

ENSAYOS DE TRAMPEO DE ESCOLÍTIDOS PERFORADORES SUBCORTICALES EN PINARES MEDIANTE EL USO DE FEROMONAS 2002-2005

RODOLFO HERNÁNDEZ ALONSO¹, VÍCTOR PÉREZ FORTEA¹,
GERARDO SÁNCHEZ PEÑA², JAUME CASTELLÁ SOLÁ³,
JAUME PALENCIA ADRUBAU³, JUAN MANUEL GIL BONO¹
Y ARACELI ORTIZ SÁNCHEZ¹

RESUMEN

El uso de compuestos feromonales como método de control biotecnológico de plagas de perforadores forestales es una herramienta de manejo forestal no agresiva al medio ambiente, y mucho más sencilla que los métodos convencionales. Se presentan los resultados de cuatro años de ensayo de diferentes compuestos feromonales agregativos para el control de las explosiones poblacionales de *Ips acuminatus* e *I. sexdentatus*, coleópteros escolítidos perforadores subcorticales de coníferas de gran importancia en España. Los resultados muestran la posibilidad de una viabilidad operativa real del manejo de las poblaciones de *I. acuminatus* en masas de *Pinus sylvestris*, y unos resultados muy prometedores para *I. sexdentatus*, en zonas con preponderancia de *P. pinaster*. Se apuntan indicaciones generales para el manejo de dichas plagas en un marco de control integrado, apoyado en el uso de feromonas como herramienta de gestión sostenible.

Palabras clave: *Ips acuminatus*, *Ips sexdentatus*, feromonas, *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, perforadores subcorticales, escolítidos.

SUMMARY

The use of pheromone compounds as biotechnological control method of forest pests of bark beetles is a non aggressive forest management tool, easier to apply than the traditional methods used in forest. During four years different pheromone aggregative compounds have been tested, in order to control the outbreaks of *Ips acuminatus* and *I. sexdentatus* populations, who are conifer bark beetles of great importance in Spain. Results show the viability for real management of populations of *I. acuminatus* in *Pinus sylvestris* stands, and also very promising results for *I. sexdentatus* in *P. pinaster* areas. Finally general remarks concerning this pest control method in

¹ Laboratorio de Sanidad Forestal, Servicio Provincial de Medio Ambiente de Teruel, Departamento de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón. e-mail: labsanfor@aragon.es

² Servicio de Protección de los Montes Contra Agentes Nocivos, Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente. e-mail: gsanchez@mma.es

³ Sociedad Española de Desarrollos Químicos, (SEDQ). e-mail: jcastella@sedq.es

Recibido: 26/06/2006.

Aceptado: 08/11/2006.

the framework of integrated control are pointed out, in basis of the pheromone use as sustainable management tool.

Key words: *Ips acuminatus*, *Ips sexdentatus*, pheromones, *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, bark beetles, scolytidae.

INTRODUCCIÓN

Los daños producidos por insectos perforadores subcorticales en los pinares se han ido incrementando de manera importante en las últimas décadas (DEVAN, 1987). Las razones principales son varias y además todas ellas inciden en la misma dirección (ROMANYK & CADAHÍA, 1993):

- La progresiva disminución de la población humana en las zonas rurales.
- El cambio y evolución de sus usos y costumbres.
- El importante aumento de los costes de explotación del bosque.
- La escasez de material y personal especialmente cualificado.
- El incumplimiento de los plazos para una buena práctica forestal.
- El escaso valor relativo de estas maderas.

Antiguamente, la posibilidad de que se produjesen grandes explosiones demográficas de insectos perforadores subcorticales parecía estar limitada a ser consecuencia de un evento extremo, como vendavales o incendios (NOVAK, 1976). Su control solía producirse de un modo casi automático en el marco de la gran demanda existente de maderas y de leñas. En las cortas de árboles, realizadas con mayor profusión que en la actualidad, los troncos se descortezaban y las leñas eran muy demandadas por su uso en los hogares y pequeñas industrias rurales. Actualmente la madera generalmente no se descorteza y suele permanecer largo tiempo en el monte, mientras que las leñas no tienen salida, y su eliminación supone un coste económico adicional. Todo ello hace que el riesgo de plagas y de incendios forestales aumente.

En efecto, la permanencia en el monte de grandes cantidades de madera sin descortezarse y de

leñas tiene como consecuencia que los insectos perforadores, que se multiplican sobre este material, alcancen altos niveles de población, y se produzcan las colonizaciones de árboles debilitados, e incluso de arbolado sano, cuya capacidad defensiva se limita a la producción de resina. El presente estudio se centra en dos de los principales perforadores subcorticales pertenecientes a la familia *Scolytidae*: *Ips acuminatus*, que ataca al *Pinus sylvestris* e *Ips sexdentatus*, que puede encontrarse en todos los pinos peninsulares (HERNÁNDEZ *et al.*, 1998; HERNÁNDEZ *et al.*, 2005). Ambos pueden coincidir sobre *Pinus sylvestris*, aunque no compiten entre ellos: *Ips acuminatus* coloniza las zonas de corteza fina de color asalmonado (parte superior del tronco y las ramas), mientras que *Ips sexdentatus* evoluciona bajo la corteza gruesa en la mitad inferior del pino (GIL & PAJARES, 1986).

