



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

MEMORIA
DE LOS SIMPOSIA NACIONALES DE
PARASITOLOGIA FORESTAL

II y III

Publicación Especial No. 46
Marzo de 1985
ISSN-0185-2566
México, D.F.



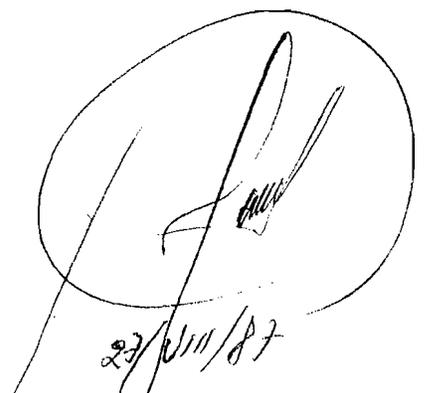
100



**MEMORIA
DE LOS
SIMPOSIA
NACIONALES
DE
PARASITOLOGIA FORESTAL
II y III**

**Sociedad Mexicana de Entomología, A. C.
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH.
Instituto de Ecología, A. C.**

**México, D. F.
1984**



A handwritten signature is enclosed in a hand-drawn oval. Below the signature, the date "23/11/87" is written in cursive.

Sociedad Mexicana de Entomología, A. C.
Apartado Postal 7-1080
06700 México, D. F.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos
Progreso No. 5, Coyoacán
04110 México, D. F.

Instituto de Ecología, A. C.
Apartado Postal 18-845
11800 México, D. F.

C O N T E N I D O

	Pág.
Prólogo	7
II SIMPOSIO NACIONAL DE PARASITOLOGIA FORESTAL Cuernavaca, Morelos. 17 al 20 de febrero de 1982	
1. CONFERENCIA INAUGURAL	
<i>Guzmán, G.</i> Los hongos en relación con los bosques de México	13
2. FITOPATOLOGIA	
<i>Sánchez, R.R. y C. Gallegos E.</i> Principales hongos que manchan las maderas en el estado de Michoacán	21
<i>Hernández, T.T., M.L. de la I. de Bauer y S.V. Krupa.</i> Daños por gases oxidantes en pinos del Ajusco, D. F.	26
3. MUERDAGOS	
<i>Vera, G.F.</i> Observaciones dasométricas en un rodal de <i>Pinus hartwegii</i> Lind. atacado por muérdago	39
<i>Vázquez, C.I., R. Pérez C. y R. Pérez C.</i> Efecto del parasitismo del muérdago <i>Psittacanthus schiedeanus</i> [Cham & Cchlecht) Blume en el desarrollo de tres especies del género <i>Pinus</i>	47
<i>Hawksworth, G.F. y D. Cibrián T.</i> Observaciones sobre las enfermedades de árboles forestales en el Norte de México y el Sur de los Estados Unidos	57
4. TAXONOMIA DE INSECTOS	
<i>Barr, F.W.</i> An overview of the Mexican Buprestidae with a listing of <i>Chrysobothris</i> species [Coleóptera)	69
<i>MacGregor, L.R.</i> Algunos coccidos de importancia forestal, en México (Insecta, Homóptera)	76
5. TAXONOMIA DE SCOLYTIDAE	
<i>Gómez, V.L. e I. Martínez M.</i> Anatomía del aparato reproductor masculino y femenino de <i>Dendroctonus frontalis</i> Zimm. y <i>D. mexicanus</i> Hopk. (Coleóptera, Scolytidae)	83
<i>Furniss, M.M. y R. Campos B.</i> Anatomía comparativa de adultos de poblaciones simpáticas de <i>Dendroctonus rhizophagus</i> T. & B. y <i>D. valens</i> LeC. en Chihuahua, México	97
<i>Atkinson, M.T.</i> Los géneros de la familia Scolytidae [Coleóptera) en México. Resumen de Taxonomía y Biología	106
<i>Atkinson, M.T. y A. Equihua M.</i> Los Scolytidae y Platypodidae [Coleóptera) del Valle de México	142
<i>Burgos, S.A., T. Atkinson y E. Saucedo C.</i> Los Scolytidae y Platypodidae [Coleóptera) del Norte del estado de Morelos	157

	Pág.
<i>Wood, L.S.</i> Aspectos taxonómicos de los Scolytidae	170
<i>Atkinson, M.T.</i> El uso de la computadora en estudios taxonómicos de la familia Scolytidae	175
6. BIOLOGIA Y ECOLOGIA DE SCOLYTIDAE	
<i>Equihua, M.A. y T. Atkinson.</i> Biología de <i>Phloeotribus pruni</i> Wood (Coleóptera; Scolytidae)	185
<i>Equihua, M.A. y T. Atkinson.</i> Fluctuaciones estacionales y distribución altitudinal de las especies de <i>Hylastes</i> e <i>Hylurgops</i> (Coleóptera, Scolytidae) en el Cerro Tláloc, Edo. de México	192
<i>Gómez, V.L. y R. Ruiz C.</i> Algunos aspectos de la dinámica de poblaciones de <i>Dendroctonus frontalis</i> Zimm. [Coleóptera, Scolytidae)	199
<i>Zorrilla, A.M.</i> Notas bionómicas de <i>Ips interstitialis</i> [Eichhoff) (Coleóptera, Scolytidae), descortezador de pinos en Cuba ..	212
<i>Río, M.A. y P. Mayo J.</i> Biología, hábitos y distribución de <i>Conophthorus</i> spp. (Coleóptera, Scolytidae) en la Meseta Tarasca, Michoacán	223
<i>Gispert, G.C. y T. Atkinson M.</i> Aspectos biológicos de ácaros subcorticales asociados a <i>Ips honansea</i> Hopk. (Coleóptera, Scolytidae)	233
7. EVALUACION, DETECCION Y COMBATE DE PLAGAS FORESTALES	
<i>Linares, A.M. y R. Muñiz V.</i> Avances en el método de derribo y abandono para el descortezador <i>Dendroctonus</i> spp. en Ocuilán de Arteaga, México	243
<i>Méndez, M.T. y D. Cibrián T.</i> Impacto del ataque de <i>Zadiprion vallicola</i> defoliador de los pinos, sobre el incremento de diámetro de <i>Pinus montezumae</i> en la Meseta Tarasca, Michoacán	249
8. BIOLOGIA Y ECOLOGIA DE OTROS INSECTOS FORESTALES	
<i>Muñiz, V.R.</i> Sobre la Biología de Cryptorhynchynae (Coleóptera, Curculionidae)	259
<i>Gutierrez, B.B. y R. Aguirre G.</i> Contribución al conocimiento de la biología de <i>Prptos n. sp.</i> [Lepidóptera, Lasiocampidae) defoliador del pino en la región de Cuautepic, Hidalgo	268
<i>Guerrero, A.E., C. Pineda T., D. Cibrián T. y T. Atkinson M.</i> Bionomía de <i>Pissodens n. sp.</i> (Coleóptera, Curculionidae) un descortezador de <i>Pinus patula</i> Schl. et Cham.	273
<i>Morón, M.A.</i> Rutelinos con importancia forestal en la Sierra de Hidalgo, México (Coleóptera, Melolonthidae, Rutelinae) ...	282
<i>Reyes-Castillo, P.</i> Análisis Zoogeográfico de los Passalidae (Coleóptera: Lamellicornia) en México	292
III SIM'POSIO NACIONAL DE PARASITOLOGIA FORESTAL Saltillo, Coahuila. 26 al 29 de febrero de 1984	
1. CONFERENCIA INAUGLIRAL	
<i>Morón, M.A.</i> Los insector degradadores; un factor poco estudiado en los bosques de México	309

	Pág.
2. FITOPATOLOGIA	
<i>Cibrián, T.J. y D. Cibrián.</i> Contribución al conocimiento de la biología de <i>Lophodermella</i> sp. (Ascomycetes; Hipodermataceae) en plantaciones de <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchi</i>	319
<i>Aguirre, B.A. y E. Alvarado C.</i> Evaluación de la incidencia de la mancha azul en madera aserrada en la región de El Salto, Durango	325
<i>Hernández, T.T., M.L. de la I. de Bauer y M.L. Ortega D.</i> Determinación de la clorofila total en hojas de <i>Pinus hartwegii</i> afectadas por gases oxidantes	334
<i>Escudero, M.M. y D. Cibrián T.</i> Determinación del periodo de dispersión de <i>Arceuthobium globosum grandicaule</i> en la región central de México	342
3. TAXONOMIA, DE SCOLYTIDAE	
<i>Gutiérrez, 5.5.</i> El uso de la cápsula seminal en la identificación de especies mexicanas del género <i>Dendroctonus</i> (Coleóptera, Scolytidae)	355
4. EVALUACION, DETECCION Y CONTROL DE PLAGAS FORESTALES	
<i>Sandoval, F.A. y D. Cibrián T.</i> Algunas características desométricas de rodales atacados por <i>Dendroctonus adjunctus</i> Blandford en Zoquiapan, México	371
<i>Aguirre, B.A. y E. Alvarado C.</i> Reconocimiento de las principales plagas que dañan al género <i>Pinus</i> en el estado de Durango	382
<i>Carnacho, V.A., D. Ascencio A. y E. Ezcurra.</i> Diseño de un método de muestreo para descortezadores del pino	389
<i>Pérez-Morales, V., G. Segura W. y J.L. Brunhuber M.</i> Resistencia natural de 18 especies de maderas mexicanas contra el ataque de termitas de madera seca, <i>Cryptotermes brevis</i> Walker (Kalotermitidae, Isoptera)	415
5. BIOLOGIA Y ECOLOGIA DE OTROS INSECTOS FORESTALES	
<i>Pineda, T.C. y D. Cibrián T.</i> Principales insectos de conos y semillas de <i>Pinus</i> spp. de México	425
<i>Morón, M.A. y R. Terrón S.</i> Coleopterofauna asociada a <i>Liquidambar styraciflua</i> (L). en la Sierra de Hidalgo, México	431
<i>Guerrero, A.E. y D. Cibrián T.</i> Contribución al estudio de un barrenador de brotes de pino	442
<i>Pérez-Morales, V., J.L. Brunhuber M. y G. Segura.</i> Influencia de la temperatura sobre el comportamiento de dos especies de termitas de madera seca, <i>Cryptotermes brevis</i> (Walker) e <i>Incisitermes marginipennis</i> (Latr.) (Isóptera, Kalotermitidae)	448
<i>Morón, M.A.</i> Dinastinos con importancia forestal en la Sierra Madre Oriental de México (Coleóptera, Melolonthidae, Dynastidae)	454
INDICE DE AUTORES	6

INDICE DE AUTORES

Memorias II y III Simposios Nacionales de Parasitología Forestal

AGUIRRE, B.A.	HAWKSWORTH, G.F.
AGUIRRE, G.R.	HERNANDEZ, T.T.
ALVARADO, C.E.	LINARES, A.M.
ASCENCIO, A.D.	MAYO, J.R.
ATKINSON, M.T.	MARTINEZ, M.I.
BARR, F.W.	MENDEZ, M.T.
DE LA I. DE BAUER, M.L.	MORON, M.A.
BRUNHUBER, M.J.L.	MUÑIZ, V.R.
BURGOS, S.A.	ORTEGA, D.M.L.
CAMACHO, V.A.	PEREZ-MORALES, V.
CAMPOS, B.R.	PEREZ, C.R.
CIBRIAN, T.D.	PINEDA, T.C.
CIBRIAN, T.J.	REYES-CASTILLO, P.
FURNISS, M.M.	RIO, M.A.
ESCUDERO, M.M.	RUIZ, C.R.
EQUIHUA, M.A.	SANCHEZ, R.R.
EZCURRA, E.	SANDOVAL, F.A.
GALLEGOS, E.C.	SAUCEDO, C.E.
GISPERT, G.C.	SEGURA, W.G.
GOMEZ, V.L.	TERRON, S.R.
MACGREGOR, I.R.	VAZQUEZ, C.I.
GUERRERO, A.E.	VERA, G.F.
GUTIERREZ, B.B.	WOOD, L.S.
UUZMAN, G.	ZORRILLA, A.M.

PROLOGO

El notable incremento en los estudios relacionados con la Parasitología Forestal en México durante los últimos diez años se debe a la necesidad urgente de contar con bases sólidas y objetivas para el manejo y la optimización de nuestros recursos silvícolas, que son una fuente de trabajo y de materias primas con la mayor importancia para la economía nacional, además de un patrimonio natural con incalculable valor ecológico y estético.

La ubicación geográfica de México que confiere una riqueza especial a su flora y su fauna, también contribuye a la complejidad de los problemas en los recursos forestales, aumentando la diversidad de plagas insectiles y fitopatógenos, que a su vez pueden adoptar distintas estrategias adaptativas asociadas con la compleja topografía del país y las subtipos climáticos ligados a ésta, por lo cual los objetivos antes señalados no son fácilmente alcanzables a corto plazo, ya que se precisa de estudios amplios y detallados de cada uno de los elementos que integran la comunidad de cada tipo de bosque.

La presente Memoria reúne a la mayor parte de los trabajos presentados durante el II y III Simposia Nacionales de Parasitología Forestal en un intento por contribuir a la recopilación de la abundante información producida por los investigadores mexicanos, y por los científicos extranjeros interesados en este tipo de problemas forestales.

Debido a que los artículos que integran este volumen abarcan aspectos taxonómicos, biológicos, parasitológicos, ecológicos, conductuales y técnicos, consideramos que no sólo serán de gran interés para los profesionistas y estudiantes del área forestal, sino que también tendrán utilidad entre los investigadores de las ciencias biológicas en general.

Los Editores

II

SIMPOSIO NACIONAL DE PARASITOLOGIA FORESTAL

Cuernavaca, Morelos, 17 al 20 de febrero de 1982.

Organizadores:

Sociedad Mexicana de Entomología
Departamento de Bosques, Universidad Autónoma de Chapingo
Centro de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados
con la participación de:
Subsecretaría Forestal y de la Fauna, SARH.
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH.

Sede:

Hotel Casino de la Selva, Cuernavaca, Mor.

Comité Organizador:

Pedro Reyes Castillo
David Cibrián Tovar
Thomas H. Atkinson M.
Rodolfo Campos Bolaños

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Brigham Young University, Provo, Utha, E.U.A.

Centro de Investigaciones Forestales de Occidente, INIF, SARH

Centro de Investigaciones de la Región Central, INIF, SARH

Centro de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, Chapin-
go, Méx.

Centro de Fitopatología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.

Departamento de Bosques. Universidad Autónoma de Chapirigo, Méx.

Departamento de Sanidad Forestal. Dirección General de Reforestación y
Manejo de Suelos Forestales, SFF, SARH

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN

Instituto de Botánica, Academia de Ciencias de Cuba

Instituto de Biología, UNAM

Instituto de Ecología, A.C.

Laboratorio de Entomología, INIF, SARH

University of Idaho, E.U.A.

University of Minnesota, E.U.A.

USDA Forest Service. Rocky Mountain Station, Colorado, E.U.A.

III

**SIMPOSIO NACIONAL DE PARASITOLOGIA
FORESTAL**

Saltillo, Coahuila, 26 al 29 de febrero de 1984. .

Organizadores:

Sociedad Mexicana de Entomología
Departamentos Forestal y Parasitología de la Universidad Autónoma
Agraria Antonio Narro
con la participación de:
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH.

Sede:

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo,
Coah.

Comité Local:

Jorge David Flores Flores
Aguileo Lozoya Saldaña
Melchor Cepeda Siller
Evento del Programa Técnico, Científico y Cultural, previo al IX
Congreso Forestal Mundial.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

- Centro de Investigaciones Forestales de la Región Central, INIF, SARH
Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
Centro de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
Centro de Fitopatología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
Departamento de Bosques, Universidad Autónoma de Chapingo, Méx.
Departamento Forestal, UAAAN, Saltillo, Coah.
Departamento de Sanidad Forestal, Dirección Gral. de Reforestación y Manejo de Suelos Forestales, SFF, SARH
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N.
Instituto de Ecología, A. C.
Instituto Tecnológico Forestal No. 1, El Salto, Durango.
Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Madera, INIREB, Jalapa, Ver.
Sanidad Forestal, Subsecretaría Forestal del Estado de México
Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco
Unidad de Admón. Forestal No. 2 "Proformex", Santiago Papasquiaro, Durango.

I. CONFERENCIA INAUGURAL

LOS INSECTOS DEGRADADORES; UN FACTOR POCO ESTUDIADO EN LOS BOSQUES DE MEXICO *

Miguel Angel Morón R.**

Aun cuando desde 1940 se han publicado trabajos mexicanos sobre algún aspecto de la entomología forestal, es a partir de 1977 cuando se incrementa en forma muy notable el estudio de aquellas especies cuyos hábitos descortezadores o defoliadores han ocasionado grandes problemas económicos y ecológicos, al constituirse en plagas, especialmente de coníferas. De acuerdo con los registros de la Sociedad Mexicana de Entomología, en los últimos siete años se han realizado 85 trabajos sobre entomología forestal (Cuadro 1), de los cuales un 36% se refiere a la taxonomía, biología y distribución de los descortezadores más comunes; un 18% corresponde a los trabajos sobre métodos de combate y medidas de control para plagas forestales; un 15% evalúa distintos aspectos de estas plagas en México; un 8% describe parcialmente la entomofauna asociada con bosques mixtos o con bosques de coníferas en varias localidades; un 7% se refiere a la biología e importancia de los defoliadores; otro 7% considera el desarrollo e importancia de las especies barrenadoras; un 7% describe diversos aspectos de las poblaciones de insectos que afectan a los conos y semillas de los pinos, y solamente un trabajo, equivalente al 1%, preparado por el autor, de estas líneas, describe, cuantifica y evalúa la importancia de dos especies de coleópteros saproxilófagos en los bosques de la Sierra de Hidalgo (Morón, 1984). De lo anterior, se deriva la

* Trabajo desarrollado dentro del proyecto "Biosistemática, Ecología y Biogeografía de Diversos Grupos de insectos", como la contribución No. 35 al proyecto "Ecología y Comportamiento Animal" apoyado por la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

** Instituto de Ecología.

Cuadro 1

Trabajos realizados sobre entomología forestal.

