

Utilidad y aplicaciones de los semioquímicos para el manejo integral de insectos descortezadores de coníferas en México



Dr. Guillermo Sánchez Martínez
Investigador del INIFAP



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

CONAFOR
COMISION NACIONAL FORESTAL

Fondo
CONACYT
CONAFOR



Contenido

- ¿Qué son los insectos descortezadores de coníferas?
 - ¿Por qué son importantes?
 - ¿Qué son los semioquímicos?
 - ¿Qué se ha investigado en esta materia?
 - Utilidades y aplicaciones de los semioquímicos para el manejo integral de estos insectos
-

**¿Qué son los insectos
descortezadores de coníferas?**



Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae

El grupo de insectos forestales de mayor importancia ecológica y económica en los bosques de coníferas.

Dendroctonus spp.

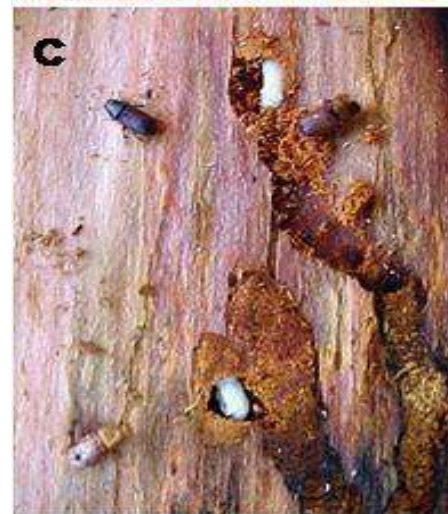
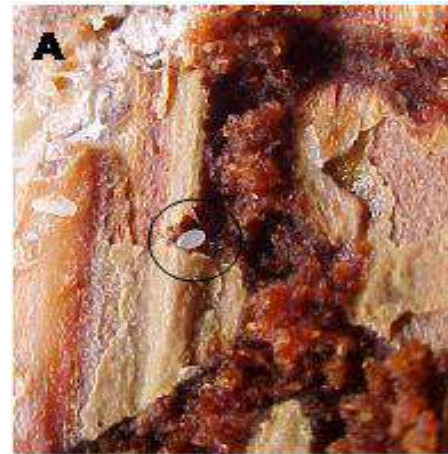


1 cm

Ips spp.



Se alimentan de la parte interna de la corteza (floema) de los pinos y otras coníferas.





**Consecuencia
principal del ataque.**



Los bosques de coníferas en México son diversos.







¿Por qué son importantes los insectos descortezadores?

- Algunas especies llamadas “agresivas” tienen la función ecológica de eliminar a los árboles más débiles para mantener la dinámica natural de los bosques.
- Los bosques son un recurso natural renovable y por lo tanto la muerte natural existe aunque no sea de nuestro agrado.

Interacción entre insectos descortezadores y la dinámica del bosque



- Fuego
- Avalancha
- Tormenta de viento
- Brote epidémico de insectos descortezadores



Tiempo

Sánchez-Martínez et al. (2007 modificado). Ccon base en Oliver y Larson (1996) y Smith et al. (1997).

- Las “especies agresivas” no tienen más opción que matar para sobrevivir.
- En ausencia de manejo silvícola y/o ante la presencia de factores que estresan a los árboles, las “especies agresivas” son capaces de matar desde pocos, hasta cientos de miles o millones de árboles.



Inicio de un brote de
Dendroctonus mexicanus,
Sierra Fría, Aguascalientes,
2019.

**Brote de *Dendroctonus
pseudotsugae*, Ejido Chocachi,
Chihuahua, 2019.**





Brote de *Dendroctonus adjunctus*, Miahuatlán, Oaxaca, 2018.

Cerca de 350 mil hectáreas afectadas por *Ips* spp. y *Dendroctonus mexicanus* en Durango, México, durante 2012 y 2013



Fotografía: Ing. José Luis Aguilar Vitela. Gobierno del Estado de D

An aerial photograph showing a vast forest landscape. The majority of the trees are dead, appearing as a dense, brownish-red carpet across the hills. There are several distinct patches of green, indicating areas where the forest has not been affected or is in the process of regenerating. The terrain is hilly and rugged, with a dirt road or path visible winding through the forest. The sky is clear and blue in the upper portion of the image.

**7.7 millones de hectáreas afectadas por el descortezador
Dendroctonus ponderosae en el noroeste de los EE.UU. de
2009 a 2011**

Jen Chase, Colorado State Forest Service/AP

An aerial photograph showing a vast landscape of forest. The majority of the forest is a dark brown color, indicating it has been affected by the pest Dendroctonus ponderosae. There are several small, irregularly shaped lakes scattered throughout the landscape, some with a greenish tint. The terrain is hilly and rugged, with some areas of bare earth and regrowth visible. The text is overlaid in the upper right quadrant.

18 millones de hectáreas afectadas por *Dendroctonus ponderosae* en Canadá, del año 2000 al 2011

Fotografía: Bruce Gordon, EcoFlight, Inc.

¿Por qué son importantes?

- En condiciones epidémicas las especies agresivas de insectos descortezadores a) causan pérdidas económicas en áreas productoras de madera, b) tienen un impacto negativo en la sociedad, c) crean riesgos de incendios por la acumulación de material combustible, d) pueden crear un desequilibrio ecológico temporal.
- Los insectos descortezadores son de los pocos insectos forestales que causan mortalidad de sus hospedantes.