El único método del que se disponía hasta ahora para reducir sus poblaciones era la extracción del monte de los pinos atacados antes de la salida de su interior de los nuevos imagos y la colocación de árboles como puntos cebo (ROMANYK & CADAHIA, 1993; PADRÓ *et al.*, 1999). En el ámbito forestal ambas actuaciones conllevan una gran dificultad por la necesidad de un riguroso control a escala local de las fechas en las que aparecen los daños para planificar adecuadamente los trabajos, y la coincidencia en el tiempo de múltiples actuaciones puntuales (ABGRALL & SOUTRENON, 1991). Además sólo se actúa sobre la descendencia ya que los insectos adultos, una vez hecha la puesta, emigran hacia otros lugares donde realizarán nuevas ovoposiciones.

En el año 2002 se inicia un programa de colaboración entre el Laboratorio de Sanidad Forestal del Servicio Provincial de Teruel (Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón), el

Servicio de Protección Contra Agentes Nocivos en los Montes (Dirección General para la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente) y la Sociedad Española de Desarrollos Químicos. Su objetivo es conseguir atrayentes inexistentes hasta ese momento, y prototipos de trampas sin insecticidas que sustituyan la instalación de puntos cebo para *Ips acuminatus* y a su vez den lugar a nuevas estrategias para el control de sus poblaciones (HERNÁNDEZ *et al.* 2004). En el año 2003 se continúan los trabajos tomando como base los esperanzadores resultados del año anterior y se inician ensayos con *Ips sexdentatus*. Nuevamente, a partir de los resultados de los ensayos obtenidos en 2003, se prosiguen los trabajos con *Ips acuminatus* e *Ips sexdentatus* en el 2004 y 2005.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tras la instalación de los primeros atrayentes y una vez comprobado que acudían insectos a los prototipos de trampas en los que estaban colocados, se procedió a la selección de un modelo de trampa de referencia que sirviese para evaluar y comparar los resultados que se iban produciendo para los distintos productos ensayados. Se partió de diversos sistemas de trapeo: pantalla de cristal y recolectores laterales con agua, plataformas engomadas horizontales y verticales, trampa Theysohn[®], trampa de embudos múltiples, y variaciones de las anteriores (BAKKE, 1967^a; BAKKE, 1967^b; ABGRALL, 1993; DUELLI *et al.* 1997). Se optó por aquélla que presentaba mejor operatividad y menor problemática de manejo y conservación en el monte, eligiendo la denominada Theysohn[®] como trampa única para homogeneizar los ensayos (las cantidades recolectadas eran importantes como se podrá ver más adelante, sobre todo si se tiene en cuenta que posteriormente había que identificar, contar y sexar las capturas). La trampa Theysohn[®] integra un panel de plástico negro de 50 cm x 50 cm x 6,5 cm de ancho con varias ranuras laterales horizontales para la entrada de los insectos y un cajón en la base de 50 cm x 8 cm x 6 cm que sirve de recipiente de captura. El conjunto de la trampa cuelga de un soporte metálico que tiene

forma de L invertida y cuya barra horizontal queda, después de clavada, a unos 150 cm de altura desde el suelo.

En las pruebas realizadas se ensayaron diversos formulados, insertos en un sistema de difusión del compuesto a velocidad controlada. Estos productos son componentes de feromonas de agregación (VITE *et al.* 1972), y atrayentes (BYERS, 1989), probados separadamente y combinados en distintas proporciones y concentraciones. Tras los ensayos de 2002 se definen como productos base los compuestos *cis-verbenol*, *ipsenol* e *ipsdienol* (HERNÁNDEZ *et al.* 2004). Los ensayos también tienen como objetivo testar el uso de estabilizantes y los posibles efectos repetentes de productos de degradación. Además se han estudiado distintos sistemas de difusión mediante la modificación de la naturaleza de la membrana y de la superficie emisora con el objeto de establecer la velocidad de emisión más conveniente.

Los ensayos se ubicaron en diversos montes de Utilidad Pública de la provincia de Teruel (Aragón, España), en zonas de *Pinus sylvestris* las pruebas de *Ips acuminatus* y en zonas de *P. pinaster* las de *Ips sexdentatus*. La separación entre trampas en cada una de las pruebas no individuales ha estado entre los 20 m y más de 200 m.

Las recogidas de las capturas se han llevado a cabo con intervalos variables de tiempo, de acuerdo con las pruebas que se estaban realizando y las curvas de vuelo resultantes. Se incrementaba el número de revisiones en coincidencia con las épocas de mayor intensidad de vuelo de *Ips acuminatus* hasta alcanzar un mínimo de tres revisiones semanales durante el primer año. Tras la recogida, todos los ejemplares capturados eran llevados al Laboratorio donde se procedía a su congelación y posterior identificación y conteo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En 2002, año de inicio de los ensayos, se trabaja únicamente sobre *Ips acuminatus*, con los siguientes resultados (Tabla 1).

<i>Ips acuminatus</i>			
Nº de pruebas		15	
Nº de modelos de trampas ensayados		4	
Nº de trampas con productos (atrayerentes)		92	
Nº de formulaciones ensayadas		16	
Nº de capturas en trampas con atrayerentes	<i>Ips acuminatus</i>	217.888	88%
	<i>Ips sexdentatus</i>	18.391	7%
	Otros escolítidos	11.795	5%
Nº de trampas interceptación (cebo natural)		12	
Nº de capturas en trampas de interceptación con cebo natural	<i>Ips acuminatus</i>	8.129	31%
	<i>Ips sexdentatus</i>	225	1%
	Otros escolítidos	18.084	68%
Nº total de escolítidos capturados		274.512	

Tabla 1. Cuadro resumen general 2002.