Tema	1977-78	1979-80	1981-82	Totales
Descortezadores	7	5	19	31
Defoliadores	1	3	2	6
Barrenadores	0	3	3	6
Plagas en general	2	2	9	13
Conos y semillas	2	2	2	6
Combate y control	1	3	11	15
Faunas	0	3	4	7
Degradadores	0	0	1	1
Totales:	13	21	51	85

necesidad de impulsar el estudio de esta fauna silvícola que, como se detalla a continuación, tiene una gran importancia en el equilibrio ecológico forestal.

Los insectos ubicados dentro del nivel trófico de los degradadores o descomponedores, pueden formar parte de la macro, meso o microfauna epigea o endogea de un bosque. De acuerdo con sus hábitos particulares pueden clasificarse como coprófagos, necrófagos, saproxilófagos, saprocarpófagos y humívoros (Fig. 1). Aquellos que se consideran dentro de la macrofauna, por su tamaño superior a un cm de longitud, constituyen el grupo de los degradadores primarios, los cuales durante su alimentación fragmentan los restos vegetales o animales depositados en el piso del bosque, produciendo detritus y excretas que exponen una mayor superficie para la acción de los degradadores secundarios, representados por la microfauna y la microflora (Engelmann, 1961; Wallwork, 1970; Mamaev, 1961; Webb, 1977). Asimismo, la actividad de estos insectos enriquece la microbiota del suelo, al activar la circulación de bacterias, hongos y protozoarios entre las distintas capas que conforman el suelo orgánico, ya que dichos microorganismos son continuamente ingeridos y expulsados por la macroentomofauna, e incluso incrementan sus poblaciones en el tubo digestivo del artrópodo, participando en diversos tipos de simbiosis (Kurcheva, 1960; Striganova, 1971; Cromack et al, 1977).

El proceso continuo de ingestión y reingestión de la hojarasca, la madera derribada, el estiércol o la carroña, acompañados por sus propios

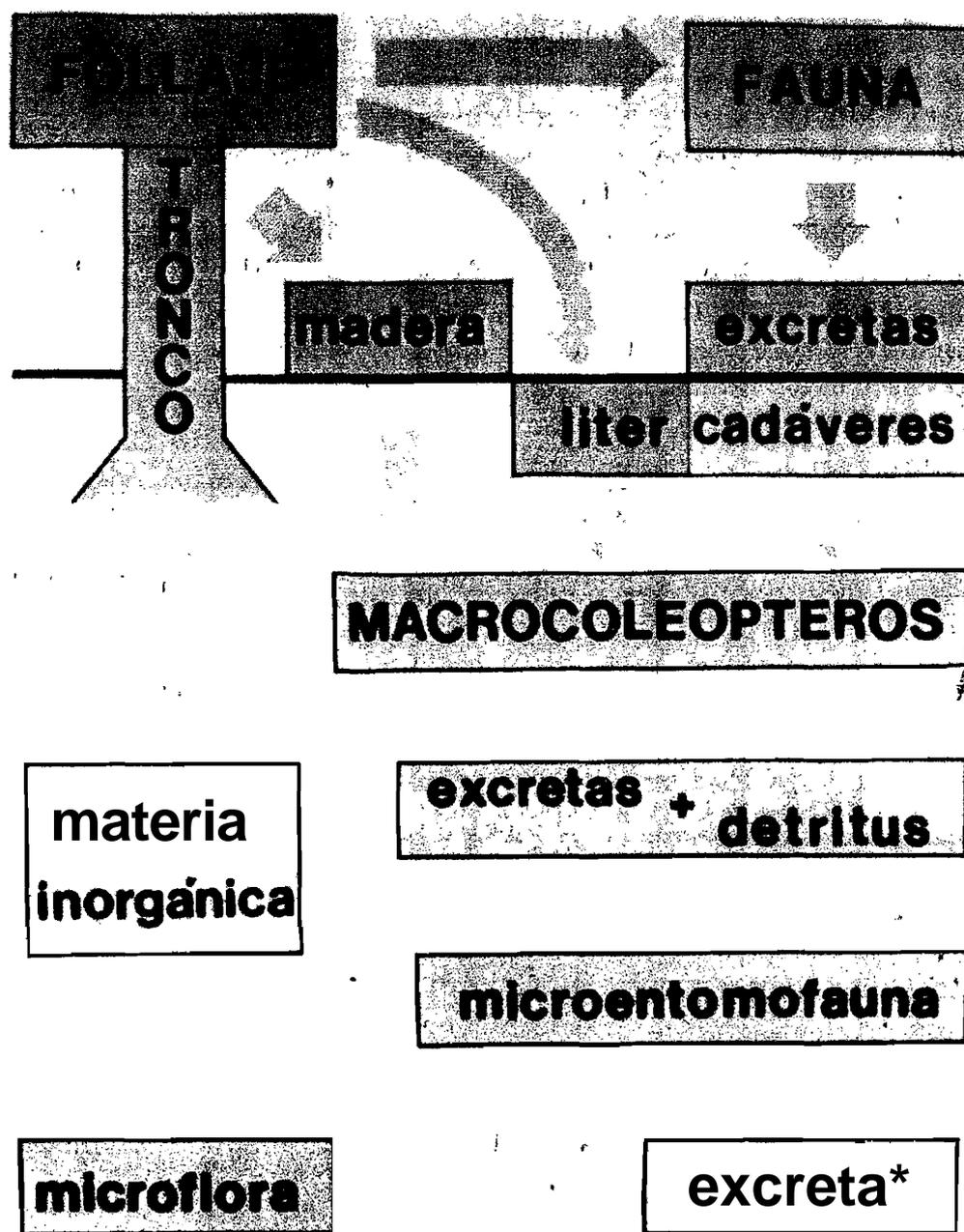


Fig. 1. Diagrama que muestre los principales elementos que intervienen en el flujo de materia y energía de un bosque. Se destaca la posición de los coleópteros degradadores que habitan en el suelo forestal.

excrementos y la microflora asociada, extrae pequeñas cantidades de energía y provoca la lixiviación de los minerales o su movilización microbiana, hasta que se produce la humificación del sustrato, el cual queda constituido por bolos fecales desintegrados, susceptibles a la acción de otros

organismos edafícolas, que finalmente pueden reducirlo a compuestos inorgánicos accesibles para los vegetales superiores presentes en ese ecosistema (Webb, 1977; Harding & Stuttard, 1974) (Fig. 2). Muchos autores, como McBrayer (1977), Reichle (1971), Satchell (1971), Cromack y colaboradores (1977), han estudiado el papel de los invertebrados *saprófagos* en el reciclaje de elementos aniónicos o catiónicos del suelo sin resultados concluyentes y heterogéneos. Sin embargo, se ha considerado que tienen importancia en la retención y circulación de **nitrógeno**, calcio, magnesio, potasio, fósforo, **sodio** y azufre; los cuales sin la participación de la biota edáfica pueden lixiviarse, sobre todo en ecosistemas con precipitaciones elevadas y suelos con baja capacidad de intercambio catiónico. Según los datos de McBrayer (1977) algunos macro y microartrópodos pueden reunir concentraciones de calcio y **sodio** superiores a las del sustrato, y su biomasa, junto con la de otros invertebrados edafícolas puede representar hasta el **80%** del nitrógeno que circula por esa red trófica; en tanto que en los suelos ácidos, donde la mayor parte del fósforo se encuentra en forma de fosfatos insolubles de hierro y aluminio, los insectos degradadores son un eslabón importante para el reciclaje y distribución de este elemento básico para el crecimiento y la floración de los vegetales superiores.

Desde el punto de vista de la producción secundaria, la entomofauna *saprófaga* constituye un recurso alimentario destacado para muchas especies de vertebrados y para otros artrópodos depredadores o parasitoides que atacan a las formas juveniles, pupas e imagos de numerosos grupos de insectos degradadores que se desarrollan en cada tipo de formación vegetal. Los grupos de insectos *saprófagos* forestales que han sido estudiados con algún detalle en los Estados Unidos, Sudamérica, Europa y en la URSS quedan comprendidos dentro de los órdenes Coleoptera, Isoptera, Orthoptera, Dictyoptera, Collembola, Thysanura, Dermaptera, Hymenoptera y Diptera. Dindal y Metz (1977) y Cornaby (1977) entre otros investigadores, han puntualizado la importancia de los colémbolos en el reciclaje de nutrientes, la regeneración de suelos y la desactivación de compuestos tóxicos presentes en el suelo forestal, encontrando que varias especies pueden ser utilizadas como bioindicadores del nivel de perturbación de una comunidad.

Los estudios de microsucesión en los troncos derribados y en los tocones han permitido determinar que los coleópteros *saproxilófagos* son un factor decisivo para acelerar la descomposición de la madera en el piso de diversos tipos de bosques, porque sus larvas pueden procesar hasta un



Fig. 2. Efecto de la acción de los macrocoleópteros sobre la madera muerta de liquidambar. Después de 30-50 días se produce un material húmico formado por aserrín y excretas húmedas.

38% de los restos xilosos en un bosque caducifolio, equivalentes a un promedio de 1 390 kg por hectárea, acelerando en un tercio la descomposición de éste sustrato, debido a que, con densidades de 7.8 kg de larvas por hectárea, pueden consumir hasta 140 veces su peso en madera para alcanzar el estado adulto [Mamaev, 1960; Dajoz, 1967]. En México, de acuerdo con nuestras observaciones, las principales familias de coleópteros representadas en estos troncos son las *Cerambycidae*, *Passalidae*, *Melolonthidae* y *Tenebrionidae*, cuyas especies pueden ocupar el sustrato en distintos estadios de la microsucesión, y ocasionalmente se superponen en el tiempo; por ejemplo, los cerambícidos *Prioninae* pueden localizarse durante los tres estadios de la primera etapa de esta sucesión, pero no forman parte del complejo Saproxilico de la segunda etapa; en tanto que los *Melolonthidae* se pueden encontrar en el tercer estadio de la primera etapa y también en el complejo saproxílico. Por su parte, los *Passalidae*, junto con los *Tenebrionidae* forman parte común del tercer estadio mencionado.

Los análisis preliminares de estos grupos han revelado que en el pinar los *Cerambycidae* procesan mensualmente un 36% de la madera caída, los *Passalidae* desmenuzan otro 33% de ésta y los *Melolonthidae-Rutelinae* consumen el 31% restante. Estos valores de importancia cambian en un bosque mixto, donde los rutelinos degradan un 49% de madera por mes, los pasálidos destruyen un 42% y los cerambícidos procesan sólo un 9%, a pesar de que en ambos casos el predominio numérico corresponde a los *Passalidae*. En México se ha observado que la composición de la entomofauna saproxilófaga cambia en forma considerable de acuerdo con el tipo de bosque, su grado de perturbación y la altitud. Por ejemplo, en formaciones vegetales situadas entre los 1 000 y los 2 000 m de altitud, el predominio general lo tienen las familias de Coleoptera mencionadas, pero en los bosques tropicales existe una fuerte competencia por este sustrato, que es frecuentado por numerosas especies de termitas y hormigas; estas últimas lo utilizan principalmente como refugio de la colonia durante largos periodos de tiempo, y durante la construcción de sus intrincadas galerías destruyen paulatinamente el tronco, transformándolo en aserrín. En tanto que los Isópteros lo utilizan como fuente de alimento, instalándose en él o visitándolo para extraer los compuestos celulósicos que son llevados a los termiteros colgantes o subterráneos.

Aquí cabe resaltar el hecho de que en muchas ocasiones es más importante la cantidad de madera que desmenuzan estos insectos xilófilos durante la construcción de sus galerías, que la cantidad de madera que ingieren como alimento, ya que como hemos puntualizado antes, la frag-

mentación de los restos vegetales y animales es la necesidad primordial en el piso del bosque, ya que los procesos digestivos de los **macrodegrada**dores parecen afectar poco las propiedades químicas del sustrato, que sí es realmente alterado por la acción de los microorganismos **edafícolas**.

Por lo que respecta a la hojarasca también encontramos que las poblaciones de coleópteros mayores tienen gran importancia en la fragmentación de estos materiales, como ha sido comprobado con los **Dynastinae-Oryctini** *Xyloryctes thestalus* Bates y *Strategus aloeus* [L.], que habitan los bosques mixtos del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental, los cuales son capaces de procesar alrededor de **45 kg** de hojarasca húmeda por hectárea al año.

En otros estudios recientes hemos cuantificado la entomofauna **copro-necrófila** en distintos tipos de bosques del país, mediante una nueva trampa denominada **NTP-80**, que atrae a los insectos por medio de un cebo formado con carne de calamar o pescado en descomposición, y los captura en un recipiente con alcohol acético; y nos ha sorprendido la abundancia y la diversidad de los dípteros, coleópteros y colémbolos representados en las muestras, cuya biomasa llega a alcanzar hasta los 80 gramos mensuales por trampa, lo cual nos da una idea de la gran actividad que puede desarrollarse en el piso del bosque cuando está disponible un cadáver o una excreta de vertebrado (Morón & Terrón, 1982 y 1984).

Ta vez los valores de las biomásas insectiles aquí mencionados parecen pequeños, en comparación con el tonelaje representado por la arboleda, pero debemos recordar que esta pequeña biomasa tiene un flujo energético muchas veces más rápido; velocidad que puede resultar crítica en los bosques sujetos a procesos de sucesión, o en aquellos establecidos sobre suelos someros, con nutrientes escasos o inaccesibles.

Las plagas forestales se inician cuando el delicado equilibrio de estos ecosistemas es alterado, cuando ocurren incendios que destruyen la vida del suelo, cuando hay lluvias de cenizas volcánicas que matan a los depredadores o a los parasitoides, cuando se debilitan los árboles dominantes por la escasez de nutrientes y humedad, cuando se efectúan aplicaciones precipitadas de insecticidas, que por baratos son más residuales, y cuando se lleva a cabo el desmonte inmoderado de estas áreas boscosas. Por lo tanto, si deseamos realmente aprovechar en forma racional los recursos silvícolas, conservando nuestro patrimonio natural, considero que debemos hacer estudios integrales, profundos y detallados, de la biota asociada

con las especies de interés económico, promoviendo el estudio de los organismos, que como los degradadores, parecen carecer de importancia forestal; recordando que desde hace casi dos siglos se postuló que la materia y la energía no se crean ni se destruyen, sólo se transforman.

Literatura Citada

- CORNABY, W.B. 1977. Saprophagous organisms and problems in applied resource partitioning. In: *The role of arthropods in forest ecosystems*. W.J. Mattson Ed. Springer-Verlag, N.Y. pp. 96-100.
- CROMACK, K. Jr., P. SOLLINS, R.L. TODD, D.A. CROSSLEY Jr., W.M. FENDER, R. FOGEL & A.W. TODD. 1977. Soil microorganism-arthropod interactions; Fungi as major Calcium and Sodium sources. In: *Ibidem*. pp. 78-84.
- DAJOZ, R. 1967. Los insectos xilófagos y su papel en la degradación de la madera muerta. En: *Ecología Forestal*. D. Pesson Ed. Mundi Prensa. Madrid. pp. 267-313.
- DINDAL, D.L. & L.J. METZ. 1977. Community structure of *Collembola* affected by fire frequency. In: *The role of arthropods in forest ecosystems*. W.J. Mattson, Ed. Springer-Verlag, N.Y. pp. 88-95.
- ENGLIWAIVIV, M.D. 1961. The role of soil arthropods in the energetics of an old field community. *Ecol. Mon.* 31:221-238.
- HARDING, J.L. & R.A. STUTTARD. 1974. Microarthropods. In: *Biology of plant litter decomposition*. Dickinson, C.H. & G.J.E. Pugh (Eds.). London Academic, Vol: II. pp. 489-532.
- KURCHEVA, G.F. 1960. The role of invertebrates in the decomposition of the oak leaf litter. *Pocvovedenie* 4:16-20.
- MAMAEV, B.M. 1961. Activity of larger invertebrates as one of the main factors of natural destruction of wood. *Pedobiologia* 1(1):38-52.
- McBRAYER, J.F. 1977. Contributions of Cryptozoa to forest nutrient cycles. In: *The role of arthropods in forest ecosystems*. W.J. Mattson (Ed.). Springer-Verlag, N.Y. pp. 70-77.
- MORON, M.A. 1984. Rutelinos con importancia forestal en la Sierra de Hidalgo. *Memorias del II Simposio Nal. de Parasitología Forestal, Cuernavaca, Mor.* SME. México..
- MORON, M.A. & R. TERRON. 1982. Análisis de la entomofauna necrófila de la Cañada de Otongo, Hidalgo. *Folia Ent. Mexicana* No. 54:38-39.
- MORON, M.A. & R. TERRON. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mex. (S.N.)* No. 3. 47 p.
- REICHLE, D.E. 1971. Energy and nutrient metabolism of soil and litter invertebrates. In: *Productivity of forest ecosystems*. Duvigneaud, P. (Ed.). Paris. UNESCO. pp. 465-477.
- SATCHELL, J.E. 1974. Litter-interface of animate/inanimate matter. In: *Biology of plant litter decomposition*. Dickinson, C.H., Pugh, G.J.F. (Eds.). London, Academic. pp. xiii-xiv.
- STRIGANOVA, B.R. 1971. A comparative account of the activity of different groups of soil invertebrates in the decomposition of forest litter. *Ekologiya* 4:36-43.
- WALLWORK, J.A. 1970. *Ecology of soil animals*. N.Y. McGraw-Hill. 283 p.
- WEBB, P.D. 1977. Regulation of deciduous forest litter decomposition by soil arthropod feces. In: *The role of arthropods in forest ecosystems*. W.J. Mattson (Ed.). Springer-Verlag, N.Y. pp. 57-69.

