramente tratamientos más y menos eficaces en las capturas que dicho tratamiento estándar. Puede observarse importantes diferencias de capturas entre ambos años, de modo que el mismo tratamiento estándar es sensiblemente mejor en 2012 que en 2011. Es muy apreciable que los tratamientos con los compuestos por separado, con independencia de la dosis, registran capturas muy inferiores a los tratamientos con mezcla de productos.

**DISCUSIÓN**

Los dos experimentos realizados en 2011 y 2012 han permitido averiguar cuál es la

dosis óptima de etanol para la atracción y captura de *T. piniperda* en trampas modelo Crosstrap®. Con el experimento 1, realizado en primavera de 2011, se testó la dosis máxima de etanol hasta 2000 mg/día, que conjuntamente con  $\alpha$ -pineno ofrecía las mayores capturas, aunque muy ligeramente y sin diferencias significativas respecto a otras dosis de mezcla  $\alpha$ -pineno/etanol. El experimento 2 probó la dosis máximas de etanol superiores a 2000 mg/día, y sirvió además para determinar si  $\alpha$ -pineno sinergiza de forma significativa el aumento de capturas. Todos estos ensayos se realizaron con dispensadores de productos comerciales, de modo que su aplicación pueda ser directa, ya que no es necesario el proceso de I+D+i para su puesta en mercado.

La mezcla de etanol y  $\alpha$ -pineno ha resultado ser la más eficaz para la captura de *Tomiscus piniperda*. Entre las mezclas probadas, la que más capturas ha obtenido es la formada por  $\alpha$ -pineno 300 mg/día + etanol 2000 mg/día, que constituye el cebo comercial para *T. destruens*. Cualquier mezcla de etanol y  $\alpha$ -pineno ha resultado ser más eficiente que

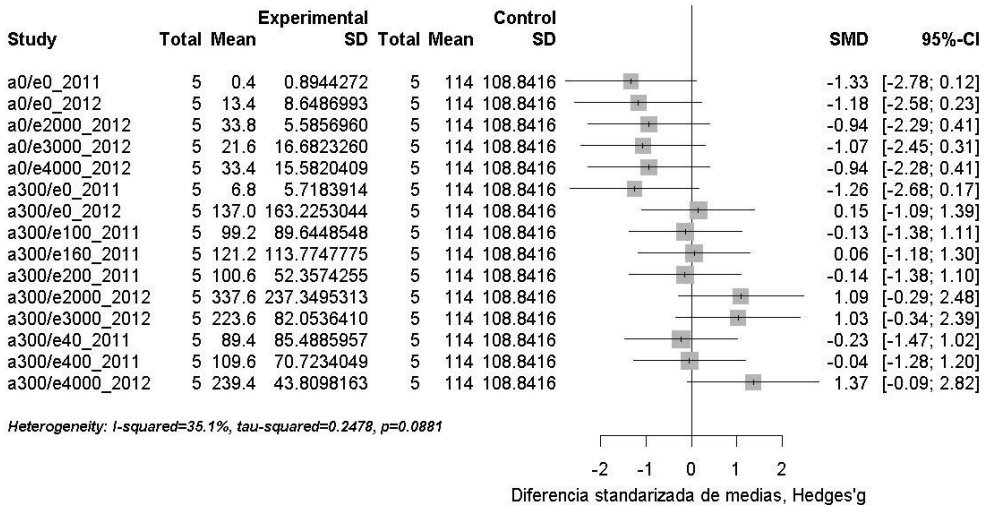


Figura 4. Gráfico de “Bosque” en que se representa el valor de la media estandarizada, g de Hedges (recuadro sombreado) y el intervalo de confianza al 5% (línea horizontal) de *T. piniperda* capturados, para cada tratamiento utilizado en ambos experimentos, comparado con el valor de g para el tratamiento estándar  $\alpha$ -pineno 300 mg/día + etanol 2000 mg/día de 2011 (línea vertical horizontal). a=  $\alpha$ -pineno, e= etanol, el número que sigue a la letra indica la tasa de evaporación, en mg/día, tras el guión bajo se indica el año en que se realizó el experimento

cualquiera de estos volátiles por separado, aunque con importantes diferencias en la capturas entre años. Estas diferencias interanuales han debido de estar relacionadas con condiciones ambientales, ya que las trampas fueron las mismas, instaladas en los mismos lugares y los cebos habían sido producidos industrialmente, de forma estandarizada.

