



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
" I Z T A C A L A "

**RESPUESTA DE Dendroctonus adjunctus BLANDFORD
(COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) A LA ATRACCION DE
MADERAS Y OLEORRESINAS DE Pinus hartwegii
LINDLEY**

TESIS PROFESIONAL

QUE PRESENTAN:

LIDYA SUMIKO MORIMOTO MARTINEZ

JOSE MARTIN RAMIREZ CASTILLO

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

LOS REYES IZTACALA, EDO. MEX.

1990



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A nuestros padres, René Morimoto Sánchez, Oralia Martínez de Morimoto (qepd), Maximino Ramírez Lozano y María Elena Castillo Rubio, por habernos dado la vida, su amor y la oportunidad de ser biólogos.

A María Sánchez, por su inmenso amor y su ayuda.

A Leonor Ramírez, quien hizo posible esto.

A nuestros hermanos, Oralia, Rosana, René, José Manuel, Toña, Nacho, César y Yola (qepd), por ayudarnos a ser lo que somos.

A nuestros amigos y compañeros de carrera, en especial a Haydeé, Rosa Elena, Joceline, Irasema y José Luis, por el gran equipo que fuimos.

A nuestros profesores, por contribuir a nuestra formación.

A Martín, por los viejos tiempos y por todo su amor.

A Lidya, por ser mi pasado, presente y futuro.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. Raúl Muñiz Vélez por la dirección del presente trabajo, por su amistad y comprensión.

Al M. en C. Miguel Angel Miranda Navarrete, por su colaboración en el presente trabajo.

A la comisión dictaminadora, M. en C. Pilar Villeda, M. en C. Jorge Padilla, Biól. Sergio Stanford y M. en C. Ernesto Aguirre León, por sus valiosos comentarios y críticas.

A la UNAM y CONACyT, por las becas brindadas para la realización de esta tesis.

Al Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Distrito Federal (CIFAP-DF), en particular a su Director Ing. Avelino B. Villa Salas, por las facilidades prestadas.

A nuestros compañeros y amigos de los laboratorios de Entomología y Patología del CIFAP-DF, por el valioso apoyo brindado: Elia, Lupita, Alejandra, Lorenia, Lilia, Sarita, Gaby, Martha, Alicia, Francisco, Gustavo, Tarsicio, Rafael, Joel y al Profesor Rodolfo Salinas Quinard.

CONTENIDO

RESUMEN -----	I
INTRODUCCION -----	1
OBJETIVOS -----	4
ANTECEDENTES -----	7
MATERIALES Y METODOS -----	15
RESULTADOS Y ANALISIS -----	27
DISCUSION -----	37
CONCLUSIONES -----	46
RECOMENDACIONES -----	47
APENDICE I -----	48
APENDICE II -----	49
LITERATURA CITADA -----	51

RESUMEN

Con el fin de conocer las respuestas de atracción de Dendroctonus adjunctus hacia maderas y oleorresinas de árboles sanos y atacados de Pinus hartwegii, y relacionarlas con las características fisonómicas de los árboles, se probaron 2 olfatómetros en laboratorio, uno sin corriente de aire ("A"), y otro con ésta ("B"). Los porcentajes de respuesta más altos encontrados en el olfatómetro "A" fueron para árboles atacados, con 32.50 para maderas y 26.40 para oleorresinas, contra 20.62 para maderas y 4.49 para oleorresinas de árboles sanos. En el olfatómetro "B" se obtuvieron porcentajes de 23.83 para maderas y 22.50 para oleorresinas de árboles atacados, contra 11.82 para maderas y 13.33 para oleorresinas de árboles sanos. Las respuestas restantes se distribuyeron entre el testigo, la no respuesta y la no preferencia de alguna de las muestras olfateadas; ésta última evidenció un efecto repelente de algunas muestras. Las hembras respondieron en mayor porcentaje que los machos. La respuesta de ambos sexos fue de una quimioclinotaxis. Las principales características fisonómicas relacionadas con la atracción fueron el porcentaje de follaje y el número de ramas secas. Los resultados obtenidos permiten vislumbrar un proceso repelencia-atracción, que puede estar gobernado por la proporción de los terpenos del árbol, y que influye en la selección del posible hospedador por D. adjunctus.

INTRODUCCION

Entre los insectos que mayores daños causan a los bosques de coníferas de nuestro país, se encuentran los escarabajos descortezadores pertenecientes a la familia Scolytidae (Comstock, 1950; Perusquía, 1978).

Estos descortezadores llegan a atacar árboles vivos, excavando sus galerías en la parte interna de la corteza, alimentándose del cambium y el floema. Durante este proceso el árbol sufre la destrucción de su sistema de conducción y de los meristemos secundarios, lo que con la continua exudación de savia y resina producida por las heridas, va debilitando al árbol hasta producir su muerte (Perusquía, 1978; Piña y Muñiz, 1981).

Cuando un bosque se encuentra en condiciones de equilibrio ecológico, las poblaciones de escolítidos descortezadores se mantienen en un nivel que no sobrepasa el umbral de peligrosidad; en estos casos viven en árboles derribados, raquíticos y madera muerta, contribuyendo de esta forma a la degradación del material vegetal. Sin embargo, bajo condiciones de disturbio como sequías prolongadas, incendios o explotaciones exhaustivas y mal tecnificadas, se origina un fuerte incremento en las poblaciones de estos insectos, y sus hospedadores habituales ya no son suficientes, por lo que atacan árboles sanos a los que debilitan gradualmente hasta causarles la muerte (Piña y Muñiz, 1981; Zorrilla, 1975).

En la República Mexicana, las plagas forestales más importantes están representadas por varias especies del género Dendroctonus Eichoff. De las 16 especies americanas, 12 se encuentran en nuestro país, siendo una de las más destructivas, Dendroctonus adjunctus Blandford, también conocido como "descortezador de las alturas", pues ataca árboles de pino que habitan las mayores altitudes de la región central (Wood, S.L., 1982; Islas, 1974 y 1980).

Este insecto causa daños de considerable importancia, como los registrados en 1965, cuando se plagaron 600 ha de Pinus rudis Endl. en áreas que comprenden parte de los Parques Nacionales de La Marquesa, Desierto de los Leones y Atlapulco, Estado de México. En 1973 plagó 9100 ha de pino, en los Parques Nacionales de Zoquiapan y Anexas e Izta-Popo, ubicados en los Estados de México y Puebla. En 1978 fueron 1500 ha de pino las plagadas en el cerro del ajusco, D.F., y se estimó que el área boscosa sobre la cual estaba dispersa era de 20000 ha (Rodríguez, 1982).

Los procedimientos de combate que se realizan actualmente contra Dendroctonus adjunctus son: derribo y abandono, que consiste en derribar y abandonar los árboles recientemente plagados, para que los depredadores, competidores, y las condiciones ambientales actúen disminuyendo la población del descortezador; derribo y extracción, donde se extrae la madera previamente descortezada, pudiéndose o no, aplicar algún insecticida

sobre las cortezas; inyección preventiva y curativa, que consiste en hacer varias incisiones en la base del tronco de los árboles, inyectándoles fungicidas e insecticidas para que sean transportados por el xilema, ya que al parecer [estos escarabajos están asociados a ciertos hongos que les ayudan a degradar su alimento, y que además taponan los vasos conductores del árbol] (Chansler, 1967; Islas, 1974 y 1980; Barras y Perry, 1971).

Evidentemente estos métodos tienen desventaja por su efecto sobre el ambiente, lo que hace que se busquen otros que no causen daño a los bosques, y que además sean económicos y fáciles de aplicar.

Una alternativa puede ser la utilización de sustancias atrayentes, que tienen una influencia significativa sobre el comportamiento de estos escarabajos. Algunos investigadores han propuesto que los atrayentes se utilicen para manipular poblaciones de insectos en vuelo, mediante trampas que contengan el atrayente indicado para cada especie, ayudando así a su combate (Vité, *et al* 1964; Gara *et al*, 1965; Chapman, 1967; Renwick y Vité, 1968; Vité, 1970).

Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre atrayentes realizados hasta el momento, han sido con feromonas, dejando a un lado la atracción odorífera que puede ejercer el árbol hospedador sobre los descortezadores. Por ésta razón, y

porque existe la necesidad de hacer estudios para establecer nuevos metodos de combate, el presente trabajo tuvo como objetivos:

- conocer las respuestas de atracción de Dendroctonus adjunctus por las maderas de Pinus hartwegii Lindl. en laboratorio.
- conocer las respuestas de atracción de Dendroctonus adjunctus por las oleorresinas de Pinus hartwegii en laboratorio.
- relacionar las respuestas de atracción con las características fisonómicas de los árboles estudiados, con los factores ambientales, y con las propiedades físicas de las oleorresinas de los mismos árboles.

Mecanica de agregación y colonización.

Dendroctonus adjunctus presenta una mecánica de agregación y colonización parecida a las otras especies del mismo género, dado que todas son monógamas, y que es la hembra la que inicia el ataque (Wood, S.L. 1982).

Generalmente un número reducido de hembras seleccionan al árbol hospedador; al parecer la selección se hace con base en los componentes volátiles de la oleorresina (resina + compuestos terpénicos), con ayuda de algunos estímulos visuales. Al iniciar sus galerías, las hembras liberan feromonas de agregación. El flujo de oleorresina que sale por el orifi

cio de entrada de los insectos, lleva algunos componentes volátiles, principalmente α -pineno, que al combinarse con la feromona, se constituye en un atrayente muy poderoso que causa la agregación de un gran número de individuos, principalmente machos. Al agregarse los machos, éstos liberan feromona de antiagregación que reduce la respuesta de otros machos, quedando en proporción 1:1. Al aumentar la proporción de feromona antiagregativa, y la hembra dejar de producir feromona de agregación, cesa el proceso de atracción (Renwick y Vité, 1970).

Atracción en escolítidos.

La atracción en escolítidos se ha dividido en dos tipos: la primaria, ejercida por el árbol hospedador al escarabajo, y la secundaria, que se da cuando los escolítidos pioneros emiten su feromona de agregación poblacional (Birch, 1984).

Experimentos relacionados con la atracción primaria en algunas especies de escolítidos, demuestran que cuando el insecto adulto inicia su vuelo, es atraído y orientado por los compuestos volátiles (terpenos) producidos por el metabolismo secundario del hospedador (Renwick y Vité, 1970).