2. FITOPATOLOGIA

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGIA DE *LOPHODERMELLA* SP. EN PLANTACIONES DE *PINUS* *AYACAHUITE* VAR. *VEITCHII*

José Cibrián Tovar *
David Cibrián Tovar *

Introducción

Las enfermedades foliares en coníferas son de considerable importancia debido principalmente a que el crecimiento del árbol está dependiendo de la actividad fotosintética del follaje, que permanece en actividad por dos, tres y cuatro años. Por lo tanto cualquier pérdida de follaje del árbol no será recuperada al año siguiente, como ocurre en las angiospermas, sino por el contrario estará sujeto a ser dañado por otros factores o agentes patógenos. Recientemente en plantaciones de *P. ayacahuíte* se han detectado severas defoliaciones causadas por hongos del follaje; estos hongos causan lesiones que se reconocen como "caries de las hojas". Los cuerpos reproductores de estos hongos se les denomina HISTEROTECIOS y aparecen sobre las hojas de los pinos siendo de color café a negro lustroso. Los numerosos géneros que componen este grupo pertenecen a la clase Ascomycetes, serie Discomycete, familia Hipodermataceae. De los patógenos causantes de la defoliación en *P. ayacahuíte* se identificó a *Lophodermella* sp. como el principal agente causal de la enfermedad.

Por lo mencionado anteriormente los objetivos planteados para este estudio son: a) descripción de *Lophodermella* sp.: b) época de disseminación

* Lab. de Entomología y Patología Forestal. Departamento de Bosques. Universidad Autónoma Chapingo.

de esporas de este hongo, y c) infección de las esporas al follaje. En la literatura se menciona a *Lophodermella* como un hongo capaz de causar epifitis en plantaciones de pino, así mismo se muestra la relación del hongo en sus fases de maduración, diseminación y penetración al hospedero con un ambiente saturado de humedad.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en una plantación de *Pinus ayacahuite* ubicada a 2 900 msnm en el municipio de Amecameca, en el Edo. de México. En la descripción del patógeno se consideró: tamaño, forma y color de los histerotécios, y en la descripción de la estructura interna de estos cuerpos fue necesario hacer cortes transversales y esporulaciones del hongo con el fin de caracterizar el tamaño, forma y color de ascas, ascosporas y parafisas. Con respecto a la determinación del periodo de diseminación de esporas de *Lophodermella* sp. se determinó mediante el uso de "trampas para esporas fungales aéreas" descrita por Ostry y Nicholls (1982), las trampas consisten de portaobjetos, los cuales se introducen en etrolato puro (vaselina) derretido para obtener una capa fina y uniforme de petrolato en un lado de cada portaobjetos. Una vez preparados los portaobjetos y ya en el campo éstos se colocan en soportes de alambre galvanizado para colocarlos bajo el árbol a estudiar. En la plantación se localizó la zona más dañada por este hongo, seleccionándose cinco árboles con síntomas evidentes de daño por *Lophodermella*; en cada uno de estos árboles se colocaron cuatro trampas distribuidas homogéneamente dentro del área de cobertura del árbol, a una distancia del suelo de 30 cm aproximadamente y con ligera inclinación hacia el eje del árbol. Se numeraron los árboles así como las trampas para evitar confusiones en el cambio de las mismas. Las trampas se cambiaron periódicamente según el cuadro 1.

Cuadro 1

Fechas que indican los cambios de trampas.

Arbol	Fechas del cambio de trampas para esporas					
1	28 jun-10 jul	10 jul-30 jul	30 jul-22 ag	22 ag-9 sep	9 sep-23 sep	23 sep-8 oct
2	28 jun-10 jul	10 jul-30 jul	30 jul-22 ag	22 ag-9 sep	9 sep-23 sep	23 sep-8 oct
3	28 jun-10 jul	10 jul-30 jul	30 jul-22 ag	22 ag-9 sep	9 sep-23 sep	23 sep-8 oct
4	28 jun-10 jul	10 jul-30 jul	30 jul-22 ag	22 ag-9 sep	9 sep-23 sep	23 sep-8 oct
5	28 jun-10 jul	10 jul-30 jul	30 jul-22 ag	22 ag-9 sep	9 sep-23 sep	23 sep-8 oct

El número de trampas combinadas a razón de 20 trampas por cambio dio un total de 120 trampas de el 28 de junio hasta el 8 de octubre de 1983. Las trampas se llevaron al laboratorio para su análisis. En el procedimiento de las ascosporas en las trampas fue necesario simular lo que sucedía en el campo, al laboratorio. Esta simulación se hizo colocando trozos de hojas de pino con histerotecios cerrados en 10 ml de agua durante una hora, tiempo suficiente para la ruptura del histerotecio y la eficaz salida de las ascosporas del medio líquido. De esta "solución de esporas" se tomaron seis muestras de .5 ml c/u y se distribuyeron en seis trampas limpias; las trampas se dejaron secar durante 30 minutos. Una vez transcurrido este tiempo, se tiñeron las trampas con dos colorantes con el objeto de resaltar las ascosporas; por lo que se hicieron dos grupos de tres trampas y se colorearon con lactofenol-azul de metileno y lactofucsina ácida respectivamente. Las trampas fueron observadas al microscopio compuesto con un aumento de 500 diámetros. De cada trampa se eligieron tres bandas verticales y una horizontal al azar, lo que dio una superficie total muestreada por trampa de 27 mm², el diámetro de campo en el microscopio compuesto fue de .3 mm.

Resultados y Discusión

La identificación a género de este hongo fue hecha por el Dr. D.W. Minter, del Instituto Micológico del Commonwealth de Inglaterra quien al mismo tiempo informó que es una nueva especie de *Lophodermella*.

Descripción de *Lophodermella* sp. Las ascocarpos de las especies de *Lophodermella* aparecen sobre la superficie abaxial de las hojas, en la zona enferma, permaneciendo la base de esta última donde; ambas características son importantes desde el punto de vista taxonómico para la identificación del género. Las ascocarpos son ampígenos sobre las hojas, cuando maduros son de color negro de forma ovoide variando su tamaño entre 700 y 1 500 μ de largo. Estos cuerpos están cubiertos por la epidermis del hospedero, la coloración oscura se debe a una capa de tejido estromático generado por el hongo para su propia protección. En los cortes transversales del histerotecio se observó que la estructura interna del hongo está compuesta por ascas hialinas bitunicadas y cilíndricas conteniendo en su interior a ocho ascosporas, entre las ascas se encuentran numerosas parafisas filiformes y hialinas.

Las ascoporas ya liberadas son hialinas, bitunicadas en forma de bastos de 60 μ de largo; estas esporas están envueltas en una masa gelatinosa que le ayuda a adherirse al hospedero. En las trampas las ascoporas son más sensibles a lactofucsina ácida que a lactofenol-azul de metileno. Cabe mencionar que el tamaño de las ascoporas dentro del histerotecio es menor al tamaño de las ascoporas encontradas en las trampas, esta diferencia hace pensar que el mecanismo de ruptura del histerotecio es debido a una hidratación de la estructura entera del cuerpo, principalmente de ascoporas y parafisas.

Con respecto a la maduración de esporas se encontró que desde principios de junio el desarrollo de las ascoporas infectivas es completo y con las primeras lluvias los cuerpos reproductores [histerotecios] sufren una ruptura longitudinal y comienza la liberación de ascoporas. Esta descarga de esporas continúa con los periodos de lluvia favorable para el hongo hasta el mes de septiembre los resultados obtenidos por la captura de esporas con las tranipas se muestran en el cuadro 2. Las nuevas infecciones al follaje se inician poco después de la liberación de esporas principalmente en la 3a. y 4a. semanas de julio hasta la 1a. y 2a. semanas de agosto. Estas esporas sólo infectan a las nuevas hojas, la infección se da por la penetración del promicelio emitido por la ascospora; sin embargo, este proceso de penetración y establecimiento del hongo en el follaje es aún desconocido.

Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen a principios de septiembre, estos síntomas iniciales son bandas de color verde claro a amarillento, esta etapa es por un corto tiempo y en la 3a. semana de septiembre el follaje infectado se torna café, permaneciendo verde en la base de las hojas. Durante el mes de noviembre en la zona café de las hojas comienzan a aparecer protuberancias de color claro que indican la formación de los ascocarpos, los cuales a través del tiempo van tornándose más oscuros, de tal manera que a fines de enero se encuentran ya un gran número de hojas con estos cuerpos de color negro pero aún inmaduros. Debido a la alta incidencia del patógeno en la plantación se vio la necesidad de hacer un recorrido de inspección en las zonas cercanas a la plantación donde hay *P. ayacahuite* en forma natural y comprobar el estado fitosanitario del follaje de estos árboles. Encontrándose que *P. ayacahuite* en condiciones naturales está infectado por *Lophodermella* sp. Siendo la infección aparentemente muy baja; sin embargo, este hallazgo trae consigo una posible explicación acerca del origen de la enfermedad de la plantación.

Cuadro 2

Número de esporas de *Lophodermella* sp. capturadas *por trampa*
en *Pinus ayacahuite*. 1983.

	FECHAS					
	28 jun-10 jul (Esporas)	10 jul-30 jul (Esporas)	30 jul-22 ag (Esporas)	22 ag-9 sep (Esporas)	9 sep-23 sep (Esporas)	23 sep-8 oct (Esporas)
Trampa 1	140	543	79	26	16	0
Trampa 2	386	1 056	3	58	4	0
Trampa 3	20	781	46	27	1	0
No de esporas por 3 trampas	540	2 380	128	111	24	0
Superficie muestreada	81 mm ²	81 mm ²	81 mm ²	81 mm ²	81 mm ²	81 mm ²

Conclusiones

Del presente trabajo se puede concluir que la maduración y descarga de ascosporas de *Lophodermella sp.* así como *la* infección al hospedero están estrechamente relacionadas con el factor humedad y aún más a esta relación se debe agregar el estado de elongación del follaje mencionado por Harvey (1976), para el proceso de nuevas infecciones. *Lophodermella sp.* presenta un ciclo anual; siendo la principal época de diseminación de esporas durante el mes de julio y periodo de nuevas infecciones durante julio a agosto, manifestándose los primeros síntomas en septiembre y madurando hasta el próximo junio.

Bibliografía

- MINTER, W.D., STALEY, M.J., MILLAR, C.S.J. 1978. Four Species of *Lophodermella* on *Pinus sylvestris*. Trans. Br. y col. Soc. 71(2) (295-301).
- HARVEY, M.G. 1976. Epiphytology of a Needle Cast Fungus. *Lophodermella morbida*, in Ponderosa Pine Plantations in Western Oregon. *Forest Science* 22, No. 2, 223-230.
- OSTREY, E.M. and NICHOLLS, T.H. 1982. A Technique for Trapping Fungal Spores. *Research Note N C-283 Forest Service-USDA*.

EVALUACION DE LA INCIDENCIA DE LA MANCHA AZUL EN MADERA ASERRADA EN LA REGION DE EL SALTO, DURANGO

*Ariadna Aguirre Bravo **
*Ernesto Alvarado Celestino ***

Introducción

La mancha azul se presenta en la albura de las coníferas y latifoliadas, siendo las coníferas las más afectadas. La madera toma un color gris azulado, este azulado se atribuye a hongos de los ceratostomáceos, dentro de los cuales el principal causante es *Cerafocystis* spp., habiendo otras especies que provocan el azulado.

El azulado comienza por unas manchas radiales de color oscuro que aparecen en la superficie de la madera atacada coloreándose después lentamente toda la albura a medida que el micelio va penetrando.

Las hifas del micelio son de color pardo y por lo tanto el color azul que toma la madera se explica por la teoría ondulatoria de la luz, a causa de la distribución de las finísimas hifas del hongo dentro de la madera translúcida de un color claro. Las hifas se desarrollan principalmente en las células parenquimatosas de los rayos leñosos de cuyo contenido se alimentan; no atacan el duramen debido a que éste no contiene sustancias celulares que les puedan servir de alimento.

• Instituto Tecnológico Forestal No. 1, El Salto, P.N., Durango.

** Unidad de Administración Forestal No. 2. PROFORMEX. Santiago Papasquiari, Dgo.

La humedad de la madera tiene mucha importancia en su desarrollo, pues tanto las maderas recién cortadas como las bien secas no son atacadas. Los grados de humedad que más influyen en el desarrollo del azulado son. 140% límite máximo, de 70 a 135% de humedad óptima y de 18 a 28% como límite mínimo. Los límites de temperatura son de 5°C como valor mínimo y 34°C valor máximo, con un óptimo de 25°C. De esto se deduce que en el verano y especialmente durante o después de periodos lluviosos, es cuando la madera está más expuesta a ser atacada por los hongos que producen el azulado.

La madera azulada se puede utilizar en construcciones con la misma seguridad con que se emplea la madera sana, pues esta alteración afecta muy poco su peso específico y su resistencia mecánica. Un azulado muy intenso disminuye la elasticidad, la flexibilidad, la compresión, así como también la dureza de la madera. La madera azulada también es más difícil de impregnar que la sana a causa de que el micelio rellena las células y obstruye las punteaduras. El azulado intenso inhibe el crecimiento de hongos xilófagos.

Objetivos

Los objetivos del trabajo fueron los siguientes:

- Evaluar la incidencia de la mancha azul en madera aserrada en la región de El Salto, Durango:
- Cuantificar la calidad prociucida en madera aserrada en dicha región
- Evaluar la incidencia de mancha azul en cada una de las calidades de madera aserrada.
- Evaluar el porcentaje de incidencia de mancha azul por cada tabla en cada una de las calidades de madera aserrada producidas.
- Evaluar cuál es el impacto de la mancha azul en madera aserrada.

Metodología

El presente trabajo se realizó en ocho aserraderos de la región de El Salto, Durango (Cuadro 1), siete de ellos comprendidos en la U.A.F. No. 6 y uno en la U.A.F. No. 8. Todos ellos eran aserraderos de sierra banda, con las siguientes características:

<i>Aserradero</i>	<i>Paraje</i>	<i>Abastecimiento</i>	<i>Capacidad instalada (mpt)</i>
Ejido El Mil Diez	Bajío de El Mil Diez	Propio	11
Ejido El Brillante	El Gorriocillo	Propio	17
Ejido La Campana	La Campana	Propio	11
Ejido La Victoria	La Lajita	Propio	20
Sociedad Cooperativa Industrial de Producción Forestal, S.C.L.	El Salto	Mixto	17
Ejido, Chavarría Viejo	Las Adjuntas	Propio	14
Cooperativa Escolar Pino de Durango (ITEFMA)	Mesa del Tecnológico	Terceros	40
Cía. Forestal Halcón, S. de R. L.	Llano Grande	Terceros	17

El estudio fue realizado de noviembre de 1982 a enero de 1983, visitándose dos veces cada aserradero. En cada ocasión se estudió la producción total de tablas del aserradero en un turno de 8 horas de trabajo. Cabe hacer notar que durante las observaciones, algunos aserraderos no funcionaron normalmente, ya sea por fallas mecánicas o por falta de trocería.

Para cada una de las tablas se registro:
 Calidad a la que pertenecía.
 Presencia o ausencia de mancha.
 Porcentaje ocupado por la mancha en cada tabla.

Se registraron además los criterios para clasificación de madera aserrada seguidos en cada uno de los aserraderos y obtener en forma general dichos criterios. Esto sirvió para establecer los rangos de mancha en cada tabla, estableciéndose que en la primera y segunda clases es donde más se penaliza la mancha, en las demás calidades es más flexible el criterio por aceptarse otros defectos que pueden llegar a ser más importantes que la mancha azul (Cuadro 4).

Resultados y Discusión

Los resultados encontrados se resumen en los cuadros 1, 2 y 3.

La incidencia de mancha azul fue mayor en aserraderos que tenían problemas con la extracción y la madera permanecía más de un mes en el

Cuadro 1

Madera producida con mancha y sin mancha en ocho aserraderos en la región de El Salto, P.N., Durango.

Aserradero	No. de tablas estudiadas	% de madera producida		% de calidad producida					
		con mancha	sin mancha	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.
Ejido El Mil Diez	613	14.2	85.8	26.6	12.4	17.9	28.9	8.0	6.2
Ejido El Brillante	1 065	20.0	80.0	18.2	13.9	23.5	32.4	12.0	—
Ejido La Campana	500	0.0	100	24.0	25.0	21.0	17.0	13.0	—
Ejido La Victoria	1 718	10.6	89.4	9.8	9.5	11.4	13.2	52.7	3.4
Sociedad Cooperativa de El Salto. S. de R. L.	1 703	12.3	87.7	20.6	14.4	27.8	30.2	7.0	—
Ejido Chavarría Viejo	881	0.7	99.3	22.0	15.4	29.2	23.8	9.6	—
Cooperativa Escolar "Pino de Durango" (ITEFMA)	2 064	73.4	26.6	16.9	11.8	19.7	34.8	16.8	—
Compañía Forestal Halcón, S. de R. L.	633	2.1	97.9	29.2	14.7	32.4	12.6	11.1	—
Total:	9 177	16.7	83.3	20.9	14.6	22.9	24.1	16.3	1.2
Promedio general	1 147	16.7	83.3	20.9	14.6	22.9	24.1	16.3	1.2

monte y hasta tres meses en el patio de concentración de trocería en el aserradero, lo cual se refleja también en el porcentaje de calidades producidas en cada aserradero (Cuadro 1). La menor incidencia fue en aserraderos en los que la trocería dura cuando mucho siete días en el monte y 21 días en el patio antes de aserrarla. Sólo dos aserraderos estaban registrando madera como de 6a. clase, aunque los demás si la llegaron a producir la incluían en la de 5a. clase que es comercial.

La penalización de la mancha en madera aserrada depende de la distribución, porcentaje de incidencia en la tabla y de la coloración que tenga (Cuadro 4), siendo más penalizada en las calidades 1 y 2, donde con 5-10% de incidencia de mancha azul baja a la calidad inferior. En las calidades 3 a 6 se tolera un poco más por aceptarse otros defectos. En la madera de 5a. y 6a. clase el porcentaje de mancha fue poco por una parte debido a que el número de observaciones fue bajo, y a que esta madera procedía de trocería vieja con pudrición, ocoteada y nudosa, defectos que ocupaban bastante espacio en la tabla (Cuadro 2).

Cuadro 2

Promedio de incidencia de maricha azul por calidades de maderas en ocho aserraderos en la región de El Salto, P.N., Durango.

