

Megaplatypus mutatus: descripción de su biología y optimización del uso de su principal componente feromonal

Megaplatypus mutates: description of its biology and optimizing the use of its main pheromone component

Hernán Martín Funes, Paola González Audino y Eduardo Nicolás Zerba

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa) / Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas (CIPEIN)

Resumen

Megaplatypus mutatus (= *Platypus sulcatus* Chapuis) es un coleóptero de ambrosía nativo de Sudamérica y recientemente introducido en Italia. Su presencia causa severos daños en plantaciones forestales de álamos. El macho de *M. mutatus* emite una feromona sexual que está constituida principalmente por (S)-(+)-6-metil-5-hepten-2-ol [(+)-sulcatol], 6-metil-5-hepten-2-ona (sulcatona) y 3-pentanol.

Se evaluó, mediante ensayos a campo realizados en la Argentina e Italia, el efecto atrayente del isómero puro de (+) sulcatol comparado con la mezcla enantiomérica (±) sulcatol, ambos dentro del *blend* feromonal. El poder atrayente sobre las hembras de *M. mutatus* en trampas cebadas con (+/-)-sulcatol no se ve afectado por la presencia del isómero (-), el cual se comporta como inerte dentro del *blend* feromonal. Esto hace económicamente viable el uso de este compuesto en la mezcla feromonal a campo debido a los costos excesivos del isómero puro. El trabajo realizado en este ensayo es una contribución al desarrollo de una tecnología local de herramientas de control y monitoreo de bajo impacto ambiental basada en el uso de feromonas de insectos.

Palabras clave: feromonas, sulcatol, sulcatona, 3-pentanol, *Megaplatypus mutatus*.

Abstract

Megaplatypus mutatus (= *Platypus sulcatus* Chapuis) is an Ambrosia beetle native to South America, which was recently introduced to Italy and whose presence there is causing severe damage on the local poplar plantations. The male's *M. mutatus* pheromone is composed of (S)-(+)-6-methyl-5-hepten-2-ol [(+)-sulcatol], 6-methyl-5-hepten-2-one (sulcatone), and 3-pentanol.

A series of field trials testing dose, blend and enantiomer composition performed in Argentina and Italy evaluated attraction and found that the racemic sulcatol is as effective as the pure (+)-isomer for the purpose of beetle catch, due to the inert nature of the (-)-isomer allowing the usage of low cost racemic sulcatol instead of highly expensive (+)-sulcatol. The results of our work contribute to the development of pheromone-based local technologies with low environmental impact and low cost for control or monitoring of an important pest.

Key words: pheromone, sulcatol, sulcatone, 3-pentanol and *Megaplatypus mutates*

Los coleópteros de ambrosía pertenecen a la familia Platypodidae, que se encuentra dentro del orden Coleoptera e incluye aproximadamente mil especies de las cuales la mayoría se halla en

los trópicos (Schedl, 1972). Muchas de estas realizan galerías en troncos de árboles dañados o recientemente muertos (Atkinson, 2000).

Los coleópteros de ambrosía tienen como característica común el transporte de un hongo simbiote (hongo de ambrosía) dentro de pequeños orificios en sus exoesqueletos denominados micangias (Alfaro, 2003). Estas son cavidades que trasladan de manera viable el microorganismo (Wilding N. *et al.*, 1989), poseen glándulas que secretan sustancias inhibitoras del crecimiento de otros tipos de hongos contaminantes para favorecer al simbiótico y también liberan sustancias lipídicas que evitan la desecación de este. El hongo simbiote crece en las paredes internas de las galerías y sirve para satisfacer las necesidades nutricionales primarias del insecto, de modo que pueda cumplir satisfactoriamente su ontogénesis. El micelio se ramifica, penetra el xilema y el floema y esporula solamente dentro de la galería. Existe una relación de comensalismo entre el hongo y el insecto.

Megaplatypus mutatus o «taladrillo grande de los forestales» ataca árboles vigorosos y en pie, a diferencia de la mayoría de los coleópteros de ambrosía, que prefieren atacar árboles en decaimiento o decrepitud; debido a esta característica es considerado una plaga primaria (Cerrillo, 1996). Bréthes determinó su presencia por primera vez en 1918, en la Argentina, sobre eucaliptos, y lo citó en las provincias de Buenos Aires, Corrientes y Misiones. Los graves daños que el taladrillo grande de los forestales infiere en el leño siempre preocuparon a silvicultores e industriales, puesto que representa un serio problema para la actividad forestal.

El hongo asociado a *Megaplatypus mutatus* es *Raffaelea santoroi* (Guerrero, 1966). En virtud de su constante presencia, que tapiza y ennegrece las paredes de las galerías excavadas en el xilema, estos coleópteros son considerados micetófagos, aunque existen controversias porque también se los denomina xilomicetófagos.

El daño que ocasiona el taladrillo se debe a las perforaciones que realiza en los troncos de árboles vivos para formar túneles en diferentes planos que debilitan al huésped y disminuyen significativamente el rendimiento. Este problema se agrava cuando, en condiciones de vientos fuertes, el tronco es sometido a fuerzas tales que generan un quiebre del fuste. Al perjuicio generado por las galerías, se agrega la proliferación del hongo en el leño, que restringe el uso de la madera para la fabricación de productos de mayor valor agregado.

Megaplatypus mutatus puede ser hallado con otras sinonimias dentro de la literatura científica publicada; entre las antiguas denominaciones, la de mayor uso es *Platypus sulcatus* (Chapuis), aunque también se lo suele encontrar como *Platypus mutatus* (Chapuis) y *Platypus plicatus* (Bréthes).