Gradiente de agresividad de las especies

Dendroctonus ponderosae

D. frontalis

D. brevicomis

D. pseudotsugae

D. adjunctus

D. mexicanus

D. rhizophagus

D. vitei

D. simplex

D. murrayane

D. punctatus

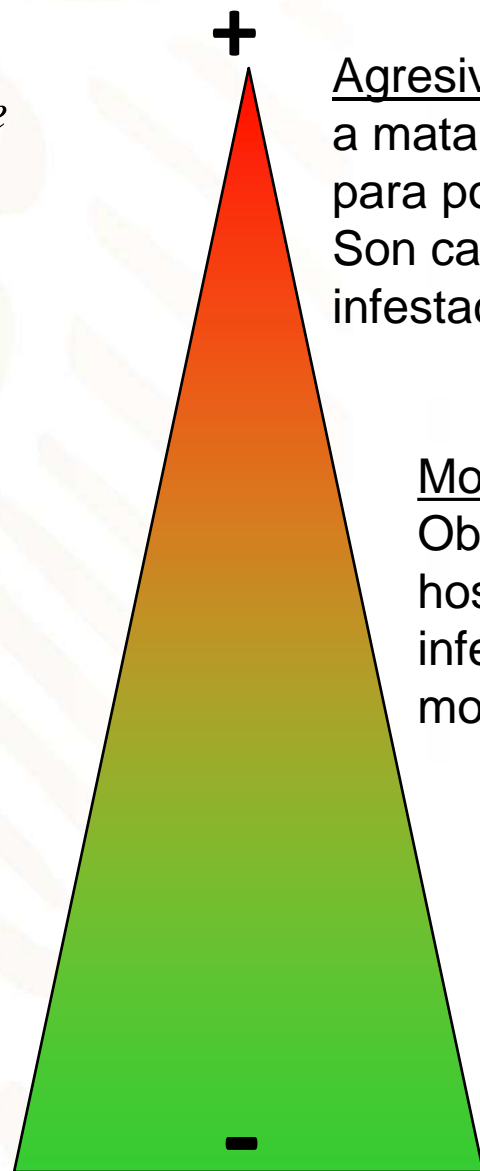
D. parallelocolis

D. valens

D. mesoamericanus

D. approximatus

D. terebrans



Agresivas. Obligadas a matar a sus hospederos para poder reproducirse. Son capaces de causar grandes infestaciones.

Moderadamente agresivas. Obligadas a matar a sus hospederos pero causan infestaciones discretas o moderadas.

No agresivas. Pueden reproducirse en partes de árboles tales como tocones o ramas. Atacan árboles previamente debilitados por otras especies o por algún factor. No necesitan matar a su hospedero

Depredadores oportunistas

Parásitos

Jueves 22 de marzo de 2018

DIARIO OFICIAL

(Primera Sección) 9

NORMA Oficial Mexicana NOM-019-SEMARNAT-2017, Que establece los lineamientos técnicos para la prevención, combate y control de insectos descortezadores.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.



**¿Qué son los semioquímicos?
¿Qué relevancia tienen?**

Semioquímico

**De la raíz griega “simeon” = marca o señal (Price, 1997).
Compuesto químico, orgánico, volátil, utilizado por los
organismos como señal de comunicación.**

Semioquímicos

A) Feromonas: Del Griego *pherein* = llevar y *horman* = excitar.

- Sustancias liberadas para la comunicación entre una misma especie.
 - De agregación
 - De anti agregación
 - Sexuales
 - De alarma
 - De marcaje territorial

B) Aleloquímicos: Del Griego *Allelon* = uno de otro

- Sustancias que intervienen en la comunicación entre diferentes especies
 - Kairomonas: del Griego Kairos = oportunista. Volátil liberado por una especie de un nivel trófico, que tiene un efecto de comunicación en otra especie de otro nivel trófico y que resulta de beneficio para la especie receptora.
 - Alomonas.
 - Sinomonas.

Proceso de infestación de insectos descortezadores

- I. Emergencia y dispersión de insectos mediante el vuelo.**
- II. Colonización del arbolado.**
- III. Producción y desarrollo de crías.**

Emergencia y dispersión

- **En la emergencia y dispersión, una vez que han madurado, los insectos abandonan el árbol muerto que consumieron y vuelan en busca de otro.**





La única etapa en que los insectos descortezadores se encuentran en el exterior es cuando emergen de los árboles en los que se desarrollaron y vuelan para buscar un nuevo árbol hospedero.

Colonización del árbol

- **Atracción primaria o selección aleatoria** .- Algunas especies son atraídas por los aromas del hospedero. Otras especies prueban aleatoriamente a los árboles hasta encontrar aquel que puedan colonizar.
 - **Atracción secundaria**.- Una vez encontrado un árbol susceptible, el insecto pionero libera feromonas de agregación, con lo que se da un “ataque masivo”.
 - **Conclusión de la colonización**.- Una vez que el árbol (o parte de él) es colonizado, los insectos liberan feromonas de antiagregación.
-

Insectos atacantes

Volátiles liberados

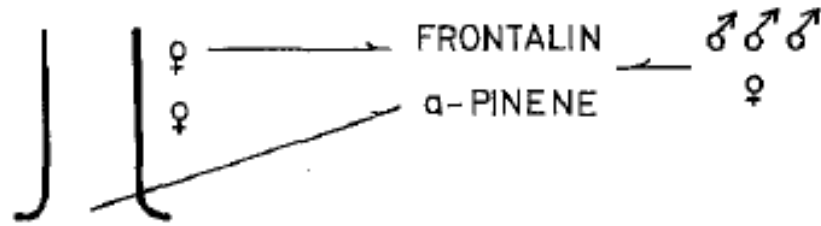
Escarabajos atraídos

The Aggregation Pheromones of Bark Beetles: Progress and Problems

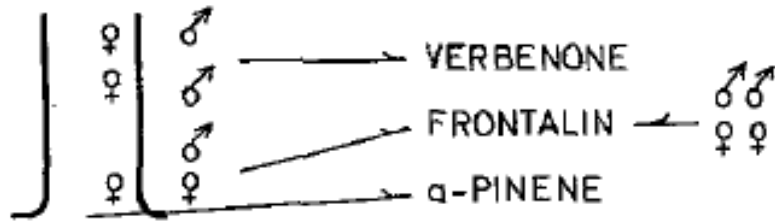
J.P. Vité
Forstzoologisches Institut der Universität Freiburg i.Br., BRD

