

ATRAYENTES QUÍMICOS EN ESCARABAJOS DESCORTEZADORES *Dendroctonus mexicanus* Y *D. adjunctus* (Col: Scolytidae)

Villa Castillo Jaime *

RESUMEN.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), en años recientes ha dirigido esfuerzos para desarrollar alternativas para el control de escarabajos descortezadores, que incluyen pruebas de insecticidas y métodos integrados.

En enero y junio de 1988 se llevaron a cabo estudios con feromonas en *Dendroctonus mexicanus* y *D. adjunctus*, respectivamente. El primero de ellos se localizó en el bosque del municipio de Gómez Farías y el segundo en el parque nacional Nevado de Colima, ambos en el estado de Jalisco.

Con base a lo anterior, se realizó el presente trabajo con el objetivo de determinar el efecto de diferentes feromonas en la congregación de los escarabajos descortezadores que más daños causan en México.

En cada localidad se colocaron dentro de brotes con poblaciones emergentes de descortezadores, trampas "lindgren" de ocho embudos (Phero-Tech, Vancouver B C Canadá), cebadas con las feromonas comercialmente disponibles de *Dendroctonus frontalis* (frontalina), *D. brevicomis* (brevicomina), *D. ponderosae* e *Ips typographus* (ipina).

Los resultados aquí expresados, están basados en la atracción que ejerce la feromona al ser colocada en árboles con plaga emergente, debido a que ésta puede efectuar medidas de redistribución al azar, en este caso, al ser concentrados en trampas diseñadas para la captura de los insectos en vuelo, lo que finalmente logrará que el número de escarabajos que se presente en el frente activo, sea insuficiente para rebasar la resistencia de los árboles.

La feromona que obtuvo el mayor promedio de insectos atraídos por la trampa, fue frontalina + alfa-pineno.

* Biólogo. Investigador del Campo Experimental Los Colomos. CIR-Pacífico Centro. INIFAP. SARH.

De acuerdo a los datos obtenidos, los insectos atraídos con frontalina desde el inicio de la captura hasta la cuarta semana, representan el 85% de la población total capturada en forma acumulativa.

Palabras clave: Entomología, escarabajos descortezadores, *Dendroctonus*, feromonas, Jalisco.

ABSTRACT.

The Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), on recent years has been directed hard efforts to develop ways to bark beetle plagues control, that includes integration methods and insecticides tests.

On January and June during 1988, several studies were made on *Dendroctonus mexicanus* and *D. adjunctus* with pheromones. The first was located on Gomez Farias county and the second on the Nevado de Colima national park, both places in Jalisco state.

The present work has been realized with the principal objective to determinate the different pheromones effect on the bark beetle aggregation, that cause severe damages around the country.

There were settled eight funnel "lindgren" traps on emergent bark beetle populations with the commercial available pheromones such as *Dendroctonus frontalis*, *D. brevicornis*, *D. ponderosae* and *Ips typographus*.

The results, expressed here, are based on the pheromone attraction caused by application on trees with emergent scarabe plagues, and have the possibility to concentrate the plague in flying insects traps specially designed. This situation provoke that the scarab number at last became no dangerous for the tree resistance.

The pheromone with highest average attraction by each trap was frontalina + alfa-pineno.

According with data registers of attracted insects using frontalina since the capture began on the fourth week, represents 85% of total population captured in accumulative form.

Key words: Entomology, bark beetle, *Dendroctonus*, pheromones, Jalisco.

INTRODUCCIÓN.

En los bosques de pino del sur de Jalisco, como en la mayoría de los bosques de coníferas del país, los esfuerzos por controlar diversos brotes de escarabajos descortezadores de las especies *Dendroctonus mexicanus* y *D. adjunctus*, se han basado en la aplicación de métodos directos, que implican el derribo del árbol infestado.

Este hecho trae consigo muchas complicaciones que inciden en la falta de oportunidad para el combate del insecto nocivo; sin embargo, dada la carencia de mejores opciones, los encargados de la sanidad forestal recurren a la aplicación de métodos tradicionales; cada vez con mayores restricciones, costos elevados y presiones ecologistas

El I N I F A P, en años recientes ha enfocado diversos esfuerzos para desarrollar alternativas en el control de escarabajos descortezadores, que incluyen pruebas de insecticidas y métodos integrados.

Otras instituciones han realizado estudios sobre químicos conductuales¹, que han demostrado tener buen potencial para el manejo de poblaciones de descortezadores², ya que juegan un papel importante en las conductas, tanto de selección del hospedero, como en las de ataque masivo³.

OBJETIVO.

En base a lo anterior, se señaló el siguiente objetivo:

- Determinar el efecto de diferentes feromonas en la congregación de escarabajos descortezadores, que más daños causan en México.

ANTECEDENTES.