Ciclo biológico y principales aspectos morfológicos de *Megaplatypus mutatus*

El ciclo comienza con la emergencia del macho adulto que ejerce el rol de insecto pionero, inmediatamente después de salir de su galería comienza a buscar un árbol apto para reproducirse y multiplicarse. Una vez que localiza al huésped adecuado para ese propósito, cava una galería perpendicular al tronco de una profundidad aproximada de 3 a 6 cm y, con el aserrín producido, forma un arreglo circular alrededor de la entrada a la galería denominado

cono llamador. La morfología del cono llamador depende de las características de la fibra del leño y del estado hídrico y fisiológico del árbol. En el caso de *Populus deltoides*, y en condiciones medioambientales normales, posee una forma circular definida y rígida perdurable (Figura 1). El cono llamador que se produce en avellanos (*Corylus avellana* L.) (Figura 1), con características agroclimáticas similares, adquiere una consistencia débil y es disgregado fácilmente por la acción del viento. En ambos casos, las partículas leñosas que lo forman, también denominadas aserrín imaginal, son de aspecto alargado, de 2 a 3 mm de longitud y de 0,13 a 0,15 mm de ancho (Santoro, 1963).



Figura 1. Orificio de entrada de la galería de *Megaplatypus mutatus* circundado por partículas leñosas o cono llamador en álamo (*Populus deltoides*) y avellano (*Corylus avellana*).

Una vez que el macho finaliza la construcción de esa corta galería inicial, expone su región caudal a la salida y libera sus feromonas sexuales para atraer a la hembra. Durante este período también comienza a estridular con su abdomen para emitir sonidos con el objetivo de advertir sobre su presencia (Santoro, 1962).

La hembra, cuando alcanza su estadio adulto, emerge de la galería después del macho pionero y da lugar al fenómeno denominado protandria. Guiada por claves químicas (feromonas) y visuales intenta localizar a un macho para realizar la cópula. En esta instancia, es probable que el cono llamador actúe como clave visual y sirva a la hembra para ubicar la galería en el tronco (Funes, datos no publicados). Una vez que encuentra al macho emisor de feromonas, lo acepta para aparearse fuera de la galería y, posteriormente, el casal reingresa.

La hembra ya fecundada profundiza la galería hasta que coloca una cantidad variable de huevos (Figura 2) (Santoro, 1963). Lo hace de forma escalonada, lo que genera la convivencia de larvas de distintas edades.

Luego de un período de incubación, las larvas eclosionan y comienzan a prolongar las galerías intensificando el daño ocasionado. Las larvas se alimentan del hongo que sembraron sus progenitores e ingieren leño en el proceso de extensión de la galería. Este leño masticado atraviesa el aparato digestivo de las larvas y es excretado como aserrín. La acumulación de este aserrín, denominado larval, y su expulsión hacia el exterior podría ser empleada como indicador de la presencia de estadios juveniles en el interior del tronco.

Existen cinco estadios juveniles, la larva es del tipo ápoda curculioniforme, con potentes mandíbulas capaces de triturar las fibras del leño (Figura 3). Cuando llegan a su último circuito

realizan pequeñas galerías perpendiculares denominadas cámaras pupales para completar su metamorfosis. La pupa es del tipo exarata, y al fin de dicho estadio eclosiona el adulto sexualmente desarrollado y se reinicia el ciclo.

En las condiciones agroclimáticas normales de estas latitudes, poseen dos generaciones anuales (Gatti *et al.*, 2008).

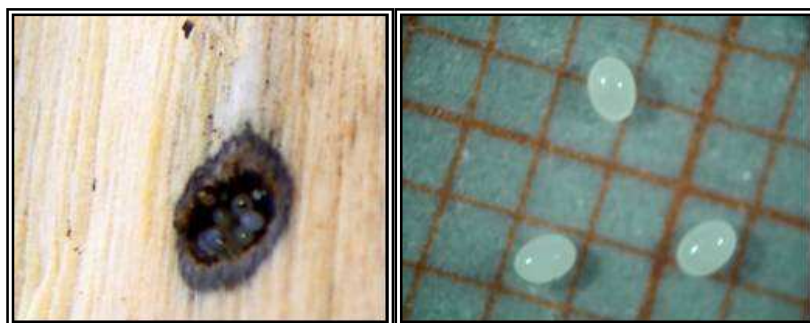


Figura 2. Izquierda: oviposición dentro de la galería (Foto: G. Carleo).
Derecha: huevos de *Megaplatypus mutatus* (Foto: P. Gatti).



Figura 3. Larva de *Megaplatypus mutatus*.

Esta especie posee dimorfismo sexual. En la posición ventral del abdomen, el macho posee coloración negra, y la hembra, marrón; las hembras, además, suelen ser de mayor tamaño (Figura 4).

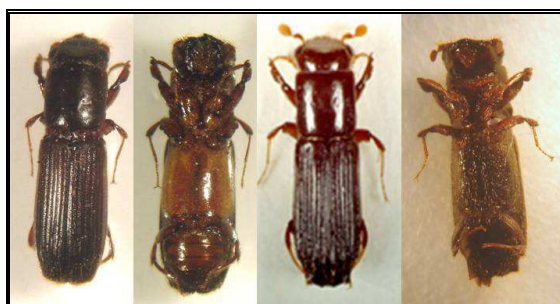


Figura 4. Primeras dos fotos: adulto hembra de *Megaplatypus mutatus*.
Últimas dos fotos: macho de *Megaplatypus mutatus*.

Especies susceptibles al ataque de *Megaplatypus mutatus*

Megaplatypus mutatus es una plaga de gran impacto económico en la actividad forestal, sobre todo en cultivos de latifoliadas y, entre en especies pertenecientes a la familia de las salicáceas. Ataca numerosas variedades de árboles en pie (Tabla 1) (Giménez y Etiennot, 2003).