W. Francke
Institut für Organische Chemie und Biochemie der Universität Hamburg, BRD

1. Ataque inicial

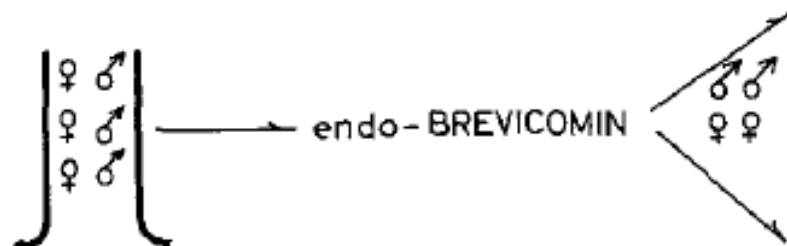


2. Ataque masivo

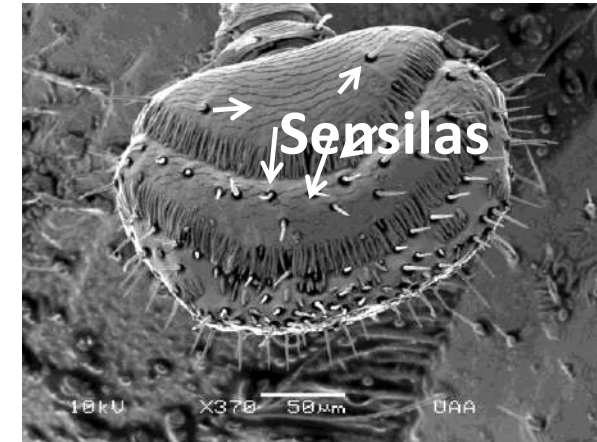
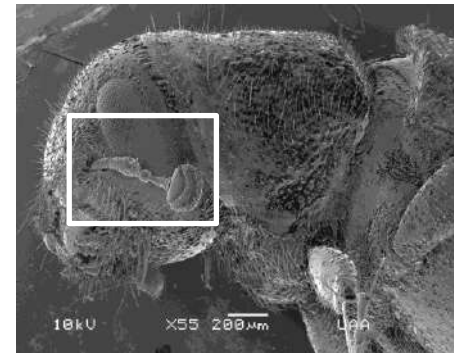


Cesa la exudación de resina.

3. Terminación del ataque y cambio de lugar



Naturwissenschaften 63, 550 – 555 (1976) © by Springer-Verlag 1976

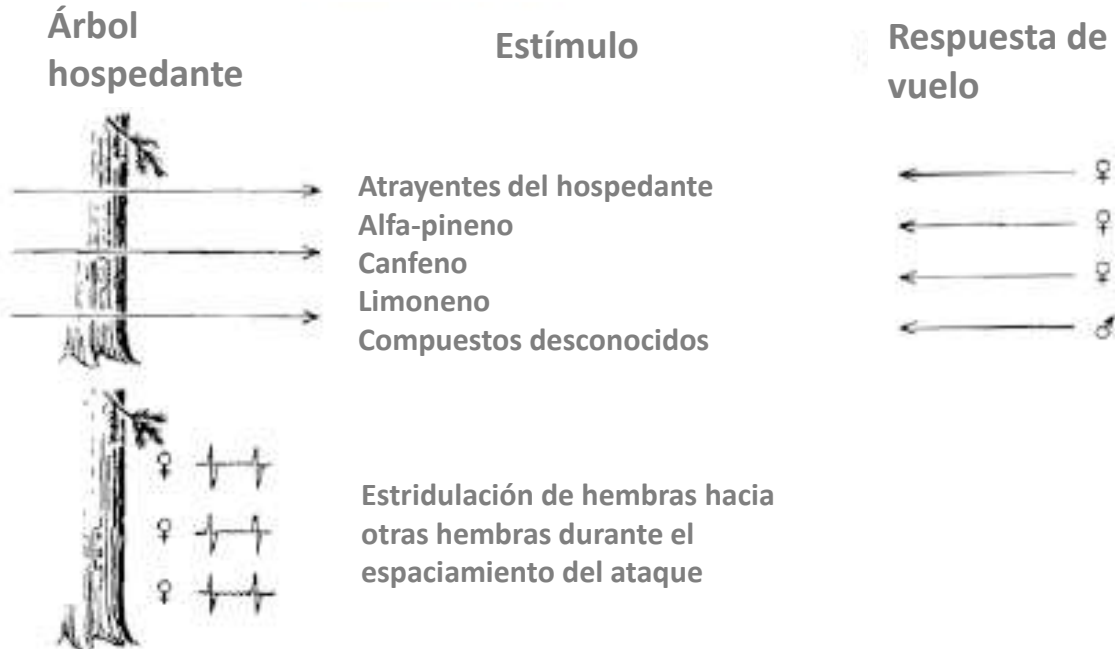


Fotografías: Sánchez-Martínez et al. 2017

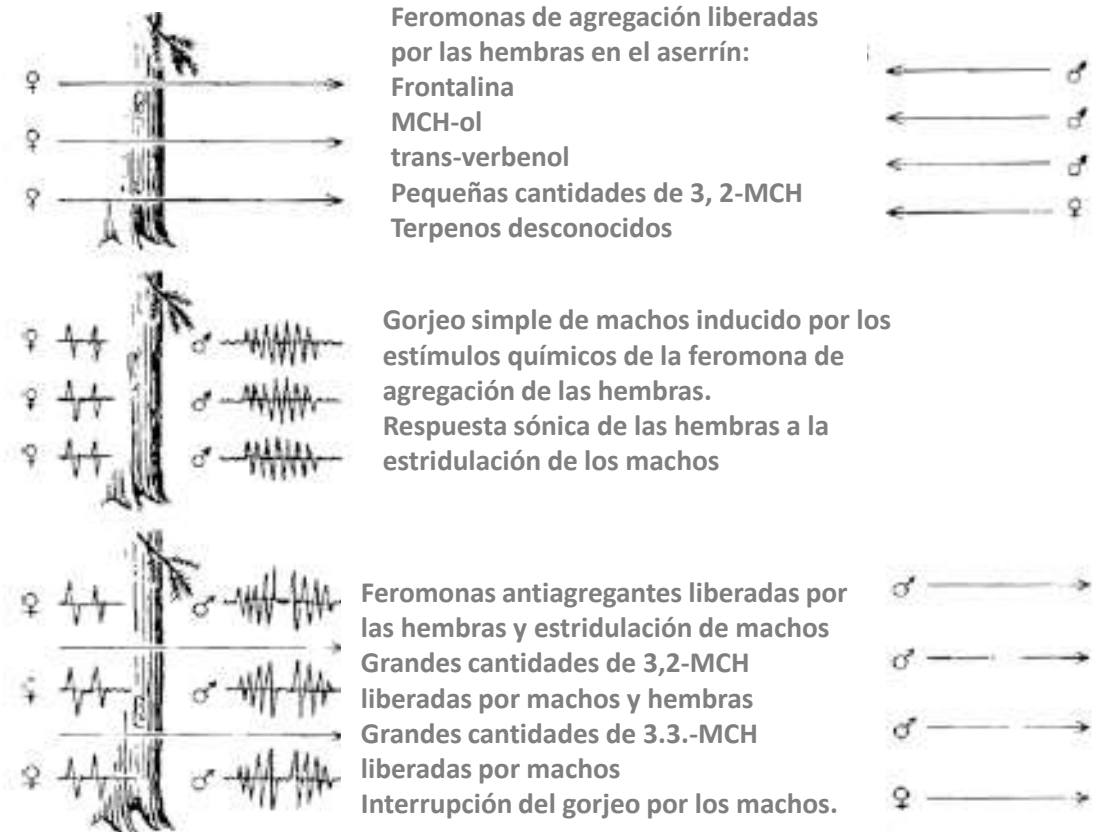
Figura e. Mecanismo propuesto por el cual las feromonas regulan la colonización de los pinos por *Dendroctonus frontalis*.