La congregación en masa de los escarabajos descortezadores en el árbol que han

¹ Borden, J. H. 1974. "Aggregation pheromones in the scolytidae". pp. 135-160.

² Vité, J. P. and Francke, W. 1976. "The aggregation pheromones of bark beetles: progress and problems". pp. 87-89.

³ Payne, T. L. et al. 1978. "Field response of the southern pine beetle to behavioral chemicals". pp. 578-582.

seleccionado como hospedero, constituye el único medio por el cual, el insecto puede rebasar la resistencia natural de dicho árbol, estableciéndose dentro de él, para desarrollar su potencial reproductivo.

Para entender la llegada y establecimiento de los escarabajos a su árbol hospedero, se han propuesto dos hipótesis principales:

1. Este fenómeno se debe a una atracción primaria, vía estímulos olfatorios, como el medio por el cual el escarabajo selecciona a sus hospederos⁴.

El término "primario" es usado para expresar que el fenómeno se presenta como resultado de algunos estímulos liberados por el árbol hospedero, antes de la llegada de algún escarabajo, lo que ocurre debido a un deterioro de los tejidos del árbol provocado por diversos factores de tensión.

2. La otra hipótesis establece que la llegada de los escarabajos a sus hospederos es resultado del azar, guiados únicamente por su tendencia instintiva a arribar a objetos verticales⁵.

Teóricamente, los escarabajos llegan al azar a todo tipo de árboles; posteriormente la hembra pica el exterior de la corteza, para buscar un estímulo químico; si la hembra identifica un hospedero, inicia la fase de perforación; pero si éste es indeseable, la hembra vuela hacia otro árbol⁶.

Una vez que unos cuantos escarabajos han seleccionado un hospedero, comienza la atracción secundaria; como resultado, otros escarabajos comienzan a congregarse en el árbol.

Esta fase del ciclo de vida forestal es crítica, debido a que favorece la llegada de insectos en número suficiente para, después de un corto tiempo, rebasar la resistencia del árbol.

Se desconoce la manera en que muchos ataques sucesivos inician la conducta de congregación; sin embargo, se cree que un escarabajo inicia la atracción secundaria con base en la fuerte emisión de sustancias volátiles que perciben otros escarabajos, así como aquellas producidas por el propio árbol hospedero⁷.

Es claro que los compuestos químicos que secretan, tanto los escarabajos como los árboles

⁴ Heikkinen, H. J. 1977. "Southern pine beetle: a hypothesis regarding its primary attractant". pp. 412-413.

⁵ Gara, R. I. et. al. 1965. "Manipulation of *Dendroctonus frontalis* by use of a population aggregating pheromone". pp. 373-378.

⁶ Thomas, H. A. et. al. 1979. Bitting and tactile stimulation of the southern pine beetle in laboratory bioessay.

⁷ Payne, T. L. 1979. "Pheromone and host odor perception in bark beetles". pp. 25-27.

hospederos, influyen notablemente en la conducta de llegada, congregación y establecimiento de una población de escarabajos descortezadores.

Las sustancias emitidas por los escarabajos, que pueden ser de estímulo o de inhibición, se denominan feromonas, y son liberadas por un individuo, en este caso, el escarabajo descortezador, modificando la conducta de la misma especie o de otra.

La frontalina es considerada la feromona de congregación primaria para *Dendroctonus frontalis*⁸ (Payne *et al*, *op. cit.*), la especie de descortezador que más daño causa a los bosques del sur de los Estados Unidos.

En México, Cibrián⁹ e Islas (*com pers*), han obtenido buenos resultados en la congregación de las especies *Dendroctonus mexicanus* y *D. adjunctus*, utilizando la feromona frontalina; asimismo, en diversas ocasiones en el sureste de Jalisco se ha utilizado dicha feromona para concentrar ataques de las mismas especies.

La frontalina se localiza en la parte posterior del intestino de los escarabajos hembras recién emergidas¹⁰ dicha sustancia es liberada cuando la hembra hace contacto con un hospedero adecuado¹¹.

Por otra parte, el alfa-pineno se cree funciona como detenedor en combinación con la frontalina¹²; esto es, que la feromona atrae a los escarabajos hacia el árbol y el olor del hospedero detiene su vuelo.

El escarabajo hembra, produce transverbenol que funciona como sinergizante de la frontalina, y ha sido propuesto como sustituto de los olores del árbol hospedero en caso de que la exudación de resina cese¹³.

En un intento por determinar los efectos de la mezcla de frontalina con alfa-pineno (frontalure) en infestaciones de *Dendroctonus frontalis*, Richerson¹⁴ y coautores, concluyeron que la colocación de frontalure dentro de la infestación, interrumpió el crecimiento del brote.

⁸ Villa C., J. y Horta G., J. 1984. Métodos de control para el escarabajo descortezador *Dendroctonus adjunctus* en el parque nacional Nevado de Colima.