La integración de ambos experimentos pone de manifiesto que las capturas con cualquier mezcla de  $\alpha$ -pineno y etanol son muy superiores a las capturas obtenidas con los compuestos por separado, lo que es coherente con el efecto sinérgico de la utilización conjunta de ambos compuestos propuesto por SCHROEDER y LINDELÖW (1989), BYERS (1992) y CZOKAJLO y TEALE (1999), para esta especie, y por GALLEGU *et al.* (2008) para *T. destruens*. De cualquier modo nuestros resultados difieren de las propuestas de SCHROEDER y LINDELÖW (1989) y BYERS (1992) ya que la tasa de evaporación utilizada (300 mg/día) es muy superior a las propuestas por estos autores (máximo de 24 mg/día), y similar a la propuesta por POLAND *et al.* (2003). Además, en nuestros resultados no aparece ningún tipo de inhibición de la atracción con tasas bajas de monoterpeno. Sí existe en cambio más coherencia con los resultados de CZOKAJLO y TEALE (1999), en lo referente a la variabilidad de tasas de etanol. No obstante, nuestros resultados indican que incluso con tasas de etanol 13,34 veces superiores a las de  $\alpha$ -pineno (4000 mg/día), siguen obteniéndose valores altos de capturas, aunque ligeramente inferiores que los obtenidos con una tasa 6,67 veces mayor (2000 mg/día).

En el experimento 1 se puso de manifiesto la importancia de la instalación de los bloques en áreas ambientalmente homogéneas, a fin de reducir al máximo la fuente de variación. De este modo, los bloques 6 y 7 se instalaron en una zona de crestería, mucho más ventada y con una tipología forestal diferente al resto de los bloques. Efectivamente, estos dos bloques apenas registraron capturas en el experimento 1 (aproximadamente el 1%). En

el experimento 2 estos bloques se eliminaron, y aún así las capturas aumentaron en más de un 18 %, respecto al primer experimento. Es por tanto muy importante prestar atención a la idoneidad del lugar de instalación las trampas, en este caso zonas de pinar coetáneo y en baja densidad. Posiblemente, la instalación de este tipo de atrayentes en zonas favorables para su difusión, los hace más eficientes para la captura en este tipo de trampas.

Ambas experiencias han permitido confirmar que el atrayente comercial de *T. destruens*, basado en evaporaciones altas de etanol y 300 mg/día de  $\alpha$ -pineno (GALLEGU *et al.* 2008), es también el más eficiente para *T. piniperda*, aunque con importantes variaciones entre años. Esto indica un muy importante solapamiento de nicho ecológico entre ambas especies. En esta línea, KOHLMAYR *et al.* (2002) sugirieron que *T. destruens* y *T. piniperda* no son realmente especies gemelas, producto de una reciente especiación simpátrica como propusieron KERDELHUÉ *et al.* (2002), sino que *T. piniperda* evolucionó en Asia, colonizando posteriormente Europa (DUAN *et al.* 2004), donde coincidió con *T. destruens* en el ámbito mediterráneo, siendo por lo tanto especies hermanas, debido a la gran coincidencia morfológica. Por ello, y pese a que existe una selección diferencial de especies hospedadoras, se ha citado la detección de coincidencias espaciotemporales, incluso en las mismas galerías, de ambas especies sobre *P. pinaster* y *P. radiata* (KERDELHUÉ *et al.* 2002; GALLEGU *et al.* 2004; VASCONCELLOS *et al.* 2006). Ahora puede explicarse esta coincidencia, ya que si ambas especies están presentes en un mismo territorio, y responden a los mismos semioquímicos con similares tasas de emisión, pueden darse casos de ataques sincrónicos a un mismo árbol.

Los resultados de este trabajo abren la puerta a la posibilidad de uso de un dispensador y trampa operativos y eficaces para la atracción y captura de *T. piniperda*, con fines de seguimiento o de control integrado de poblaciones de esta especie. No obstante, las

capturas de fauna asociada, como el depredador *T. formicarius*, son demasiado elevadas. Deben realizarse nuevas experiencias para el reducir las capturas de estas especies o bien utilizar sistemas de captura sin muerte, con liberación posterior de fauna asociada viva.