Sin embargo, para la mayoría de las especies del género Dendroctonus esto no ha sido totalmente demostrado, aunque al

parecer, las hembras pioneras pueden distinguir entre árboles sanos y árboles debilitados, e inclusive entre árboles que habitualmente son sus hospedadores y los que no lo son (Borden, 1982).

Por otra parte, existen algunos factores que influyen en la recepción de olores por los escolítidos. Al parecer, estos responden a los olores de los atrayentes cuando las corrientes de aire son ligeras, ya que las altas concentraciones de olor les permiten llegar al objeto de atracción rápidamente. Las corrientes en espiral hacen que estos insectos vuelen bajo y no encuentren su curso (Chapman, 1967).

Efectos de la instalación de escolítidos sobre el hospedador.

Como medida de defensa al ataque de los descortezadores, el árbol segrega resina. En algunos casos el flujo es tal, que puede ahogar o sacar a los escarabajos por los orificios de entrada (Hain, et al, 1983).

Sin embargo, cuando los escolítidos se logran instalar en el árbol, se llevan a cabo una serie de perturbaciones en la vitalidad del hospedador, marcada esencialmente por la disminución de la ascensión de la savia, desprendimiento del liber, penetración de microorganismos, fermentación de la savia y modificaciones en los compuestos terpénicos por polimerización y oxidación. Aunado a esto, se modifica el equili-

brio fisiológico del vegetal, la presión osmótica y el metabolismo en general (Chararas, 1979).

ANTECEDENTES

Respuesta de Dendroctonus a terpenos.

Aunque al parecer son los terpenos los causantes de la atracción ejercida por el hospedador hacia Dendroctonus, algunos experimentos con oleorresina pura o monoterpenos solos, demuestran que éstos pueden ser poco atractivos e inclusive repelentes (Smith, 1975).

Smith (1961 y 1963), ha demostrado que los vapores de oleorresina pueden ser tóxicos para las especies Dendroctonus brevicomis LeC., D. jeffreyi Hopk. y D. monticolae Hopk. Además demostró que el limoneno presente en la oleorresina de Pinus ponderosa Laws es el componente más tóxico para D. brevicomis.

Probablemente, para que exista atracción sean necesarias pequeñas cantidades de terpenos. Rudinsky (1966) encontró que Dendroctonus pseudotsugae Hopk., fué atraído por pequeñas concentraciones de α -pineno, limoneno y camfeno. Sin embargo, como los terpenos estaban diluidos en etanol, no se puede descartar la posibilidad sinérgica, como se menciona en el traba

jo de Moeck (1981), quien encontró que árboles rociados con etanol al 95%, y etanol oleorresina en proporción 8:1, atraían indistintamente a Dendroctonus rufipennis (Kirby). Además, encontró que árboles rociados sólo con etanol, fueron atacados por D. rufipennis aunque estuvieran aparentemente sanos. El etanol por sí solo no es atrayente para D. pseudotsugae, ni para muchas otras especies de escoltidos (Rudinsky, 1966).

Por otra parte, algunos monoterpenos parecen jugar un papel importante durante la atracción secundaria. Renwick y Vité (1969), estudiaron las sustancias terpénicas constituyentes de pinos en el sureste de Texas, y encontraron que el α -pineno era uno de sus mayores componentes. Comprobaron que la acción atractiva de la frontalina (feromona de agregación sexual secretada por hembras de Dendroctonus frontalis Zimm.) hacia machos y hembras de D. frontalis, se incrementó sustancialmente con la adición de α -pineno. En trabajos realizados por otros investigadores, Pitman (1969), Renwick (1970), y Vité y Pitman (1969), se encontró que una mezcla de transverbenol + α -pineno atrajo a D. brevicomis y a D. adjunctus, mientras que la mezcla de frontalina + α -pineno atrajo a D. frontalis. Los resultados anteriores demuestran que ciertos terpenos tienen acción suplementaria o sinérgica.

Olfacción en Dendroctonus.

A la capacidad de percibir moléculas volátiles a distan

cias mayores de 0.5 cm se le llama olfacción. En la antena se localizan generalmente los organos olfatorios, llamados sensilas. Estas se clasifican de acuerdo a su forma y tamaño en: sensilas tricoideas y basicónicas, que tienen forma de seda, coelocónica, que consiste de una espiga embebida en una cavidad de la cutícula, y la placoidea, que tiene forma circular y está perforada (Mustaparta, 1984).

El género Dendroctonus presenta varios cientos de sensilas tricoideas y basicónicas, distribuidas en bandas alrededor de la maza antenal (Payne, 1980).

En experimentos realizados con la técnica del electroantenograma en algunas especies del género Dendroctonus, se ha demostrado que la antena de una especie puede distinguir terpenos del árbol hospedador, feromonas de su misma especie, y feromonas de otras especies del mismo género. Payne (1970 y 1975) y Dickens y Payne (1977), encontraron que no existen células receptoras específicas para un sólo compuesto en Dendroctonus frontalis. Encontraron que una misma célula puede tener receptores para diferentes compuestos como α -pineno, frontalina, exo y endo-brevicomina y trans-verbenol. El hecho de no tener receptores específicos, le brinda la posibilidad de tener mayor capacidad de percepción de los diferentes terpenos que se encuentran en el ambiente, que al parecer es la base para la selección del hospedador.

Respuesta de una conífera a la invasión por descortezadores.

Existen varios mecanismos de resistencia del hospedador al ataque por escoltídeos, como es la presión de exudación de oleorresina (PEO). Estudios realizados en Pinus ponderosa, en California, establecieron una marcada relación entre la PEO y la susceptibilidad de los árboles al ataque. Vité (1961) y Vité y Wood (1961), demostraron que árboles con PEO mayor que 6 atmósferas, normalmente repelen el ataque de los escarabajos; cuando la PEO es menor que 4 atmósferas, los árboles no resisten el ataque masivo de los descortezadores.

Es también importante, el tiempo que tarda la oleorresina en cristalizarse dentro de los túneles formados por los escarabajos. Se ha supuesto que una rápida cristalización conduce a una gran susceptibilidad al ataque de los descortezadores. Esto se basa en que una rápida cristalización impide que se inunde totalmente el túnel de entrada, permitiendo así a los escarabajos continuar con la construcción de su galería (Hodges et al, 1979).

Hodges y colaboradores (1979), estudiaron las propiedades físicas de las oleorresinas y sus componentes terpénicos, en cuatro especies de pinos: Pinus palustris Mill., P. taeda L., P. echinata Mill., y P. elliottii Engelm. Ellos concluyen que las principales características para clasificar la resistencia de éstos a Dendroctonus frontalis, son: flujo total,

razón de flujo, viscosidad y tiempo de cristalización de la oleorresina.

La exudación de oleorresina depende de las condiciones fisiológicas del árbol, de manera que el factor fundamental para que se produzca el ataque de escolítidos es el estado fisiológico, es decir, que son atacados cuando han sido afectados previamente por perturbaciones físicas (incendios, resinación, desrame), patológicas (ataque por hongos, bacterias y virus), parasitológicas (muérdago, defoliadores, barrenadores de ramas) o por la acción de factores ambientales (sequías prolongadas, contaminación) (Kramer y Kozlowsky, 1979).

Waring y Pitman (1983 y 1985), concluyeron que árboles maduros de Pinus contorta Dougl. son susceptibles al ataque por Dendroctonus frontalis al inducirles estrés fisiológico por la manipulación del nitrógeno disponible en el suelo.

Descripción de Dendroctonus adjunctus.

-Dendroctonus adjunctus Blandford, 1897. Biol. Cent. Amer. 4(6):146.

-Dendroctonus convexifrons Hopkins, 1909. USD. Bur. Ent. Techn. Ser. 17(1):87.

Es menos alargado que Dendroctonus parallelcollis Chapuis, ligeramente comprimido, negro-rojizo con el ápice de los élitros más claros. Segmento medio del epistoma más cor-

to que los segmentos laterales, sus lados son muy oblicuos y elevados, su margen apical cóncavo; frente cubierta con gránulos y puntuaciones cercanas entre sí, con una línea media interrumpida, más profunda hacia la unión con la impresión subocular que es ligeramente transversa; vertex finamente punteado; antena rojiza, el escapo con una maza redondeada, el segundo artejo del funículo ligeramente más largo que el primero, maza oval-transversa, con suturas curvadas hacia el ápice. Protórax más transverso que en Dendroctonus parallelo-collis, constreñido al frente, con el margen apical y el basal sinuosos, los dos notorios; superficie impresa un tanto plana, brillante, las puntuaciones esparcidas y poco marcadas, sin línea media. Elitros debilmente estriados, punteados, brillantes excepto en la base, que tiene gránulos juntos, ausentes en el declive; interestrías con filas de largas sedas oscuras desde la mitad de los élitros hasta el ápice, el primero con una serie de gránulos notorios, menos rojizos.

Distribución.

Dendroctonus adjunctus se distribuye desde el sur de Utah y Colorado, hasta Guatemala. En la República Mexicana se le encuentra en los Estados de México, Hidalgo, Puebla, Jalisco, Michoacán, Querétaro, Oaxaca, Sonora, Chihuahua y en el Distrito Federal (Perusquía, 1978; Wood, S.L., 1982;

Atkinson y Equihua, 1985).

Ciclo de vida.

Se dice que en México, Dendroctonus adjunctus tiene una generación al año. Su período de emergencia y ataque a nuevos hospedadores, se realiza durante los meses de agosto a noviembre, con mayor número de individuos en octubre, aunque se pueden encontrar adultos desde julio. Las galerías son construidas rápidamente durante el fin de año, y son terminadas para diciembre o enero, pudiéndose continuar su construcción en marzo y abril (Islas, 1980; Cibrián, 1987).

Sin embargo, las observaciones realizadas por Muñiz (comunicación personal, 1988) y Cruz (1989) en el Desierto de los Leones, parecen indicar que en este lugar Dendroctonus adjunctus tiene dos generaciones por año, una con gran emergencia de adultos en octubre y noviembre, y otra con menor número en abril y mayo.

Hospedadores.