⁹ Cibrián T., D. 1981. *Dendroctonus adjunctus* Blandf.

¹⁰ Renwick, J. A. A. and Vité, J. P. 1969. "Bark beetle attractants: mechanism of colonization by *Dendroctonus frontalis*". pp. 283-292.

¹¹ Coster, J. E. and Vité, J. P. 1972. "Effects of feedings and mating on pheromone release in the southern pine beetle". pp. 263-266.

¹² Renwick, J. A. A. 1970. *Dendroctonus frontalis*: Diesteverung des befalls never wirtsdaume durch geruchs toffe.

¹³ Plummer, E. L. *et al*. 1976. "Determination of the encatiometric composition of several insect pheromone alcohols". pp. 307-322.

¹⁴ Richerson, J. V. *et al*. 1980. "Disruption of southern pine beetle infestations with frontalure". pp. 360-364.

Entonces se presentó el fenómeno de que los escarabajos en emergencia se redistribuyeron al azar a través de la infestación; y consecuentemente el número de escarabajos que se ubicaron en el frente activo fue insuficiente para rebasar la resistencia natural del árbol hospedero.

En relación a lo anterior, es importante señalar que, hipotéticamente si los escarabajos son desorientados en su congregación hacia los árboles hospederos, sucumben a la influencia de los factores bióticos y abióticos.

Por su parte Payne¹⁵ y colaboradores encontraron que la aplicación de frontalure es potencialmente utilizable para la supresión de infestaciones de *Dendroctonus frontalis* en densidades endémicas, y prevenir el crecimiento de las poblaciones.

Bajo condiciones epidémicas, la anterior táctica parece ser menos efectiva en la eliminación de infestaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Entre enero y junio de 1988 se llevaron a cabo estudios con feromonas en *Dendroctonus mexicanus* y *D. adjunctus*, respectivamente.

El primero de dichos estudios se localizó en el bosque del municipio de Gómez Farías; el segundo en el parque nacional Nevado de Colima, ambos en el estado de Jalisco.

En cada localidad se colocaron dentro de brotes con poblaciones emergentes de descortezadores, trampas "lindgren" de ocho embudos (Phero-Tech Vancouver, B C Canadá). Dichas trampas fueron cebadas con las feromonas comercialmente disponibles de:

Dendroctonus frontalis (frontalina).

D. brevicomis (brevicomina).

D. ponderosae.

Ips typographus (ipina).

Las trampas fueron distribuidas en un diseño experimental de bloques al azar.

¹⁵ Payne, T. L. et al. 1985. "Effects of frontalure in suppressing southern pine beetles spot growth under endemic and epidemic population levels". pp. 281-285.

- Con cinco tratamientos consistentes en cuatro feromonas y un testigo.
- El testigo tuvo tres repeticiones.
- Se hicieron ocho colectas semanales durante ocho semanas.
- El material obtenido fue puesto en alcohol al 70%.

Las diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) entre los rangos de los descortezadores capturados en las trampas fueron analizadas con la prueba de rangos múltiples de Duncan. La relación fecha-captura fue ajustada matemáticamente en la ecuación de regresión lineal por medio del programa de cómputo abstat.

ATRAYENTES	COMPONENTES	PROPORCIONES RELATIVAS	TASA DE LIBERACIÓN mg/día
<i>D. frontalis</i>	frontalina	0.67/frasco de liberación	10.00
	pineno	0.33 "	
<i>D. brevicomis</i>	frontalina	15.00/frasco de liberación	12.00
	myrceno	2.50 "	0.50
	exo-brevicomina		
<i>D. ponderosae</i>	myrceneo	frascos ind de liberación	20.00
	trans-verbenol	"	1.00
	exo-brevicomina	"	0.50
<i>Ips typographus</i>	2 metil 3 buteno 2 ol	15.00/en un dispositivo	10.00
	cis-verbenol	0.70/de liberación	1.00
	ipsidenol	0.15 "	0.17

Cuadro N° 1 Descripción técnica de atrayentes de descortezadores¹⁶ utilizados en las localidades de Gómez Farías y el Nevado de Colima.

¹⁶ Miller, M. C. et al. 1987. "Potential for biological control of native north american *Dendroctonus* beetles (Coleoptera: Scolytidae)": pp. 417-428.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados aquí expresados, se basan en el criterio de Richerson y coautores *op. cit.*

Las medidas supresivas que se pueden ejercer en descortezadores a través del uso de atractivos sexuales, están basadas en:

- La conducción de los individuos hacia lugares predestinados.
- La interrupción de la congregación natural al colocar feromona extra dentro del brote.

Eventualmente los insectos sucumbirán a la influencia de factores bióticos y abióticos.