Table 1. Global summary sheet 2002.

Para las 15 pruebas realizadas se emplearon 92 trampas y se ensayaron un total de 16 formulaciones o variaciones de productos. Además fueron utilizadas 12 trampas de interceptación cebadas con troncos recién cortados, como referencia. Del total de los 274.512 escolítidos capturados, 217.888 son ejemplares de *Ips acuminatus*.

AÑO 2003

El complejo feromonal con mejores resultados fue el codificado como Formulado 08.2002 FERAG IA, y se utiliza, como compuesto base y referencia para los ensayos del año 2003, en los

que se estudian los efectos de estabilizantes, atrayerentes volátiles y velocidades de emisión, cuyos resultados globales se exponen a continuación (Tabla 2).

Para las 16 pruebas se emplearon 70 trampas y se ensayaron un total de 14 formulaciones o variaciones de productos. Además fueron utilizadas 7 trampas de interceptación cebadas con troncos recién cortados como referencia. Del total de los 463.350 escolítidos capturados, 416.151 corresponden a ejemplares de *Ips acuminatus*.

A la vez, en el año 2003 se inician ensayos sobre compuestos atrayerentes enfocados a *Ips*

<i>Ips acuminatus</i>			
Nº pruebas		16	
Nº de modelos de trampas ensayados		1	
Nº trampas con productos (atrayerentes)		70	
Nº de formulaciones ensayadas		14	
Nº total de capturas en trampas con atrayerentes	<i>Ips acuminatus</i>	416.151	93,30%
	<i>Ips sexdentatus</i>	25.947	5,80%
	Otros escolítidos	3.848	0,90%
Nº trampas interceptación (cebo natural)		7	
Nº de capturas en trampas de interceptación (cebo natural)	<i>Ips acuminatus</i>	13.533	77,80%
	<i>Ips sexdentatus</i>	57	0,30%
	Otros escolítidos	3.814	21,90%
Nº total de escolítidos capturados		463.350	

Tabla 2. Cuadro resumen general 2003.

Table 2. Global summary sheet 2003.

sexdentatus. Los difusores se prepararon teniendo en cuenta la experiencia adquirida en *Ips acuminatus* pero empleando como base el compuesto *ipsdienol*, descrito en la literatura científica como feromona de agregación (SEYBOLD *et al.*, 2000). Se estudian los efectos de estabilizantes, atrayentes volátiles y velocidades de emisión, con los siguientes resultados (Tabla 3).

Las bajas capturas de *Ips acuminatus* en estos ensayos son debidas a la ubicación de las trampas en montes puros de *Pinus pinaster*, o mezclados con *P. nigra salzmannii*, relativamente alejados de las masas de *P. sylvestris*. En las trampas de interceptación donde el cebo utilizado fue trozos de *P. pinaster*, no se captura *Ips acuminatus*.

En los primeros ensayos se incluyó dentro del protocolo de estudio una feromona comercial de *Ips sexdentatus*. Los muy discretos resultados obtenidos con la misma, tanto en nº de capturas como en duración, hacen que se descarte su testado en pruebas posteriores.

AÑO 2004

Los ensayos de *Ips acuminatus* 2004 tienen como materia activa de referencia el Formulado 04.2003 FERAG IA, con la incorporación de las modificaciones que presentaron los mejores resultados el año anterior, utilizándose para todos los ensayos de dosificación y de ubicación, y corresponde a su vez al nº 1 en los ensayos realizados de Productos (ver Tabla 4).

<i>Ips sexdentatus</i>			
Nº pruebas		4	
Nº de modelos de trampas ensayados		2	
Nº trampas con productos (atrayentes)		33	
Nº de formulaciones ensayadas		9	
Nº de capturas en trampas con atrayentes	<i>Ips sexdentatus</i>	42.199	92,70%
	<i>Ips acuminatus</i>	337	0,70%
	Otros escolítidos	2.990	6,60%
Nº trampas interceptación (cebo natural)		3	
Nº de capturas en trampas de interceptación con cebo natural	<i>Ips sexdentatus</i>	718	19,10%
	<i>Ips acuminatus</i>	0	0,00%
	Otros escolítidos	3.042	80,90%
Nº total de escolítidos capturados		49.286	

Tabla 3. Cuadro resumen general 2003.

Table 3. Global summary sheet 2003.

	Capturas totales					Capturas %			
	1	2	3	4	TOTALES	1	2	3	4
8MORA1	12.062	33.098	9.048	23.712	77.920	15,5	42,5	11,6	30,4
8MORA2	10.754	23.166	8.556	8.014	50.490	21,3	45,9	16,9	15,9
8MORA3	5.228	22.565	9.108	11.042	47.943	10,9	47,1	19,0	23,0 8
MORA4	16.809	16.754	7.562	5.579	46.705	36,0	35,9	16,2	11,9
120RIU	3.725	4.586	5.343	3.020	16.675	22,3	27,5	32,0	18,1
8MORA5	15.593	16.709	12.385	11.875	56.562	27,6	29,5	21,9	21,0
8MORA6	9.642	11.287	10.290	6.785	38.004	25,4	29,7	27,1	17,9
Medias	10.545	18.309	8.899	10.004	47.757	22,7	36,9	20,7	19,7

Tabla 4. Ensayos de productos.