Dendroctonus adjunctus ha sido encontrado en Pinus ayacahuite Ehr., P. hartwegii Lindl., P. leiophylla Schl., P. montezumae Lamb., P. ponderosa Laws, P. pseudostrobus Lindl., P. tenuifolia Benth., P. herrerae Martínez, P. michoacana Martínez, P. rudis Endl. P. pinceana Gordon, P. lawsoni Roetzl. y P. patula Schl. (Perusquía, 1978; Islas, 1980; Wood,

S.L., 1982; Atkinson y Equihua, 1985).

Cracterísticas de Pinus hartwegii Lindley.

Fué descrito por Lindley en 1830. Generalmente tiene una altura de entre 15 y 30 metros. Su corteza es pardo-rojiza y agrietada. Sus ramas son extendidas, y se presentan colocadas irregularmente. Puede tener 3,3 y 4, ó 4 y 5 acículas por fascículo. Las acículas miden entre 8 y 16 cm de largo, son de color verde claro, medianamente gruesas, carinadas, aunque se notan triangulares cuando son cinco. Presenta conos ovoides, acuminados, ligeramente oblicuos y ocasionalmente encorvados. Generalmente miden de 8 a 10 cm de largo. Son de color rojizo muy oscuro; abren en diciembre (Equiluz, 1978).

Pinus hartwegii se encuentra confinado a los picos y montañas mas altos del país, siendo más frecuente en la Sierra Nevada, en donde forma masas puras de varias decenas de kilómetros cuadrados, especialmente en los volcanes más altos del centro, en donde ya no prosperan otras especies de pinos. Puede estar asociado a P. rudis, P. montezumae, P. ayacahuite, P. pseudostrobus, Abies religiosa H.B.K. y Alnus firmifolia (Equiluz, 1978).

Su madera se utiliza principalmente para la obtención de celulosa, papel, pulpa y pasta mecánica. En segundo lugar

se utiliza en aserrío, chapa, triplay y tableros de partículas. También se utiliza para durmientes, postes para cercas, pilotes y trozas para combustible y carbón (Eguiluz, 1978).

Existen dos trabajos que reportan la composición de la trementina de esta especie; los trabajos son de Iriarte (1946) y Mirov (1954). En el cuadro 1 se exponen los resultados que obtuvieron.

COMPUESTO	Iriarte	Mirov
α -pineno	65%	28%
limoneno	pequeña	56%
β -mirceno	--	1%
Δ_3 -careno	--	5%
metilclavicol	--	3%
longifoleno	--	1-2%

CUADRO 1. Composición de la trementina de Pinus hartwegii según Iriarte (1946) y Mirov (1954).

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio.

El Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones

está situado al suroeste de la Ciudad de México, en la Delegación Cuajimalpa, y se localiza entre las coordenadas 19° 20'08'' y 19°15'40'' latitud norte, y los 99°17'45'' y 99° 20'00'' longitud oeste; tiene una altitud media de 3250 m y elevaciones extremas de 1000 y 3797 m.

Según Köepen modificado por García (1981), el clima para el Desierto de los Leones corresponde a: C(w₂)(w)(b')ig, que es templado, el más húmedo de los subhúmedos, semifrío, con temperatura media del mes más frío entre -3 y 18° C, y la del mes más caliente entre 6.5 y 22° C; tiene una precipitación del mes más seco menor de 40 mm y un porcentaje de lluvia invernal menor del 5% de la anual.

La temporada de lluvia se verifica durante siete meses, iniciándose en abril con lluvias moderadas. Se tienen 1300.6 mm de lluvia anual, con julio como el mes más lluvioso con 265 mm y diciembre como el mes más seco con 8.3 mm (García, 1981).

La vegetación predominante en el Desierto de los Leones es de Abies religiosa y de Pinus hartwegii, localizándose éste último entre los 3500 y 3800 m. Se trata de un bosque monotípico, abierto y con pastizal subalpino de Festuca y Muhlenbergia; se encuentran además varias especies de Senecio, como S. prenanthoides, S. cineranoides, S. platanifolius y S. reticulatus entre otros. También se encuentran varias espe--

cies del género Lupinus, como L. campestris, L. hintonii, L. montanus y L. estipulatus. Podemos encontrar además especies como: Eupatorium pazcuarensis, E. prunellaefolium, Bidens anthemoides, Erigeron galeottii, Potentilla candicans, Ribes affinis y Acaena elongata (Sánchez, 1988).

El suelo en el bosque de Pinus hartwegii (en el Desierto de los Leones) está constituido por andosoles y cambisoles, con profundidades que van de 60 a 170 cm, existiendo rocas extrusivas de origen cenozoico del terciario superior, constituidos por andesitas y piroclásticos.

Trabajo de campo.

Las salidas de campo se iniciaron en octubre de 1987, al paraje denominado Cruz de Colica, localizado en el Desierto de los Leones. Se seleccionaron árboles de Pinus hartwegii con ataque reciente de Dendroctonus adjunctus. Se colectaron muestras de madera y oleorresina de pinos sanos y atacados. Asimismo, fueron colectadas pupas, larvas y adultos de D. adjunctus, en muestras de corteza de árboles muy atacados. Lo anterior fue realizado con el fin de probar los olfactómetros elegidos inicialmente. Estos fueron modificados hasta obtener los ideales para los fines de este trabajo.

Se realizaron 30 salidas durante 1988; dichas salidas fueron al paraje denominado Agua de Leones. Dos árboles fue-

fueron escogidos por mes (uno sano y uno atacado) para obtener muestras de oleoresina, con excepción de julio y diciembre, en donde no se tomaron muestras. Se registró para cada árbol el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura, porcentaje de follaje (relativo al árbol muestreado con mayor follaje) y número de ramas secas.

Los árboles seleccionados como atacados, se distinguieron por presentar de uno a más grumos de resina, ya sea blancos, que indican que el ataque es muy reciente, o amarillentos, que indican que no prosperó el ataque (Islas, 1974). Se escogieron con éstas características porque en el caso de un ataque fructífero, el árbol ya no exuda oleoresina. Los árboles sanos se escogieron por no presentar grumos de resina en el tronco y no tener daños aparentes.

Se utilizaron un total de 20 árboles durante el año. De cada uno de ellos se tomaron muestras de madera y oleoresina. Las muestras de madera fueron tomadas de forma rectangular, de 10x15 cm, extrayendo tanto la corteza, como una parte de 5 mm de madera, aproximadamente. Se depositaron éstas muestras en recipientes herméticos de plástico, y se transportaron al laboratorio donde se mantuvieron en congelación. Las muestras de oleoresina, se obtuvieron cortando un triángulo de corteza de 10 cm de lado, orientado uno de sus lados perpendicularmente al eje del árbol y el vértice opuesto, apun-

tando hacia abajo, en dicho vértice se conectó un dispositivo colector que se ilustra en la figura 1.

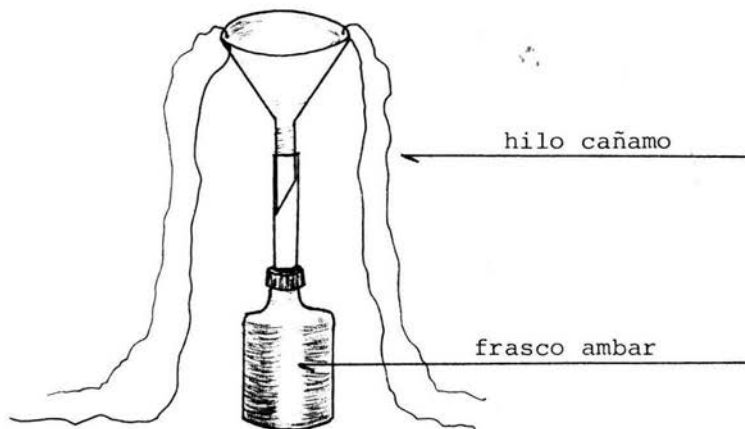


FIGURA 1. Dispositivo colector de oleorresina.

Este dispositivo se sujetó alrededor del tronco, a una altura aproximada de 1.5 m, y se protegió de la lluvia con

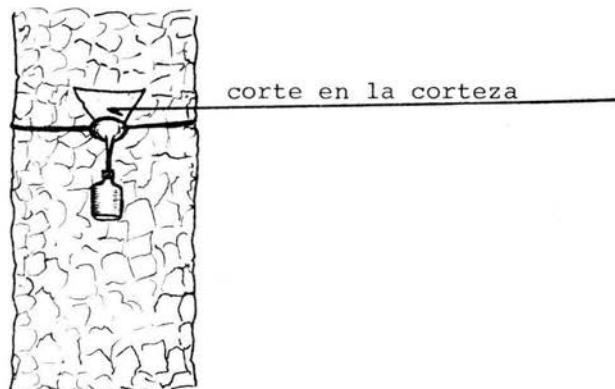


FIGURA 2. Dispositivo colector de oleorresina colocado en un pino.

una cubierta de polietileno y unicel (figura 2). Cada dispositivo fué retirado dos días después.

Para la obtención de los ejemplares empleados en las pruebas de atracción, se tomaron muestras de corteza de Pinus hartwegii muy atacados. Las muestras fueron colectadas con formón y martillo, colocadas en bolsas de polietileno y transportadas al laboratorio.

Trabajo de laboratorio.

Para las pruebas de atracción se utilizaron dos olfatómetros diferentes. Para la elección del tamaño, forma y material utilizados en la construcción de ellos se realizaron ensayos preeliminarios con olfatómetros de diseño similar.

El olfatómetro "A" fué diseñado por Muñiz (comunicación personal, 1987), y se ilustra en la figura 3. Consistió de un cilindro de cartulina blanca de 20 cm de diámetro y 10 cm de altura, con tres orificios equidistantes en la base, de 3 cm de diámetro cada uno, cubiertos con una rejilla de plástico. Bajo cada orificio se colocaron las muestras a probar, en platos de plástico de 5 cm de diámetro y 1 cm de altura. Durante las pruebas realizadas, se utilizó un cono invertido, de polietileno, a manera de tapa sobre el olfatómetro, para evitar el escape de los organismos.

El olfatómetro "B", fué modificado de Wood, D.L., y R.W.