Nombre científico y familia	Denominación Argentina
<i>Acacia</i> sp., log. (Mimosaceae)oidea	Acacia
<i>AHacer nNegundo</i> , L. (Acereceae)	Arce
<i>Ailanthus aAltissima</i> (Mill) Swingle (Simarubaceae)	Árbol del cielo
<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl. (Rutaceae)	Guatambú
<i>Casuarina cCunninghamiana</i> L. (Casuarinaceae)s	Casuarina
<i>Cedrela tubiuflo</i> Bart. (Meliaceae)	Cedro mMisionero
<i>Citrus</i> sp. (Rutaceae)	Cítricos
<i>Eucalyptus cCamaldulensis</i> (Mirtaceae)	Eucalipto colorado
<i>Eucalyptus dunni</i> Smith (Mirtaceae)	Eucalipto blanco
<i>Eucalyptus tereticornis</i> Smith (Mirtaceae)	Eucalipto
<i>Erythrina crista-galli</i> L. (Leg. Papiionaceae)	Ceibo
<i>Fraxinus excelsior</i> L. (Oleaceae)	Fresno europeo
<i>Greivillea rRobusta</i> Acunn (Proteaceae)	Roble sedoso
<i>Laurus nobvillis</i> L. (Laureaceae)	Laurel
<i>Ligustrum lucidum</i> Ait. (Oleaceae)	Ligustro
<i>Liquidambar styraciflua</i> L. (Platanaceae)	Liquidámbar
<i>Magnolia grandiflora</i> L. (Magnoliaceae)	Magnolia
<i>Malus</i> sp. Mill., Ros. (Ppomaceae)oidea	Manzano
<i>Melia azedarach</i> L. (Meliaceae)	Paraíso
<i>Platanus x acerifolia</i> Willd (Platanaceae)	Plátano
<i>Populus alba</i> L. (Salicaceae)	Álamo blanco
<i>Populus deltoides</i> L. (Salicaceae)	Álamos
<i>Prunus persica</i> Batsch. (Ros., Pomacoideae)	Duraznero
<i>Pyrus comunis</i> L., Ros. (Pomacoideae)	Peral
<i>Quercus borealis</i> M. (Fagaceae)	Roble americano
<i>Quercus palustris</i> M. (Fagaceae)	Roble de los pantanos
<i>Quercus robur</i> M. (Fagaceae)	Roble europeo
<i>Robinia pseudo acacia</i> L., Leg. (Ppapiionacoideae)	Acacia blanca
<i>Salix babylonica</i> L. (Salicaceae)	Sauce americano
<i>Taxodium distichum</i> L. (Taxodiaceae)	Ciprés calvo
<i>Tilia moltkei</i> Spaeth (Tiliaceae)	Tilo
<i>Ulmus</i> sp. (Ulmaceae)	Olmo

Tabla N.º 1. Especies donde se ha observado ataque de *Megaplatypus mutatus*.

Puede también iniciar el ataque en *Castanea sativa* (castaño), *Corylus avellana* (avellano), *Prunus avium* (cerezo) y *Juglans regia* (nogal) (Gatti *et al.*, 2008) pero, en algunos casos, no puede completar su ciclo de vida y solo se observa el ataque inicial, como sucede en muchas especies de la familia de las prunáceas, en las que la liberación de gomas inmoviliza y mata al insecto.

Clasificación taxonómica de *Megaplatypus mutatus*

En los últimos años, hubo una controversia en cuanto a la denominación taxonómica de este insecto, antiguamente conocido como *Platypus sulcatus* o *Platypus mutatus*. La nomenclatura completa, correcta y actual del taladrillo grande de los forestales es la siguiente (Wood, 1993): Super-reino (o Dominio): Eukaryota; Reino: Animalia; Sub-reino: Eumetazoa; Phylum (o Filo):

Arthropoda; Subphylum (o Subfilo): Hexapoda; Clase: Insecta; Subclase: Pterygota; División: Neoptera; Subdivisión: Endopterygota; Orden: Coleoptera; Suborden: Polyphaga; Infraorden: Cucujiformia; Superfamilia: Platypodidae; Familia: Platypodinae; Subfamilia: Platypodini; Género: *Megaplatypus*; Especie: *mutatus*.

Extensión geográfica de *Megaplatypus mutatus*

Megaplatypus mutatus es nativo de Sudamérica y se lo puede encontrar en la Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Guayana Francesa. Fue recientemente introducido en Italia, posiblemente en 1998 (EPPO/OEPP 2004, 2007; Tremblay *et al.*, 2000) (Figura 5). En el año 2000, su presencia fue detectada en plantaciones comerciales de *Populus canadensis* (Mönch) en la provincia de Caserta, región de la Campania. Los ataques también fueron reportados en nogales (*Juglans regia*) y en avellanos *Corylus avellana* (L.) (Tremblay *et al.*, 2000; Allegro y Della Beffa, 2001), y posteriormente en manzanos (*Malus* spp.), perales (*Pyrus* spp.), castaños (*Castanea* spp.), durazneros (*Prunus* spp.), robles (*Quercus* spp.) y en eucalipto (*Eucalyptus* spp.) (Carella y Spigno, 2002). Sin embargo, estos últimos reportes no indican si el ciclo se completa o si solo se observa el ataque inicial del macho y luego el ciclo de vida normal es interrumpido.