Función de la comunicación química

235



Proceso de ataque de *Dendroctonus pseudotsugae*. Función de kairomonas, feromonas y comunicación acústica (estridulación).



- **Ataque masivo.** Con las feromonas de agregación cientos o miles de insectos atacan en masa y con las feromonas antiagregantes concluyen el ataque.

Colonización





En las especies agresivas de insectos descortezadores, el ataque es una lucha a muerte. Uno de los contendientes debe morir, ya sea el árbol o los insectos.



Ejemplos de feromonas detectadas en especies de insectos descortezadores de coníferas

Especie	Sexo emisor	Feromona producida	Función	Referencias
<i>Dendroctonus frontalis</i>	♂	Verbenona	Anti agregación	Vité y Francke (1976).
<i>Dendroctonus frontalis</i>	♀	(S)-(-)Frontalina	Agregación de machos principalmente y algunas hembras	Vité et al. (1974). Vité y Francke (1976).
<i>Dendroctonus frontalis</i>	♂	(+)-endo-brevicomina	Agregante y anti agregante en función de la cantidad del compuesto y la región del insecto	Lanier et al. (1988). Vité et al. (1974).
<i>Dendroctonus mexicanus</i>	♂♀	Frontalina	Agregación de machos principalmente.	Vité et al. (1974).
<i>Dendroctonus pseudotsugae</i>	♀♂	3,2-MCH	Anti agregación	Matthews and Matthews (2010).

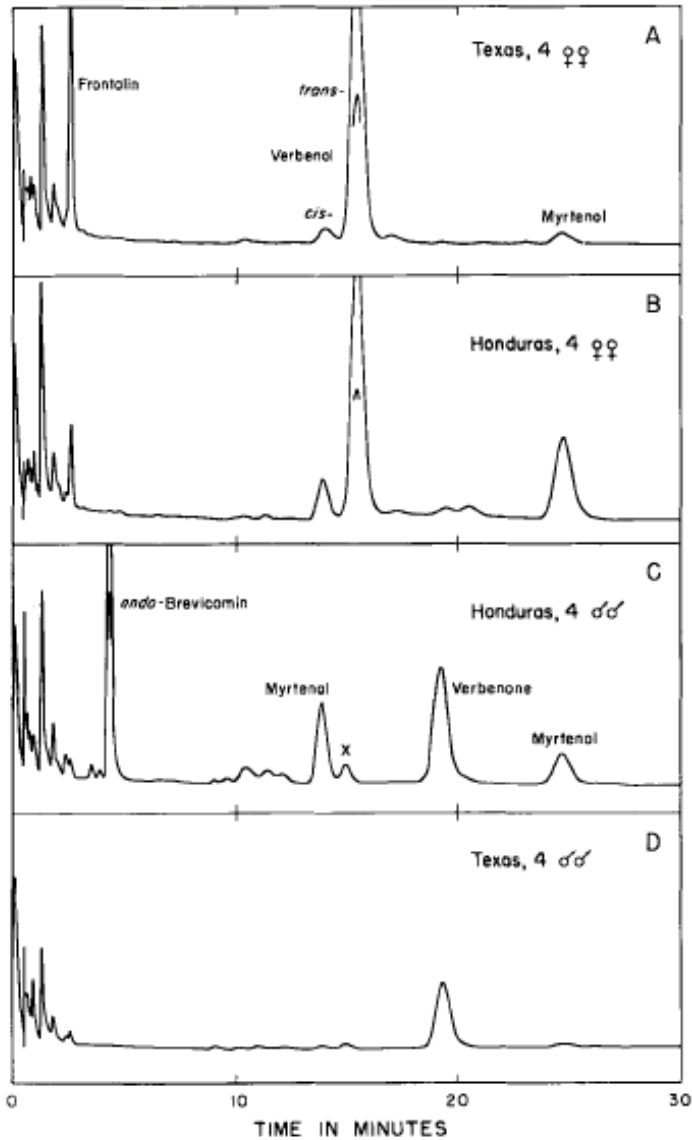


Fig. 6. Gas chromatograms of the hindgut volatiles of emergent *D. frontalis* collected from loblolly pine near Beaumont, (A = female; D = male) Texas, and from *Pinus oocarpa* in Honduras (B = female; C = male); x = unknown compound