Bushing 1963) (figura 4). Consistió de un círculo de cartulina ilustración, de 40 cm de diámetro, con una pared de 1.5 cm de altura que abarcó media circunferencia. Esta pared presentó tres perforaciones separadas entre sí por una distancia de 15 cm. En la parte posterior de cada orificio, se colocó una caja pequeña que sostuvo un tubo de vidrio de 5 mm de diámetro. A cada tubo se le adaptó una manguera de plástico, que estaba conectada a un tubo de ensayo (donde se colocaron las muestras de oleoresina) mediante un tapón de hule horadado; de éste salía otra manguera, interconectada con las otras dos a una bomba de aire para acuario. El paso del aire fué regulado por dos llaves. El flujo de aire se midió por desplazamiento de agua, y correspondió a 1000 ml por cada 3 minutos, para cada orificio de salida.

En el caso de las maderas, se substituyó el tubo de ensayo por un frasco de boca ancha de 8.5 cm de ancho por 18 de

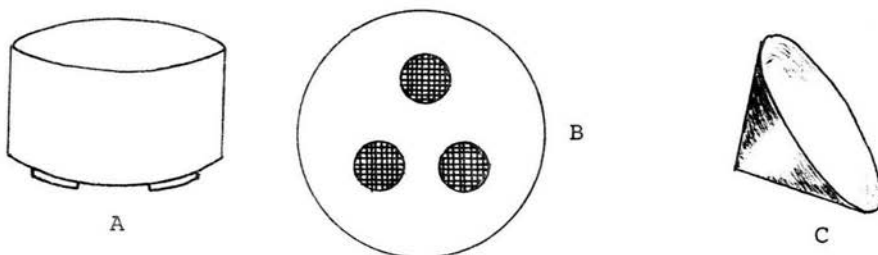


FIGURA 3. Olfatómetro sin corriente de aire. A) vista lateral, B) vista frontal, C) tapa.

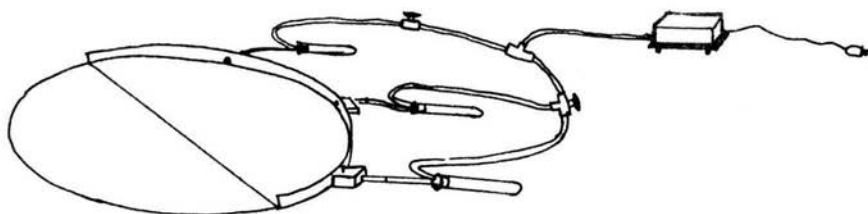


FIGURA 4. Olfatómetro con corriente de aire.

largo, con tapa bihoradada. Durante las pruebas realizadas con este olfatómetro, se colocó sobre él, a una altura de 25 cm, una lámpara de "luz de vida" (vitalight).

Se utilizaron estos dos olfatómetros para comparar las respuestas de atracción entre uno con corriente de aire y otro sin ésta.

De las oleorresinas colectadas, se tomaron algunas características físicas: viscosidad relativa, tiempo de cristalización y volumen total.

La viscosidad relativa se midió utilizando un balín y un tubo de vidrio de 2 cm de altura por 0.5 cm de diámetro. En el tubo se colocó la oleorresina, y el balín se dejó caer dentro de éste, tomándose el tiempo que tardó en llegar al fondo. Los valores fueron sustituidos en la fórmula presentada en el apéndice I.

Para obtener el tiempo de cristalización, se colocó una muestra de 0.5 ml de oleoresina de cada árbol muestreado, en un portaobjetos excavado, dejándose en un cuarto cerrado, a una temperatura de $21^{\circ} \text{C} \pm 2$, registrando el tiempo en que las muestras se secaban totalmente.

El volumen total, fué la cantidad de oleoresina obtenida en dos días de colecta, y se midió en los mismos frascos colectores.

Para la obtención de adultos de Dendroctonus adjunctus utilizados en las pruebas de atracción, se revisaron las cortezas de pino, rebejándose con un bisturí y una navaja pequeña, el floema y la parte más interna de la corteza. Las larvas, pupas y tenerales que se alojaban en ella, se mantuvieron en la misma corteza, dentro de cajas petri y cajas de plástico transparente con tapa, las cuales fueron colocadas dentro de una estufa de cultivo a una temperatura de $21^{\circ} \text{C} \pm 2$. Para mantener la humedad necesaria, dentro de cada caja se colocó un algodón humedecido con agua. Para evitar la proliferación de hongos sobre las cortezas, se cubrieron éstas con una mezcla de resina + etanol, en una proporción aproximada de 3:1.

Con el fin de disponer de organismos suficientes para las pruebas de atracción, y dado que en principio sólo se esperaba una generación de Dendroctonus adjunctus al año

se decidió probar con algunas larvas dos dietas artificiales para su cultivo en laboratorio: una modificada de Clark (1965), y otra implementada por los autores de éste trabajo. La composición de cada dieta se describe en el apéndice II.

Las pruebas de atracción realizadas en el olfatómetro "A", se llevaron a cabo colocando un adulto en el centro de éste, registrándose gráficamente su respuesta. Dicha respuesta fué tomada como positiva cuando el escarabajo permaneció sobre una muestra determinada un tiempo mínimo de 15 segundos, o si se acercaba alrededor de la muestra a una distancia de 1 cm.

Las muestras de oleorresina y madera fueron colocados en los platos de plástico. De las oleorresinas se tomó 1 ml de muestra de cada árbol (un sano y un atacado). Para las pruebas con maderas, se colocó una muestra de 2x2 cm de un árbol sano y un atacado; en ambos casos el testigo consistió de un plato de plástico vacío.

En total se utilizaron 90 individuos en este olfatómetro. Se realizaron 6 repeticiones por escarabajo. Las posiciones de las muestras se alternaron cada dos repeticiones, de manera que cada una de ellas ocupara las tres diferentes posiciones. Debido a la evaporación de los volátiles de las muestras, éstas fueron cambiados después de la prueba con cada escarabajo.

En el caso del olfatómetro "B", se probaron las maderas y oleorresinas de un par de árboles para cada ensayo: un atacado y un sano. Las muestras fueron colocadas en los tubos o en los frascos según el caso, dejándose uno vacío como testigo.

Para el caso de las oleorresinas, se colocó en el tubo 1 ml de cada muestra. Para el caso de las maderas, la muestra fue un cuadrado de 5 cm por lado.

Se utilizaron 5 individuos para cada par de árboles, con 18 repeticiones por cada escarabajo. Tres repeticiones con las muestras colocadas inicialmente en el orden siguiente: atacado a la izquierda, sano al centro y testigo a la derecha. Las demás repeticiones se realizaron intercambiando el orden, de tal forma que cada una de las muestras pasara por los tres lugares citados. Las muestras fueron cambiadas cada quince repeticiones, o cada quince minutos, según fuese necesario.

Cuando el olfatómetro estaba preparado para el ensayo, se colocaba al escarabajo en el centro de éste, con la cabeza orientada hacia los orificios de salida del aire. Una vez colocado ahí, se conectaba la bomba, y se registraba su respuesta. La respuesta hacia cualquiera de las dos muestras o el testigo, se consideró positiva cuando el escarabajo penetraba en un orificio, o cuando se subía por la pared, a una

distancia máxima de 2 cm de cada lado del orificio de salida de aire.

El número total de organismos usados en este olfatómetro fué de 71.

Para ambos tipos de olfatómetro se tomaron 5 tipos de respuesta: la simbolizada por la letra A, que se registró cuando el escarabajo respondió hacia la muestra de un árbol atacado; S, cuando la respuesta fué hacia la muestra de un árbol sano; T correspondió a la respuesta hacia el testigo; el simbolo /, se tomó cuando el escarabajo "olfateaba" todas las muestras y no prefería alguna; el simbolo o significó la no respuesta del escarabajo, esto es, que no se acercaba a alguna muestra, sino que se dirigía a cualquier otro punto del olfatómetro, sin detenerse a olfatear.

Cuando se terminaban los ensayos, los escarabajos se depositaban en etanol al 70%; el sexo fué determinado por la observación de su genitalia.

Se realizó un análisis químico por cromatografía de gases, de maderas y oleorresinas de dos pares de árboles (dos sanos y dos atacados), llevado a cabo por el M. en C, Miguel Angel Miranda Navarrete, en el laboratorio de Bioquímica, del Colegio de Postgraduados de Chapingo.

RESULTADOS Y ANALISIS

El comportamiento presentado por Dendroctonus adjunctus fué de una quimioclinotaxis. En el olfatómetro "A" (sin corriente de aire) se observaron movimientos clinotácticos de los individuos al acercarse a la fuente de emanación de olor. Los movimientos consistieron de giros de 90° hasta los 160°; movimientos del torax, ya sea inclinándolo o levantándolo, y movimientos de las antenas, generalmente levantándolas hasta mantenerlas a unos 45° sobre la línea paralela al cuerpo. Algunas hembras abrían los elitros preparándose para el vuelo, iniciándolo algunas de ellas. En los machos éste comportamiento fué observado sólo ocasionalmente. Una trayectoria típica de respuesta hacia el material atractivo se muestra en la figura 5.

En el olfatómetro "B" (con corriente de aire), los movimientos clinotácticos fueron iguales a los descritos arriba, con la única diferencia de que el individuo podía mostrar los dos lados del cuerpo a la corriente de aire. Un ejemplo del patrón de respuesta se muestra en la figura 6. No se observó respuesta anemotáctica en éste olfatómetro.

Los porcentajes de atracción para los dos olfatómetros se presentan en los cuadros 2 y 3. Se presentan los resultados totales para las maderas y oleorresinas, y los porcenta--

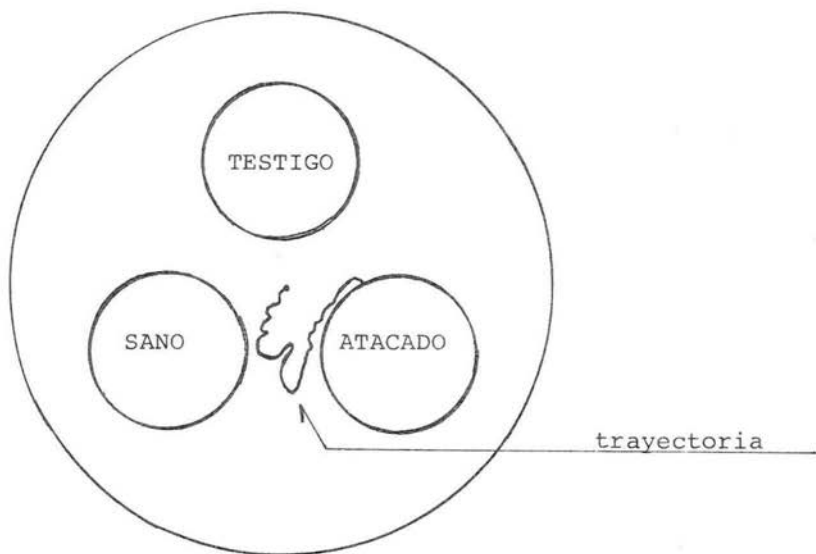


FIGURA 5. Trayectoria de Dendroctonus adjunctus hacia material atractivo en el olfatómetro "A".