La atracción que ejerce la feromona colocada en árboles con plaga emergente, puede ejercer medidas de redistribución al azar, en este caso, ser concentrados en trampas diseñadas para la captura de los insectos en vuelo, lo que finalmente logrará que el número de escarabajos que se presenten en el frente activo sea insuficiente para rebasar la resistencia de los árboles.

Escarabajo descortezador *Dendroctonus mexicanus*.

El siguiente cuadro muestra los resultados del análisis de varianza para el grupo de feromonas probadas con este descortezador.

Se observaron diferencias significativas ($P = 0.05$) entre tratamientos y entre fechas; así como en la interacción tratamiento por fechas.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	F 05
BLOQUES	2	5 533	2 766.50		
TRATAMIENTOS	4	64 723	16 180.70	4.12*	3.84
ERROR A	8	31 390	3 923.70		
PARCELAS GRANDES	14	101 646	7 260.40		
FECHAS	7	16 901	2 414.40	3.15*	2.98
TRAT POR FECHAS	28	71 864	2 566.50	3.34*	2.23
BLOCK POR FECHA	14	13 254	946.70	1.31 NS	2.43
ERROR B	56	40 394	721.33		
TOTAL	119	244 060			

* Significativo P = 0.05

NS = No significativo.

Cuadro N° 2 Resultados A N V A de la atracción de cinco tratamientos hacia *D. mexicanus*.

La feromona que obtuvo el mayor promedio de insectos atraídos por trampa y por fecha fue frontalina + alfa-pineno.

FEROMONA	\bar{X} I
FRONTALINA	60.12
BREVICOMINA	10.67
PONDEROSAE	1.12
IPINA	0.04
TESTIGO	0.04

Cuadro N° 3. Promedio de *D. mexicanus* capturados por trampa y por fecha en las localidades de Gómez Farías y Nevado de Colima, durante el ciclo 1988.

La prueba de comparación de medias de Duncan muestra que el promedio de la frontalina es significativamente mayor que cualquiera de los otros tratamientos utilizados en la atracción de *D. mexicanus*.

FEROMONA EN TRAMPA	MEDIA
FRONTALINA	60.12 a
BREVICOMINA	10.67 b
PONDEROSAE	1.12 b
IPINA	0.04 b
TESTIGO	0.04 b

Las medias en la columna, seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($P = 0.05$).

Cuadro N° 4. Comparación de medias para *D. mexicanus*.

Con respecto a la población capturada a través del estudio, se observó como respuesta a la frontalina un comportamiento muy similar al reportado por Coulson¹⁷:

- Existe un número pequeño de insectos en vuelo, que seleccionarán a los hospederos, posteriormente, se incrementa el número de escarabajos hasta llegar a una cantidad pico; para después descender al capturarse los últimos individuos de una generación.

Este comportamiento es una curva simple cuando se trata de brotes endémicos, pero en el caso de brotes epidémicos, dada la salida continua de insectos por traslape de generaciones, se presentan varias cantidades pico de emergencia, con sus respectivas declinaciones, hasta que la población llega a un mínimo en forma natural o es suprimida con tácticas de control.

¹⁷ Coulson, R. N. 1980. Population dynamics in the southern pine beetle.

Un comportamiento similar fue encontrado por Payne¹⁸ al estudiar la respuesta del escarabajo suriano *Dendroctonus frontalis* a la feromona frontalina.