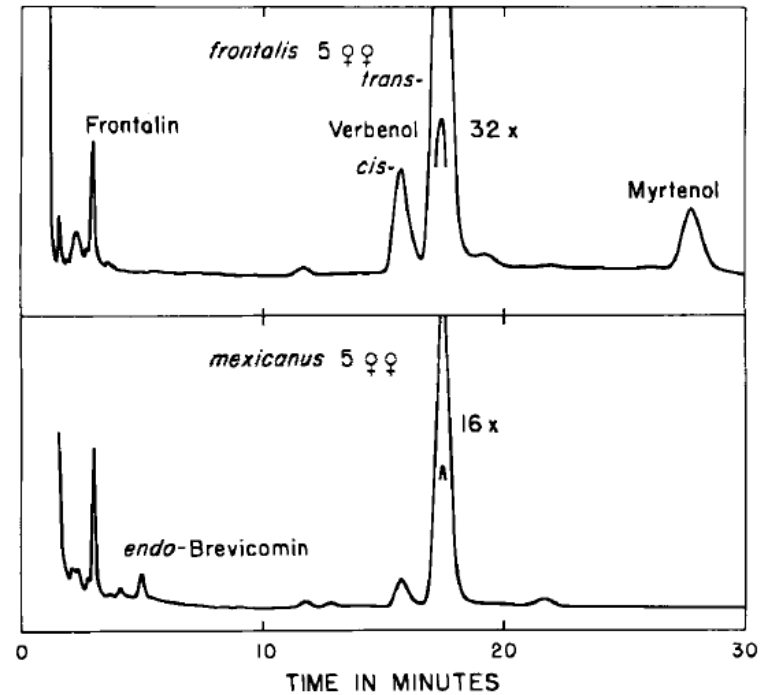


Fig. 5. Gas chromatograms of hindgut volatiles from emergent female *D. frontalis* and *D. frontalis* (= *mexicanus*)

Boyce Thompson Institute for Plant Research, Yonkers, N.Y., USA,
 and Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Mexico City, Mexico

Biochemical and biological variation of southern pine beetle populations in North and Central America¹

By J. P. VITÉ², S. FEDERICO ISLAS, J. A. A. RENWICK,
 P. R. HUGHES and R. A. KLIEFOTH³

Z. ang. Ent. 75 (1974), 422–435

Ejemplos de Kairomonas liberadas por el hospedero

Table 1 Chemical components of terpene blend used in lures during Experiment 2, and monoterpene composition of resin from 64 ponderosa pines in the Coconino N.F., Arizona compared with resin composition of ponderosa in Sierra Nevada California and loblolly pine (*P. taeda*) in Mississippi. Terpene blend created by ChemTica Internacional, S.A., Costa Rica

Terpenes	Terpene blend lure (% comp.)	Arizona (% mean \pm STD)	California ¹ (% mean \pm STD)	Mississippi ² (% mean)
α -pinene	45	46 \pm 15	1	72 \pm 10
β -pinene	15	7 \pm 13	50	20 \pm 13
3-carene	24	31 \pm 13	30	0
Myrcene	12	3 \pm 2	3	3 \pm 2
Terpinolene	4	2 \pm 1	?	?
Limonene	0	7 \pm 6	10	3 \pm 3
β -cubebene	0	3 \pm 3	?	?
Borneol acetate	0	1 \pm 1	0	1 \pm 1
Others			6	1 \pm 1
	100	100	100	100

Arizona monoterpene analyses by J. Mahfouz, USDA Forest Service, Southern Research Station (unpublished).

¹Resin composition of ponderosa pine from Sierra Nevada near Placerville, CA (Smith 1975).

²Resin composition of loblolly pine from Mississippi at Harrison Experimental Forest, Saucier, MS ([Strom et al. 2002](#)).

¿Qué se ha investigado para dar utilidad al conocimiento básico sobre semioquímicos de insectos descortezadores?

- Síntesis de semioquímicos en laboratorio y elaboración de dispositivos de liberación para su uso en trampas o en los árboles (empresas e instituciones extranjeras).



- Experimentación de laboratorio y campo para evaluar su efecto como atrayentes o como antiagregantes (instituciones de investigación nacionales y extranjeras).



Finalidad: engañar a los insectos atrayéndolos hacia trampas (feromonas de agregación y kairomonas) o interrumpiendo el ataque con feromonas antiagregantes.

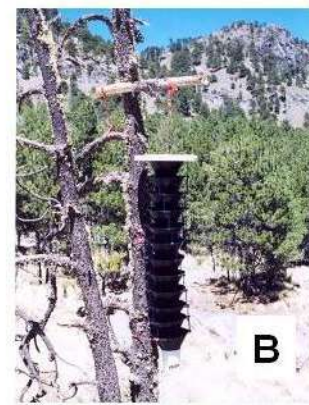


Los semioquímicos sintéticos utilizados imitan aquellos que son liberados de manera natural por los insectos y por las plantas.

- **CONACYT-CONAFOR-2002-6118- Monitoreo de insectos descortezadores y sus depredadores mediante el uso de feromonas**

Objetivo general:

- Determinar si algunas feromonas disponibles en el mercado son útiles para el monitoreo de los insectos descortezadores y de sus enemigos naturales, en México.



Aguascalientes
 Coahuila
 Jalisco
 Michoacán
 Nuevo Leon

- **CONACYT-CONAFOR-2008-89494- Evaluación de la feromona antiagregante MCH en el descortezador *Dendroctonus pseudotsugae***

Objetivo general:

- Determinar la efectividad biológica de la feromona antiagregante MCH para el control del descortezador *Dendroctonus pseudotsugae*.

Chihuahua
Durango





- **INIFAP 16433532511- Nuevas estrategias de monitoreo y control de insectos descortezadores**

Objetivo general:

- Incorporar el uso de sustancias biorracionales e inocuas para el monitoreo y control de insectos descortezadores *Dendroctonus frontalis*, *Dendroctonus mexicanus* o *In. lecontei*



Comparación de semioquímicos atrayentes para *Dendroctonus frontalis* y *D. mexicanus*

Sierra Gorda de Querétaro
Durango



Evaluación de efecto antiagregante de la verbenona

- **CONACYT-CONAFOR-2017-291131- Validación de formulaciones de compuestos semioquímico para el monitoreo y trampeo masivo de *Dendroctonus frontalis* y *Dendroctonus mexicanus*.**