Calidad	Madera con mancha		Madera sin mancha		No. de tablas estudiadas
	No.	%	No.	%	
1a.	226	13.1	1 498	86.9	1 724
2a.	221	17.9	1 010	82.1	1 231
3a.	438	21.8	1 565	78.2	2 002
4a.	788	33.4	1 568	66.6	2 356
5a.	537	30.3	1 230	69.6	1 767
6a.	18	18.6	79	81.4	97
	2 227		6 950		9 177

El porcentaje de incidencia de mancha por tabla fue mayor conforme disminuía la calidad [Cuadro 3]. En tablas de 1a. se aceptó un máximo de 10% de mancha, en 2a. hasta un 30%, con la condición de que no presentarán otros defectos. El manchado llegó a ser hasta un 100% en tablas de 5a. clase, aunque la mayor incidencia fue alrededor de 50% y menos, disminuyendo la frecuencia con que se presentaba más del 50% de tabla manchada.

Cuadro 3

Porcentaje por tabla manchada en cada una de las calidades producidas en ocho aserraderos de la región de El Salto, P.N., Durango.

% de mancha por tabla	1a. clase		2a. clase		3a. clase		4a. clase		5a. clase		6a. clase	
	Frec.	Rel.										
>0 — 10	226	100	196	88.7	276	63.2	447	56.7	253	47.1	7	38.9
10 — 20			17	7.7	46	10.5	117	14.8	92	17.1	2	11.1
20 — 30			8	3.6	52	11.9	79	10.0	63	11.7	3	16.7
30 — 40					20	4.6	48	6.1	35	6.5	—	—
40 — 50					37	8.5	35	4.4	23	4.3	—	—
50 — 60					1	0.2	21	2.7	19	3.5	—	—
60 — 70							17	2.2	10	1.9	2	11.1
70 — 80					4	0.9	17	2.2	22	4.1	2	11.1
80 — 90					1	0.2	7	0.9	18	3.4	2	11.1
90 — 100									2	0.4	—	—
Total:	226	100	221	100	437	100	788	100	537	100	18	100

Cuadro 4

Criterios generales para clasificar madera en ocho aserraderos de la región de El Salto, P.N., Durango.

Clase de madera	Criterios de clasificación
1a. y mejor (selecta)	Que tenga buen acabado y que esté limpia. Se pueden aceptar uno o dos nudos menores de 0.5 pulgadas y un 5% de mancha, pero ambos defectos en las orillas o en el refuerzo (10 cm c/ tabla) o en medio.
2a.	De buen acabado; se pueden aceptar hasta tres defectos en las orillas o en el refuerzo, ya sea nudos, bolsas de resina o mancha azul. Se aceptan tres nudos menores de 0.5 pulgadas pequeños y distribuidos en la tabla. Mancha azul hasta en un 10%.
3a.	Se acepta mayor número de nudos hasta de una pulgada y a una distancia de un pie entre c/u, 10-15% de mancha azul sólo en las orillas. No se acepta mancha azul que esté acompañada por barrenación 10-15% de ocoteada.
4a.	Que tenga resistencia, que no esté podrida, se aceptan nudos de todo tipo sin interesar la distancia entre nudo y nudo. Se acepta mancha azul, 20-30% de ocote. Se aceptan defectos de aserrado.
5a.	Se aceptan todos los defectos conocidos, sólo que tenga resistencia utilizable. Se acepta todo tipo de nudos sin importar su distancia, poca podredumbre, 30% de ocoteado, mancha azul, corteza y defectos de aserrado.
6a.	Madera no comercial, se aceptan todos los defectos sin importar su intensidad. generalmente es madera de desperdicio.

Como observación complementaria se encontró que había mancha azul en todos los productos secundarios (empaques agrícolas, cuadrado para mango de escoba, madera de cortas dimensiones], en aproximadamente 40% de ellos. Observándose también que el 80% de la trocería en los patios de los aserraderos estaba sana, en tanto que el 20% estaba atacada principalmente por *lps* y en menor escala barrenadores del grupo Ambrosía.

Conclusiones

— Se encontró una alta incidencia de mancha azul en madera aserrada, principalmente debido a la falta de planeación en las operaciones de

extracción de madera, y a falta de organización en los patios de concentración de trocería, por lo que desde el corte hasta el asierre llegan a transcurrir hasta seis meses.

— El principal transmisor de la mancha azul es *Ips* y en menor escala barrenadores del grupo Ambosía.

— En ninguno de los aserraderos se toman medidas para prevenir el ataque de la mancha azul, por lo que la pérdida de calidad por este defecto es significativo en la calidad.

— Por el apilamiento y rápida comercialización que se hace de la madera aserrada, su daño ya **no** prosigue, aunque cuando hay baja en la demanda de madera puede haber problemas.

— Los clasificadores de madera y encargados de venta en los aserraderos consideran que la mancha azul ocasiona una pérdida económica de aproximadamente 10%.

Recomendaciones

— Es recomendable que la trocería que está siendo derribada en el bosque sea transportada inmediatamente a fin de evitar que sea atacada por los insectos transmisores de la mancha azul, principalmente en verano.

— Es necesario tener una planificación adecuada dentro de los patios de trocería en los aserraderos, con la finalidad de que no dure mucho tiempo apilada ni expuesta a la intemperie.

— Se necesita usar las técnicas adecuadas de secado artificial o al aire libre de madera aserrada para evitar que prosiga la mancha.

— Tratar con productos químicos residuales la trocería que va a durar bastante tiempo apilada o en el monte.

— El tratamiento a la madera inmediatamente después del asierre con baño o aspersión con fungicidas es también recomendable.

Bibliografía

- BOYCE, J.S. 1961. Forest Pathology. 3rd ed. McGraw-Hill. New York. 572 p.
- BROWN, H.P., A.J. PANSHIN, and C.C. FORSAITH. 1952. Textbook of wood technology. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York and London. Vol. 11. 783 p.
- KOLLMAN, F. 1959. Tecnología de la Madera y sus Aplicaciones. [Trad. de la 2a. Ed. en Alemán de Springer Verlag, Berlín). Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias y Servicios de la Madera. Madrid, España. 675 p. Tomo I.
- KRAEMER, K.G. 1958. Compendio de 'la Conservación de Maderas. Imprenta Cervantina. Santander, España, 526 p.
- PATRIDGE, A.D., E.R. CANFIELD, R.J. CHACKO. 1977. Forest Pathology Outline. University of Idaho Forest, Wildlife and Range Experiment Station Contribution No. 49. USA. 236 p.

DETERMINACION DE LA CLOROFILA TOTAL DE HOJAS DE *PINUS HARTWEGII* AFECTADAS POR GASES OXIDANTES

Tomás *Hernández Tejeda* *
Ma. de *Lourdes* de la *I.* de *Bauer* *
Ma. Luisa Ortega Delgado **

Introducción

Los bosques del mundo son de gran importancia para la humanidad por la producción de madera. retención de humedad. albergue de fauna silvestre, recreación y por su valor estético. Se consideran que durante las siguientes décadas, desafortunadamente, algunas actividades humanas ejercerán una infinidad de presiones sobre los ecosistemas forestales, siendo una de las más importantes la contaminación ambiental (aeropolución). Los bosques introducen y remueven los aeropoluantes de la atmósfera y consecuentemente el desarrollo del bosque es estimulado e inhibido por la acción de los mismos. Por otro lado, los ecosistemas forestales de clima templado están localizados en la zona de máxima aeropolución a causa de su extensiva distribución por todas partes de la principal área de urbanización e industrialización de la tierra (Smith, 1951).

Los bosques que rodean a la ciudad de México también están siendo afectados por los aeropoluantes. Los de pinos son los más afectados, principalmente por los gases oxidantes generados en la zona metropolitana. De acuerdo con la escala de evaluación visual para determinar daños por gases oxidantes en pinos. la especie más afectada en El Ajusco, D. F., es *Pinus hartwegii* (Hernández et al, 1982).

* Centro de Fitopatología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

** Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

La cuantificación del daño por los aeropoluantes a las plantas es difícil porque la mayoría de los métodos de estimación de daño están basados en síntomas visibles (Tingey *et al*, 1979). Sin embargo, Knudson *et al* (1977), proponen un método para evaluar el daño por los gases oxidantes basado en la extracción cuantitativa de clorofila por medio de solventes orgánicos.

Considerando lo antes mencionado, se planteó determinar la pérdida de clorofila total (a + b) de hojas de *Pinus hartwegii* afectadas por gases oxidantes.

Los aeropoluantes para causar un efecto sobre las plantas deben penetrar a las hojas. Los estomas actúan como puerta de entrada de los aeropoluantes, de manera que durante el intercambio gaseoso, éstos se introducen a la planta. Es bien conocido que los aeropoluantes disminuyen el contenido de clorofilas de las hojas. Esta pérdida de clorofila es un parámetro confiable para determinar la magnitud del daño que causan los aeropoluantes en las plantas.

La estimación visual del porcentaje de área foliar dañada es el método que se usa para evaluar daños a la vegetación debidos a los aeropoluantes; sin embargo, este tipo de evaluación no es muy preciso, por lo que es recomendable, además, evaluar el daño a las plantas afectadas por gases oxidantes mediante la determinación de su contenido clorofílico. El método que ha sido empleado con este propósito es el de extraer la clorofila por medio de solventes orgánicos (Knudson *et al*, 1977).

De acuerdo con la información disponible, el único método rápido de determinación individual de las clorofilas a y b en el extracto, es por espectrofotometría [Sesták *et al*, 1971]. Bruinsma (1963), sugiere que del extracto se tomen alícuotas y se diluyan en cantidades conocidas de acetona al 80% con el fin de obtener una concentración entre 0.01 y 0.80, para la determinación al espectrofotómetro. Las mediciones deben llevarse a cabo en celdas de vidrio de 1 cm contra un testigo con acetona al 80% en un espectrofotómetro a tres longitudes de onda: 663, 652 y 645 nm. Este mismo investigador propone que el contenido de las clorofilas a, b y a + b puede ser determinado, en miligramos por litro, con las siguientes ecuaciones:

$$\text{clorofila a} = 12.7 A_{663} - 2.7 A_{645}$$

$$\text{clorofila b} = 22.9 A_{645} - 4.7 A_{663}$$

$$\text{clorofila a + b} = 20.2 A_{645} + 8.0 A_{663} = 27.8 A_{652}$$

donde:

A 663, A 652 y A 645 = absorbencia a 663, 652 y 645 nm respectivamente.

Harborne (1976), sugiere convertir el contenido de clorofilas, de miligramos por litro a miligramos por gramo, en base a peso fresco de tejido, mediante las siguientes ecuaciones.:

$$\text{clorofila a} = \frac{12.3 A 663 - 0.86 A 645}{\alpha \times 1000 \times W} \times V$$

$$\text{clorofila b} = \frac{19.3 A 645 - 3.6 A 663}{\alpha \times 1000 \times W} \times V$$

$$\text{clorofila a + b} = \text{clorofila a} + \text{clorofila b}.$$

donde:

A 663 y A 645 = absorbencia a 663 y 645 nm.

V = volumen aforado y/o diluido de acetona al 80% en mililitros.

a = longitud del paso de luz en la celda del espectrofotómetro (usualmente 1 cm).

W = peso fresco del tejido en gramos.

Todd y Arnold (1961), demostraron que la pérdida de clorofila extraída fue proporcional a la disminución del peso fresco de la hoja, siendo esta determinación, más confiable del efecto del ozono que la estimación visual, a los niveles más altos de daño. Asimismo Knudson et al (1977) y Pratt y Krupa (1981) encontraron que la reducción en la concentración de clorofila estuvo correlacionada con las estimaciones del daño visual. Varios investigadores han detallado la medición del contenido de clorofila en campo, alrededor de fuentes específicas de poluentes, encontrando que el grado de daño se relaciona con la pérdida de clorofila (Jainrich, 1968; Katz y Shore, 1955). Miller et al (1963) apreciaron que el contenido de clorofila de hojas tratadas con aire filtrado fue mayor que en aquellas hojas que estuvieron a la intemperie.

En el uso de las mediciones de clorofila es importante asegurarse que el tejido en prueba y el testigo sean comparables en términos de edad de la hoja y tiempo de exposición, para minimizar la influencia de estas variables en la determinación. El uso de filtros con carbón activado para proteger las plantas del daño por los aeropoluentes (Darley y Middleton,

1961), es común en los invernaderos de California y otros estados de la Unión Americana (Menser *et al*, 1966). El carbón activado tiene la capacidad de adsorber los gases oxidantes, de ahí su importancia. French (1960), señala que la cantidad de clorofila *b* es solamente de alrededor de $\frac{1}{3}$ de la clorofila *a*.

Materiales y Métodos

El material vegetal consistió en hojas de *Pinus hartwegii* Lindl. procedentes de El Ajusco, D. F., área localizada a 20 km al suroeste de la ciudad de México con una altitud media de 2 900 msnm aproximadamente.

Las cámaras de campo utilizadas constan de una estructura cilíndrica de alambre con una longitud de 50 cm y un diámetro de 30 cm; un juego de tapas de 2 cm de espesor para ambos extremos, hecho de lámina y malla de acero inoxidable; tres soportes de alambre unidos a la estructura y una cubierta de polietileno transparente. El juego de tapas de las cámaras de campos sirve para alojar el material filtrante.

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

1. Cámara provista de filtros con 100% de carbón activado (testigo).
2. Cámara provista de filtros con 50% de carbón activado y 50% de agrolita (material inerte).
3. Sin cámara (hojas expuestas a la intemperie).

En el crecimiento apical de algunas ramas de un árbol de *P. hartwegii*, de aproximadamente 20 m de altura, se colocaron las cámaras de campo con sus respectivos tratamientos el 9 de junio de 1982, fecha en que estaban emergiendo las hojas nuevas.

Las dos ramas que estuvieron protegidas con las cámaras y otra que se tomó al azar, del mismo árbol, se cortaron el 13 de junio de 1983. Dichas ramas se llevaron al laboratorio en bolsas de papel y se guardaron en un cuarto frío (4°C) durante toda la noche.

El procedimiento para extraer y determinar el contenido de clorofilas totales fue el utilizado por Bruinsma (1963), con ciertas modificaciones. Se pesaron 5 g de tejido fresco por tratamiento y en oscuridad, en un cuarto

frío (4°C), se maceraron, por separado, los trocitos de hoja de aproximadamente 1 cm de longitud en acetona al 80%, almacenada previamente a 4°C. Los macerados se centrifugaron a 3 400 rpm durante 15 minutos [centrífuga Beckman TJ-6], con la finalidad de extraer toda la clorofila posible del tejido vegetal. El extracto de cada tratamiento se aforó a 25 ml con acetona fría al 80%; de cada uno de ellos se tomó 1 ml y se diluyó en 4 ml de acetona fría al 80%, para determinar el contenido de clorofilas en un espectrofotómetro (Perkin Elmer 550) a tres longitudes de onda: 663, 652 y 645 nm.

Cabe hacer notar que se descartó el área cubierta por la vaina de todas aquellas hojas utilizadas durante la extracción.

Para determinar el contenido de clorofila en miligramos por litro se usaron las ecuaciones propuestas por Bruinsma (1963). Asimismo, se emplearon las ecuaciones sugeridas por Harborne (1976), para convertir estos contenidos de clorofila a miligramos por gramo, en base a peso fresco de tejido.

Resultados y Discusión

Los resultados de la determinación del contenido de clorofilas de las hojas de *P. hartwegii* por tratamiento, durante los 12 meses de exposición se presentan en el cuadro 1. Invariablemente, el menor contenido de clorofila a, b y a+b se observó en el tratamiento a la intemperie. Las hojas

Cuadro 1

Determinación del contenido de clorofila en mg/g de peso fresco, de hojas de *Pinus hartwegii* sometidas en tres tratamientos, durante 12 meses de exposición.

Tratamientos [carbón activado)	Lecturas en el espectrofotómetro a tres longitudes de onda			Contenido de clorofila (mg/l)			Contenido de clorofila (mg/l)		
	663 nm	652 nm	645 nm	A	B	A+B	A	B	A+B
	100%	0.620	0.349	0.245	7.2125	2.6965	9.9090	0.1853	0.0624
50%	0.464	0.285	0.208	5.3312	2.5824	7.9136	0.1382	0.0586	0.1968
Intemperie	0.406	0.238	0.175	4.6837	2.0993	6.7830	0.1210	0.0478	0.1688

sometidas al tratamiento con 50% de carbón activado también sufrieron pérdidas de clorofilas; sin embargo, éstas no fueron proporcionales al contenido de carbón activado. El tratamiento con 100% de carbón activado produjo los más altos contenidos de clorofila en las hojas.

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Miller *et al* (1963) quienes determinaron, en *P. ponderosa*, un mayor contenido de clorofila en las hojas protegidas con aire filtrado que en aquellas a la intemperie.

Los resultados obtenidos en *P. hartwegii* se presentan en el cuadro 2, en el que se muestran las pérdidas en porcentajes de la clorofila por tratamiento. El tratamiento con 100% de carbón activado se tomó como

Cuadro 2

Perdida en porcentajes de clorofila A, clorofila B y clorofila total de *Pinus hartwegii* sometidas a tres tratamientos, durante 12 meses de exposición.

Tratamientos	Clorofilas		
	A	B	A + B
100%	00.00	00.00	00.00
50%	25.45	6.10	20.57
Intemperie	34.68	23.26	31.80

testigo. de modo que las hojas que se protegieron con 50% de carbón activado perdieron 25.45%, 6.10% y 20.57% de clorofila a, b y a+b, respectivamente; las hojas que estuvieron a la intemperie manifestaron las mayores pérdidas: 34.68%, 23.26% y 31.80% de clorofila 'a, b y a+b, respectivamente.

La diferencia de las pérdidas entre la clorofila a y la clorofila b posiblemente pueda deberse a que la clorofila b se presenta en menor cantidad que la clorofila a; sin embargo, esta premisa deberá comprobarse, puesto que la estructura química de ambas clorofilas es muy parecida y por lo tanto, independientemente de la cantidad de una u otra, el efecto de los gases oxidantes sobre ellas debe ser semejante.

Mediante la purificación de aire con carbón activado se determinó que las pérdidas de las clorofilas de las hojas de *P. hartwegii* son debidas

al daño causado por los gases oxidantes, producidos por la ciudad de México y transportados por el viento hasta el bosque de coníferas de El Ajusco.