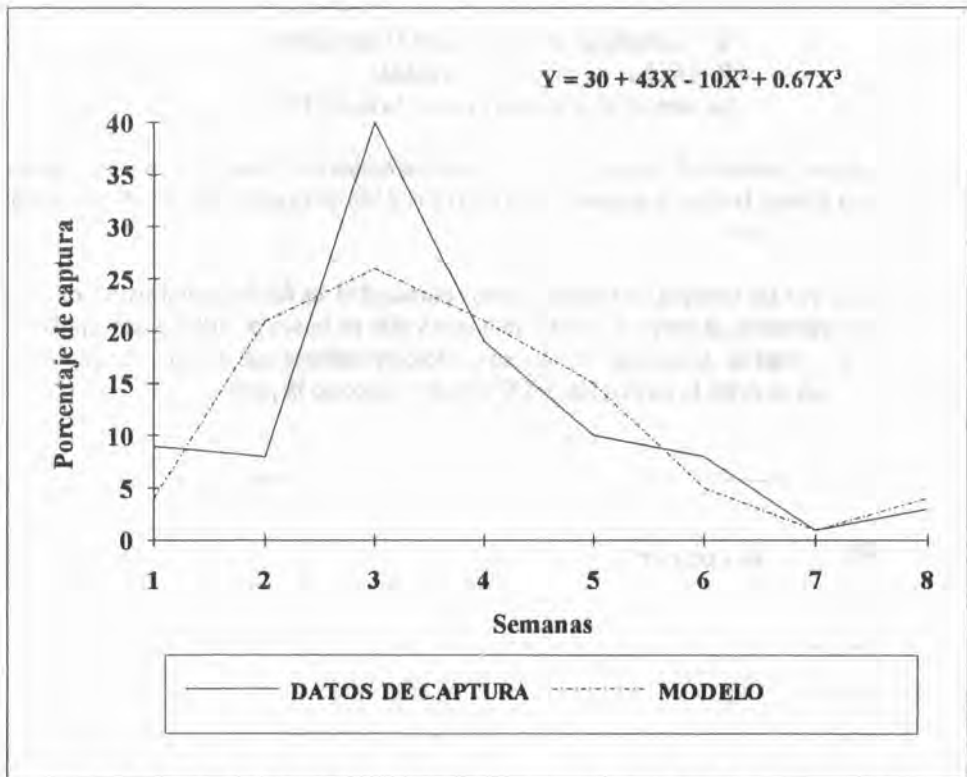


Figura N° 1. Gráfica de captura y del modelo en porcentaje de *D. mexicanus* atraídos con frontalina en relación a las fechas de muestreo, en el paraje Camilo entre otros.

El modelo desarrollado para captura de escarabajos *D. mexicanus* fue ajustado por la ecuación:

$$Y = A + BX + CX^2 + DX^3$$

¹⁸ Payne, T. L. 1980. Life history and habits in the southern pine beetles.

obteniéndose por regresión lineal que:

$$Y = 30.1357 + 43.825X - 10.368X^2 + 0.6775X^3$$

donde:

Y = porcentaje de escarabajos *D. mexicanus*

X = fechas de captura en semanas

La variación atribuida al modelo es de 75%

De acuerdo con los datos de la figura 2, los insectos atraídos con frontalina, desde el inicio de la captura hasta la cuarta semana, representan el 85% de la población total capturada en forma acumulativa.

Por lo que poner las trampas de supresión con oportunidad, es fundamental para capturar en primera instancia, al grupo descortezador que vuela en busca de árboles susceptibles, para después atraer al grupo más numeroso de descortezadores que atacan en masa a los hospederos, así se evita la formación del frente de avance de la plaga.

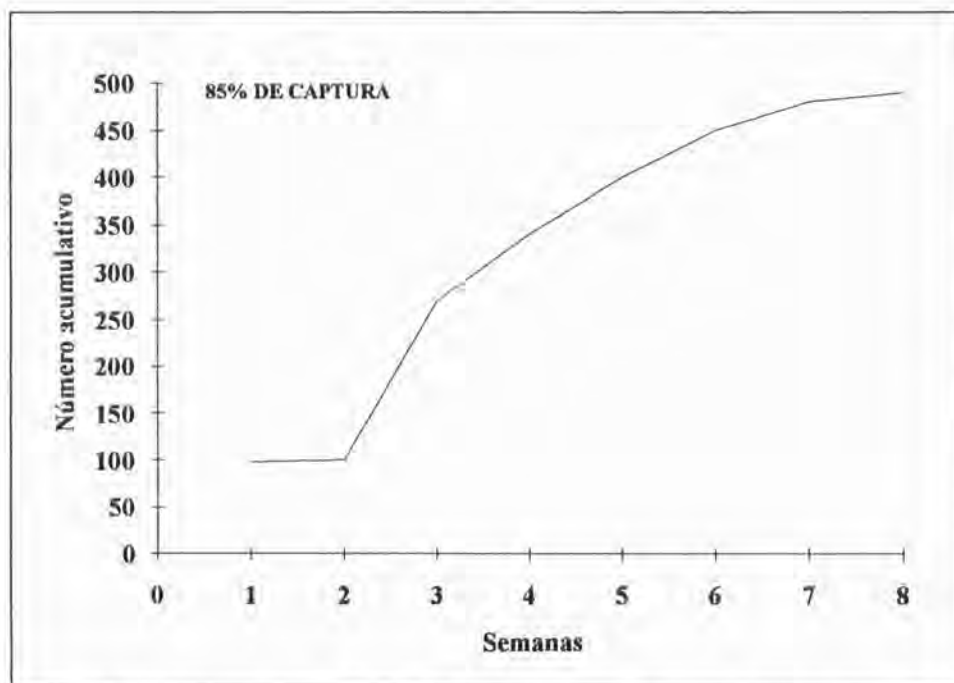


Figura N° 2. Número acumulativo de *D. mexicanus* atraídos con frontalina, en relación a las fechas de captura.

Escarabajo descortezador *Dendroctonus adjunctus*.