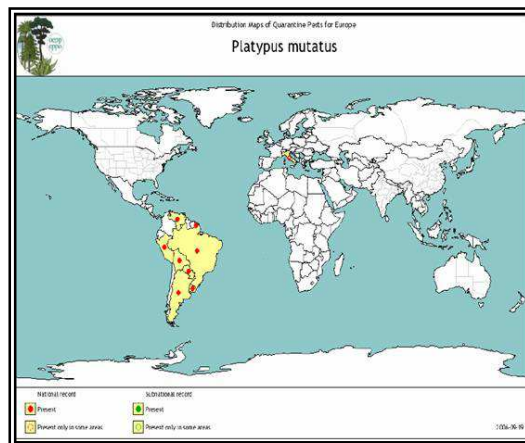


Figura 5. Mapa de distribución mundial de *Megaplatypus mutatus* (fuente: EPPO, 2004).

Dentro de la Argentina (Figura 10) se puede observar una fuerte concentración en la zona del delta del Paraná, aunque su distribución es bastante amplia en el territorio nacional.

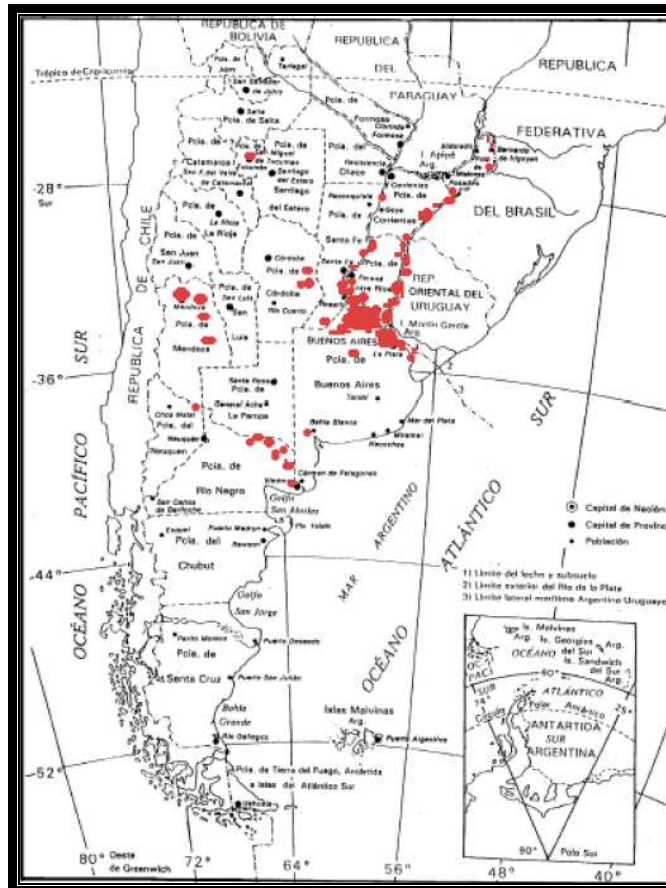


Figura. 6: Distribución de *Megaloptypus mutatus* en la Argentina (Giménez, R. A. *et al.*, 2003).

Ecología química de *Megaloptypus mutatus*

Los semioquímicos (del griego *semeon*, 'una señal') (Figura 7) son productos químicos que sirven de intermediarios en las interacciones entre organismos. Están subdivididos en aleloquímicos y feromonas según las interacciones interespecíficas o intraespecíficas, respectivamente, en las que participan.

Los aleloquímicos son significativos para individuos de una especie diferente de la que los origina y están subdivididos en varios grupos que dependen de la respuesta del receptor: adaptativamente favorable al emisor pero no para el receptor (alomonas), favorable al receptor pero no al emisor (kairomonas) o favorable tanto para el emisor como para el receptor (sinomonas). Para referirse a los aleloquímicos y a las feromonas resulta útil la calificación como interruptores, atrayentes, repelentes, disuasivos, estimulantes u otros términos descriptivos que puedan indicar cuál es el comportamiento involucrado en la respuesta tal como un estimulante para la alimentación o un disuasivo para el vuelo.

Las feromonas (del griego *phereum*, 'llevar' y *horman*, 'excitar o estimular') son liberadas por un miembro de una especie para causar una interacción específica con otro miembro de su misma especie y pueden ser clasificadas adicionalmente a través de la acción intermediada, tal como una feromona de alarma, de congregación (o de agrupamiento) o sexual. Las feromonas sexuales de los insectos son de particular interés para quienes practican el manejo integrado de plagas (MIP) (Flint *et al.*, 1996).