Hernández *et al* (1982), detectaron y evaluaron visualmente el daño por gases oxidantes en *P. hartwegii* y *P. montezumae* var. *lindleyi* de El Ajusco, con base en la escala propuesta por Miller (1973) para tal fin; sin embargo, con el método de extracción cuantitativa de las clorofilas por medio de solventes orgánicos se considera que se pueden evitar algunos sesgos que ocurren durante la evaluación visual, por lo que podría usarse para seleccionar clones o variedades resistentes dentro de una misma especie.

Si no se requiere demasiada precisión y si además no se cuenta con los recursos necesarios para la extracción de clorofilas, se puede usar el método de evaluación visual, el cual se puede apoyar con el uso de plantas indicadoras y/o biomonitoras de aeropoluantes (Manning y Feder, 1980).

Conclusión

Con base en los resultados obtenidos se concluye que:

Las concentraciones actuales de gases oxidantes, generados por la ciudad de México reducen considerablemente el contenido de clorofila total y consecuentemente el vigor de *Pinus hartwegii* en El Ajusco.

Bibliografía

- BRUINSMA, J. 1963. The quantitative analysis of chlorophylls a and b in plant extracts. *Photochem. and Photobiol.* 2:241-249.
- DARLEY, E.F. and J.T. MIDDLETON. 1961. Carbon filter protects plants from damage by air pollution. *Florists' Rev.* 127:15-16, 43, 45.
- FRENCH, C.S. 1960. The chlorophylls *in vivo* and *in vitro*. En: Encyclopedia of Plant Physiology. W. Ruhland (ed). ol. 5(1):252-297. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- JAMRICH, V. 1968. Je stabilita chlorofylu faktorů odolnosti proti dymu? *Zb. Ved. Pr. Lesn. Fak. Vys. Lesn. Dřevorsk. Zvolene.* 10:7.
- KATZ, M. and V.C. SHORE. 1955. Air pollution damage to vegetation. *J. Air Pollut. Control Assoc.* 5:144.
- KNUDSON, L.L., T.W. TIBBITTS and G.E. EDWARDS. 1977. Measurement of ozone injury by determination of leaf chlorophyll concentration. *Plant Physiol.* 60:606-608.

- HARBORNE, J.B. 1976. *Phytochemical methods*. Chapman and Hall. London, England. pp. 1-32, 119-128, 204-208.
- HERNANDEZ, T., L.I. DE BAUER y S.V. KRUPA. 1982. Daño por gases oxidantes en pinos y avena. *Revista Chapingo* 33-34:19-28. Chapingo, México.
- MANNING, J.W. and W.A. FEDER. 1980. Biomonitoring air pollutants with plants. *Pollution monitoring series*. K. Mellanby (ed.). Applied Science Publishers Ltd. London, England. 142 p.
- MENSER Jr., H.A., H.E. HEGGESTAD and J.J. GROSSO. 1966. Carbon filter prevents ozone fleck and premature senescence of tabaco leaves. *Phytopathology* 56:466-467.
- MILLER, P.R. 1973. Oxidant-induced community change in a mixed conifer forest. En: *Air pollution damage to vegetation*. J.A. Naegele (ed.). *Advan. Chem. Ser.* 122:101-117. Am. Chem. Soc.
- MILLER, P.R., J.R. PARMETER Jr., O.C. TAYLOR, AND E.A. CARDIFF. 1963. Ozone injury to the foliage of *Pinus ponderosa*. *Phytopathology* 53:1072-1076.
- PRATT, G.C. and S.V. KRUPA. 1981. Soybean cultivar Hodgson response to ozone. *Phytopathology* 71:1129-1132.
- SESTAK, Z., J. CATSKY and P.G. JARVIS [eds.]. 1971. *Plant photosynthetic production Manual of methods*. Dr. W. Junk N.V. Publishers, The Hague. Netherlands. pp. 672-701.
- SMITH, W.H. 1981. *Air pollution and forest*. Springer-Verlag. New York, USA. 379 p.
- TINGEY, D.T., R.G. WILHOOR and O.C. TAYLOR. 1979. The measurement of plant responses. En: *Handbook of methodology for the assessment of air pollution effects on vegetation*. W.W. Heck, S.V. Krupa, and S.N. Linson [eds.]. APCA. pp. 7-1-7-35.
- TODD, G.W. and W.N. ARIVOLD. 1961. An evaluation of methods used to determine injury to plant leaves by air pollutants. *Bot. Gaz.* 123:151-154.

DETERMINACION DEL PERIODO DE DISPERSION DE *ARCEUTHOBIUM GLOBOSUM*, *GRANDICAULE* EN LA REGION CENTRAL DE MEXICO

Manuel Escudero Moreno *
David Cibrián Tovar *

Introducción

El género *Arceuthobium* se extiende desde Alaska y norte de Canadá hasta Honduras y el Caribe, presentándose en el oeste de Estados Unidos, México y Guatemala; algunas especies ocurren al este de Canadá, Nueva Inglaterra y Europa.

Este grupo de plantas parásitas atacan exclusivamente a las pináceas (*Pinus*, *Abies*, *Pseudotsuga*, *Larix* y *Tsuga*) (Hawksworth, 1979). En la actualidad se conocen 38 especies de muérdago enano (Hawksworth y Wiens, 1977) de las cuales, la inayor concentración se encuentra en México con un total de 19 especies, 16 en EUA y Canadá y 6 en Europa.

El muérdago enano afecta a sus hospederos al menos en cinco formas: reducción del crecimiento, aumento de mortalidad, reducción de la producción de semilla, baja calidad de la inadera y aumento en la susceptibilidad al ataque de insectos y hongos (Hawksworth, 1980).

En México, son escasos los datos cuantitativos sobre el efecto de este parásito; en EUA y Canadá se han registrado considerables pérdidas

* Departamento de Bosques. Universidad Autónoma Chapingo, México.

anuales, en los estados de Arizona' y Nuevo México el daño asciende a 709 500 m³ de madera [Andrews y Danielc, 1960], en Oregon y Washington 179 740 m³ (Shea, 1964), en Alberta y Columbia Británica las pérdidas se estiman en 473 000 m³ (Baranyay, 1979). Las investigaciones realizadas en nuestro país, reportan que la incidencia del muérdago enano reduce el crecimiento en general, afectando el incremento en diámetro y su resistencia, permitiendo la entrada de otros patógenos principalmente en *Pinus hartwegii* y *P. montezumae* [Gutiérrez, 1970]. Los estudios efectuados por el Inventario Nacional Forestal, reportan infestaciones alarmantes, viniendo a mostrar que la frecuencia y el daño que ocasiona a los bosques de clima templado frío, es mayor del que se había considerado (Caballero, 1970).

El género *Arceuthobium* no es reciente en Norteamérica, se han encontrado fósiles de este parásito que datan al menos del periodo Miocénico, hace 25 millones de años, el cual probablemente emigró del este de Asia por el Estrecho de Bering a América, junto con sus hospederas las coníferas (Hawksworth, 1975).

En México, fue colectado por primera vez en el Cofre de Perote por Humboldt y Bonpland en 1804, denominándosele *Arceuthobium vaginatum*. Por mucho tiempo se consideró a esta especie como la única existente en nuestro país, sin embargo, las observaciones hechas por varios botánicos y forestales, sugirieron que el género era más complejo y que se necesitaba un trabajo taxonómico exhaustivo. Estudios subsecuentes permitieron identificar 19 especies y ocho cubespecies, parásitas de por lo menos dos especies de *Abies* y *Pseudotsuga* y 29 especies de *Pinus*. Algunos muérdagos [v. gr. *Arceuthobium guatemalense*, *A. apachecuni*, *A. divaricatum*, *A. douglasii* y *A. pendens*] tienen solamente un huésped conocido en México (Hawksworth, 1980).

El muérdago enano está distribuido en toda la zona boscosa de México y aparentemente es la más seria enfermedad causada a las coníferas del país.

Arceuthobium globosum subsp. *grandicaule* se encuentra entre las especies más agresivas en México, infestando a 11 especies de pino de las secciones Teocote, Pseudostrobus, Montezumae y Serotina; únicamente superada por *A. vaginatuni* subsp. *vaginatum* que ataca a 13 especies.

ESPECIE	HOSPEDERO
<i>Arceuthobium globosum</i> subsp. <i>grandicaule</i>	<i>Pinus douglasiana</i> <i>P. hartwegii</i> <i>Pinus lawsonii</i> <i>P. míchoacana</i> <i>P. montezumae</i> <i>P. patula</i> <i>P. pringlei</i> <i>P. pseudostrobus</i> <i>P. rudis</i> <i>P. teocote</i> <i>P. maximinoi</i>

Su descripción botánica es la siguiente: ramas de 35 cm de longitud, verde amarillentas en las porciones más jóvenes, oscuras en las más viejas; con internodos de 1.2 a 4.2 cm de longitud [media de 2.1 cm), de 0.3 a 1 cm de diámetro. Flores estaminadas de 3.5 mm de longitud y 3 mm de diámetro; trímeras, segmento del perianto de 1.5 cm de longitud y 1.5 mm de diámetro. Flores pistiladas de 1.5 mm de longitud y 1 mm de diámetro. Frutos de 5 a 6 mm de longitud y 3 a 4 mm de diámetro, aovados elípticos, su maduración requiere de 16 meses, alcanzando el pedicelo una longitud de 4.5 mm (Hawksworth, 1965).

Su distribución abarca la Sierra Madre Occidental, en Jalisco y Michoacán, la Cordillera Central en el Estado de México, la Sierra Madre Oriental en Veracruz y cruza por la Sierra Madre de Oaxaca y Chiapas a las montañas de Guatemala. Esta especie es la de mayor distribución en México y aparentemente la única que ocurre al sur del país y Guatemala. Su rango altitudinal va de los 2 400 a 2 800 msnm en la Sierra Madre Occidental, pero en el Nevado de Colima y Cofre de Perote se encuentra arriba de 3 700 msnm y en el estado de Chiapas a 2 150 msnm.

Las relaciones ecológicas de *A. globosum* y *A. vaginatum* son similares, frecuentemente ocurre en las mismas localidades y aun en los mismos árboles.

A. globosum se consideraba como la única especie que no producía "escobas de bruja" (Hawksworth, 1965a), sin embargo, investigaciones recientes reportan a *A. globosum* subsp. *globosum* como la única que no las provoca [Hawksworth, 1980). En cuanto al periodo de diseminación de

semilla, son nulos los datos para la especie (Hawksworth, 1978), menciona que en forma general, la dispersión del género, ocurre al final del verano o en el otoño, de julio a noviembre, dependiendo de la especie. En 1965 realizó un estudio de las especies mexicanas, reportando como un periodo probable de dispersión de *A. globosum* entre marzo y principios de abril hasta junio o julio.

Materiales y' Métodos

El estudio se realizó en la Estación Forestal Experimental Zoquiapan, localizada en la región montañosa denominada Sierra Nevada en los límites de los estados de México y Puebla. El clima predominante es el templado subhúmedo con lluvias en verano, teniendo una temperatura inedia anual de 8°C y precipitación anual de 1 000 mm; aproximadamente el 75% de ésta se concentra en los meses de junio a septiembre.

El sitio se denomina "Mesa del Papayo" ubicada a 3 500 msnm en las faldas del Iztaccíhuatl, teniendo su origen a fines del Terciario Superior, con afloramientos de origen volcánico. suelos con buena aereación, buen drenaje, pH cercano a la neutralidad, buena disponibilidad de nutrientes, buen contenido de materia orgánica, buena retención de humedad; pudiendo clasificarse como una buena calidad de estación.

La vegetación se encuentra principalmente representada por *Pinus hartwegii* y algunos *P. ayacahuite* mezclado con algunas especies de *Alnus* sp. La densidad del arbolado en la zona corresponde a un 70%, presentando una distribución irregular en las edades y alturas pudiendo delimitarse tres estratos arbóreos.

Para la determinación del periodo de dispersión de la semilla de *A. globosum* subsp. *grandicaule* fue escogido un rodal con un alto índice de infestación, correspondiendo a una categoría de cinco, según la clasificación de Hawksworth (1977), la cual resulta de dividir en tercios la copa de los árboles, dándole a cada tercio la designación de uno o dos si la infestación presente es menor o mayor del 50% respectivamente.

Se distribuyeron en un área de 460 m² 20 trampas de malla de plástico de 1.20 x 60 m, distanciadas 5 m entre sí, con el fin de registrar en ellas toda la semilla que cayera del arbolado [Fig. 1]. Las observaciones se realizaron cada tercer día, pudiendo encontrar semilla desde principios de

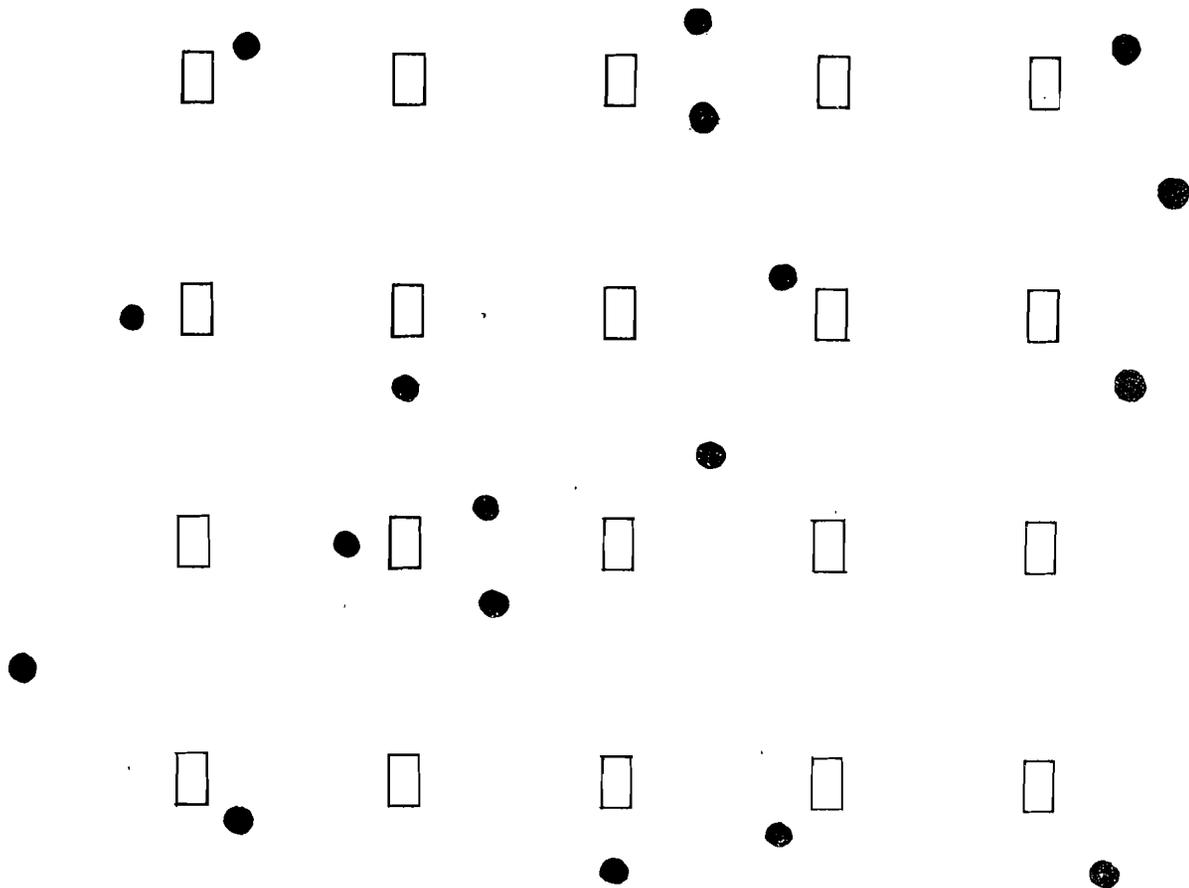


FIG. 1 DISTRIBUCION DE TRAMPAS EN EL RADAL

junio a principios de octubre. Asimismo, se eligió un árbol completamente aislado con'un altísimo índice de infestación, colocándose 36 trampas de malla de plástico de la misma medida alrededor de él en forma radial (Fig. 2), para poder estimar la cantidad de semilla producida en el periodo.

Resultados y Discusión

El periodo de dispersión de *Arceuthobium globosum* subsp. *grandicaule* consta de 95 días, comprendidos entre los meses de julio a principios de octubre.