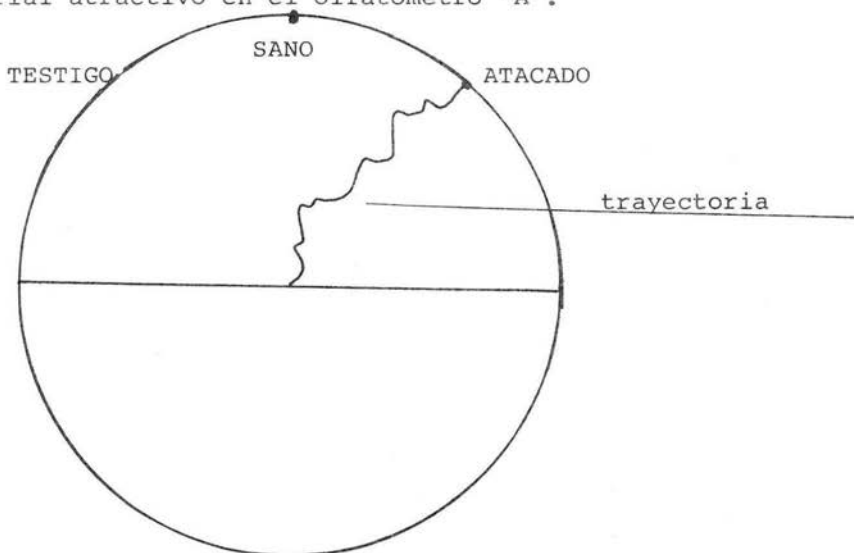


FIGURA 6. Trayectoria de Dendroctonus adjunctus hacia material atractivo en el olfatómetro "B".

jes por sexo (H=hembra; M=macho).

RESPUESTAS DE ATRACCION EN PORCENTAJE PARA EL OLFATOMETRO "A"						
TIPO DE RESPUESTA		A	S	T	/	o
OLEORRESINA		26.40	4.49	14.04	30.61	24.44
MADERA		32.50	20.62	11.25	11.87	23.75
OLEORRESINA	H	33.18	5.75	11.06	22.56	27.43
	M	14.61	2.30	19.23	40.00	23.84
MADERA	H	45.16	22.58	13.97	5.37	12.90
	M	16.12	19.35	8.06	22.58	33.87

CUADRO 2. Porcentajes de atracción para el olfatómetro "A".

RESPUESTAS DE ATRACCION EN PORCENTAJE PARA EL OLFATOMETRO "B"						
TIPO DE RESPUESTA		A	S	T	/	o
OLEORRESINA		22.50	13.33	6.11	9.44	48.61
MADERA		23.83	11.82	5.73	7.70	50.89
OLEORRESINA	H	27.52	14.14	3.28	8.50	46.46
	M	16.35	12.34	9.56	10.49	51.23
MADERA	H	27.77	9.44	5.55	8.33	48.88
	M	16.66	16.66	6.06	6.56	54.54

CUADRO 3. Porcentajes de atracción para el olfatómetro "B".

En los resultados para el olfatómetro "A", se puede observar que existió una mayor respuesta de atracción de las hembras hacia los árboles atacados que la de los machos. Se observa también un mayor porcentaje hacia los árboles atacados, que hacia los no atacados. Los resultados para oleorresina muestran que el mayor porcentaje (30.61) fué hacia una no atracción, puesto que el escarabajo olfateaba dos o más muestras sin preferir alguna. Sin embargo, viendo el porcentaje de respuesta obtenido por sexos, es claro que los machos son los que aportan el mayor peso a esa respuesta (40%).

En los resultados totales para las muestras de madera, el mayor porcentaje correspondió a árboles atacados, con un 32.50, aportado en su mayoría por la respuesta de las hembras, que contribuyeron con un 45.16. El mayor porcentaje de los machos fué de 33.87, y correspondió a la no respuesta, es decir, los escarabajos caminaban sin dirigirse a alguna muestra.

Para el olfatómetro "B", el mayor porcentaje correspondió a la categoría de no respuesta. El segundo porcentaje en importancia fué para los árboles atacados, y es mayor que el porcentaje obtenido para los árboles sanos. Viendo los resultados por sexo, las hembras son las que aportan el mayor porcentaje con 27.52 para oleorresinas y 27.77 para maderas. El porcentaje obtenido por los machos hacia los árboles ataca--

dos, fué de 16.35 para oleorresinas, y 16.66 para maderas; aunque estos porcentajes son mayores que para las otras respuestas (a excepción de los porcentajes de no respuesta), son menores en más de diez puntos porcentuales que los de las hembras.

Las características fisonómicas de los árboles utilizados en el presente estudio, y las características físicas de las oleorresinas de cada uno de los pinos, se presentan en el cuadro 4 y en el 5. En estos cuadros se puede observar que en promedio, el diámetro a la altura del pecho (DAP) no difiere en mucho entre árboles sanos y atacados, pues la diferencia es de 1.92 cm más en árboles sanos.

La altura de los árboles tampoco difiere en mucho: los atacados son en promedio 0.85 m mayores que los sanos.

En cuanto al promedio de ramas secas, puede observarse un mayor número en los árboles atacados, pues la mayoría de éstos presentó 15 o más ramas secas, con excepción de cuatro árboles. Los sanos presentaron en su mayoría 12 o menos ramas secas, con excepción del árbol 9A que presentó 23 ramas secas. Cabe mencionar que este árbol fué atacado 3 meses después de ser tomadas las muestras y murió ante el ataque.

El promedio del porcentaje de follaje de los árboles sanos, fué mayor que el de los árboles atacados, siendo la diferencia de casi el doble.

ARBOLES SANOS	CARACTERISTICAS FISIONOMICAS				CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS OLEORRESINAS		
	D.A.P. (cm)	ALTURA (m)	RAMAS SECAS	%FOLLAJE	VOLUMEN TOTAL (ml)	VISCOSIDAD RELATIVA (mp)	TIEMPO DE CRISTAL. (h)
nA'	43.29	24.00	12	45	muestra	insuficient	e --
0A'	47.74	20.00	10	60	muestra	insuficient	e 294.62
1A'	25.61	12.00	--	60	18.00	6167	1632.00
2A	34.05	11.50	10	70	24.70	998	1749.57
4A	35.07	15.00	--	70	17.50	4682	1033.45
6A	35.65	12.00	6	70	7.00	muy viscosa	300.15
9A	39.78	14.00	23	35	15.00	47767	147.02
10A	41.38	10.00	0	100	7.00	77418	77.30
14A	28.01	11.00	12	60	3.30	1232	2328.00
20A	31.51	15.00	11	30	no	se obtuvo	resina
PROMEDIO	36.21	14.45	10.50	60	13.21	23044	945.26

CUADRO 4. Características consideradas en los árboles muestreados (sanos).

ARBOLES ATACADOS	CARACTERISTICAS FISIONOMICAS				CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS OLEORRESINAS		
	D.A.P. (cm)	ALTURA (m)	RAMAS SECAS	%FOLLAJE	VOLUMEN TOTAL (ml)	VISCOSIDAD RELATIVA (mp)	TIEMPO DE CRISTAL. (h)
nA	24.98	10.00	3	30	48.50	78632	121.42
0A	24.82	10.00	9	20	24.00	18937	1428.23
1A	41.38	20.00	17	40	53.30	750	muy cristalizada
3A	34.37	15.00	10	25	47.70	6024	273.50
5A	32.46	18.00	11	50	10.00	muy viscosa	303.10
7A	40.10	20.00	18	40	6.50	2354	2280.00
8A	31.83	14.00	20	20	no se	obtuvo	oleorresina
11A	39.78	14.00	27	30	no se	obtuvo	oleorresina
12A	30.87	17.00	16	20	3.80	muestra insuficiente	1581.57
13A	42.33	15.00	19	45	17.32	2842	838.22
PROMEDIO	34.29	15.30	15	32	26.39	18256.5	975.14

CUADRO 5. Características consideradas en los árboles muestreados (atacados).

Por otra parte, el promedio del volúmen de oleorresinas obtenido, fue dos veces mayor en los árboles atacados que en los sanos.

El promedio de viscosidad relativa fue mayor por 4787.5 m ρ en árboles sanos que en árboles atacados.

Respecto al promedio de tiempo de cristalización de las oleorresinas, la diferencia fue de sólo 29.88 h más en las de árboles atacados, que en la de los sanos. Los resultados, por otra parte, son muy parecidos: tanto atacados como sanos presentaron tiempos de cristalización cortos y largos.

Para observar la posible relación entre algunas de las características de los árboles, y las respuestas de atracción hacia oleorresinas, se realizó un análisis de correlación entre estas características y los porcentajes de atracción hacia árboles atacados, para hembras, por ser las que presentaron una mayor atracción; estos resultados se presentan en el cuadro 6. El único resultado estadísticamente significativo, con una probabilidad $\alpha=0.01$, fue para el volúmen total de oleorresina, en el olfatómetro "B".