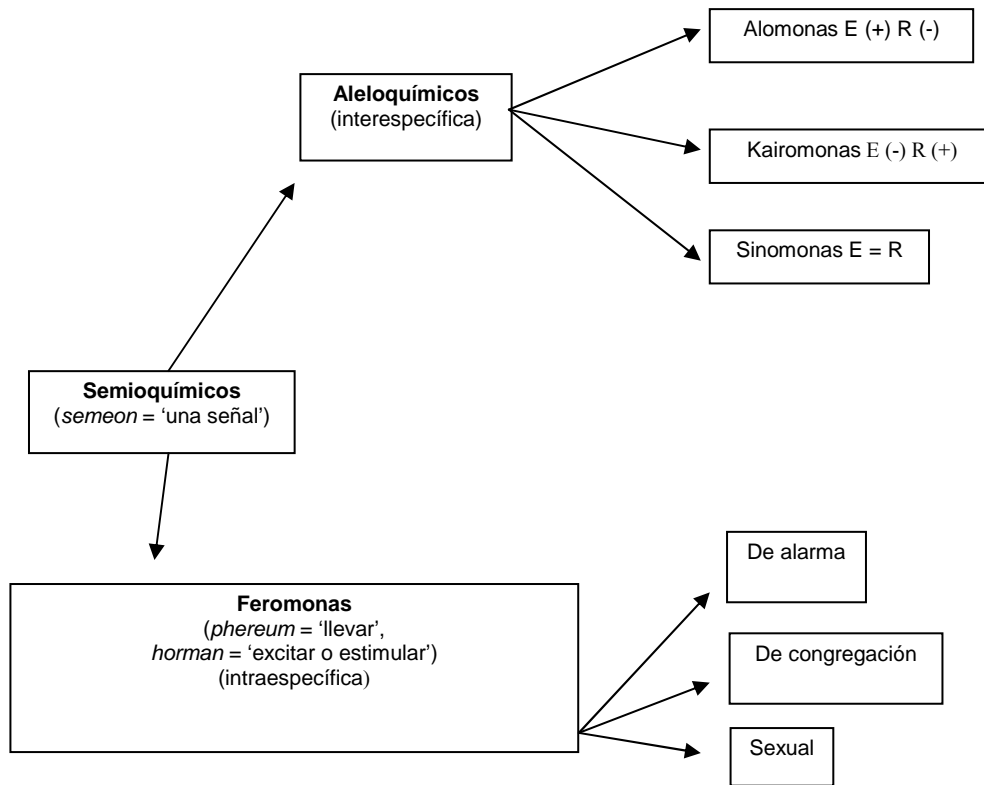


Figura 7. Esquema resumen de los semioquímicos. La letra E representa al organismo emisor; la R al receptor, el (+) un beneficio y el (-) un perjuicio.

El Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas (CIPEIN-CITEDEF-CONICET) comenzó los primeros estudios sobre la ecología química del *Megaplatypus mutatus* en el año 2004. Como resultado de estos estudios se demostró que el macho emite feromonas sexuales que desencadenan una respuesta en la hembra.

Inicialmente se identificaron 6-metil 5-hepten 2-ona (sulcatona) y al 6-metil 5-hepten 2-ol (sulcatol) como compuestos químicos que forman parte de las feromonas sexuales de estos coleópteros (González Audino P. *et al.*, 2005). El análisis del sulcatol realizado por cromatografía quiral indicó que el compuesto presente en las emisiones de los machos era el isómero óptico (+) del sulcatol, también conocido como retusol. Los isómeros son una propiedad de ciertas moléculas que poseen iguales proporciones relativas de los átomos que la conforman, pero presentan estructuras moleculares diferentes y, por ende, diferentes propiedades. Existen moléculas que coinciden en todas sus propiedades excepto en su capacidad de desviar el plano de luz polarizada, como los isómeros ópticos o enantiómeros.

Los isómeros son moléculas que poseen, con respecto a otras, iguales proporciones relativas de los átomos que la conforman, pero presentan estructuras moleculares distintas y, por ende, diferentes propiedades. Existen moléculas que coinciden en todas sus propiedades excepto en su capacidad de desviar el plano de luz polarizada, como los isómeros ópticos o enantiómeros. Con posterioridad al descubrimiento del retusol, se encontró un tercer componente de esta mezcla feromonal, de existencia efímera y emisión al amanecer: 3-pentanol (Gatti *et al.*, 2008).

Influencia de la pureza enantiomérica del sulcatol dentro del *blend* feromonal de *Megaplatypus mutatus* en la captura a campo en trampas cebadas

Las feromonas emitidas por estos insectos están formadas por un conjunto de numerosos compuestos químicos volátiles, pero aquellos identificados son los principales dentro de la mezcla (*blend* feromonal) y los que generan una respuesta para con *Megaplatypus mutatus*.

Para comparar si el efecto atrayente del (+)-sulcatol es igual que el de su mezcla racémica (mezcla donde se encuentran en iguales proporciones los isómeros de (+)-sulcatol y (-)-sulcatol), se realizó un ensayo en la localidad de Falciano del Massico, provincia de Caserta, Italia (41° 09' 07,5" N, 13° 57' 43" E y 28 msnm). Se seleccionó una alameda de *Populus x euroamericana* (Dode) Guinier clon «I-214», de 1,5 hectáreas, atacada por *Megaplatypus mutatus*.

Las características del lote fueron: densidad de plantación de 494 árboles por hectárea, marco de plantación de 4,5 por 4,5 m; los años de plantación, 1999 y 2002 (se generaron así dos promedios de diámetro a la altura del pecho (DAP: 30,9 ± 1,04 cm y 23,4 ± 0,4 cm. Respectivamente).

Se colocaron 30 trampas Mastrap L[®] versión A (Isagro SRL, Milán, Italia) (Figura 7), distribuidas uniformemente y cebadas la mitad con (+)-sulcatol y la otra mitad con su mezcla racémica, dentro del *blend* feromonal. Se tuvo en cuenta que la masa total de isómero (+)-sulcatol en el dispositivo fuera igual en ambos tratamientos. Los dos tratamientos evaluados fueron: sulcatona, 3-pentanol y (+)-sulcatol, y sulcatona, 3-pentanol y (+/-) sulcatol. Las respectivas velocidades de liberación diarias de los dispositivos utilizados se informan en la Tabla 2.



Figura 7. Trampa Mastrap L[®]

Feromona	Tipo de dispositivo	Área efectiva de liberación (cm ²)	Liberación diaria (mg/d ± ES) (R ²)
Sulcatona (6-metil-5-hepten-2-ona)	Viales de vidrio con membrana de PEBD permeable en la abertura superior	0,26	6,68 ± 0,63 (0,99)
3- pentanol	Sachet con una cara permeable de PEBD	20	29,84 ± 1,8 (0,99)
(+)-Sulcatol (S)-(+)-6-metil-5-hepten-2-ol)	Sachet con una cara permeable de PEBD	8	6,03 ± 0,28 (0,99)
(±) Sulcatol (±)-6-metil-5-hepten-2-ol)	Sachet con una cara permeable de PEBD	16	11,27 ± 0,5 (0,99)

Tabla 2. Dispositivos de liberación de feromonas usados en el ensayo de influencia de la pureza enantiomérica del sulcatol dentro del *blend* feromonal. PEBD: polietileno de baja densidad.