Chihuahua
Durango
Aguascalientes
Estado de México
Oaxaca



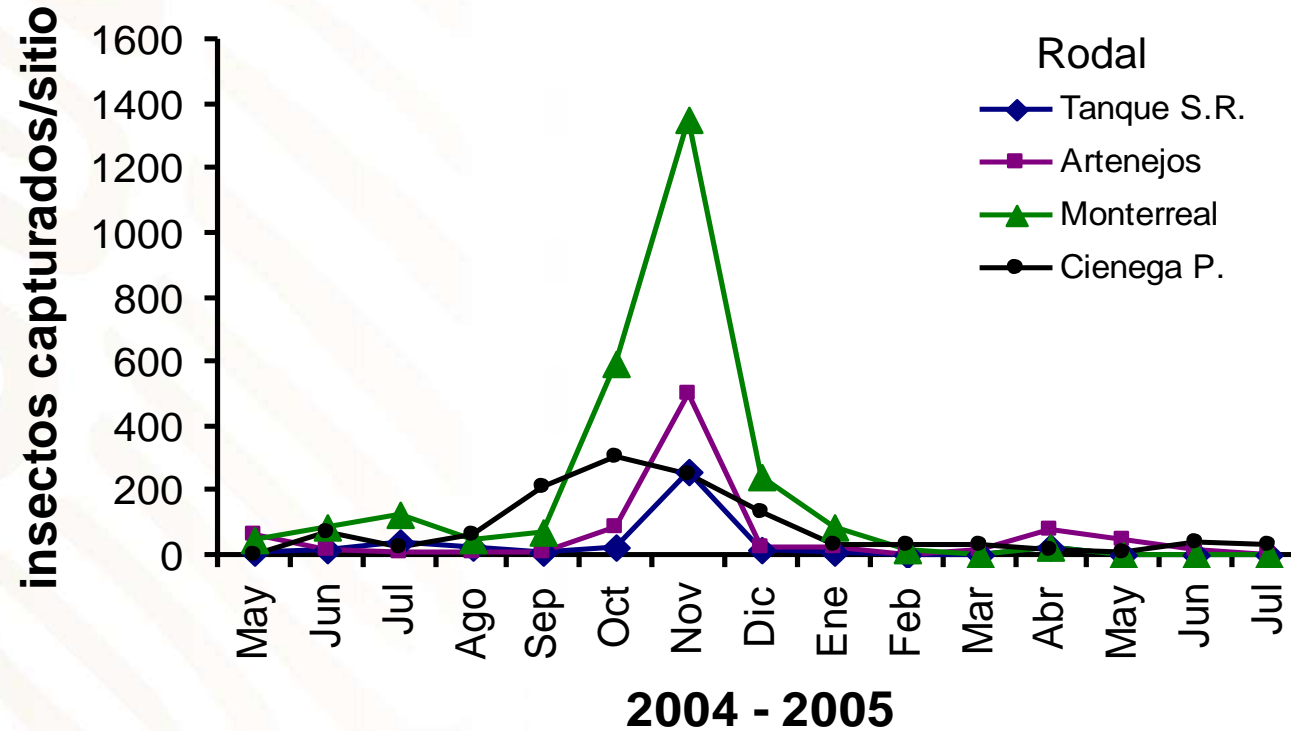
Objetivo general:

- Determinar productos semioquímicos específicos para el monitoreo así como productos que sirvan para el trampeo masivo de *Dendroctonus frontalis* y *D. mexicanus*

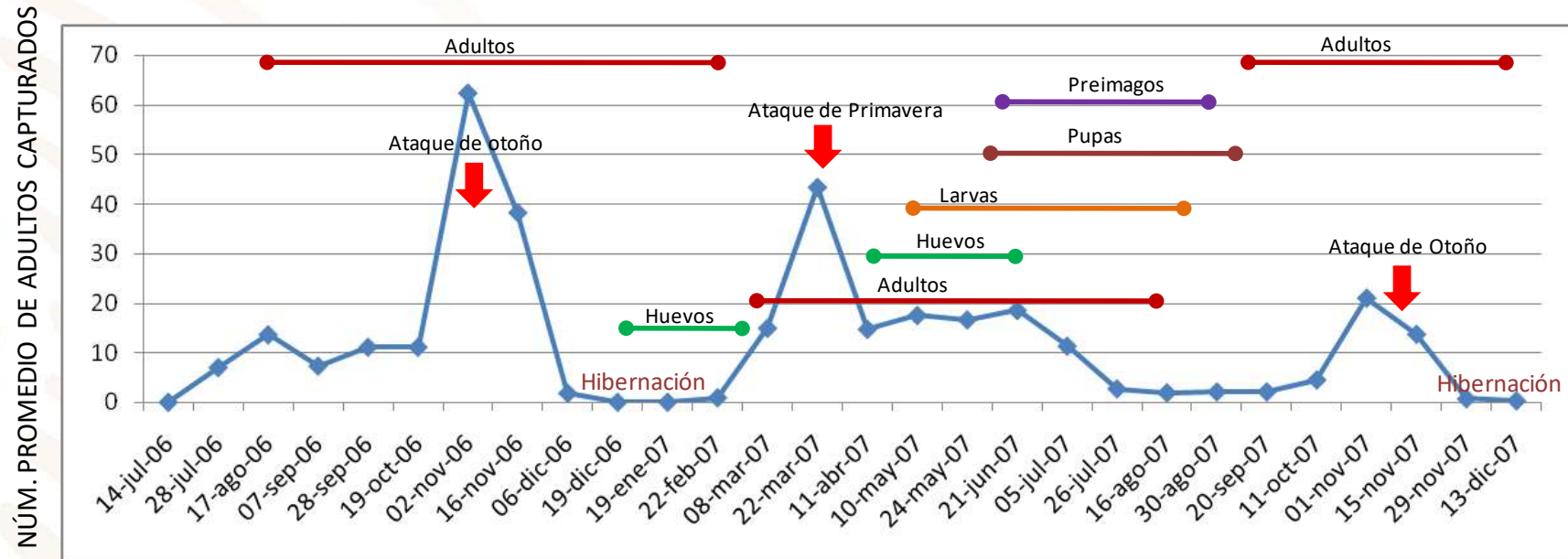


Utilidades y aplicaciones de los semioquímicos para el manejo integral de estos insectos