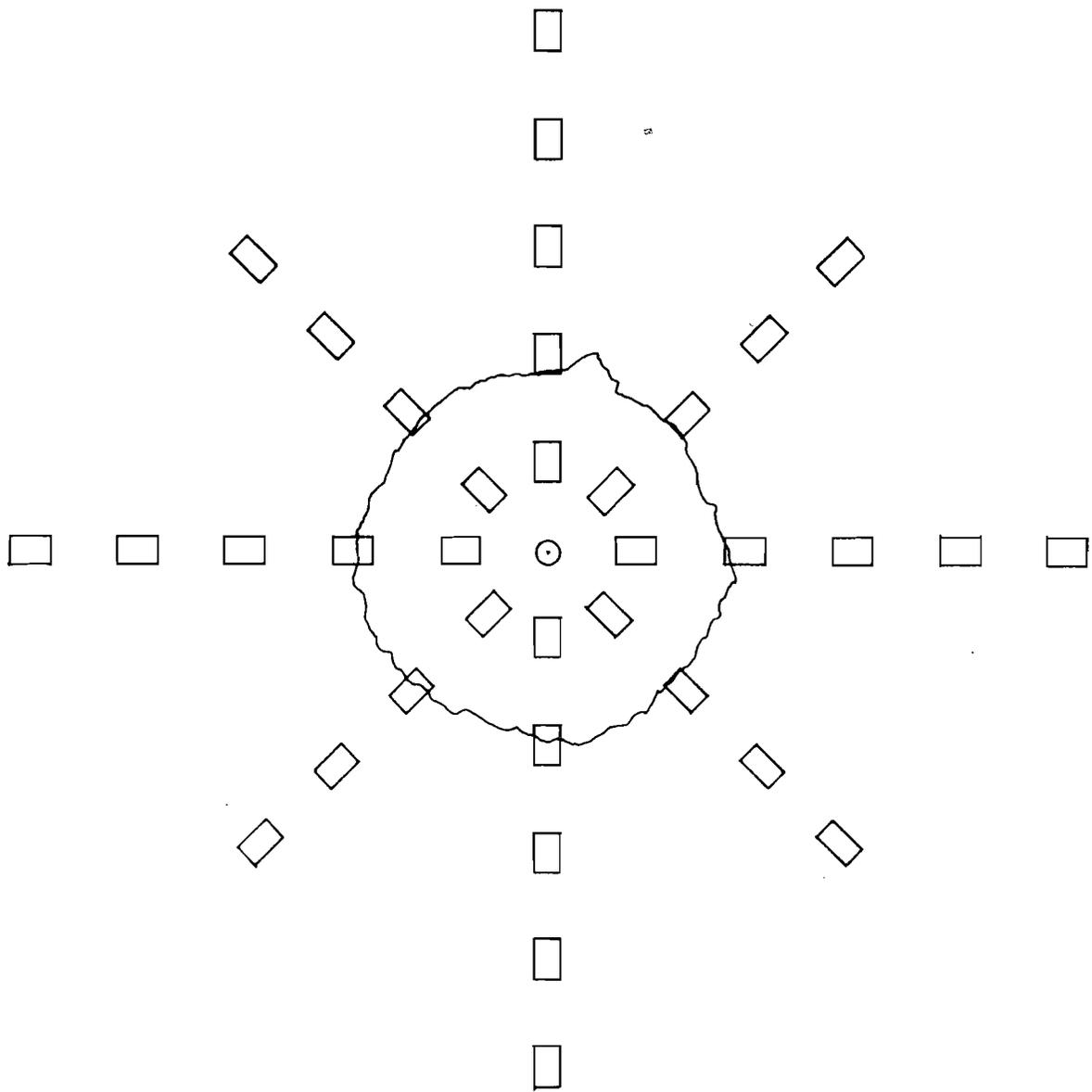
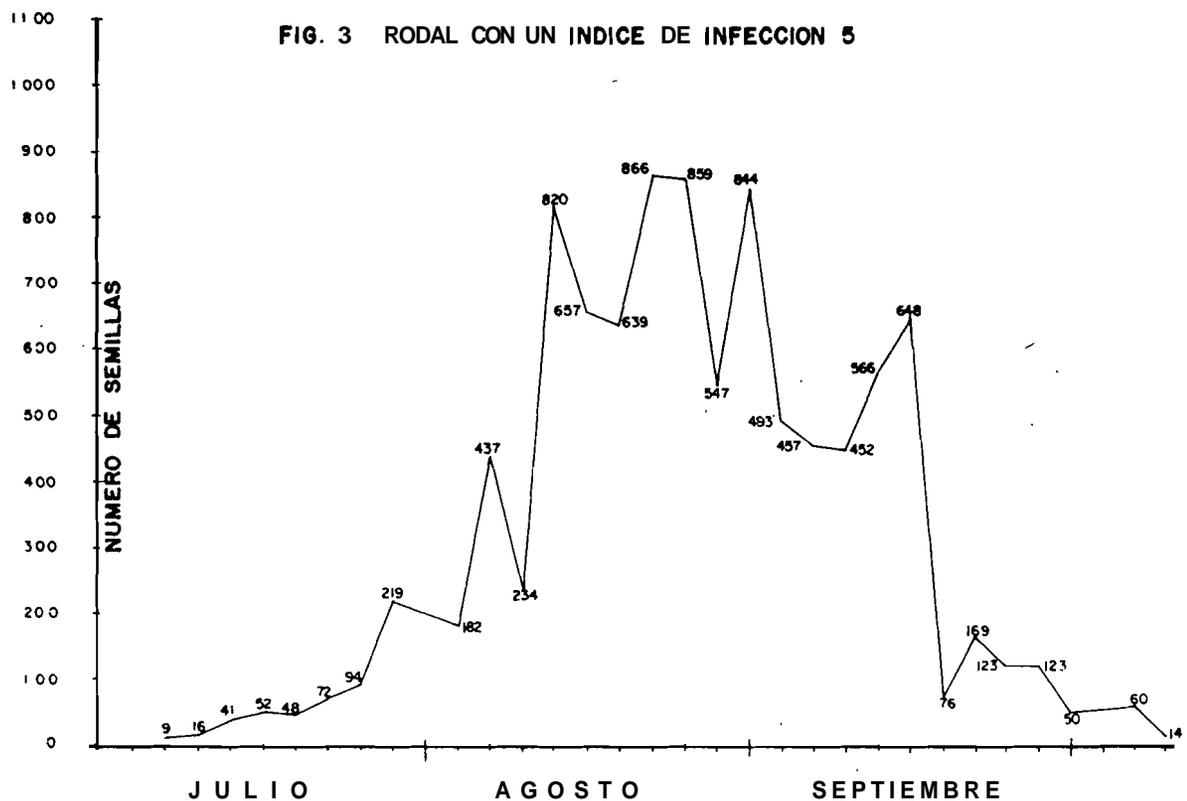


FIG. 2. DISTRIBUCION DE TRAMPAS EN EL ARBOL INDIVIDUAL

El número de semillas colectadas en las trampas, las cuales cubrían 14.4 m^2 distribuidos en un área de 460 m^2 , ascendió a 10 515, lo cual nos representa una producción por hectárea de 7 302 083 semillas, solamente de la que no es interceptada por el arbolado. La producción de un solo árbol infestado fue de 11 266 semillas atrapadas en las mallas.

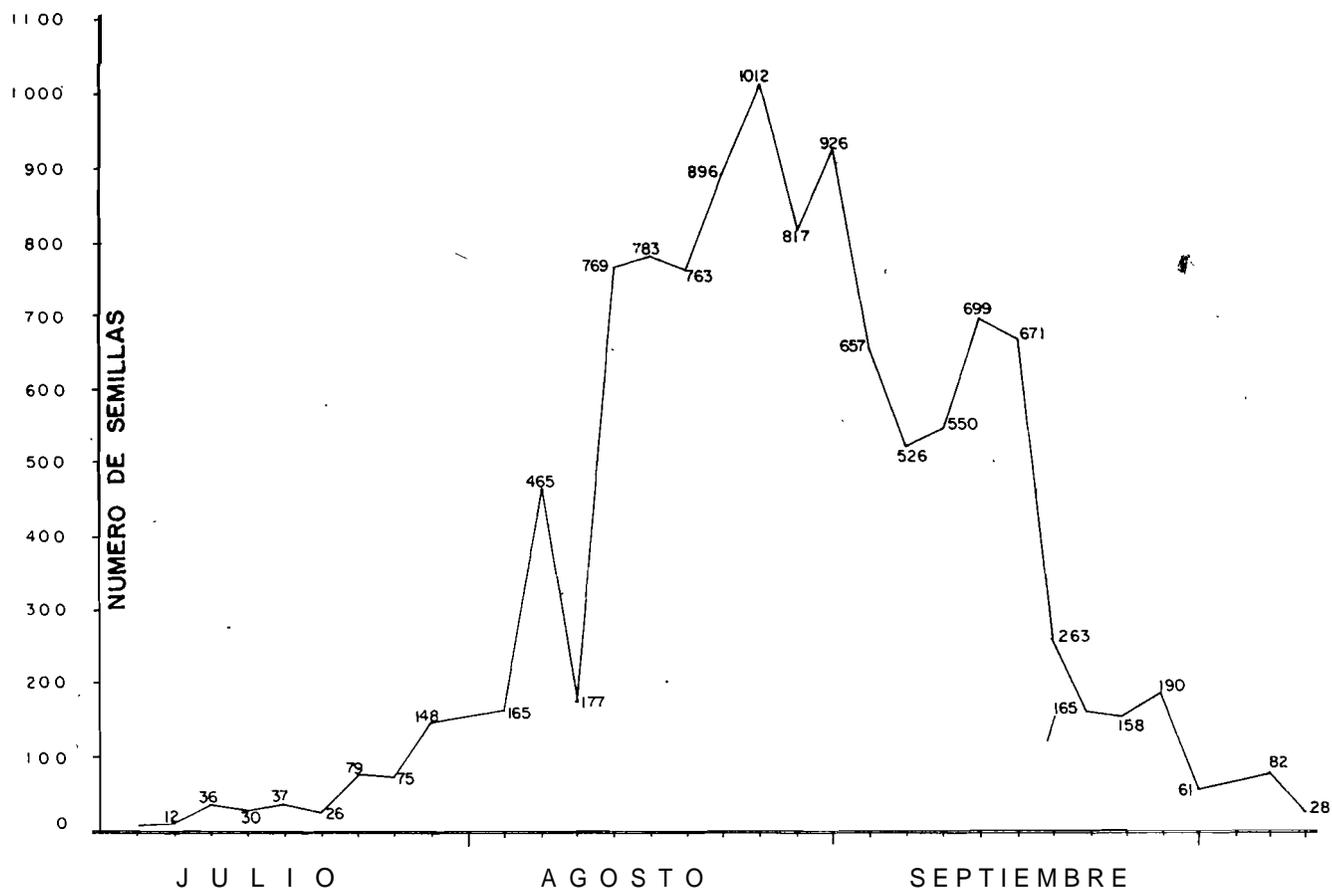


Los picos de la curva, que corresponden a un incremento en el número de semillas producidas durante el periodo, se encuentran asociadas con precipitaciones acontecidas entre los días de medición, no así los valles, los cuales es difícil relacionarlos con periodos de no precipitación. Podemos inferir que:

El periodo de dispersión de la semilla está íntimamente ligada a un aumento en la humedad relativa en la región, y la presencia de lluvias dentro de este periodo incrementa el número de semillas producidas, probablemente por la absorción de humedad *que* realiza el árbol y su parásito, haciendo más turgentes los tejidos del fruto y acumulando una mayor cantidad de energía cinética, que junto con un incremento en la temperatura, aumentaban notoriamente su actividad. Esto lo podemos afirmar ya que las mediciones se realizaban entre las 13 y 14 horas y en los días soleados las descargas eran más frecuentes.

Los datos obtenidos nos vienen a demostrar que el parásito es altamente agresivo en nuestro país, estudios anteriores sobre el género en

FIG. 4 ARBOL INDIVIDUAL CON UN INDICE DE INFECCION 6



Colorado, EUA., nos indican que en esa zona el periodo de dispersión sólo abarca unas tres semanas, coincidiendo también con el periodo de lluvias (Hawksworth, 1961) y la producción por ha tan sólo ascendió de 300 000 a 800 000 semillas [Hawksworth, 1965b].

Solamente la semilla producida por un individuo puede compararse con la de todo un rodal, esto nos indica que todo el arbolado que se halle bajo un árbol con un alto índice de infestación tiene poca probabilidad de desarrollarse normalmente.

La figura 5 nos muestra la densidad de semilla que fue colectada a diferentes distancias del origen, pudiendo observar que la gran mayoría (91%) caen hasta un diámetro de 8.70 m. Asimismo, se registraron semillas a una distancia máxima de 15 m. La producción de semilla por ha es un parámetro que nos puede ayudar a inducir que el avance de la enfermedad en nuestros bosques es mucho más veloz de lo que se había estimado pudiendo incrementar su área rápidamente.

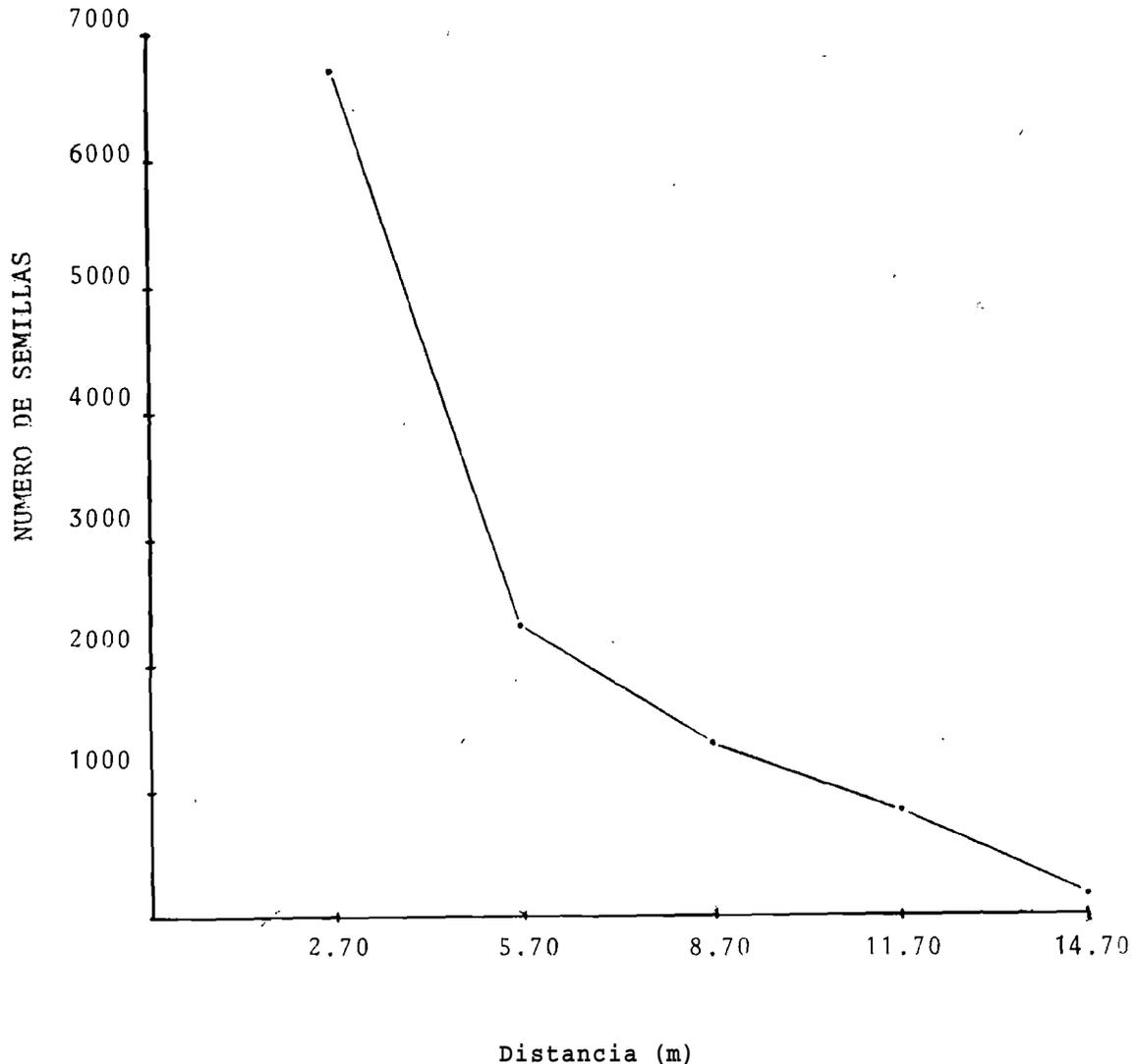


FIG. 5 RELACION ENTRE DENSIDAD DE SEMILLAS Y DISTANCIA DEL ORIGEN

Bibliografía

- ANDREWS, S.R. and J.P. DANIELS. 1960. A survey of dwarf mistletoes in Arizona and New Mexico. USDA. Ser. Rocky Mountain Forest and Range Exp. Stn. Pap. 49. 17 p.
- BARANYAY, J.A. 1972. Dwarf mistletoes in British Columbia and recomendations for their control. *Can. For. Serv. Rept. BC-X-72*, 18 p.
- CABALLERO, D.M. 1970. Principales enemigos del bosque. Aria de coníferas de Zacatecas, Sinaloa y Jalisco. INF. México, Bol. 14.
- GUTIERREZ, R.M. 1970. Efecto del parasitismo de muérdago enano (*Arceuthobium sp.*) sobre el desarrollo en grosor del fuste de *Pinus montezumae* y *P. hartwegii* en el cerro "Telapón", Edo. de México. *INIF. México. Bol. Téc. 34*, 15 p.
- HAWKSWORTH, F.G. 1961. Dwarfmistletoe of ponderosa pine in southwest. USDA. *Tech. Bull. 1246*, 112 p.
- HAWKSWORTH, F.G. 1965a. *Arceuthobium* in Mexico. *Brittonia 17*:213-237.

3. TAXONOMIA

EL USO DE LA CAPSULA SEMINAL EN LA IDENTIFICACION DE ESPECIES MEXICANAS DEL GENERO *DENDROCTONUS* (COL.: SCOLYTIDAE)

Blanca E. Gutiérrez Barba *

Introducción

El género *Dendroctonus* ha sido tradicionalmente la principal plaga en los bosques del país.

El combate de esta plaga como el de cualquier otra, requiere de estudios de biología, ecología, etc., que sólo pueden llevarse a cabo si primeramente se realiza una correcta identificación.

Las claves que actualmente existen, han sido elaboradas principalmente por investigadores extranjeros. Aunque se ha contemplado para su elaboración material colectado en nuestro país, sólo se incluyen colectas parciales del territorio nacional. Por otro lado, las características morfológicas que se incluyen en dichas claves, resultan casi siempre de difícil apreciación para personal no habituado a su uso.

Por el contrario, la cápsula seminal, si bien es necesaria cierta habilidad para su obtención y montaje, es fácilmente distinguible.

Antecedentes

Aunque la identificación de campo no es factible mediante el uso de la cápsula seminal, en muchos casos es el único método real para reco-

* Departamento de Sanidad Forestal. Distrito Federal.

nocer especies (Wood, 1963), esta estructura con valor taxonómico fue designado por Hopkins (1915: 118 citado por Wood, 1963) como la varilla seminal. La nomenclatura existente para designar esta estructura y sus partes es incompleta hasta la fecha.

A pesar del importante valor taxonómico de la cápsula seminal, pocos trabajos descriptivos se han hecho al respecto.

Wood, 1963, incluye esquemas de varilla seminal de las siguientes especies: *D. brevicomis* Lec., *D. frontalis* Zimm., *D. parallelcollis* Chap., *D. adjunctus* Bland., *D. ponderosae*, *D. valens* Lec., *D. terebrans* Oliv., *D. murrayanae* Hopk., *D. obesus* Manh., *D. simplex* Lec., *D. pseudotsugae* Hopk. Sin embargo no menciona nomenclatura ni características diferenciales entre las especies.