Dado que en la mezcla racémica se encuentra un 50 % del isómero (+) y 50 % del isómero (-), al tratamiento con sulcatol racémico se le asignó el dispositivo de liberación de 11,27 ± 0,50 mg/d dentro del *blend* feromonal para que la cantidad del isómero (+) liberada sea la misma que en el tratamiento con (+)-sulcatol puro donde se usó el dispositivo de 6,03 ± 0,28 mg/d.

El ensayo duró 123 días y abarcó ambos picos de emergencia poblacional. La variable relevada fue el número de insectos capturados por trampa. Desde el 19 de mayo hasta el 23 de junio de 2008 las trampas se relevaron dos veces por semana. A partir de esa fecha y por cuestiones de logística, el monitoreo de las trampas se realizó semanalmente hasta el 19 de septiembre de 2008, momento en que finalizó el ensayo. Los valores de captura fueron relativizados a captura promedio de insectos (machos y hembras) por trampa por día (ITD) y capturas de hembras por trampa por día (HTD) para su comparación.

Los promedios de HTD obtenidos en cada ocasión de muestreo fueron comparados con un test de ANOVA (Statistica, 1995), para evaluar diferencias significativas entre tratamientos. Antes de la realización del ANOVA, se corroboró el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad, requisito necesario para un análisis estadístico paramétrico.

Resultados

Los valores de captura de machos y de hembras de *Megaplatypus mutatus*, expresados como ITD, fueron sometidos a un ANOVA (comprobando previamente los supuestos necesarios para un análisis paramétrico de los datos), y los resultados demostraron que no hubo diferencias significativas en la captura de las trampas cebadas con (+)-sulcatol o (+/-)-sulcatol a lo largo de toda la temporada con un valor de $p = 0,889$ (Figura 8). Este hecho es importante, ya que hace posible el uso del sulcatol racémico, de relativo bajo costo, en lugar del (+)-sulcatol de alto costo, en dispositivos con doble velocidad de liberación para obtener la misma masa del isómero (S)-(+)-total liberada al ambiente.

Las curvas de captura (ITD) en función del tiempo indicaron el momento en que comenzó la emergencia, la aparición y la duración del pico máximo y la presencia del segundo pico (Figuras 9 y 10). Dicha dinámica poblacional se pudo reflejar en las capturas con ambas mezclas feromonales de insectos de ambos sexos. El inicio de la captura ocurrió a mediados de mayo (primavera), y el primer pico de emergencia se vio a principios de junio (finales de primavera); también se observó un segundo pico de emergencia a principios de agosto (verano). Este patrón repite el observado en la Argentina.

El uso del sulcatol racémico tiene ventajas económicas por sobre el del (+)-sulcatol, hecho fundamental en la futura proyección de una técnica de manejo de esta plaga mediante el uso de feromonas.

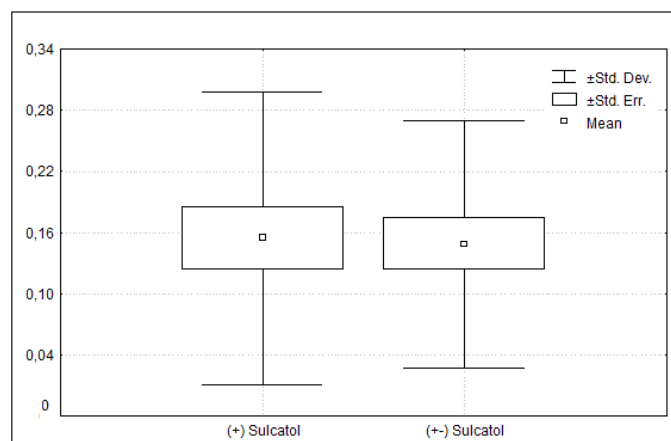


Figura 8. Captura de hembras de *Megaplatypus mutatus* según pureza enantiomérica del sulcatol dentro del *blend* feromonal. Captura expresada en hembras por trampa por día (HTD) a lo largo de toda la temporada. Ambos tratamientos no difieren significativamente ($P=0.889$).