En el análisis químico de las oleorresinas y de las maderas, se obtuvieron tres picos principales, que representan a tres diferentes terpenos; posteriormente se corrió una muestra de α -pineno, y correspondió al pico más grande (entre el 40% y 50% del total de terpenos). No fue posible correr

OLFATOMETRO CARACTERISTICA	A	B
DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP)	0.06	0.05
ALTURA DEL ARBOL	0.01	0.08
NUMERO DE RAMAS SECAS	0.39	0.25
PORCENTAJE DE FOLLAJE	0.30	0.37
VOLUMEN TOTAL DE OLEORRESINA	0.12	0.76
VISCOSIDAD RELATIVA	0.10	0.09
TIEMPO DE CRISTALIZACION	0.16	0.03

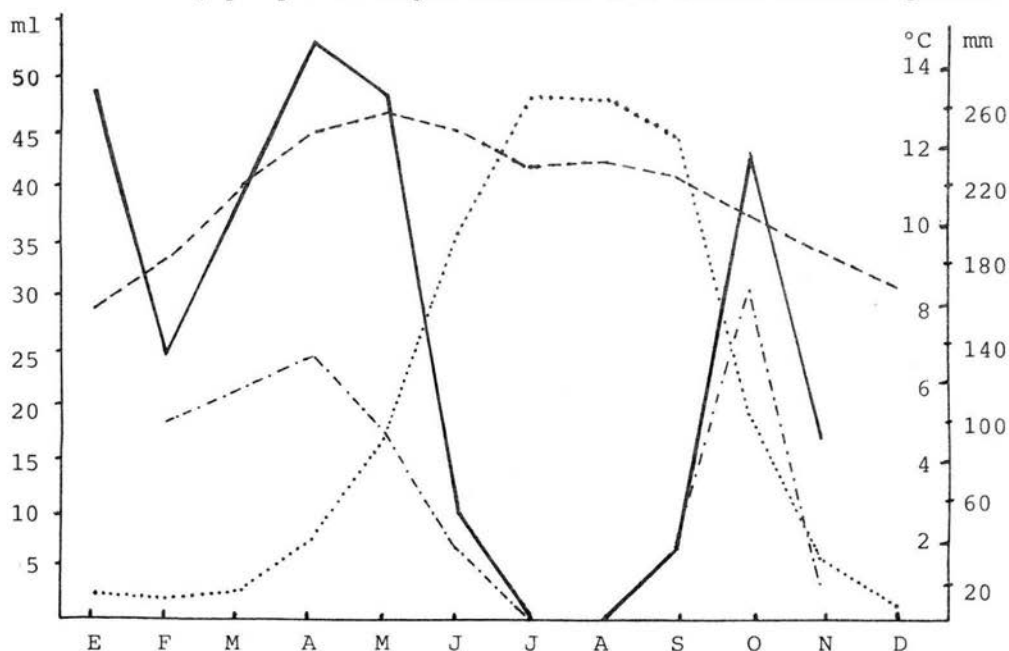
CUADRO 6. Coeficientes de correlación (r) para los porcentajes de atracción en hembras.

otra muestra patrón de algún terpeno, por lo que no se sabe a que terpenos corresponden los otros picos. También se observó que los árboles sanos presentaron una mayor cantidad de cada terpeno que los atacados. El área calculada promedio para los sanos fué de 225,728 para oleorresinas y de 11,827 para maderas; los atacados tuvieron 57,631 para oleorresinas y 1,159 para maderas.

Se relacionó el volumen de oleorresina de los árboles

atacados y sanos muestreados por mes, con datos de temperatura y precipitación mensuales, de la estación meteorológica del Desierto de los Leones. En la gráfica 1, se puede observar que existe una relación entre la precipitación y la cantidad de oleorresina obtenida: en la temporada de mayor precipitación pluvial no se obtuvo oleorresina.

La dieta modificada de Clarck (1965), presentó problema en la consistencia del agar. En éste, las larvas se adherían, y posteriormente morían. La otra dieta utilizada mostró cierto éxito, porque se logró mantener a 8 larvas durante quince



GRAFICA 1. Relación entre volumen de oleorresina de árboles atacados (—) y sanos (-.-), con precipitación pluvial (.....) y temperatura (---).

días; al término de éstos murieron. En posteriores cultivos con esta técnica no se obtuvieron los mismos resultados.

Los cultivos de Dendroctonus adjunctus en cortezas de pino, mostraron una muy buena producción de adultos. Casi la totalidad de organismos utilizados en las pruebas se obtuvieron de esta manera. Se obtuvo una mayor emergencia (256) durante los meses de julio a septiembre. Durante marzo, abril y mayo se obtuvieron 35 en total.

DISCUSION

La quimiclinotaxis observada en este trabajo en Dendroctonus adjunctus, ha sido mencionada para otras especies de la familia Scolytidae. Perttunen (1957) encontró que Hylurgops palliatus Gyll. e Hylastes ater Payk., presentaron quimioclinotaxis al responder a α -pineno, usando un olfatómetro sin flujo de aire. Wood y Bushing (1963) reportan quimioclinotaxis en Ips confusus Le Conte, usando un olfatómetro con corriente de aire. Probablemente los movimientos clinotácticos son utilizados por los escolítidos, para determinar en cortas distancias (quizás sobre los árboles), si el olor proviene del material sobre el que están parados, o de otro. Evidentemente que también deben de obtener información acerca de las

diferencias en composición de los terpenos (o de las feromonas) que provienen del árbol. Por otra parte, las corrientes de aire les darán una referencia acerca del posible lugar de procedencia de los terpenos. Esta afirmación se ve apoyada por los resultados reportados por Payne y colaboradores (1976), quienes trabajando con un olfatómetro con corriente de aire, encontraron que Dendroctonus frontalis era más atraído cuando la concentración de trementina era alta. Cuando la concentración era baja, los escarabajos se dispersaban al azar y sólo unos pocos fueron atraídos. Las pruebas se hicieron con una misma intensidad de flujo de aire. Sin embargo, las respuestas de los escolítidos no han sido suficientemente estudiadas, y no se sabe como se comportan las diferentes especies de la familia en el campo. Chapman (1967), menciona que los escolítidos prefieren las corrientes de aire ligeras, que les permiten orientarse mejor hacia los árboles atractivos, porque en este tipo de corrientes el olor se concentra.

La respuesta anemotáctica fué descartada en el caso del olfatómetro "B", porque los movimientos observados, y los resultados obtenidos son muy parecidos a los del olfatómetro "A". Además, en una prueba preeliminar con sólo corriente de aire, no se observaron movimientos clinotácticos, ni atracción contracorriente, aunque si se observó la apertura de élitros e intentos de vuelo en corrientes ligeras, y no en co

rrientes fuertes.

Aunque los olfatómetros utilizados en este trabajo son diferentes y fueron manejados en condiciones diferentes, algunos resultados obtenidos concuerdan. Es un hecho, al observar éstos, que las hembras respondieron más que los machos hacia maderas y oleorresinas de árboles atacados. Para el olfatómetro "A", la respuesta de las hembras fue mayor en más del doble que la de los machos, mientras que en el "B", fue mayor en más de diez puntos porcentuales. Se ha observado en otras especies del género Dendroctonus esta misma respuesta. Rudinsky (1966), encontró que las hembras de D. pseudotsugae fueron atraídas en un número dos veces mayor que los machos hacia α -pineno, limoneno y camfeno. Por otra parte, Payne (1970 y 1975) y Dickens y Payne (1977), utilizando la técnica del electroantenograma, encontraron que tanto hembras como machos de D. frontalis tienen la capacidad de percibir terpenos del hospedador (α -pineno y Δ_3 -careno). Sin embargo, la hembra presenta una mayor respuesta a terpenos que los machos; éstos responden mejor a las feromonas de agregación. Estos resultados están relacionados con el comportamiento observado en campo en el género Dendroctonus, ya que la hembra es la que inicia el ataque a los posibles hospedadores. Se hace evidente que efectivamente, las hembras de D. adjunctus pueden seleccionar el árbol hospedador (en parte al

menos), por las características odoríferas de éste.

Algunas de las diferencias encontradas en las respuestas obtenidas en los dos olfatómetros, pueden ser explicadas por la forma en que se proporcionaron las muestras. La distancia del insecto al material atractivo y la forma del olfatómetro tuvieron una fuerte influencia en ese sentido. Por ejemplo, en el olfatómetro "A", en donde las muestras se encontraban muy cerca y alrededor del punto de partida, se encontraron porcentajes de respuesta altos para las categorías de atacados (A), en los casos de maderas, y sin preferencia de alguna muestra (/), en el caso de oleorresina. Es muy probable que para el caso de maderas, en donde las cantidades de terpenos no son tan grandes como en la oleorresina pura, los escarabajos pudieron sentirse atraídos. A su vez, las oleorresinas, que contienen una mayor cantidad de terpenos y además se encontraban muy cerca de los escarabajos, pudieron causar repelencia en éstos. La categoría de sin preferencia alguna (/), puede ser interpretada como repelencia, ya que indica que el escarabajo olfateaba las muestras y evitaba acercarse a éstas. Estas respuestas no pueden ser evidentes en el olfatómetro "B", porque las muestras se encontraban alejadas del punto de partida, y además la corriente de aire provocaba una dispersión mayor de las moléculas al llegar hasta el punto de partida del escarabajo; por esta razón

no existió un porcentaje tan alto para la categoría de sin respuesta (/) en el olfatómetro "B", como en el "A". Por otra parte, el escarabajo tenía una opción más grande en el olfatómetro "B" de salirse del área de influencia del olor a carreado; una vez fuera de esta área, no podía orientarse hacia la fuente de emanación de olor. De esta forma se explica el porcentaje tan alto obtenido en la categoría de no atracción (o). En cambio, en el olfatómetro "A", la dispersión del aire solo depende del coeficiente de difusión del compuesto volátil, y el olor se encontraba entonces ampliamente distribuido en el olfatómetro, a disposición del escarabajo, pudiendo éste rectificar el camino, y orientarse hacia el lugar de su preferencia.