Perusquía, 1978, utiliza la cápsula seminal como característica taxonómica en la identificación de las siguientes especies: *mexicanus* Hopk., *frontalis* Zimm., *adjunctus* Blandf., *brevicomis* Lec., *rhizophagus* T & B, *valens* Lec., *parallelcollis* Chap. El autor incluye fotos al microscopio de la estructura mencionada sin señalar las diferencias entre especies.

Gómez, 1982, trabaja con el aparato reproductor de las especies *mexicanus* Hopk., y *frontalis* Zimm. Para distinguir las especies sólo considera largo y ancho del aedeago.

Objetivo

Elaborar una clave para la identificación de las especies tratadas mediante el uso de la cápsula seminal.

Encontrar si existe o no diferencias significativas entre las especies trabajadas de acuerdo a los parámetros utilizados.

Material y Métodos

Se obtuvo la cápsula seminal (Figs. 1 y 2) y se hicieron 20 preparaciones fijas de *D. mexicanus*, 14 de *D. valens*, dos de *D. pseudotsugae*, seis de *D. rhizophagus*, 11 de *D. adjunctus*, seis de *D. aproximatus* y siete de *D. frontalis*.

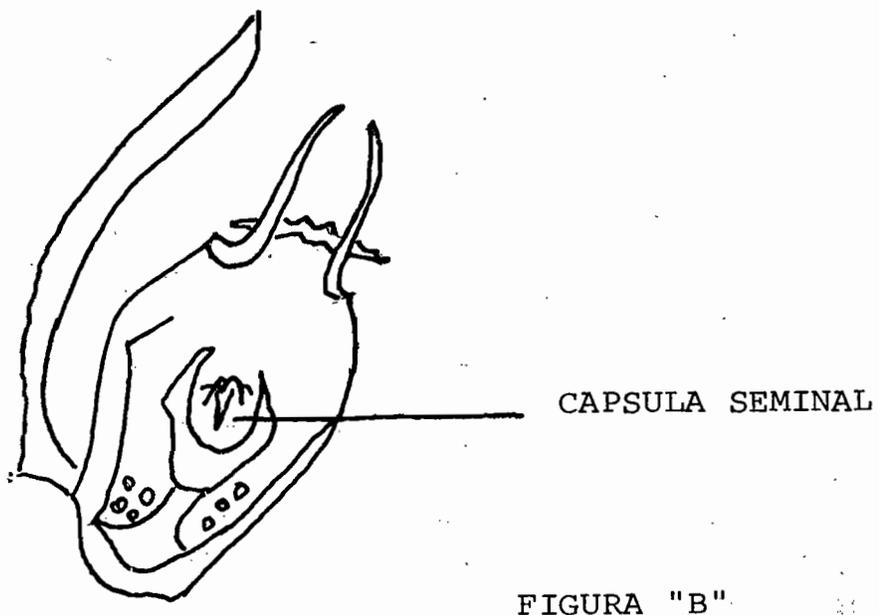
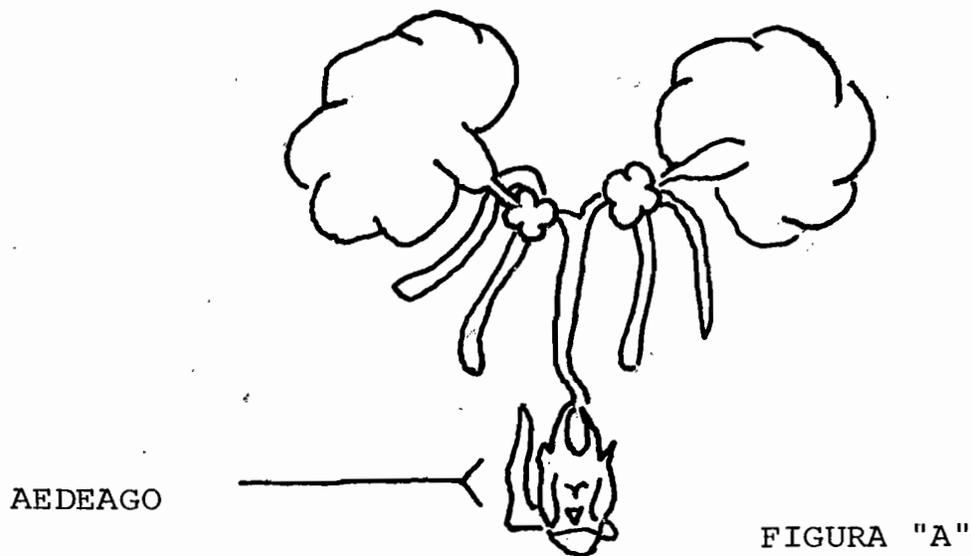


Fig. 1. Aparato reproductor masculino de *Dendroctonus mexicanus* ("A"). Aedeago de *D. mexicanus* ("B").

Fueron observadas con un microscopio estereoscópico marca Rossbach, con el ocular 10 X se colocó la laminilla micrométrica.

Se hicieron mediciones de ancho a la altura de la válvula seminal, largo total y largo de "brazos" de la válvula así como proporción de estas dos últimas medidas.

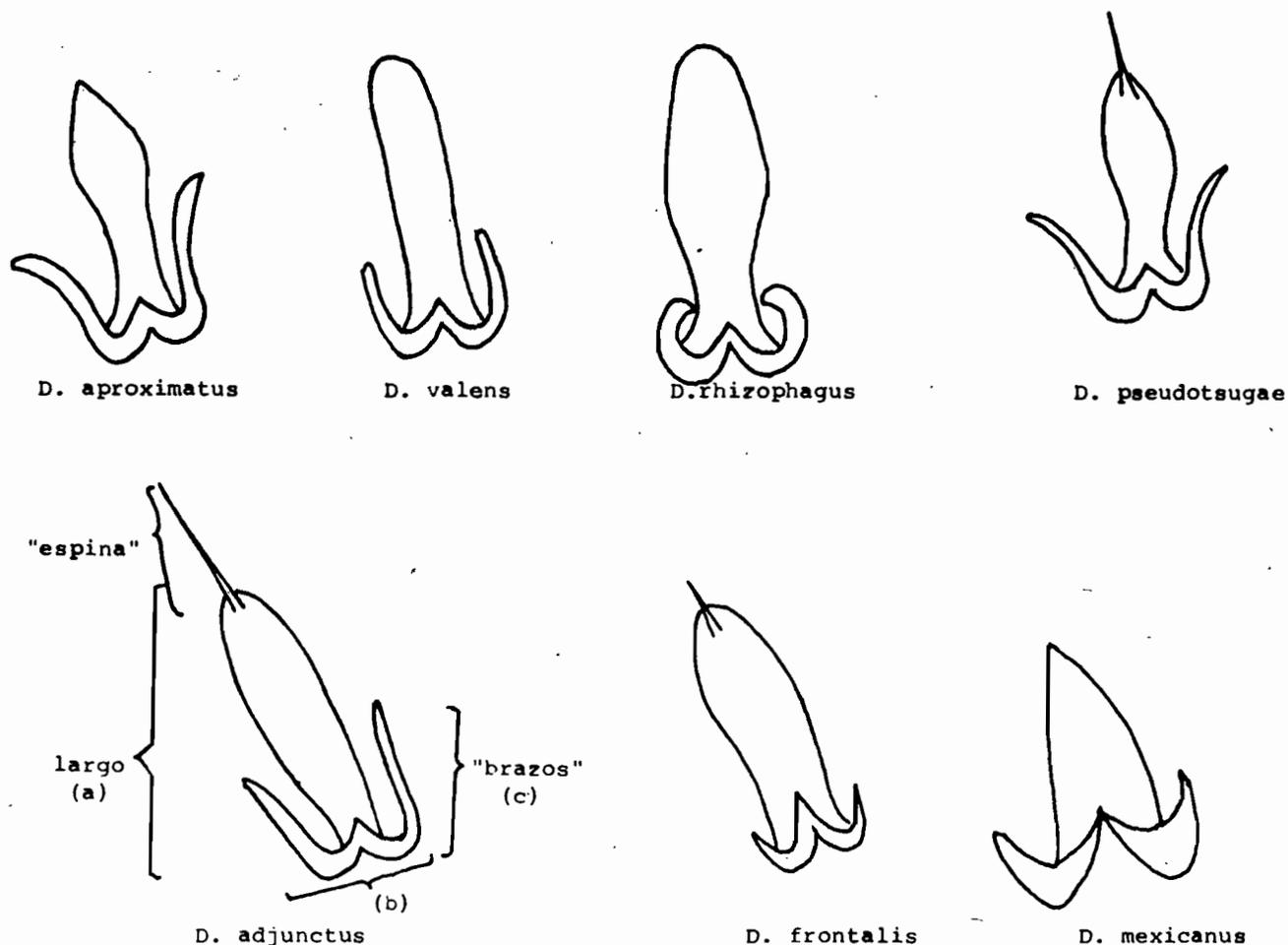


Fig. 2. Cápsulas seminales de las especies de *Dendroctonus* estudiadas.

El material fue colectado en diferentes localidades de la República (Cuadro 1). La colección de preparaciones se encuentra depositada en el Departamento de Sanidad Forestal.

Cuadro 1

Localidades de colecta de los ejemplares trabajados, así como mediciones de parámetros utilizados.

Localidad	Largo (a)	Ancho (b)	"Brazos" (c)	"Espina"
<i>Dendroctonus mexicanus</i>				
Arandín, Sn. Juan Nuevo, Mich.	363	227	227	
Arandín, Sn. Juan Nuevo, Mich.	227	227	136	
Arandín, Sn. Juan Nuevo, Mich.	272	227	136	

(Sigue Cuadro)

(Viene Cuadro)

<i>Localidad</i>	<i>Largo (a)</i>	<i>Ancho (b)</i>	<i>"Brazos" (c)</i>	<i>"Espina"</i>
Tejocotal, Acaxochitlán, Hgo.	318	227	136	
Ixtacuxtla, Tlaxcala	272	227	181	
Cahuacán, Méx.	363	272	227	
Sayula, Jalisco	318	227	227	
Arandín, Sn. Juan Nuevo, Mich.	272	227	136	
Arandín, Sn. Juan Nuevo, Mich.	272	227	136	
Ñadó, Amealco, Querétaro	272	227	136	
Tapalpa, Jalisco	227	181	136	
La Ciudad, El Salto, Durango	227	181	136	
Las Tinajas, México	318	227	181	
H. Galeana, Durango	227	181	136	
Sajalpa, Ocoyoacac, México	227	227	136	
Tulanc-Acaxochitlán, Hidalgo	227	181	136	
El Espinal, Tapalpa, Jalisco	272	227	136	
Río Verde, Durango	227	181	136	
Tapalpa, Jalisco	272	227	136	
Agua Escondida, Chihuahua	272	227	181	
<i>Dendroctonus valens</i>				
Atemajac, Jalisco	590	181	136	
Mezquitic, Jalisco	545	227	159	
Sn. Benito Durango, Durango	613	227	159	
Buenavista 23, Villa Allende	454	227	204	
Sn. Benito Durango, Durango	545	181	181	
Tapalpa, Jalisco	636	227	181	
Los Trigos, Jalisco	613	204	181	
H. Galeana, Durango	545	181	181	
La Laja, Bocoyna, Chihuahua	590	181	159	
Atenquillo, Jalisco	568	181	136	
La Calera, Tapalpa, Jalisco	545	159	136	
Guayaquil, Altamirano, Chiapas	636	227	159	
Sayula, Jalisco	590	227	204	
Atlixnac, Guerrero	681	227	227	
<i>Dendroctonus pseudotsugae</i>				
Santiago Papasquiario, Durango	363	227	159	2
Santiago Papasquiario, Durango	318	227	181	2
<i>Dendroctonus rhizophagus</i>				
Otopari, Chihuahua	545	204	136	
Otopari, Chihuahua	545	227	90.9	
Otopari, Chihuahua	500	227	90.9	
Otopari, Chihuahua	545	227	136	
Otopari, Chihuahua	545	227	136	
Otopari, Chihuahua	522	227	133	

(Sigue Cuadro)

(Viene Cuadro)

<i>Localidad</i>	<i>Largo (a)</i>	<i>Ancho (b)</i>	<i>"Brazos" (c)</i>	<i>"Espina"</i>
<i>Dendroctonus adjunctus</i>				
Arteaga, Coahuila	295	136	181	3
Arteaga, Coahuila	318	181	181	2.5
Ajusco, Tlalpan, Distrito Federal	272	136	113	2.5
Tlaltenango, Tlalpan, Distrito Federal	295	181	136	3
Ajusco, Tlalpan, Distrito Federal	272	136	136	2.5
Ajusco, Tlalpan, Distrito Federal	272	136	181	2.5
Tequisquiapan, México	272	181	136	3
Acopilco, Distrito Federal	272	181	136	3
Desierto de los Leones, Cuajimalpa	318	181	181	3
M. Hidalgo, Distrito Federal-México	363	136	227	4
Rufina, Tlalpan, Distrito Federal	318	91	181	—
<i>Dendroctonus aproximatus</i>				
Llanito, Atenquillo, Jalisco	409	227	204	
La Cuisha, Jalisco	363	272	181	
El Madroño, Jalisco	409	295	181	
Coahuayana, Atemajac, Jalisco	363	227	159	
La Mina, Acaxochitlán, Hidalgo	386	204	181	
Sayula, Sayula, Jalisco	409	227	227	
<i>Dendroctonus frontalis</i>				
Altamirano, Chiapas	227	90.9	90.9	
Tixtlancingo, Guerrero	204	136	90.9	
Altamirano, Chiapas	181	90.9	90.9	
Altamirano, Chiapas	227	90.9	68.1	
Tixtlancingo, Guerrero	204	68.1	90.9	
Tixtlancingo, Guerrero	250	90.9	68.1	
Tixtlancingo, Guerrero	227	90.9	68.1	

Resultados

Primeramente, se llevó a cabo un análisis de varianza monofactorial para determinar si existe o no diferencias significativas entre las especies, para cada uno de los parámetros utilizados (largo total, ancho, y largo de "brazos").

Los resultados de las mediciones se encuentran en el cuadro 1.

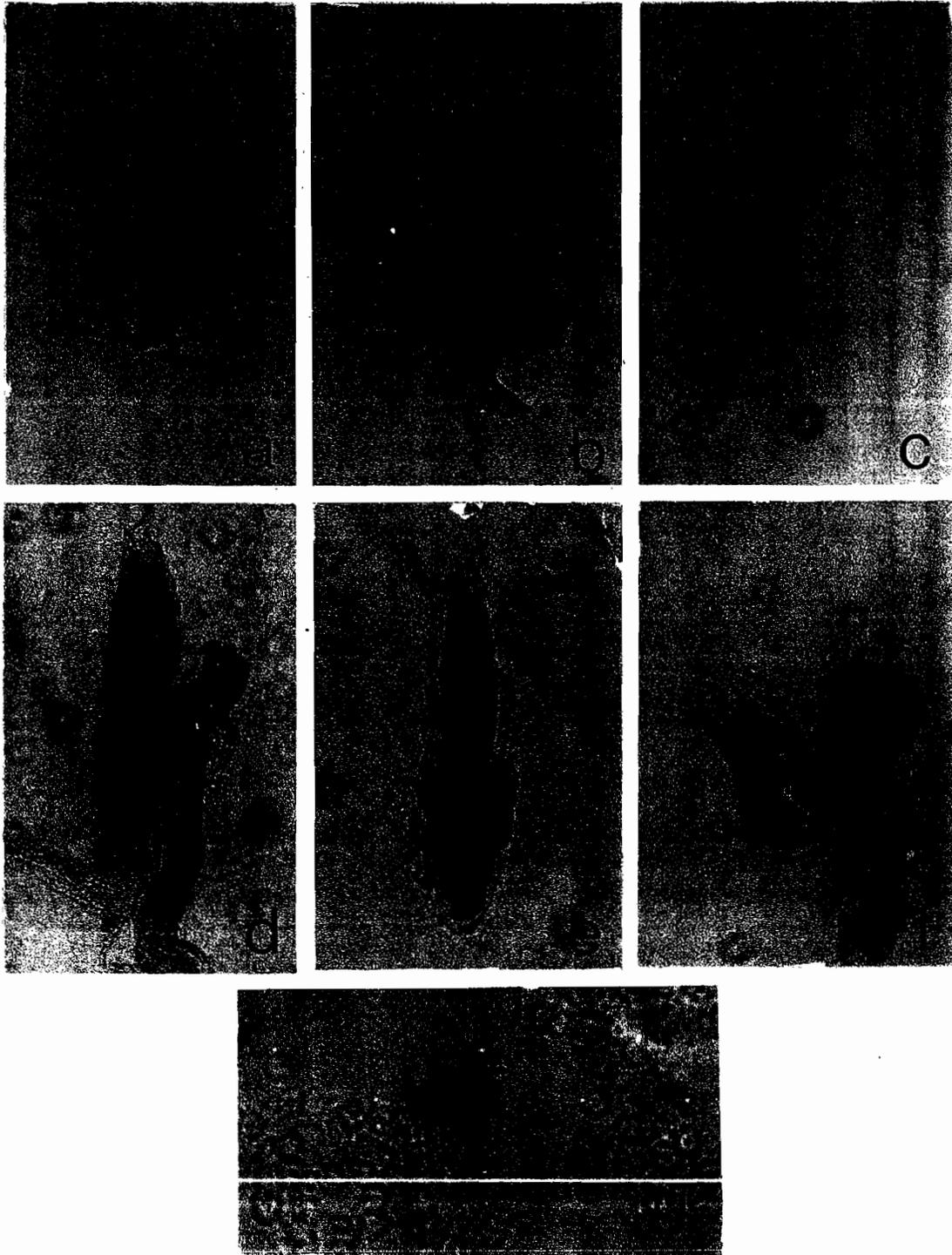


Fig. 3. Vistas frontales de las cápsulas seminales de *Dendroctonus*. a) *D. adjunctus*; b) *D. pseudotsugae*; c) *D. mexicanus*; d) *D. rhizophagus*; e) *D. valens*; f) *D. aproximatus*; g) vista lateral de la cápsula seminal de *D. frontalis*.