El análisis de varianza reporta diferencias significativas entre fechas y la interacción tratamiento-fecha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	GM	F	F 05
BLOQUES	2	1 994	997		
TRATAMIENTOS	2	1 151	575	3.57 NS	4.32
ERROR A	4	644	161		
PARCELAS GRANDES	8	3 784	473		
FECHAS	7	2 654	379	4.96*	2.24
TRATAMIENTOS POR FECHA	14	3 004	214	2.80*	1.94
ERROR B	42	3 208	76		
TOTAL	71	12 650			

* Significativo P 0.05 NS = No significativo

Cuadro N° 5. Resultados A N V A de la atracción de tres feromonas hacia *D. adjunctus*

A pesar de haber varianzas homogéneas entre los tratamientos, de acuerdo a la prueba de F, el promedio de insectos capturados en trampas cebadas con frontalina, hace posible la comparación de medias a través de la prueba de rangos múltiples de Duncan.

FEROMONA	\bar{X}
FRONTALINA	38.30
BREVICOMINA	13.00
PONDEROSAE	12.12

Cuadro N° 6. *D. adjunctus* capturados por trampa y por fecha en las localidades de Gómez Farías y Nevado de Colima, durante el ciclo 1988.

En base a los resultados se aprecia que la frontalina atrajo en promedio un número significativamente mayor de *Dendroctonus adjunctus* que las feromonas brevicomina y ponderosae.

Por lo que, al igual que con *D. mexicanus*, se analizó la distribución de la población capturada a lo largo del muestreo en las trampas cebadas con frontalina y alfa-pineno.

Se encontró que la población inicial es relativamente mayor que en las dos siguientes semanas, para después alcanzar el máximo a la mitad del período de muestreo (cuatro semanas), y finalmente descender hacia porcentajes menores de captura en las últimas fechas.

FEROMONAS EN TRAMPA	MEDIAS
FRONTALINA	38.30 a
BREVICOMINA	13.00 b
PONDEROSAE	12.12 b

Las medias en de la columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($P = 0.05$).

Cuadro N° 7. Prueba de rangos múltiples de Duncan para *D. adjunctus*.

El modelo desarrollado para la captura de *Dendroctonus adjunctus* fue ajustado por la ecuación:

$$Y = A + BX + CX^2 + DX^3 + EX^4$$

obteniéndose por regresión lineal:

$$Y = 118.148 - 131.957X + 53.353X^2 - 8.469X^3 + 0.4559X^4$$

donde:

Y = porcentaje de escarabajos *D. adjunctus*

X = fechas de captura de semanas.

La variación atribuida al modelo es de 67%

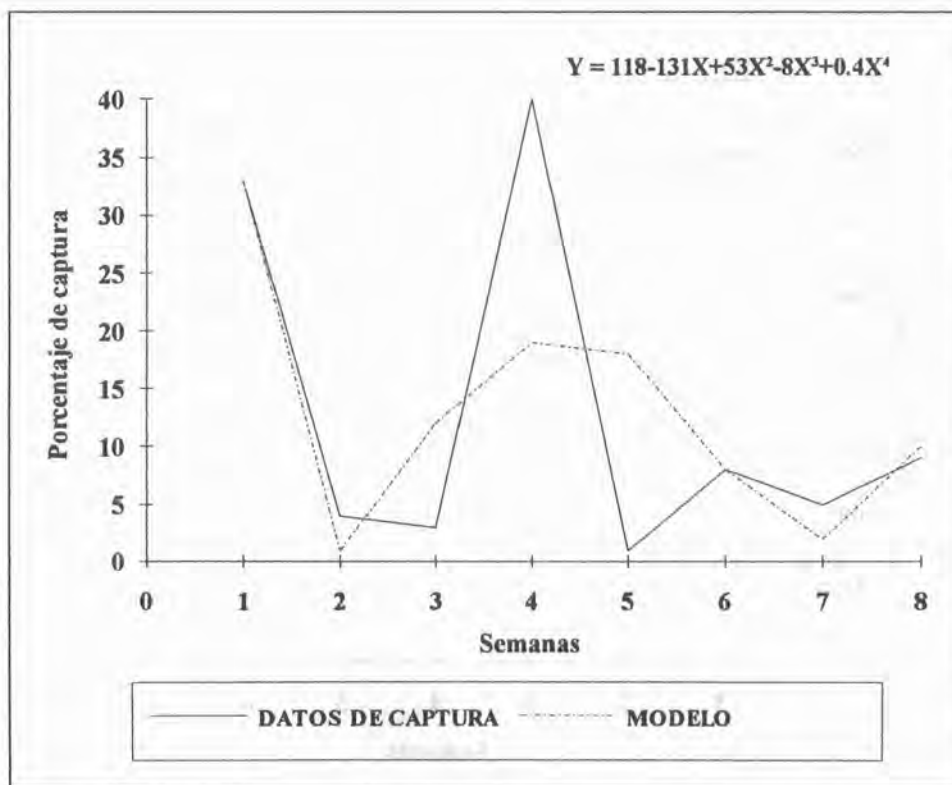


Figura N° 3. Gráfica de campo y del modelo en porcentaje de *D. adjunctus* atraídos con frontalina en relación a fechas de muestreo.