Table 4. Products trials.

En estos ensayos no se realiza ninguna renovación ni nueva incorporación de producto. Puede observarse (Figura 1) como el [Prod. 2], es el que mejores resultados obtiene, superando al mejor producto del año anterior, [Prod. 1].

En la Figura 2 puede verse una distribución semanal de las capturas de todas las pruebas de *Ips acuminatus* en 2004, y las temperaturas máximas a lo largo del periodo. Cuando las temperaturas alcanzan los 18°C se producen entradas en las trampas.

El resumen de todas las pruebas realizadas durante el año 2004 se expone en la Tabla 5.

En el total de 25 pruebas se utilizaron 106 trampas y se ensayaron 4 formulaciones o variaciones de productos. Para el cálculo del nº de *Ips acuminatus* por trampa se utilizaron sólo los datos de aquéllas que han permanecido instaladas durante todo el periodo de vuelo del insecto, con o sin renovación de atrayentes. Concretamente las 7 pruebas de ensayos de productos son las que no se cambia la feromona durante todo el ensayo.

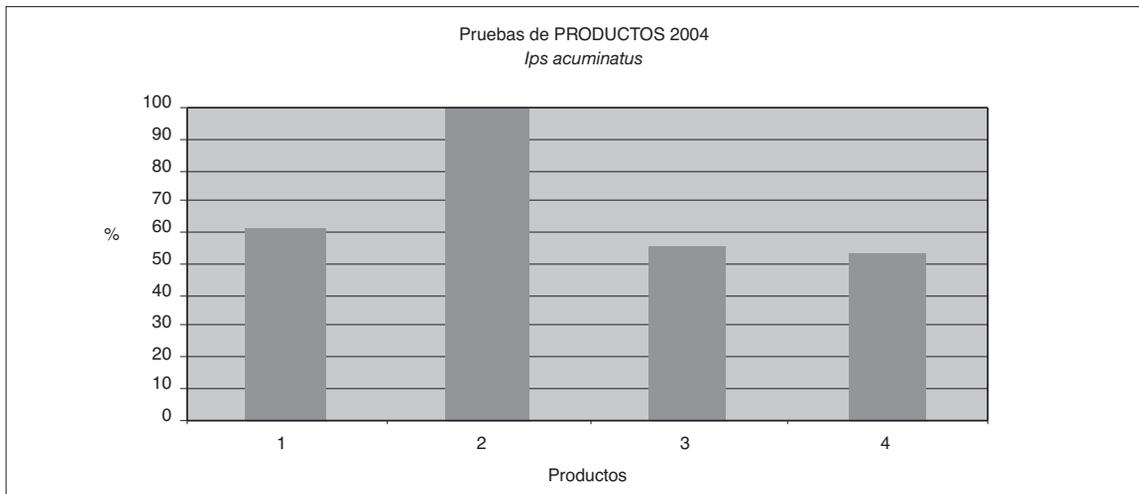


Figura 1. Gráfico de capturas por productos.

Figure 1. Captures chart by products.

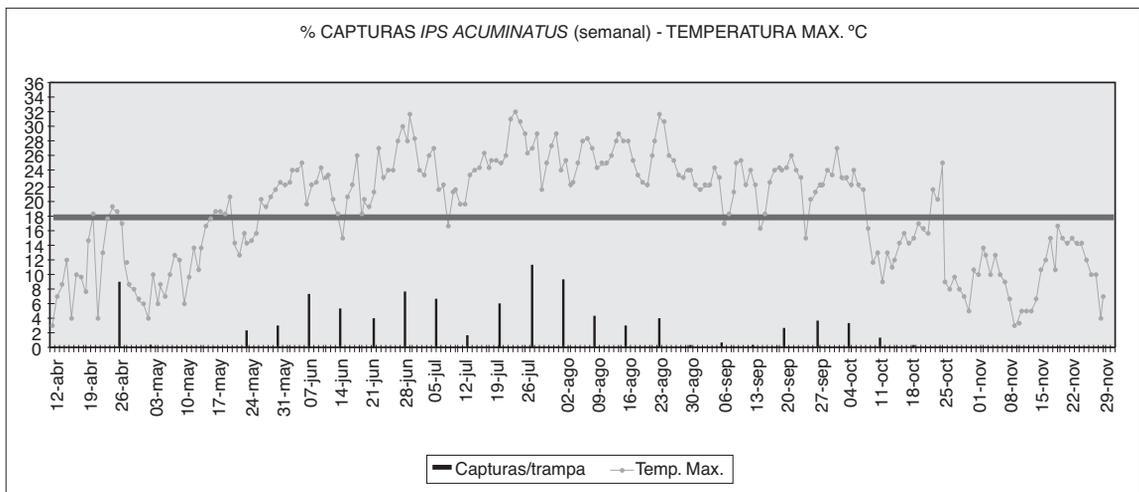


Figura 2. Curva de vuelo de *Ips acuminatus*.

Figure 2. Flying curve of *Ips acuminatus*.