Se puede observar en los resultados, que existió una fuerte tendencia de las hembras a preferir las muestras de árboles atacados, más que las de los sanos. También se encontró una diferencia fisiológica entre árboles atacados y sanos, en el número de ramas secas y porcentaje de follaje. Algunos trabajos realizados, indican que ciertas condiciones ambientales provocan diferencias en las características fisiológicas de los árboles, haciéndolos susceptibles al ataque por descortezadores primarios. Por ejemplo, Wright, Berryman y Wickman (1984), encontraron que Scolytus ventralis y Dendroctonus pseudotsugae presentaron un crecimiento de sus poblacio

nes después de que un bosque de Pseudotsuga sp fue atacado por el defoliador Orgyia pseudotsugata. Por otra parte, Waring y Pitman (1983 y 1985) han encontrado que cuando a árboles de Pinus contorta Dougl. se les somete a un condicionamiento del nitrógeno disponible, éstos son más atacados que los árboles testigo. Moeck y colaboradores (1981), encontraron que D. brevicomis y D. pseudotsugae fueron atraídos en mayor número, por árboles experimentales sometidos a tratamiento anaeróbico o dañados (golpeados), que a árboles sin daño. Estos datos y los del presente trabajo parecen indicar que ciertas condiciones como la pérdida de follaje (por descortezadores de ramas, defoliadores o desrame natural), o la falta de algún nutriente, provocan diferencias en las características de los terpenos. En el caso de la pérdida de follaje, se puede pensar que la capacidad fotosintética de estos árboles disminuirá. Como la biosíntesis de cualquier compuesto en las plantas, depende directa o indirectamente de la fotosíntesis, es evidente que una disminución de la capacidad fotosintética debe influir en la producción de terpenos en los pinos.

En este sentido, el resultado obtenido en el análisis químico de las oleorresinas y las maderas, confirma que existe una variación en cantidad al menos en tres de los terpenos, entre los árboles sanos y los atacados. Smith (1975),

comprobó que el limoneno fue el más tóxico para Dendroctonus brevicomis de entre varios terpenos. Este compuesto, según Mirov (1954) (cuadro 1), se encuentra en gran cantidad en Pinus hartwegii, aunque Iriarte (1946), lo menciona sólo en pequeñas cantidades. Esta diferencia puede ser debida a la variabilidad genética natural de la población. No es posible determinar con los datos de este trabajo, cuál o cuáles de los terpenos de P. hartwegii es repelente o atrayente para D. adjunctus; sin embargo, si es evidente que en los casos en que un árbol tiene una alta cantidad de terpenos, fue repelente, y en el caso en que tuvo pocos, fue atrayente. Existe otro dato a favor de esta idea: cuando los escarabajos eran colocados en cortezas de árboles sanos, no realizaban galerías, y podían morir en 1 ó 2 días. En cortezas de árboles atacados, realizaban galerías y podían sobrevivir hasta una semana.

La PEO y las características físicas de las oleorresinas, son factores que influyen en la susceptibilidad del árbol al ataque por descortezadores (Vité, 1961; Vité y Wood, 1961). En este trabajo se encontró que existió un volumen de oleorresina dos veces mayor en árboles atacados que en árboles sanos. Esto es explicable porque para obtener la oleorresina de árboles atacados, se escogió a los que presentaban características de resistentes; para que los árboles sean re

sistentes, se requiere que tengan una PEO alta, y una gran cantidad de oleorresina. El promedio de viscosidad relativa fue sólo un poco mayor en árboles sanos, con 4787.5 m ρ de diferencia. Puede pensarse que en los árboles atacados es necesaria una menor viscosidad, que le permita a la oleorresina fluir rápidamente y evitar que los insectos penetren y realicen su galería. Hodges y colaboradores (1979), proponen esta idea al estudiar a los pinos Pinus pallustris Mill., P. taeda L. P. echinata Mill. y P. elliottii Engelm.; sin embargo no existe un trabajo que compruebe esto. En los resultados de este trabajo, se observa que tanto en árboles sanos como en atacados, las oleorresinas tuvieron desde una muy baja viscosidad, hasta una muy alta, por lo que en este caso, esta hipótesis no fue confirmada. La tasa de cristalización tampoco aporta muchos datos al relacionarse con el ataque de Dendroctonus adjunctus. Al parecer, ambos tipos de árboles tienen oleorresinas que se cristalizan muy rápido, o en un tiempo muy largo.

La relación obtenida entre el volumen de oleorresina y el promedio de lluvias por mes, es explicable por el fenómeno de evapotranspiración de los árboles. Se ha comprobado (Bourdeau y Shopmeyer, 1957) que para que exista una fuerte PEO, debe haber presión del agua que se encuentra en el xilema, sobre los canales resiníferos. Para que exista esta pre-

sión, debe ascender continuamente agua através del xilema, y evaporarse al nivel del follaje. Sin embargo, en la temporada de lluvias en el Desierto de los Leones, la humedad relativa del aire es alta. En los datos obtenidos para ésta, durante los meses de junio a noviembre de 1988 se obtuvo un promedio de 59%, mientras que en los meses restantes fue de 43%. Podemos señalar entonces, que como la humedad relativa es alta, no permite un flujo continuo de agua, que efectúe una fuerte presión sobre los canales de resina. Sin embargo, los datos obtenidos en este trabajo respecto a la humedad relativa son puntuales, y son promedios de datos obtenidos entre las 10:30 y las 13:30 h, por lo que no se sabe su variación durante las 24 h del día.

La dieta con la cual se mantuvieron durante 15 días larvas de Dendroctonus adjunctus, no pudo ser suficientemente evaluada. El problema principal en esta dieta, fue el no poder mantener una humedad del medio idónea para las larvas. Para que la dieta funcione, al menos con respecto al sustrato, se debe lograr una humedad relativa baja (en el aire), y una humedad del sustrato muy parecida a la del floema del árbol. No se logró saber si la muerte de las larvas se debió a la falta de nutrientes, o a la infección por hongos y bacterias.

CONCLUSIONES

- A. El comportamiento de Dendroctonus adjunctus en un olfatómetro con corriente de aire y en uno sin ésta, fue de una quimioclinotaxis. La anemotaxis no se observó en el caso del olfatómetro con flujo de aire.
- B. Las hembras de Dendroctonus adjunctus respondieron más que los machos a las muestras de árboles, tanto atacados como sanos.
- C. Las muestras de árboles atacados fueron más atractivas que las de árboles sanos.
- D. No se encontró una diferencia de respuestas entre la atracción hacia oleorresinas y hacia maderas.
- E. Las muestras de maderas y de oleorresinas de Pinus hartwegii sanos, a los que se les realizó un análisis por cromatografía de gases, presentaron una mayor proporción de terpenos (en cantidad) que los atacados.
- F. Los árboles atacados presentaron un porcentaje bajo de follaje y un número de ramas secas mayor que los de árboles sanos. El DAP y la altura de los árboles no mostraron ser diferentes entre sanos y atacados.
- G. Al parecer existe un proceso repelencia-atracción que está gobernado por los terpenos del posible hospedador, y que influye en la selección de éste por Dendroctonus ad--

junctus.

H. El volumen de oleorresina exudado es menor en Pinus hartwegii durante la época de lluvias. Esto hace evidente que sea más efectivo el ataque de Dendroctonus adjunctus durante la temporada de emergencia de los meses de agosto-septiembre-octubre, y no lo sea en la de marzo-abril-mayo, en el Desierto de los Leones.

RECOMENDACIONES

Diferentes temas pueden ser abordados después del presente trabajo, como el estudio del comportamiento de Dendroctonus adjunctus hacia los terpenos, donde por medio de trabajos en laboratorio se puede dilucidar cual de ellos puede ser atrayente o repelente. Es recomendable que estos estudios se realicen al mismo tiempo que se hacen trabajos sobre fisiología de pinos (Pinus hartwegii). Este aspecto, poco estudiado en todo el mundo, y en especial en México, es de vital importancia para conocer los mecanismos de selección del hospedador por Dendroctonus. De esta forma, en el futuro se podrán planear y confeccionar acciones que permitan un mejor manejo del bosque, y al mismo tiempo, que se pueda regular la acción de Dendroctonus adjunctus en los bosques de Pinus hartwegii de México.

APENDICE I

Para obtener la viscosidad relativa de la oleorresina se utilizó la fórmula siguiente:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{(d-dm_1)t_1}{(d-dm_2)t_2}$$

en donde: n_1 = viscosidad del agua.

n_2 = viscosidad de la oleorresina.

d = densidad del balín.

dm_1 = densidad del agua.

dm_2 = densidad de la oleorresina.

t_1 = tiempo en que cae el balín en el agua.

t_2 = tiempo en que cae el balín en la oleorresina.

APENDICE II

Dieta artificial para escarabajos descortezadores modificada de Clarck, E. W., 1965.

Ingredientes	Cantidad
- Corteza interna de pino fresca o celulosa -----	40.0 g
- Levadura de cerveza hidrolizada -----	2.0 g
- Glucosa -----	3.0 g
- Fructosa -----	3.0 g
- Sacarosa -----	3.0 g
- Agar -----	8.0 g
- Agua destilada -----	200 ml

La corteza interna del pino se homogenizó en 100 ml de agua destilada hasta tener partículas de menos de 2 mm. Después de esto se adicionaron todos los ingredientes a excepción del agar. Este se disolvió en 100 ml de agua destilada caliente y se agregó después. Una vez que los ingredientes estuvieron completos fueron vaciados a cajas petri. El agar solidificó a temperatura ambiente.

Los medios se utilizaron hasta las 24 horas después de haber sido preparados, una vez que se eliminó el exceso de humedad.

Dieta artificial propuesta por Morimoto y Ramírez, 1988.

Ingredientes	Cantidad
- Papel glassé -----	3.0 g
- Vitaminas comerciales -----	1/2 cápsula
- Glucosa -----	1.0 g
- Sacarosa -----	1.0 g
- Oleorresina de pino (20% etanol v/v) -----	3.0 ml

El papel glassé se cortó en trozos pequeños y con él se forro el fondo de las cajas petri. Sobre el papel se virtieron la sacarosa y glucosa (disueltas en 2 ml de agua cada una). Las cajas se colocaron en una estufa a 100° C para que se eliminara el exceso de agua. Una vez frío, se colocó encima la oleorresina con las vitaminas disueltas en ella.

LITERATURA CITADA

- Atkinson, T.H. y A. Equihua. 1985. Lista comentada de los coleópteros Scolytidae y Platypodidae del Valle de México. Folia Entomol. Mex. 65:63-108.
- Barras, S.J. y T. Perry. 1971. Gland cells and fungi associated with prothoracic mycangium of Dendroctonus adjunctus (Col:Scolytidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 64:123-126.
- Birch, M.C. 1984. Aggregation in bark beetles. En: Bell, W. J. y R.T. Cardé (editores). Chemical ecology of insects. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts, USA. 1-524.
- Blandford, W.F.H. 1895. Scolytidae. Biologia Centrali-Americana, Coleoptera. 4(6):81-96.
- Bordeau, P.F. y C.S. Schopmeyer. 1957. Oleoresin exudation pressure in Slash Pine: its measurement, heritability and relation to oleoresin yield. En: Thimann, K.V. (editor). The physiology of forest trees. Ronald Press Company. New York, USA. 1-678.
- Borden, J.H. 1982. Aggregation pheromones. En: Mitton, J.B. y K.B. Sturgeon (editores). Bark beetles in North American conifers. University of Texas Press, Austin, USA. 1-527.