La captura acumulativa de escarabajos *Dendroctonus adjunctus*, en relación a las fechas de muestreo, está distribuida de tal manera, que el 82% de la captura se concentró en las cuatro primeras semanas, dejando sólo el 18% para los últimos cuatro muestreos.

Esto significa que la proporción más importante para la formación de un brote, deberá ser capturada al igual que en *Dendroctonus mexicanus* desde el inicio de la época de vuelo.

Al considerar que los insectos pioneros y los de congregación en masa deciden la formación o no de un brote, para suprimir, concentrando mediante feromonas, a los insectos emergentes, la aplicación de frontalina más alfa-pineno, exactamente al inicio de la época de vuelo, es fundamental.

Es importante que la disposición de las trampas sea en la parte central del brote y nunca hacia alguna orilla, aunque exista en ésta la posibilidad de que se forme un frente de avance de la plaga.

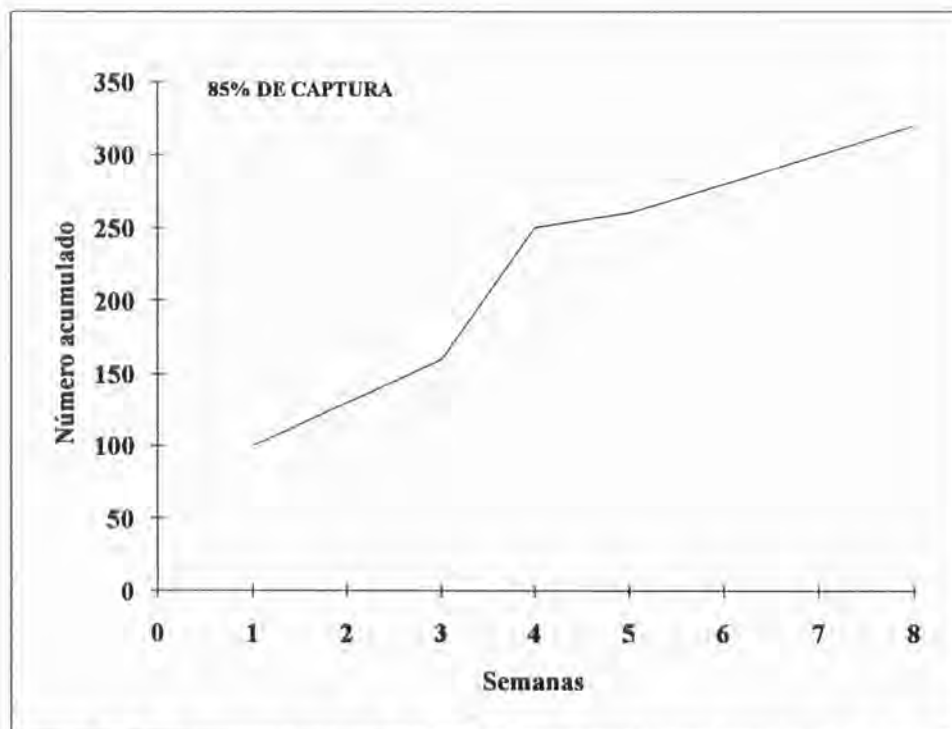


Figura N° 4. Número acumulado de *D. adjunctus* atraídos con frontalina en relación a las fechas de captura.

De acuerdo con los resultados, se debe señalar que la supresión de brotes de descortezadores por medio de feromonas, únicamente puede ser aplicada en brotes de carácter endémico, donde el nivel de traslape de generaciones es mínimo.

Lo anterior señala la importancia de que en la estructura de la población pueda definirse una época de vuelo de los insectos; porque como sucede en poblaciones epidémicas, la presencia de generaciones jóvenes, medianas y maduras a un mismo tiempo, origina la salida continua de adultos; la consecuencia es la imposibilidad de ubicar las trampas cebadas en el sitio en donde se dé la emergencia principal.

No se debe correr el riesgo de colocar trampas cercanas al frente de avance de la plaga, porque en ese caso, el efecto de la feromona será contrario a lo deseado, debido a que las feromonas "extra" atraerán a mayor número de insectos hacia el frente de avance, donde la presencia de árboles con ataques incipientes, facilitará la llegada del resto de los insectos en vuelo.

CONCLUSIONES.

1. De las feromonas comercialmente disponibles, la que mayor afecto de atracción tiene para las dos especies estudiadas, es frontalina + alfa-pineno (frontalure).