1.499.169						
Nº de capturas						
Pruebas	nº de pruebas	nº de trampas	nº de producto	<i>Ips acuminatus</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	Otros escoltidos
Ensayos de Productos	7	28	4	334.298	67.802	3.718
Ensayos de Dosificación	7	21	1	344.848	34.080	1.303
Ensayos de Ubicación	11	57	1	590.831	116.790	5.499
Totales	25	106	5	1.269.976	218.672	10.520

Total capturas escoltidos	1.499.169
Total <i>Ips acuminatus</i>	1.269.976
Total <i>Ips sexdentatus</i>	218.672
<i>Ips acuminatus</i> / trampa	19.039

Nº de capturas

Species	Percentage
<i>Ips acuminatus</i>	84%
<i>Ips sexdentatus</i>	15%
Otros escoltidos	1%

Tabla 5. Resumen General Ensayo. *Ips acuminatus*. 2004.

Table 5. Global summary trial. *Ips acuminatus*. 2004.

Del total de los 1.499.169 escoltidos capturados: 1.269.976 son ejemplares de *Ips acuminatus* recogidos en las trampas correspondientes a los diversos ensayos, 218.672 fueron de *Ips sexdentatus* y solo 10.520 corresponden a otros escoltidos, mayoritariamente *Orthotomicus erosus*.

En el año 2004 también se realizaron ensayos de productos orientados principalmente a *Ips sexdentatus*, y diversas pruebas de dosificación, ubicación, vuelo de imagos y modelos de trampas.

A modo de ejemplo de resultados de estos ensayos, se puede ver en la Figura 3 la rela-

ción existente entre el vuelo de los imagos y la variación de temperatura durante el día. Tanto al inicio de la mañana como al final de la tarde existieron temperaturas que parecen no ser favorables para el vuelo de los insectos.

Al igual que se realizó para *Ips acuminatus*, se analizó la distribución semanal de las capturas de todas las pruebas de *Ips sexdentatus* y las temperaturas máximas a lo largo del periodo (Figura 4). En este insecto el umbral térmico 16°C-18°C debe ser superado para que se produzcan entradas en las trampas.

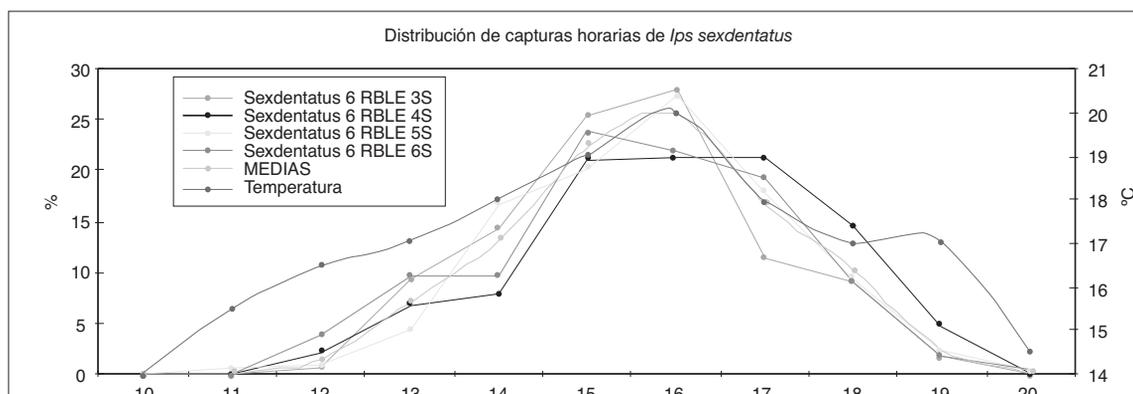


Figura 3. Capturas horarias de *Ips sexdentatus*.

Figure 3. Hourly records of captures, *Ips sexdentatus*.

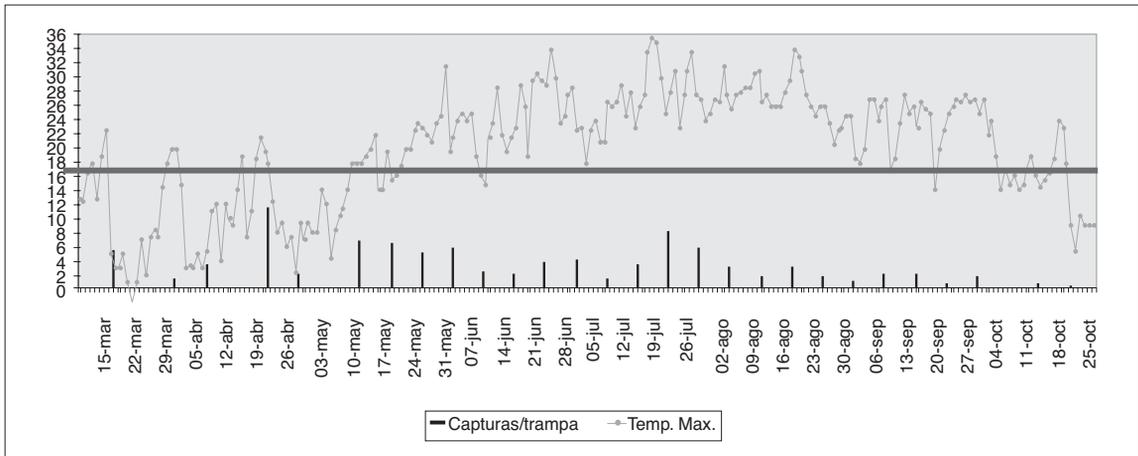


Figura 4. Curva de vuelo de *Ips sexdentatus*.

Figure 4. Flying curve of *Ips sexdentatus*.