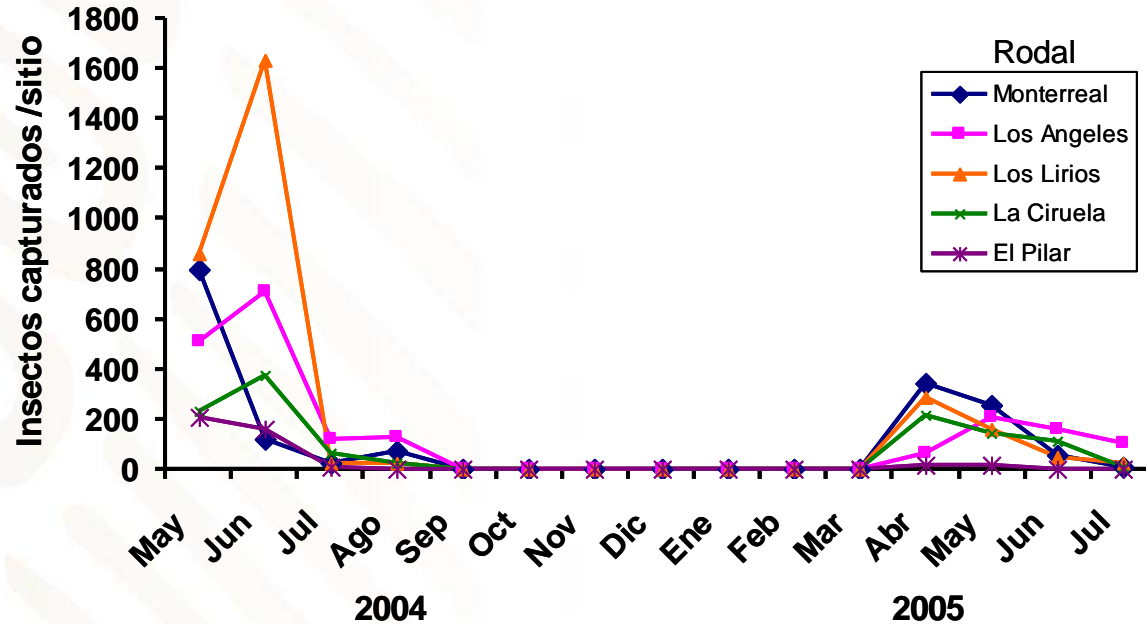
Han servido para determinar con precisión los periodos de vuelo y ataque de algunas especies.



Periodo de vuelo y ataque de *Dendroctonus adjunctus* en la Sierra de Arteaga, Coah. Trampas cebadas con *exo-brevicomina* + *frontalina*+*alfa-pineno*. Dos trampas por rodal (Sánchez-Martínez et al. 2007).



Periodo de vuelo y ataque de *Dendroctonus adjunctus*, en la Sierra La Raspadura, Chihuahua. Diez trampas cebadas con frontalina+exo-brevicomina+alfa-pineno. (Sánchez-Martínez et al. 2008).



Periodo de vuelo y ataque de *Dendroctonus pseudotsugae* en la Sierra de Arteaga, Coah., determinado mediante trampas Lindgren de 12 embudos cebadas con frontalina + MCOL + seudenol + etanol + pineno, utilizando dos trampas por rodal (Sánchez-Martínez et al. 2007)

Han servido para dar recomendaciones sobre los periodos apropiados para realizar las diferentes actividades de manejo integral de algunas especies.

CALENDARIO PARA LA TOMA DE DECISIONES DE MANEJO INTEGRAL DE *Dendroctonus pseudosugae* EN DURANGO, BASADO EN EL PERIODO DE VUELO DEL INSECTO

ACTIVIDAD/MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Periodo de vuelo y ataque					■							
Periodo de defensa del árbol					■							
Manifestación de síntomas de ataque exitoso	■										■	
Periodo justificable de cortas de saneamiento	■										■	
Periodo adecuado de aplicación de feromona antiagregante MCH				■								
Periodo adecuado para monitoreo con trampas y atrayentes				■								

Los resultados más recientes han servido para recomendar aquellos compuestos que son útiles para el monitoreo y aquellos que pueden servir para el trampeo masivo de *Dendroctonus mexicanus* y *Dendroctonus frontalis*, dependiendo de la región geográfica del país.



- **Con el monitoreo se pretende dar seguimiento a la fluctuación poblacional de las especies a través de tiempo, espacio o ambos; o bien conocer las especies presentes en algún lugar, incluyendo depredadores.**
- **Con el trampeo masivo se pretende capturar el máximo número de insectos para suprimir la población de insectos y detener el avance de un brote, especialmente en infestaciones pequeñas y aisladas.**

PARA EL TRAMPEO MASIVO DE *Dendroctonus frontalis* y *Dendroctonus mexicanus* SE RECOMIENDA:

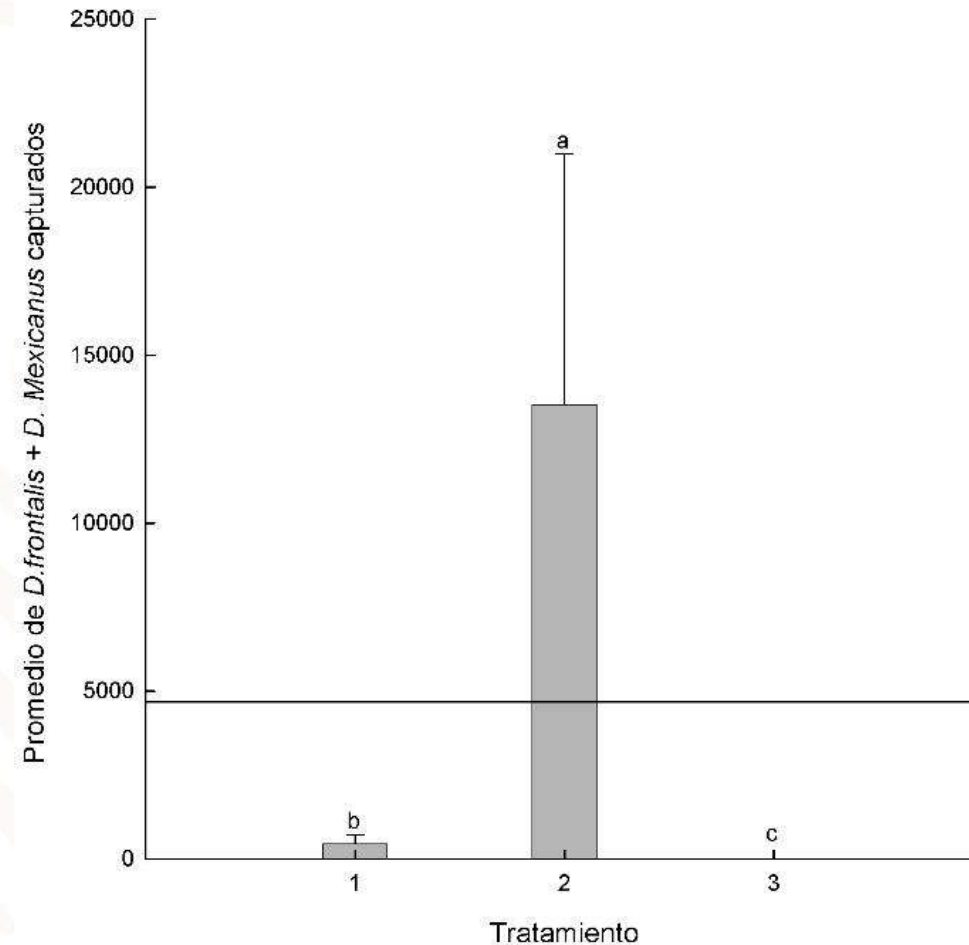
Tanto en el norte, centro y suroeste de México se recomienda el tratamiento, conformado por frontalina + *endo*-brevicomina + mezcla de monoterpenos en UHR