2. La captura de escarabajos en vuelo *Dendroctonus mexicanus* y *D. adjunctus*, debe seguir un patrón definido, relacionado con el proceso que el insecto tiene que llevar a cabo, para:

- Primero, seleccionar a un grupo de árboles susceptibles.
- Segundo, realizar el ataque masivo, con lo que se logra rebasar la resistencia natural del árbol.

3. La captura del grupo de insectos pioneros y los de ataque masivo en trampas cebadas con frontalina, impide la formación de nuevos brotes o la expansión del ya existente.

4. La mejor utilización del sistema de trampeo con feromonas, sirve para evitar que brotes endémicos se conviertan en epidémicos.

5. La incorrecta colocación de las trampas con frontalina, puede ocasionar efectos de dispersión de la plaga, en lugar del efecto de supresión esperado.

BIBLIOGRAFÍA.

- Borden, J. H. 1974. "Aggregation pheromones in the scolytidae". *In*: Pheromones M C Birch, Ed Am Elsevier Pub Co. New York. pp. 135-160.
- Cibrián, T. D. 1981. *Dendroctonus adjunctus* Blandf. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México.
- Coulson, R. N. 1980. Population dynamics in the southern pine beetle. For Serv Science and Education Administration Tech. Bull. 1 631 p.
- Coster, J. E. and Vité, J. P. 1972. "Effects of feeding and mating on pheromone release in the southern pine beetle". *Ann. Entomol. Soc. Am.* N° 65. pp. 263-266.
- Gara, R. I.; Vité, J. P. and Gramer, H. H. 1965. "Manipulation of *Dendroctonus frontalis* by use of a population aggregating pheromone". *Contrib Boyce Thomson Inst* N° 23. pp. 373-378.
- Heikkinen, H. J. 1977. "Southern pine beetle: a hypothesis regarding its primary attractant". *J. For.* N° 75. pp. 412-413.
- Miller, M. C.; Moser, J. C.; Mc Gregor, M.; Gregoire, J. C.; Baisier, M.; Dahlsten, D. L. and Werner, R. C. 1987. "Potencial for biological control of native north american *Dendroctonus* beetles (Coleoptera: Scolytidae)". *Ann Entomol Soc Am* N° 80. pp. 417-428.
- Payne, T. L. 1979. "Pheromone and host odor perception in bark beetles". *In*: Neurotoxicology of insecticides and pheromones. T Narahashi. Ed Plenum Publ Corp. New York. pp.25-27.
- Payne, T. L. 1980. Life history and habits in the southern pine beetle. For Serv Sci and Education Admin Tech Bull. 1 631 p.
- Payne, T. L.; Coster, J. E.; Richerson, J. V.; Edson, L. S. and Hart, E. R. 1978. "Field response of the southern pine beetle to behavioral chemicals". *Environ Entomol* N° 7. pp. 578-582.
- Payne, T. L.; Kudon, C. H.; Berisford, C. W.; O'Donnell, B. P. and Walsh, D. H. 1985. "Effects of frontalure in suppressing southern pine beetles spot growth under endemic and epidemic population levels". *Integrated Pest Management. Research Symposium. The proceedings. Southern for Esp S T General Teach. Rep. S O.* N° 56. pp. 281-285.

- Plumer, E. L.; Stewart, T. E.; Byne, K. J.; Pearce, G. T. and Silverstein, R. M. 1976. "Determination of the enantiometric composition of several insect pheromone alcohols". *J Chem Ecol* N° 2. pp. 307-332.
- Renwick, J. A. A. 1970. *Dendroctonus frontalis*: diesteverung des befalls never wirtsdbaume durch geruchss toffe. Ph D dissertation. Inst Forst Zool. Gottingen Univ. West Germany. 97 p.
- Renwick, J. A. A. and Vité, J. P. 1969. "Bark beetle attractants: mechanism of colonization by *Dendroctonus frontalis*". *Nature* N° 224. pp. 283-292.
- Renwick, J. A. A., and Vité, J. P. 1970. "System of chemical communication in *Dendroctonus contrib*", *Boyce Thompson Inst.* N° 24. pp. 283-292.
- Richerson, J.V.; Mc.Carty, F. A. and Payne, T. L. 1980. "Disruption of southern pine beetle infestations with frontalure". *Environ Entomol.* N° 8. pp. 360-364.
- Thomas, H. A.; Richmond, J. A. and Bradley, E. L. 1979. Bitting and tactile stimulation of the southern pine beetle in laboratory bioessay. *Can. Entomol.*
- Villa C., J. y Horta G., J. 1984. Métodos de control para el escarabajo descortezador *Dendroctonus adjunctus* en el parque nacional Nevado de Colima. Resumen III Simposium Nacional de Parasitología Forestal, Saltillo, Coah. México.
- Vité, J. P., and Francke, W. 1976. "The aggregation pheromones of bark beetles: progress and problems". *Boyce Thompson Inst.* N° 24. pp. 87-89.