Seguidamente se expone el resumen de todas las pruebas realizadas durante el año 2004 (Tabla 6).

AÑO 2005

Para la planificación de los trabajos con *Ips acuminatus* de 2005 se parte de los resultados obtenidos durante 2004.

Entre los ensayos de este año y aparte de las formulaciones se ha querido cuantificar las diferencias habitualmente producidas en los conteos cuando se prolongan los periodos de revisión. En dos zonas distintas se han realizado revisiones semanales en un grupo de trampas, y revisiones sólo en el momento de la renovación (incorporación) de nueva feromona, entre las 6 y 8 semanas, en otro grupo. En ambos casos: Sierra de Albarracín (conteo

310.128						
N° de capturas						
Pruebas	n° de pruebas	n° de trampas	n° de producto	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Ips acuminatus</i>	Otros escolítidos
Ensayos de Productos	4	16	4	38.177	0	1.646
Ensayos de Dosificación	4	16	1	50.163	4	1.159
Ensayos de Ubicación	7	23	1	208.222	0	8.604
Ensayos de Modelos	1	2	1	2.071	0	82
Totales	16	57	5	298.633	4	11.491

Total capturas escolítidos	310.128
Total <i>Ips sexdentatus</i>	298.633
Total <i>Ips acuminatus</i>	4
<i>Ips sexdentatus</i> / trampa	7.364

N° de capturas

Categoría	Porcentaje
<i>Ips sexdentatus</i>	96%
<i>Ips acuminatus</i>	4%
Otros escolítidos	0%

Tabla 6. Resumen General Ensayo. *Ips sexdentatus*. 2004

Table 6. Global summary trial. *Ips sexdentatus*. 2004.

en 6 trampas con periodicidad semanal y en 16 en coincidencia con la renovación) y Sierra de Gúdar (6 trampas semanales y 46 trampas a la renovación), en las trampas con revisión semanal se han contabilizado un 50% aproximado más de capturas que en las otras. Esta diferencia puede ser explicada en gran medida por el efecto depredador en el propio cajón de recogida, de *Thanasimus formicarius*, *T. femoralis*, *Temnochila caerulea* y diversas especies de hormigas. Por ello es menor el número de ejemplares contados que el de los realmente capturados debido al aumento de la permanencia de las capturas en la trampa (Tablas 7 y 8).

Se han iniciado una serie de ensayos, que continuarán en el futuro, para mejorar el diseño de las trampas, evitando las perforaciones que realizan en el cajón de recogida y disminuyendo el porcentaje de insectos que aunque son atraídos caen fuera de la trampa. Para un primer ensayo el diseño consistió en cajones y recipientes de captura externos de chapa metálica, que rodean la superficie basal de la trampa. Los ensayos realizados en este año no son definitivos porque sólo se han probado en 4 trampas y se iniciaron posteriormente al periodo de máximo vuelo de la segunda generación por lo que las capturas son escasas aunque los resultados se muestran prometedores: en el cajón superior se han capturado en las cuatro trampas cerca de 14.000 *Ips acuminatus* mientras que en el

inferior las capturas son algo superiores a 9.000.

En otro ensayo, el testado de la respuesta ante la utilización conjunta de feromona de *Ips acuminatus* y de *Ips sexdentatus* en la misma trampa ofrece los siguientes resultados: el total de capturas de *Ips acuminatus* en tres trampas cebadas solo con su feromona fue de 119.942 ejemplares, mientras en tres trampas con ambas feromonas fue de 37.306. Estos resultados parecen en consonancia con ensayos previos de otros investigadores (KOHNLÉ *et al.*, 1986).

El resumen de todas las pruebas de *Ips acuminatus* realizadas durante el año 2005 se expone a continuación (Tabla 9).

El total de capturas presenta un volumen que puede hacer interesante su uso a nivel de gestión técnica habitual en el monte, sobre todo en el caso de los *Ips acuminatus* recogidos por las trampas que han permanecido operativas durante todo el periodo de vuelo del insecto.

Para *Ips sexdentatus* en 2005 se partió de los resultados obtenidos hasta el año 2004. Se han ensayado ubicaciones y se han testado las diferencias que se producen en los conteos cuando se alargan los periodos de revisión: en los pinares de *Pinus pinaster* fueron seguidas 11 trampas en revisión semanal y 40 trampas con

Trampas de revisión semanal				Trampas de revisión en el cambio de feromonas			
<i>Ips acuminatus</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	Total (6)	Promedio	<i>Ips acuminatus</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	Total (16)	Promedio
179.676	16.989	196.664	32.777	318.106	34.822	352.929	22.058

Tabla 7. Sierra de Albarracín *Ips acuminatus* 2005 (capturas).

Table 7. Albarracín mountains. *Ips acuminatus* 2005 (captures).

Trampas de revisión semanal				Trampas de revisión en el cambio de feromonas			
<i>Ips acuminatus</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	Total (6)	Promedio	<i>Ips acuminatus</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	Total (16)	Promedio
222.006	8.108	230.113	38.352	1.073.479	57.653	1.131.132	24.590

Tabla 8. Sierra de Gúdar. *Ips acuminatus* 2005 (capturas).

Table 8. Gúdar mountains. *Ips acuminatus* 2005 (captures).