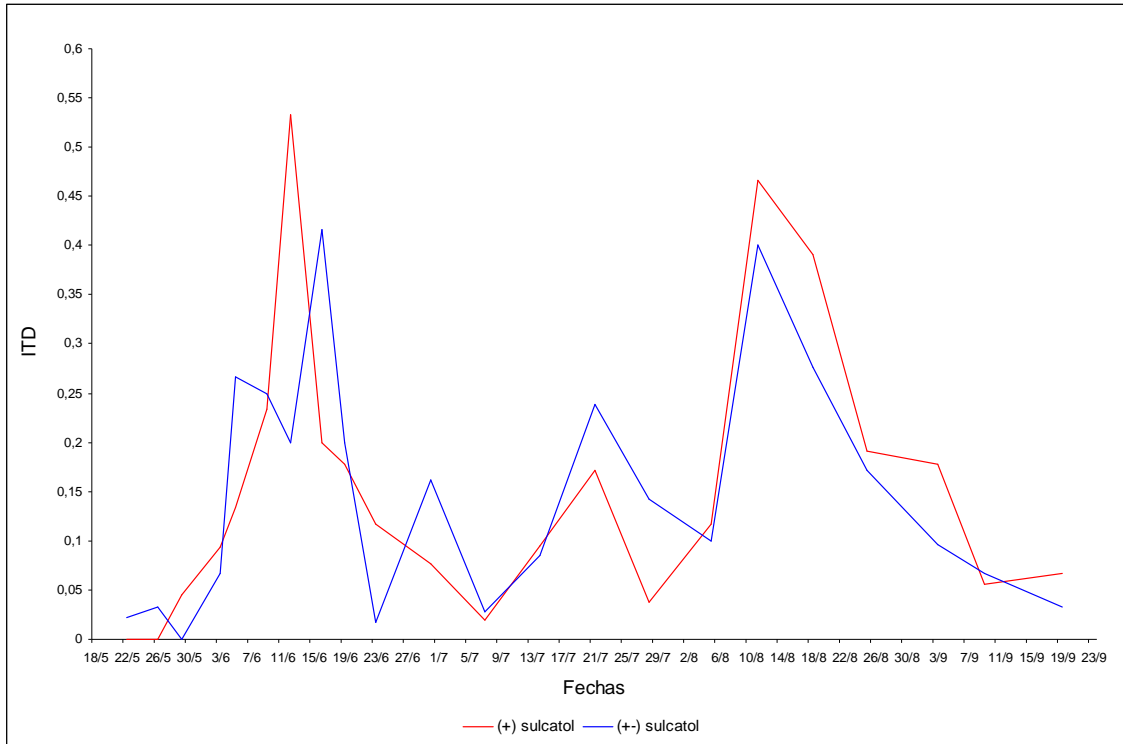


Figura 9. Dinámica poblacional. Variación temporal de las capturas totales de machos y de hembras de *Megaplatypus mutatus* según pureza enantiomérica del sulcatol dentro del *blend* feromonal. Captura expresada en insectos promedio por trampa y por día (ITD) a lo largo de toda la temporada.

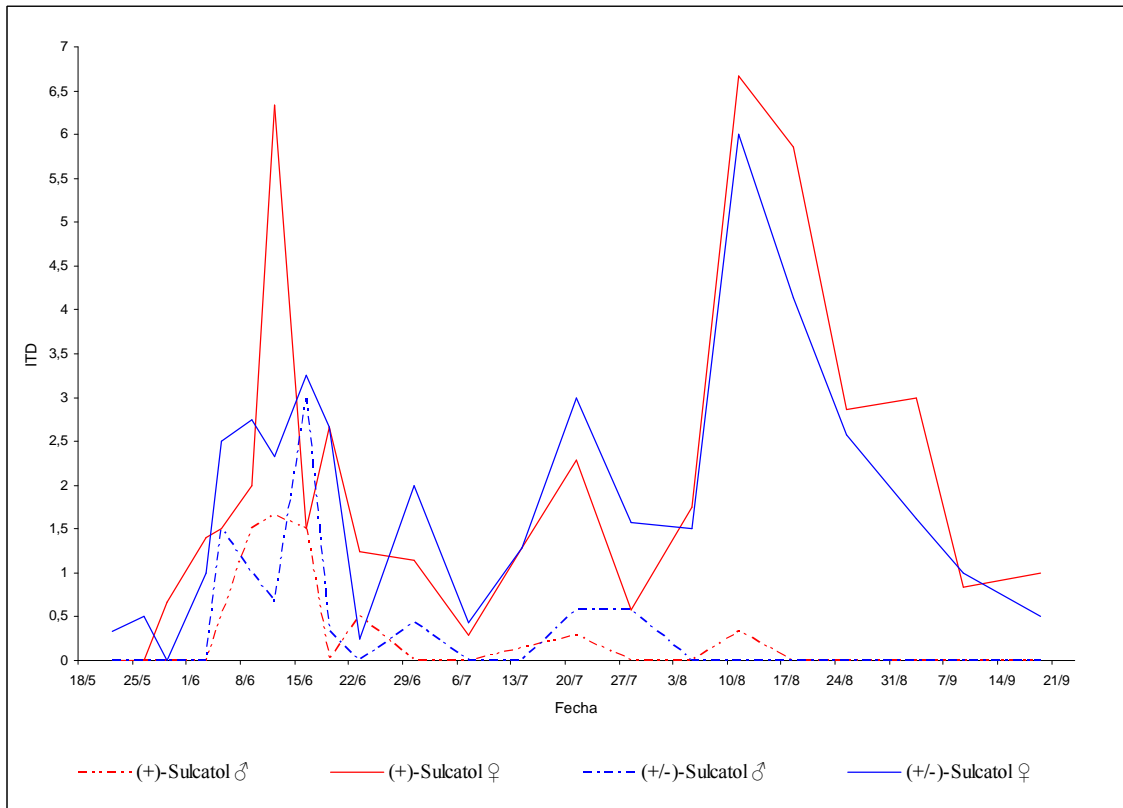


Figura 10. Dinámica poblacional. Variación temporal de las capturas separadas de machos y de hembras de *Megaplatypus mutatus*, según pureza enantiomérica del sulcatol dentro del *blend* feromonal. Captura expresada en Insectos promedio por trampa por día (ITD) a lo largo de toda la temporada.

Discusión y conclusiones

El poder attractante de hembras de *Megaplatypus mutatus* en trampas cebadas con (+/-)-sulcatol no se ve afectado por la presencia del isómero (-), comportándose el último como un inerte dentro del *blend* feromonal. Esto hace económicamente viable el uso de esta feromona en el campo, puesto que la mezcla racémica es significativamente más económica que el isómero puro.

Las capturas con mezclas feromonales que contenían (+)-sulcatol o su mezcla racémica reflejaron los dos picos poblacionales de emergencia característicos, demostraron su potencial para el uso en trampas de monitoreo poblacional.