- Chansler, J.F. 1967. Biology and life history of Dendroctonus adjunctus (Coleoptera:Scolytidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 60(4):761-767.
- Chapman, J.A. 1967. Response behavior of scolytid beetles and odour meteorology. Can. Entomol. 99:1132-1137.
- Chararas, C. 1979. Ecophysiologie des insectes parasites des forets. Editado por el autor. Paris, Francia. 1-297.
- Cibrián, T.D. 1987. Estudios sobre la biología y dispersión espacial del descortezador de pinos Dendroctonus adjunctus Blandford (Coleoptera:Scolytidae). Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 1-140.
- Clarck, E.W. 1965. An artificial diet for the southern pine beetle and other pine beetles. U.S. For. Ser. Res. No. SE-45:1-3.
- Comstock, J.H. 1950. An introduction to entomology. En: Zorrilla, A.M. Informe sobre las plagas del género Ips de Geer (Coleoptera:Scolytidae), descortezador de pinos de Cuba. Centro de Investigaciones y Capacitación Forestales, Sección Forestal. La Habana, Cuba. 1-63.

- Cruz, G.M. 1989. Depredación de Dendroctonus adjunctus Blandford en un bosque de Pinus hartwegii. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 1-69.
- Dickens, J.C. y T.L. Payne. 1977. Bark beetle olfaction: pheromone receptor system in Dendroctonus frontalis. J. Insect. Physiol. 23:481-489.
- Eguiluz, P.T. Ensayo de integración de los conocimientos del género Pinus en México. Tesis Ingeniero Agrónomo Especialista. UACH, México. 1-623.
- Gara, R.I., J.P. Vité y H.H. Graner. 1965. Manipulation of Dendroctonus frontalis by the use a population aggregating pheromone. Contrib. Boyce Thompson Inst. 23:55-56.
- García, M.E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen. Editado por el autor. México. 1-252.
- Hain, F.P., W.D. Mawby, S.P. Cook y F.H. Arthur. 1983. Host conifer reaction to stem invasion. Zeits. Angew. Entomol. 96(3):247-256.
- Hodges, J.D., W.W. Elam, W.F. Warson y T.E. Nebeker. 1979. Oleoresin characteristics and susceptibility of

- four southern pines to southern pine beetle (Coleoptera:Scolytidae) attacks. Can. Entomol. 111: 889-896.
- Iriarte, J. 1946. Estudio de los aguarrás mexicanos. Quimica. 4:117-119.
 - Islas, F. 1974. Observaciones sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los pinos: Dendroctonus adjunctus Blfd. y Dendroctonus mexicanus Hopk. en algunas regiones del Estado de México. Inst. Nal. Inv. For. Méx. Bol. Téc. 40:1-35.
 - Islas, F. 1980. Observaciones sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los pinos Dendroctonus mexicanus Hopk. y D. frontalis Zimm., en algunas regiones de la República Mexicana. Inst. Nal. Inv. For. México Bol. Tec. 66: 1-38.
 - Kramer, P.J y T.T. Kozlowzky. 1979. Physiology of woody plants. Academic Press. New York, USA. 1-811.
 - Lorio, P.L. Jr. y J.D. Hodges. 1977. Tree water status affects induced southern pine beetle attack and brood production. U.S.D.A. For. Ser. S.F.E.S. Res. Paper SO 135:1-7.

- Mc New, G.L. 1970. The Boyce Thompson Institute Program in forest entomology that led to the discovery of pheromones in bark beetles. Contrib. Boyce Thompson Inst. 158:1489-1492.
- Mirov, N.T. 1954. Composición de las trementinas de los pinos mexicanos. UNASYLVA. 8(4):186-192.
- Moeck, H.A. 1981. Ethanol induces attack on trees by spruce beetles, Dendroctonus rufipennis (Coleoptera: Scolytidae). Can. Entomol. 113(10):939-942.
- Mustaparta, H. 1984. Olfaction. En: Bell, W.J. y R.T. Cardé (editores). Chemical ecology of insects. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts, USA. 1-524.
- Payne, T.L. 1970. Electrophysiological investigations on response to pheromones in bark beetles. Contrib. Boyce Thompson Inst. 4(13):275-282.
- Payne, T.L. 1975. Bark beetles olfaction III. Antenal olfactory responsiveness of Dendroctonus frontalis Zimm. and D. brevicornis Le Conte (Coleoptera: Scolytidae) to aggregation pheromones and host tree terpenes hydrocarbons. J. Chem. Ecol. 1(2):233-242.
- Payne, T.L. 1980. Life history and habits. En: Thatcher, R.C., J.L. Searcy, J.E. Coster y G.D. Hertel

- (editores). The southern pine beetle. U.S.D.A.
For. Ser. Tech. Bull. 1631:1-266.
- Payne, T.L., E.R. Hart, L.J. Edson, F.A. Mc Carty, P.M. Billings y J.E. Coster. 1976. Olfactometer for assay of behavioral chemicals for the southern pine beetle, Dendroctonus frontalis (Coleoptera: Scolytidae). J. Chem. Ecol. 2(4):411-419.
 - Perusquia, O.J. 1978. Descortezador de los pinos Dendroctonus spp taxonomía y distribución. Inst. Nal. Inv. For. Méx. Bol. Téc. 59:1-31.
 - Perttunen, V. 1957. Reaction of two bark beetle species, Hylurgops palliatus Gyll and Hylastes ater Payk. (Coleoptera:Scolytidae) to the terpene alpha-pinene. Ann. Entomol. Fenn. 23(2):101-110.
 - Piña. I.J. y V.R. Muñoz. 1981. Los escolftidos como plagas forestales. LANFI, México. 1-117.
 - Pitman, G.B. 1969. Pheromone response in bark beetles: influence of host volatiles. Science. 166:905-906.
 - Renwick, J.A.A. 1970. Chemical aspects of bark beetle aggregation. Contrib. Boyce Thompson Inst. 24(13):337-341.
 - Renwick, J.A.A. y J.P. Vité. 1968. Isolation of the popula-

- tion aggregation pheromone of the southern pine beetle. Contrib. Boyce Thompson Inst. 24(4):65-68.
- Renwick, J.A.A. y J.P. Vité. 1969. Bark beetles attractants; mechanism of colonization by Dendroctonus frontalis. Nature. 224(5225):1222-1223.
 - Renwick, J.A.A. y J.P. Vité. 1970. Systems of chemical communications in Dendroctonus. Contrib. Boyce Thompson Inst. 24(13):283-292.
 - Rodríguez, L.R. 1982. Plagas forestales y su control en México. UACH, Departamento de Parasitología. Chapín go, México. 1-187.
 - Rudinsky, J.A. 1966. Scolytid beetles associated with Douglas-fir: response to terpenes. Science. 152(3719): 218-219.
 - Sánchez, G.M. 1988. Contribución al conocimiento de las Familias Rosaceae, Leguminosae y Compositae del Parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones. Tesis Profesional, ENEP Zaragoza, UNAM, México. 1-113.
 - Smith, R.H. 1961. The fumigant toxicity of three pine resins to Dendroctonus brevicomis and D. jeffreyi. J. Econ. Entomol. 54:365-369.

- Smith, R.H. 1963. Toxicity of pine resin vapors to three species of Dendroctonus bark beetles. J. Econ. Entomol. 56:827-831.
- Smith, R.H. 1975. Formula for describing effect of insect and host tree factors on resistance to western pine beetle attack. J. Econ. Entomol. 68:841-844.
- Vité, J.P. 1961. The influence of water supply on oleoresin exudation pressure and resistance to bark beetle attack in Pinus ponderosa. Contrib. Boyce Thompson Inst. 21(2):39-66.
- Vité, J.P. 1970. Pest management system using synthetic pheromones. Contrib. Boyce Thompson Inst. 24(13):343-350.
- Vité, J.P. y D.L. Wood. 1961. A study on the applicability of the measurement of oleoresin exudation pressure in determining susceptibility of second growth ponderosa pine to bark beetle infestation. Contrib. Boyce Thompson Inst. 21(2):67-78.
- Vité, J.P., R.I. Gara, y H.E. von Schuller. 1964. Field observations on the response to attractants of bark beetles infesting southern pines. Contrib.

Boyce Thompson Inst. 22(8):461-470.

- Vité, J.P. y G.B. Pitman. 1969. Insect and host odors in the aggregation of the western pine beetle. Can. Entomol. 101(2):113-117.
- Waring, R.H. y G.B. Pitman. 1983. Physiological stress in lodgepole pine as a precursor for mountain bark beetle attack. Z. Angew. Entomol. 96(3):265-270.
- Waring, R.H. y G.B. Pitman. 1985. Modifying lodgepole pine stands to change susceptibility to mountain pine beetle attack. Ecology. 66:889-897.
- Wright, L.C., A.A. Berryman y B.E. Wickman. 1984. Abundance of the fir engraver, Scolytus ventralis, and the Douglas-fir beetle, Dendroctonus pseudotsugae, following tree defoliation by the Douglas-fir tussock moth, Orgyia pseudotsugata. Can. Entomol. 116(3):293-306.
- Wood, D.L. y R.W. Bushing. 1963. The olfactory response of Ips confusus (Le Conte) (Coleoptera:Scolytidae) to the secondary attraction in the laboratory. Can. Entomol. 95(10):1066-1078.
- Wood, S.L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera:Scolytidae), a

taxonomic monograph. Great Basin Naturalist Memoirs. 6:1-1359.

- Zorrilla, A.M. 1975. Informe sobre las plagas del género Ips de Geer (Coleoptera:Scolytidae), descortezador de pinos de Cuba. Centro de Investigaciones y Capacitación Forestales, Sección Forestal. La Habana, Cuba. 1-63.