2.897.539						
N° de capturas						
Pruebas	n° de pruebas	n° de trampas	n° de producto	<i>Ips acuminatus</i>	<i>Ips sexdentatus</i>	Otros escolítidos
Ensayos de Productos	6	39	6	293.424	23.382	3.315
Ensayos de Dosificación	3	21	1	519.242	12.699	468
Ensayos de Ubicación	5	81	1	1.924.986	119.816	206
Totales	14	141	6	2.737.653	155.897	3.989

Total capturas escolítidos	2.897.539
Total <i>Ips acuminatus</i>	2.737.653
Total <i>Ips sexdentatus</i>	155.897
<i>Ips acuminatus</i> / trampa	25.095

N° de capturas

5,4% 0,1% 94,5%

- *Ips acuminatus*
- *Ips sexdentatus*
- Otros escolítidos

Tabla 9. Resumen General Ensayo. *Ips acuminatus*. 2005.

Table 9. Global summary trial. *Ips acuminatus*. 2005.

revisión en cada incorporación de feromona (8 semanas). Los porcentajes en los promedios de capturas han sido similares a los registrados en los ensayos de *Ips acuminatus*: en las trampas con revisión semanal se ha contabilizado un incremento superior al 50%.

El resumen de todas las pruebas de *Ips sexdentatus* realizadas durante el año 2.005 se expone a continuación (Tabla 10)

CONCLUSIONES

De los resultados hasta ahora obtenidos destacan como hechos relevantes.

- Al ser el atrayente un compuesto feromonal agregativo, y no solo sexual se capturan machos y hembras. En las determinaciones de sexo realizadas en las dos especies de *Ips*, las hembras capturadas duplican a los

2.897.539					
N° de capturas					
Pruebas	n° de pruebas	n° de trampas	n° de producto	<i>Ips sexdentatus</i>	Otros escolítidos
Ensayos de Productos	1		2	6.844	
Ensayos de Dosificación	0				
Ensayos de Ubicación	14		1	212.019	374
Totales	15	67	2	218.863	374

Total capturas escolítidos	219.237
Total <i>Ips sexdentatus</i>	218.863
<i>Ips sexdentatus</i> / trampa	5.525

N° de capturas

0,2% 99,8%

- *Ips sexdentatus*
- Otros escolítidos

Tabla 10. Resumen General Ensayo. *Ips sexdentatus*. 2005.

Table 10. Global summary trial. *Ips sexdentatus*. 2005.

- machos en los datos globales correspondientes a todo el periodo anual de vuelo.
- En el caso de que la captura masiva se considere interesante, no se incidirá solo en los apareamientos, que sería la consecuencia de la reducción de uno de los sexos, sino que además se reducirían directamente las hembras, por lo tanto población original y descendencia.
 - Las trampas de interceptación cebadas con trozas recién cortadas han capturado muy por debajo de las trampas con atrayentes ensayados. En varias de las trampas de interceptación incluidas dentro de las líneas de trampas de los ensayos no se han producido capturas de *Ips*.
 - *Ips acuminatus* ha necesitado para entrar en las trampas que la temperatura superase el listón de los 18°C mientras que *Ips sexdentatus* ha entrado con temperaturas algo inferiores (desde 16 °C).
 - Estos umbrales térmicos hacen que los periodos de vuelo de ambos insectos puedan ser claramente distintos en una misma zona y diferentes cada año.
 - Mientras la época de vuelo de *Ips acuminatus* es muy similar en todo el territorio peninsular, al colonizar *Pinus sylvestris*, *Ips sexdentatus* que puede atacar a todas las especies de pinos, presenta diferencias en el inicio y final de su periodo de vuelo.
 - Se ha seleccionado provisionalmente la trampa Theysohn® por su fácil manejo para ensayos, aunque presenta algunos problemas para la utilización generalizada y continuada que deberán solventarse mediante el testado de nuevos prototipos.
 - Para la captura de los insectos no es necesario utilizar insecticidas, adhesivos ni líquidos.
 - En el futuro deberá modificarse el cajón de captura con el fin de evitar la salida de insectos, que consiguen perforar sus paredes. Se está trabajando actualmente en su mejora, así como en nuevos prototipos de trampas secas.
 - Los productos hasta ahora utilizados son bastante selectivos. En los compuestos dirigidos contra *Ips acuminatus* más del 99% de las capturas han sido de *Ips acuminatus* e *Ips sexdentatus*; en las pruebas de compuestos para *Ips sexdentatus* más del 95% de las capturas corresponden a este insecto. El resto de los escolítidos capturados son mayoritariamente *Orthotomicus erosus*.
 - Esta selección es importante ya que se consigue interferir de manera positiva en la fauna de escolítidos que aceleran el proceso de la descomposición de la madera, al actuar casi exclusivamente sobre aquéllos que pueden colonizar árboles sanos. Este efecto selectivo no se produce en el método de puntos cebo.
 - Los predadores que más asiduamente se encuentran en las trampas ubicadas en zonas de *Pinus sylvestris* son *Thanasimus formicarius* y *T. femoralis*. En la trampa Theysohn® entran y salen libremente con suma facilidad, en contraste con otras trampas testadas.
 - La superficie de evaporación de los productos debe estar libre. El comportamiento de los difusores es muy similar tanto en el panel como en el cajón de recogida de insectos. No obstante en este último caso tiene el inconveniente de que los insectos penetran en el interior del difusor destruyéndolo, por ello debe colocarse colgado en el interior del panel.
 - Si se aumenta la dosis y proporcionalmente también el tamaño de la superficie de evaporación del difusor pueden aumentar las capturas en los primeros días pero se reducen drásticamente de forma inmediata.
 - Si se aumenta la dosis colocando varios difusores en una misma trampa aumenta de forma importante el número de insectos capturados, no obstante claramente por debajo de los que se recogen distribuyendo

ese mismo número de difusores individualizados en trampas.