Machos de *Megaplatypus mutatus* fueron capturados en pequeña proporción respecto de las hembras en trampas cebadas con feromonas, a pesar de que estos compuestos han sido identificados como feromonas sexuales emitidas por el macho para atraer a la hembra (Santoro, 1962; González Audino *et al.*, 2005). Los machos son los primeros individuos que emergen de las galerías (protandria) y los pioneros de la colonización. Es probable que durante la fase inicial de colonización, cuando el macho comienza a elegir el huésped, las feromonas emitidas por otros machos puedan actuar como feromonas de agregación, algo así como una explotación secundaria de la señal química por parte del macho (Borden, 1985). Sin embargo, este comportamiento no se prolonga en el tiempo, como sí ocurre en las especies cuyos ataques no cesan hasta la muerte del árbol. Este comportamiento de agregación secundario también se ha observado en especies del género *Anthonomus*, para el cual se ha encontrado que la feromona sexual actúa transitoriamente como feromona de agregación (Dickerson *et al.*, 1987). Soares *et al.* (1996) también encontraron una función de agregación secundaria de las feromonas sexuales del escarábido *H. consanguinea*: mientras en ensayos de laboratorio los extractos abdominales de hembras atraen machos, las trampas cebadas a campo atrapan tanto machos como hembras. Soares sugiere que si la función feromonal de la molécula ha precedido la evolución de la comunicación, es posible que recién más adelante en la evolución la señal se transforme en sexualmente específica.

El trabajo realizado en este ensayo es una contribución al desarrollo de una tecnología local de herramientas de control y de monitoreo de bajo impacto ambiental basada en el uso de feromonas de insectos.

Los resultados obtenidos no solo serán útiles para *Megaplatypus mutatus* sino que ayudarán a desarrollar posibles métodos de control para otras plagas de gran impacto económico. Adoptar modernas tecnologías para el control de plagas forestales permitirá mejorar la competitividad de nuestro país en el mercado internacional de exportación de madera aserrada.

Bibliografía

Alfaro, R. (2003), *El «Taladrillo grande de los forestales» Platypus mutatus (=sulcatus): importante plaga de la populicultura argentina. Un plan de acción*, Publicación de la

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, SAGPyA Forestal (28), pp. 11-18.
- Allegro, G. y Della Beffa, G. (2001), «Un nuovo problema entomologico per la pioppicoltura Italiana: *Platypus mutatus* Chapuis (Coleoptera, Platypodidae)», *SHERWOOD - Foreste ed alberi oggi* (66), pp. 31-34.
- Atkinson, T. H. (2000), «Ambrosia beetles, *Platypus* spp. (Insecta: Coleoptera: Platypodidae)», *IFAS Entomology Circular* 321.
- Carella, D. y Spigno, P. (2002), «Lo xilofago *Platypus mutatus* (Coleoptera: Platypodidae) dal pioppo passa ai fruttiferi», *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri* (58), pp. 139-141.
- Cerrillo, T. (1996), «Revisión bibliográfica sobre *Platypus sulcatus* Chapuis y otros coleópteros del género», *Revista de la Asociación Forestal Argentina* (50), pp. 59-70.
- Dickerson, W. A., Ridgeway, R. L. y Planer, F. R. (1987), *Southeastern boll weevil eradication program, improved pheromone trap, and program status*, Proc. Beltwide Cotton Research and Production Conference, National Cotton Council, Memphis, TN. pp. 335-337.
- Flint, H. M. y Doane, C. C. (1996), *Understanding Semiochemicals with Emphasis on Insect Sex Pheromones in Integrated Pest Management Programs*. IPM world textbook.
- Gatti Liguori, P., Funes, H., Zerba, E. y González Audino, P. (2008), *Bivoltismo, la amenaza duplicada de Megaplatypus mutatus*, VII Congreso Argentino de Entomología. Córdoba.
- Giménez, R. y A. E. Etiennot (2003), «Host range of *Platypus mutatus* (Chapuis, 1865) (Coleoptera: Platypodidae)», *Entomotropica* (18: 2), pp. 89-94.
- González Audino, P., Villaverde, R., Alfaro, R. y Zerba, E. (2005), «Identification of volatile emissions from *Platypus mutatus* (=sulcatus) (Coleoptera: Platypodidae) and their behavioral activity», *Journal of Economic Entomology* (98), pp. 1506-1509.
- Guerrero, R. T. (1966), «Una nueva especie de hongo imperfecto asociado con el coleóptero *Platypus sulcatus* Chapuis», *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, INTA, Volumen III, Serie 5 (8), pp. 97-103.
- Santoro, F. H. (1962), «La cópula en *Platypus sulcatus*», *Revista de investigaciones forestales* (3), pp. 25-27.
- Santoro, F. H. (1963), «Bioecología de *Platypus sulcatus* Chapuis (Coleoptera - Platypodidae)», *Revista de Investigaciones Forestales* (4: 1), pp. 47-78.
- Schedl, K. E. (1972), *Monographie der Familie Platypodidae (Coleoptera)*, Junk, The Hague, p. 322.
- Tremblay, E., Espinosa B, Mancini D., and Caprio G. (2000), «Un coleottero proveniente dal Sudamerica minaccia i pioppi», *L'Informatore Agrario* 56 (48), pp. 89-90.
- Wilding, N., Collins, N. M., Hammond, P. M. & Webber, J. F. (1989), *Insect-Fungus Interactions*, London, Academic Press.
- Wood, S. L. (1993), «Revision of the genera of Platypodidae (coleoptera)», *Great Basin Nat* (53), pp. 259-281.