Respuesta de *Dendroctonus frontalis* Zimmerman y *Dendroctonus mexicanus* Hopkins a Dos Atrayentes Semioquímicos en la Sierra Gorda de Querétaro, México

Guillermo Sánchez-Martínez, José Francisco Reséndiz-Martínez

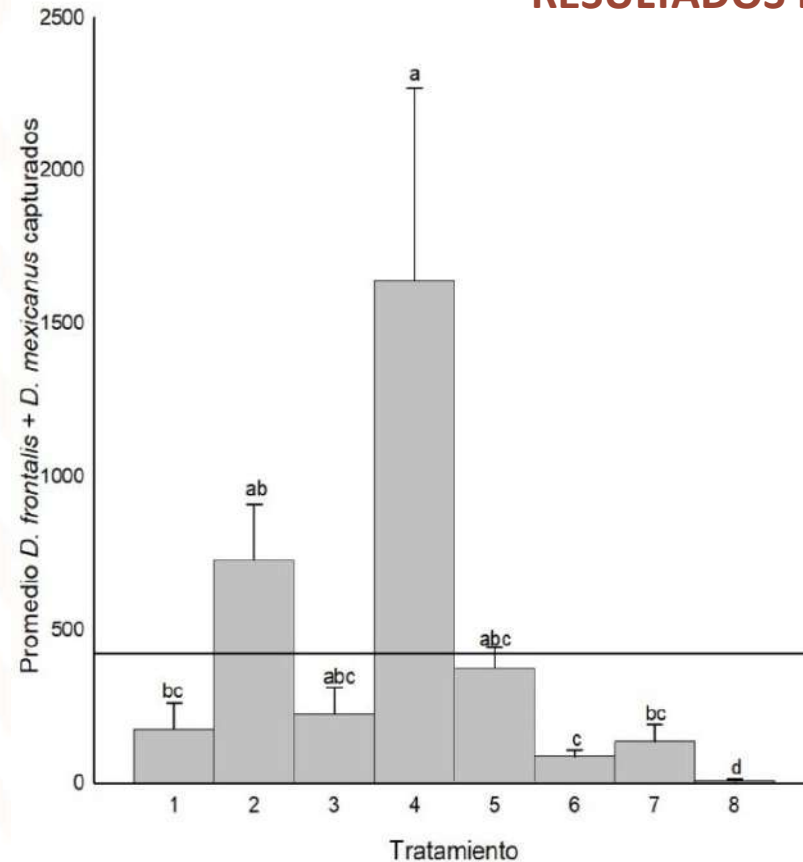
Author Affiliations +

Southwestern Entomologist 45(2):511-520 (2020) <https://doi.org/10.3958/089.045.0219>



Atracción del complejo *Dendroctonus frontalis* a trampas cebadas con atrayentes semioquímicos en la Sierra Gorda de Querétaro, México. Tratamiento: 1 = Frontalina + α -pineno, 2 = Frontalina + *endo*-brevicomina + mezcla de monoterpenos, 3 = testigo. (Sánchez-Martínez y Reséndiz Martínez 2020).

RESULTADOS DE PROYECTO CONACYT-CONAFOR 2019



Efecto de siete tratamientos de compuestos semioquímicos atrayentes sobre *Dendroctonus frontalis* y *D. mexicanus* en rodales de *Pinus pringlei* en el estado de Oaxaca. 1= Frontalina + *exo*-brevicomina + mirceno, 2 = Frontalina + *exo*-brevicomina + alfa-pineno, 3 = Frontalina + alfa-pineno, 4 = Frontalina + *endo*-brevicomina + mezcla de monoterpenos, 5 = Frontalina + mezcla de monoterpenos en uhr, en uhr (ultra alta tasa de liberación), 6 = Frontalina + mirceno, 7 = Frontalina + 3-careno, 8 = testigo sin atrayente. Sánchez-Martínez inédito.

**PARA EL MONITOREO DE *Dendroctonus frontalis* y *Dendroctonus mexicanus*
SE RECOMIENDA:**

- a) En Oaxaca, el tratamiento conformado por Frontalina + *exo-brevicomina* + alfa-pineno.
 - b) En Durango, el tratamiento compuesto por frontalina + mezcla de monoterpenos.
 - c) En Estado de México se recomienda, ya sea usar frontalina + alfa-pineno) o frontalina + mezcla de monoterpenos en UHR.
 - d) En Chihuahua, ya sea Frontalina + *exo-brevicomina* + alfa-pineno o bien frontalina + mezcla de monoterpenos.
-

Los semioquímicos tienen aplicación para:

- a) Determinar los periodos de vuelo de los insectos de interés y las temporadas de ataque.
 - b) Monitoreo de la población (medición constante de la abundancia relativa de los insectos).
 - c) Trampeo masivo, con el que se busca la captura del máximo número posible de insectos, para reducir las infestaciones.
 - d) Conocer la diversidad de especies de insectos descortezadores.
 - e) Interrumpir el ataque de los insectos (feromonas antiagregantes).
-

Es necesario:

- Tener en claro el objetivo de uso.
 - Conocer con precisión los compuestos que conforman el producto.
 - Saber cuál es la especie de interés.
 - Identificar correctamente a las especies capturadas.
-

Gracias