- Al colocar en la misma trampa feromonas de *Ips acuminatus* e *Ips sexdentatus* se reduce drásticamente el número de capturas de *Ips acuminatus*.
- Las trampas deben colocarse en claros del monte, nunca debajo ni en la proximidad de los pinos

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas del Laboratorio de Sanidad Forestal de Mora de Rubielos y colaboradores que han intervenido en la preparación e instalación de las trampas así como en la recogida, determinación y conteo de los varios millones de insectos capturados, sin cuya intervención y eficacia hubiese sido imposible ir teniendo el trabajo al día para la preparación de nuevos ensayos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABGRALL J.F., 1993: «Capturas de *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptero, Escolítido) con feromonas de síntesis en los montes de picea de los alpes franceses». In: *Actas del I Congreso Forestal Español*, LOURIZÁN 93. SECF. Pontevedra.
- ABGRALL J.F. & SOUTRENON A., 1991: *La forêt et ses ennemis*. CEMAGREF. Grenoble.
- BAKKE A., 1967a: «Field and laboratory studies on sex ratio in *Ips acuminatus* (Coleoptera; Scolytidae) in Norway». *The Canadian Entomologist* 100: 640-648.
- BAKKE A., 1967b: «Pheromone in the Bark Beetle, *Ips acuminatus* Gyll.». *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie* 59: 49-53.
- BYERS J.A., 1989: «Chemical ecology of bark beetles.». *Experientia* 45: 271-283.
- DEVAN D., 1987: *Forest insects*. Forestry Commission. London.
- DUELLI P., ZAHRADNIK P., KNIZEK M. & KALINOVA B., 1997: «Migration in spruce bark beetles (*Ips typographus* L.) and the efficiency of pheromone traps». *Journal of Applied Entomology* 121: 297-303.
- GIL L. & PAJARES J., 1986: *Los escolítidos de las coníferas en la Península Ibérica*. INIA (MAPA). Madrid.
- HERARD F & MERCADIER G., 1996: «Natural enemies of *Tomicus piniperda* and *Ips acuminatus* (Col., Scolytidae) on *Pinus sylvestris* near Orléans, France: Temporal occurrence and relative abundance, and notes on eight predatory species». *Entomophaga* 41: 183-210.
- HERNÁNDEZ R., PÉREZ V., 1997: *Guía de insectos y daños en las masas forestales de Aragón*. Gobierno de Aragón. Departamento de Agricultura y Medio Ambiente.
- HERNÁNDEZ R., PÉREZ V., MARTÍN E. & CAÑADA J.F., 1998: «Barrenador del pino silvestre. *Ips acuminatus* Gyll.» *Informaciones Técnicas* 4/98. Gobierno de Aragón. Dirección General del Medio Natural. Servicio de Protección del Medio Natural.
- HERNÁNDEZ R., PÉREZ V., SÁNCHEZ G., CASTELLÁ J., PALENCIA J., GIL JM. & ORTIZ A. 2004: «Ensayos de atracción y captura de *Ips acuminatus* (Coleoptera:Scolytidae)». *Ecología* 18: 35-52.
- HERNÁNDEZ R., MARTÍN E., CAÑADA J.F., GISBERT S., PÉREZ V., IBARRA N., & GIL JM., 2005: «Insecto perforador de pinos. *Ips sexdentatus*, Boern.» *Informaciones Técnicas* 2/2005. Gobierno de Aragón. Dirección General del Medio Natural. Servicio de Coordinación y Planificación Forestal.
- KOHNLE U., KOOP S. & FRANCKE W., 1986: «Inhibition of the attractant pheromone response in *Ips acuminatus* (Gyll.) by *Ips sexdentatus* (Böern) (Coleoptera, Scolytidae)». *Journal of Applied Entomology* 101: 316-319.
- MUÑOZ C., PÉREZ V., COBOS P., HERNÁNDEZ R. & SÁNCHEZ G., 2003: *Sanidad forestal*. Ediciones Mundi-Prensa.

- NOVAK V., 1976: *Atlas of insects harmful to forest trees volume I*. Elsevier. New York.
- PADRÓ A., HERNÁNDEZ R., PÉREZ V., MARTÍN E. & CAÑADA J.F. 1999: «Trabajos selvícolas en pinares. Insectos perforadores. Prevención y control.» *Informaciones Técnicas 4/99*. Gobierno de Aragón. Dirección General del Medio Natural. Servicio de Protección del Medio Natural.
- ROMANYK N. & CADAHIA D. (Coords.), 1993: *Plagas de insectos en las masas forestales españolas*. 2ª edición. ICONA. Madrid.
- SEYBOLD S.J., BOHLMANN J. & RAFFA K.F., 2000: «The biosynthesis of coniferophagus bark beetle pheromones and conifer isoprenoids: evolutionary perspective and synthesis» *Canadian Entomologist* 132, 697-753.
- VITÉ J.P., BAKKE A. & RENWICK J.A.A., 1972: «Pheromones in *Ips* (Coleoptera: Scolytidae): occurrence and production». *Canadian Entomologist* 104: 1967-1975.