## AGRADECIMIENTOS

A la empresa Sanidad Agrícola Econex S.L. por su excelente disponibilidad para el desarrollo, fabricación y facilitación de los dispensadores de etanol a las tasas requeridas para poder realizar el presente trabajo.

## ABSTRACT

GONZÁLEZ-ROSA, E., S. C SABAH-MAZZETTA, D. GALLEGO. 2012. Experiments of attraction of *Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758) using kairomonal attractants. *Bol. San. Veg. Plagas*, **38**: 361-369

*Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758) is a species belonging to family Scolytinae (Curculionidae) that at the Iberian Peninsula is restricted to *Pinus sylvestris*, and to a lesser extent *P. pinaster* and *P. radiata* forest stands located in the north plateau of Iberian Peninsula, Cantabrian mountain range and coast, as well as the Pyrenees. Considered as an aggressive or semiaggressive species by some authors, it is anyway a species of unequivocal interest in Forestry.

In the present report, results from two experiences of attraction of *T. piniperda* to kairomonal attractants are presented. They were carried out in Cantalojas (Guadalajara), during the years 2011 and 2012. An experimental design was installed, consisting of 7 and 5 randomized blocks, with 8 treatments/block. Different commercial combinations and doses of  $\alpha$ -pineno and ethanol were tested by means of the use of traps type Crosstrap (Econex S.L.) baited with them. In 2011 the experiment remained operational between April and June, while in 2012 it was between March and May.

Catches significantly different have been obtained in treatments consisting of combinations of doses of ethanol and  $\alpha$ -pineno, compared to these substances separately at any dose, and the negative control, which also recorded a few catches. The combination of maximum attraction, although with no significant differences over others, is the same as for the species *T. destruens*, which could explain the occasional joint attacks of both species on one tree reported by several authors.

**Key words:** Coleoptera, Scolytidae, traps, *Pinus*.

## REFERENCIAS

- BYERS, J.A. 1992. Attraction of bark beetles, *Tomicus piniperda*, *Hylurgus palliatus*, and *Trypodendron domesticum* and other insects to short-chain alcohols and monoterpenes. *J. Chem. Ecol.* **18**: 2385-2402.
- BYERS, J.A. 1989. Chemical ecology of bark beetles. *Experientia*. **45**: 271-283.
- BYERS, J.A., LANNE, D.S., LÖFQVIST, J., SCHLYTER, F., BERGSTRÖM, G. 1985. Olfactory recognition of host-tree susceptibility by pine shoot beetles. *Naturwissenschaften*. **72**: 324-326.
- CARLE, P. 1973. Le dépérissement du pin mesogéen en Provence. Rôle des insectes dans les modifications d'équilibre des forêts envahies par *Matsucoccus feytaudi* Duc (Coccioidea, Margarodidae). Phd. Thesis. Faculté de Sciences de Bordeaux, Bordeaux.
- CZOKAJLO, D., TEALE, S.A. 1999. Synergistic effect of ethanol to  $\alpha$ -pinene in primary attraction of the larger pine shoot beetle, *Tomicus piniperda*. *J. Chem. Ecol.* **25**: 1121-1130.
- DUAN, Y., KERDELHUÉ, C., YE, H., LIEUTIER, F. 2004. Genetic study of the forest pest *Tomicus piniperda* (Coleoptera, Scolytidae) in Yunnan Province (China) compared to Europe: New insights for the systematic



- and evolution of the genus *Tomicus*. *Heredity*. **93**: 416-422.
- FACCOLI, M., ANFORA, G., TASIN, M. 2008. Responses of the mediterranean pine shoot beetle *Tomicus destruens* (Wollaston) to pine shoot and bark volatiles. *J. Chem. Ecol.* **34**: 1162-1169.
- GALLEGO, D., CANOVAS, F., ESTEVE, M., GALIAN, J. 2004. Descriptive biogeography of *Tomicus* (Coleoptera: Scolytidae) species in Spain. *J. Biogeogr.* **31**: 2011-2024.
- GALLEGO, D., GALIÁN, J., DIEZ, J.J., PAJARES, JA. 2008. Kairomonal responses of *Tomicus destruens* (Col., Scolytidae) to host volatiles  $\alpha$ -pinene and ethanol. *J. Appl. Entomol.* **132**: 654-662.
- KERDELHUÉ, C., ROUX-MORABITO, G., FORICHON, J., CHAMBON, J.M., ROBERT, A., LIEUTIER, F. 2002. Population genetic structure of *Tomicus piniperda* L. (Curculionidae: Scolytinae) on different pine species and validation of *T. destruens* (Woll). *Mol. Ecol.* **11**: 483-495.
- KOHLMAYR, B., RIEGLER, M., WEGENSTEINER, R., STAUFFER, C. 2002. Morphological and genetic identification of the three pine pest of the genus *Tomicus* (Coleoptera, Scolytidae) in Europe. *Agricult. For. Entomol.* **4**: 151-157.
- NAKAGAWA, S., CUTHILL, I.C. 2007. Effect size, confidence interval and statistical significance: a practical guide for biologists. *Biological Reviews*. **82**: 591-605.
- NIEMEYER, H., WATZEK, G., LU, N., NIU, J. 1996. Field investigation into the attraction of *Tomicus piniperda* (Col., Scolytidae) to monoterpenes and ethanol. *J. Appl. Entomol.* **120**: 265-267.
- PAJARES, J.A., IBEAS, F., DÍEZ, J.J., GALLEGO, D. 2004. Attractive responses by *Monochamus galloprovincialis* (Col., Cerambycidae) to host and bark beetle Semiochemicals. *J. Appl. Entomol.* **128**: 633-638.
- POLAND, T.M., DE GROOT, P., BURKE S., WAKARCHUK, D., HAACK, R.A., NOTT, R., SCARR, T. 2003. Development of an improved attractive lure for the pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (Coleoptera: Scolytidae). *Agr. For. Entomol.* **5**: 293-300.
- POLAND, T.M., DE GROOT, P., HAACK, R.A., CZOKAJLO, D. 2004. Evaluation of semiochemicals potentially synergistic to  $\alpha$ -pinene for trapping the larger European pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (Col., Scolytidae). *J. Appl. Entomol.* **128**: 639-644.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- SABBATINI-PEVERIERI, G., FAGGI, M., MARZIALI, L., PANZAVOLTA, T., BONUOMO, L., TIBERI, R. 2004. Use of attractant and repellent substances to control *Tomicus destruens* (Coleoptera: Scolytidae) in *Pinus pinea* and *P. pinaster* pine forest of Tuscany. *Entomologica*. **38**: 91-102.
- SCHROEDER, L.M. 1988. Attraction of the bark beetle *Tomicus piniperda* and some other bark- and wood-living beetles to the host volatiles  $\alpha$ -pinene and ethanol. *Entomol. Exp. Appl.* **46**: 203-210.
- SCHROEDER, L.M., LINDELÖW, A. 1989. Attraction of scolytids and associated beetles by different absolute amounts and proportions of  $\alpha$ -pinene and ethanol. *J. Chem. Ecol.* **15**: 807-817.
- SORIANO, A., GALLEGO, D. 2009. Principales escolítidos de Castilla-La Mancha. Serie técnica: Sanidad Forestal, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- SÁNCHEZ-GARCÍA, F.J. 2009. Distribución de los linajes mitocondriales de *Tomicus destruens* (Wollaston 1856) (Col, Scol.) en la cuenca Mediterránea y su relación con variables ambientales. Tesis de Licenciatura, Universidad de Murcia.
- SJÖDIN, K., SCHROEDER, L.M., EIDMANN, H.H., NORIN, T., WOLD, S. 1989. Attack rates of Scolytids and composition of volatile wood constituents in healthy and mechanically weakened pine trees. *Scand. J. For. Res.* **4**: 379-391.
- VITÉ, J.P., VOLZ, H.A., PAIVA, M.R., BAKKE, A. 1996. Semiochemicals in host selection and colonization of pine trees by the pine shoot beetle *Tomicus piniperda*. *Naturwissenschaften*. **39**: 39-40
- WOOD, S.L., BRIGHT, D.E. 1992. A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). Part 2. Taxonomic index. Great Basin Nat. Mem. 13.

(Recepción: 15 octubre 2012)

(Aceptación: 21 noviembre 2012)