**TRATAMIENTO ESTADISTICO
LARGO TOTAL DE CAPSULA SEMINAL (a)**

	<i>D. mex.</i>	<i>D. val.</i>	<i>D. pseu.</i>	<i>D. rhi.</i>	<i>D. adj.</i>	<i>D. apr.</i>	<i>D. fron.</i>
ΣX	5445	8151	681	3202	3267	2339	1520
ΣX^2	1519485	4685431	232893	1710584	979111	914377	333080
n	20	15	2	6	11	6	7
\bar{X}	272.72	585.8	340.5	533.6	298.75	389.8	217.1

$$\Sigma X_t = 24605 \quad \Sigma X_t^2 = 10374961 \quad \text{Grand} = (24605)^2/67 = 9035910.82$$

$$SS_{xt} = 1339050.18 \quad SS_{x \text{ entre}} = \Sigma X_t^2 - \text{Grand} = 1028601.31$$

$$SS_{x \text{ dentro}} = (X_1)^2/n_1 + \dots + (X_n)^2/n_n = 310448.87$$

Fuente	SS	L	Var	f	P
entre	1028601.31	÷ 6	= 171433.55	33.13	2.25 (0.05)
dentro	310448.87	÷ 60	= 5174.15		3.12 (0.01)
total	1339050.18	66			

Dado que $F > P$ sí hay diferencias significativas entre especies.

Para determinar entre cuáles especies existe la diferencia, se procedió a lo siguiente:

— Ordenar las especies de acuerdo a su media, en orden decreciente.

— Obtener la varianza de la media $S_{\bar{x}} = \sqrt{\text{Var Dentro}/n}$

n se calculará como la media armónica = 5.88

Obtener los límites de significancia $\text{Lim} = q \cdot S_{\bar{x}}$

Calcular lim. para cada "k"

<i>D. frontalis</i>	217.1	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6	k=7
<i>D. mexicanus</i>	272.72						
<i>D. adjunctus</i>	298.75						
<i>D. pseudotsugae</i>	340.5						
<i>D. aproximatus</i>	389.9						
<i>D. rhizophagus</i>	533.6						
<i>D. valens</i>	585.8						

$$S_{\bar{x}} = 29.66$$

k	2	3	4	5	6	7
q	2.83	3.4	3.74	3.98	4.16	4.31
lim	83.94	100.8	110.9	118.	123.3	127.8

$\bar{X}_{\text{fron}} - \bar{X}_{\text{mex}}$	55.62		
$\bar{X}_{\text{fron}} - \bar{X}_{\text{adj}}$		81.65	
$\bar{X}_{\text{fron}} - \bar{X}_{\text{pse}}$			123.4
$\bar{X}_{\text{mex}} - \bar{X}_{\text{adj}}$	26.03		
$\bar{X}_{\text{mex}} - \bar{X}_{\text{pse}}$		67.78	
$\bar{X}_{\text{mex}} - \bar{X}_{\text{apr}}$			117.08
$\bar{X}_{\text{adj}} - \bar{X}_{\text{pse}}$	41.75		
$\bar{X}_{\text{adj}} - \bar{X}_{\text{apr}}$		91.05	
$\bar{X}_{\text{adj}} - \bar{X}_{\text{rhi}}$			234.85
$\bar{X}_{\text{pse}} - \bar{X}_{\text{apr}}$	49.3		
$\bar{X}_{\text{pse}} - \bar{X}_{\text{rhi}}$		193.1	
$\bar{X}_{\text{apr}} - \bar{X}_{\text{rhi}}$	143.8		
$\bar{X}_{\text{rhi}} - \bar{X}_{\text{val}}$	52.2		

Las restas de medias se hicieron hasta que apareció la significancia, es decir, cuando el dato obtenido es mayor que el límite establecido.

TRATAMIENTO ESTADISTICO
ANCHO A LA ALTURA DE VALVULA (b)

	<i>D. mex.</i>	<i>D. val.</i>	<i>D. pseu.</i>	<i>D. rhi.</i>	<i>D. adj.</i>	<i>D. apr.</i>	<i>D. fron.</i>
ΣX	4355	2857	454	1339	1631	1452	591
ΣX^{29}	59195	591405	103058	299261	250301	357212	59901
n	20	14	2	6	11	6	6
\bar{X}	220.45	220.28	227	223.1	148.27	242	98.5

$$\Sigma X_t = 12679$$

$$\Sigma X_t^2 = 2620333$$

$$\text{Grand} = 2473185.25$$

$$SS_{xt} = 147147.75$$

$$SS_{\text{entre}} = 111456.56$$

$$SS_{\text{dentro}} = 35691.19$$

$$S_{\bar{x}} = 10.32$$

Fuente	SS	°L	Var	F	P
Entre	111456.56	6	18576.09	30.19	2.27 3.15
Dentro	35691.19	58	615.37		
Total	147147.75	64			

F > P SI HAY DIF.

frontalis (94.61), *adjunctus* (148.26), *valens* (204.07), *mexicanus* (220.45), *rhizophagus* (223.1), *pseudotsugae* (227) y *aproximatus* (242).

k	2	3	4	5	6	7
p	2.83	3.4	3.74	3.98	4.16	4.31
lim	29.22	35.08	38.59	41.07	42.93	44.47

<i>fron-adj</i>	53.65					
<i>adj-vale</i>	55.81					
<i>vale-mex</i>	16.38					
<i>vale-rhi</i>			19.03			
<i>vale-pse</i>				22.93		
<i>vale-apr</i>					37.93	
<i>mex-rhi</i>	2.65					
<i>mex-pseu</i>			6.55			
<i>mex-apro</i>				21.65		
<i>rhi-pseu</i>	3.9					
<i>rhi-aprox</i>			18.9			
<i>pseu-apr</i>	15.0					

TRATAMIENTO ESTADISTICO
LARGO DE BRAZOS (c)

	<i>D. mex.</i>	<i>D. val.</i>	<i>D. pseu.</i>	<i>D. rhi.</i>	<i>D. adj.</i>	<i>D. apr.</i>	<i>D. fron.</i>
ΣX	3219	2403	340	703	1766	1133	477
ΣX^2	554847	422417	58042	84819	296360	216709	38715
\bar{n}	20	14	2	6	11	6	6
\bar{X}	160.95	171.35	170	117.13	160.5	188.83	79.5

Análisis de Resultados

Tomando en cuenta los parámetros largo (a), ancho (b) y largo de "brazos" (c) en todos existen diferencias significativas entre las especies. Al hacer el análisis para determinar entre qué especies existe diferencia, se observó:

LARGO (a)

SI EXISTE DIFERENCIA	NO EXISTE
<i>D. frontalis-pseudotsugae</i> <i>frontalis-aproximatus</i> <i>frontalis-rhizophagus</i> <i>frontalis-valens</i>	<i>frontalis-mexicanus</i> <i>frontalis-adjunctus</i>
<i>D. mexicanus-aproximatus</i> <i>mexicanus-rhizophagus</i> <i>mexicanus-valens</i>	<i>mexicanus-adjunctus</i> <i>mexicanus-pseudotsugae</i>
<i>D. adjunctus-rhizophagus</i> <i>adjunctus-valens</i>	<i>adjunctus-pseudotsugae</i> <i>adjunctus-aproximatus</i>
<i>D. pseudotsugae-rhizophagus</i> <i>pseudotsugae-valens</i>	<i>pseudotsugae-aproximatus</i>
<i>D. aproximatus-rhizophagus</i> <i>aproximatus-valens</i>	 <i>rhizophagus-valens</i>

ANCHO (b)

SI EXISTE DIFERENCIA	NO EXISTE
<i>D. frontalis-adjunctus</i> <i>frontalis-valens</i> <i>frontalis-mexicanus</i> <i>frontalis-rhizophagus</i> <i>frontalis-pseudotsugae</i> <i>frontalis-aproximatus</i>	<i>valens-mexicanus</i> <i>valens-rhizophagus</i> <i>valens-pseudotsugae</i> <i>valens-aproximatus</i> <i>mexicanus-rhizophagus</i> <i>mexicanus-pseudotsugae</i>
<i>D. adjunctus-valens</i> <i>adjunctus-mexicanus</i> <i>adjunctus-rhizophagus</i> <i>adjunctus-pseudotsugae</i> <i>adjunctus-aproximatus</i>	<i>mexicanus-aproximatus</i> <i>rhizophagus-pseudotsugae</i> <i>rhizophagus-aproximatus</i> <i>pseudotsugae-aproximatus</i>

$$\Sigma X_t = 10041$$

$$\Sigma X_t^2 = 1671909$$

$$\text{Grand} = (10041)^2/65 = 1551102.79$$

$$\text{SS}_{xt} = 120806.21$$

$$\text{SS}_{\text{entre}} = 55014.15 \quad H = 5.77$$

$$\text{SS}_{\text{dentro}} = 65792.06 \quad S_{\bar{x}} = 14.02$$

Fuente	SS	°L	Var	F	P
Entre	55014.15	6	9196.03	8.08	2.27 (0.05) 3.15 (0.01)
Dentro	65792.06	58	1134.35		
Total	120806.21	64			

F > P Sí hay diferencias significativas.

frontalis (81.18), *rhizophagus* (117.13), *adjunctus* (160.5), *mexicanus* (160.95), *pseudotsugae* (170), *valens* (171.35), *aproximatus* (188.83).

k	2	3	4	5	6	7
q	2.83	3.4	3.74	3.98	4.16	4.31
lim	36.33	43.65	48.02	51.1	53.41	55.34

<i>fron-rhiz</i>	35.95					
<i>fron-adj</i>			79.32			
<i>rhiz-adj</i>	43.37					
<i>adj-mex</i>	0.45					
<i>adj-pseu</i>			9.05			
<i>adj-vale</i>				10.85		
<i>adj-apr</i>					28.33	
<i>mex-pseu</i>	9.05					
<i>mex-vale</i>			10.04			
<i>mex-apr</i>				27.88		
<i>pseu-vale</i>	1.35					
<i>pseu-apr</i>			18.83			
<i>vale-apr</i>	17.48					

SI EXISTE DIFERENCIA	NO EXISTE	
	BRAZOS (c)	
<i>D. frontalis-adjunctus</i>	<i>front-rhiz</i> *	<i>adjunctus-mexicanus</i>
<i>frontalis-mexicanus</i>		<i>adjunctus-pseudotsugae</i>
<i>frontalis-pseudotsugae</i>		<i>adjunctus-valens</i>
<i>frontalis-valens</i>		<i>adjunctus-aproximatus</i>
<i>frontalis-aproximatus</i>		<i>mexicanus-pseudotsugae</i>
<i>D. rhizophagus-adjunctus</i>		<i>mexicanus-valens</i>
<i>rhizophagus-mexicanus</i>		<i>mexicanus-aproximatus</i>
<i>rhizophagus-pseudotsugae</i>		<i>pseudotsugae-valens</i>
<i>rhizophagus-valens</i>		<i>pseudotsugae-aproximatus</i>
<i>rhizophagus-aproximatus</i>		<i>valens-aproximatus</i>

* Valor muy cercano al límite establecido.

CLAVE PARA LA IDENTIFICACION DE ESPECIES MEXICANAS
(más comunes) DEL GENERO *Dendroctonus* (Col.: Scolytidae)

1. Varilla seminal con una prolongación a manera de espina 1
No así. Al menos, sí presente, no es muy aparente 3
2. Longitud de la "espina" 130 en promedio, forma de los brazos rectos. Anchura de la válvula 148 en promedio *D. adjunctus* Bland. (Fig. 4).
Espina menor. Forma de los brazos curvos. Anchura de la válvula 227 en promedio, descortezador primario de *Pseudotsugae* sp. *D. pseudotsugae* Hopk. (Fig. 5).
3. Longitud total de la cápsula entre 217 y 272 4
Longitud total de la cápsula mayor 5
4. Longitud de "brazos" 81.18 promedio *D. frontalis* Hopk. (Fig. 6).
Longitud de "brazos" mayor que eso. En promedio 160. *D. mexicanus* Zimm. (Fig. 7).
5. Brazos acortados de apariencia globosa, 117 en promedio de longitud. Insectos que atacan a las raíces. *D. rhizophagus* T & B (Fig. 8).
Brazos mayores en longitud. Forma diferente 6
6. Brazos rectos, paralelos a la varilla seminal. Insectos de color café-rojizos. Secundarios. Longitud total de cápsula 533.6 en promedio *D. valens* Le Conte (Fig. 9).

Brazos de válvula poco curvados hacia afuera. Longitud total de la cápsula 389.8 en promedio. Insectos de color negro. Secundarios. *D. aproximatus* Dietz (Fig. 10).

Conclusiones

- El uso de la cápsula seminal presenta diferencias significativas entre las especies estudiadas, por lo que puede ser utilizada en la identificación de las mismas.
- La identificación mediante el uso de esta estructura presenta la dificultad de ser indispensables los machos para la determinación de la especie. Sin embargo, es una técnica más sencilla y fácil de utilizar que la observación de las características morfológicas externas del insecto.
- Sólo se trabajaron seis especies mexicanas de acuerdo a las reportadas por Wood (1982), además de *D. frontalis* que el citado autor no reporta para México. Al respecto, podemos mencionar que las diferencias encontradas entre *D. frontalis* y otras especies, especialmente *D. mexicanus*, deben tomarse en cuenta para la aceptación como especie localizada en nuestro país

Agradecimientos

Deseo externar mi profundo agradecimiento a la Biól. Amelia Ojeda A. por su colaboración en el montaje de algunas de las cápsulas utilizadas. Asimismo al Biól. Alejandro Camacho Vera por su orientación y ayuda en el análisis estadístico de los datos.

Bibliografía

- GOMEZ, V.L. 1982. Contribución al conocimiento de la dinámica de poblaciones y de la anatomía del aparato reproductor de *D. frontalis* Zimm. Tesis Profes. IPN. Méx.
- PERUSQUIA, J. 1978. Descortezador de los pinos (*Dendroctonus* spp.) taxonomía y distribución. *Bol. Téc. Inst. Nal. Invest. For. México*. No. 55.
- WOOD, S.L. A revision of the bark beetle genus *Dendroctonus* Eich. (Col.: Scolytidae). Vol. XXIII. *The Great Basin Naturalist*. Brigham Young Univ. USA.
- WOOD, S.L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Col.: Scolytidae) a taxonomic monograph. *Great Basin Naturalist Memoirs*. No. 6. Brigham Young University. Provo. UTAH.

4. EVALUACION, DETECCION Y CONTROL DE PLAGAS FORESTALES

ALGUNAS CARACTERISTICAS DASOMETRICAS DE RODALES ATACADOS POR *DENDROCTONUS ADJUNCTUS* BLANDFORD EN ZOQUIAPAN

J. Antonio Sandoval Flores *
David Cibrián Tovar **

Introducción

Uno de los factores de mortalidad en bosques de clima templado frío son las plagas forestales, dentro de las cuales *Dendroctonus adjunctus* Blandford cobra gran importancia por la virulencia de sus ataques.

Debido a las pérdidas que ocasiona por concepto del deterioro de las masas y reducción en la producción forestal, ha sido motivo de investigaciones e implementación de programas de emergencia para combatir sus infestaciones, dado que en muchos casos han resultado afectados los planes de manejo forestal.

Pese a los esfuerzos realizados por algunas instrucciones, se puede decir que hasta ahora sólo se ha combatido al insecto sin que se hayan obtenido resultados satisfactorios.

Lo anterior se debe al poco alcance que han tenido los métodos tradicionalmente utilizados ante el ecosistema forestal y al complejo funcionamiento inherente al mismo. Esto, al lado de la carencia de información que permita establecer las bases para desarrollar una metodología de prevención y control adecuados, nos sitúa ante la panorámica actual.

* Universidad Autónoma Chapingo.

** Depto. de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques.

Todo parece indicar que una de las alternativas más promisorias para alcanzar nuestras metas son los tratamientos silvícolas (control silvícola) a través del control de la estructura y composición de las masas arboladas.

Así pues, en este trabajo se planteó como objetivo determinar la distribución de diámetros, alturas y densidades del arbolado que es comúnmente atacado, considerando que son variables que en un momento dado pueden ser manipuladas por el manejo forestal así como la pendiente y exposición de los rodales atacados.

Todo esto abre paso para que investigaciones posteriores tengan la finalidad de recomendar algunos tratamientos silvícolas que conduzcan al desarrollo de los rodales hacia condiciones en las que las poblaciones de insectos no prosperen a niveles de daño económico.

D. adjunctus fue originalmente descrito por Blandford en 1897, y en 1909 Hopkins lo describió como *Dendroctonus convexifrons*; sin embargo en 1963 Wood señaló que se trata de una sinonimia (Chansler, 1967). Pertenece al orden Coleoptera, familia Scolytidae y subfamilia Hylesininae.

Su distribución geográfica abarca desde el sur de Utah y Colorado en Estados Unidos hasta Guatemala en Centroamérica, donde han ocurrido serios brotes (Chansler, 1967). En México se localiza en los estados de México, Puebla, Jalisco, Michoacán, Querétaro, Oaxaca, Sonora, Chihuahua y en el Distrito Federal; siendo sus hospederos *Pinus hartwegii* Lind; *Pinus herrerae* Martínez, *Pinus michoacana* Martínez, *Pinus montezumae* Lamb; *Pinus pinceana* Gordon y *Pinus rudis* Endl; (Perusquía, 1978) en aquellos lugares cuya altitud varía de 2 600 a 4 000 msnm (Cibrián *et al*, 1980).

En el sur de Nuevo México el insecto presenta una generación anual (Chansler, 1967), y ocurre lo mismo en México, pero se determinó que existe una sobreposición en la emergencia de los adultos (Cibrián *et al*, 1980).

El periodo de dispersión del insecto ocurre desde finales de octubre hasta la segunda semana de enero, con dos tipos de vuelos, vuelo corto (160 m) y vuelo largo (843 m); sigue un patrón de ataque aleatorio en su distribución principal a través del fuste de los árboles plagados, siendo más frecuentemente atacados las categorías diamétricas de 10 a 45 cm (Cibrián *et al*, 1980).

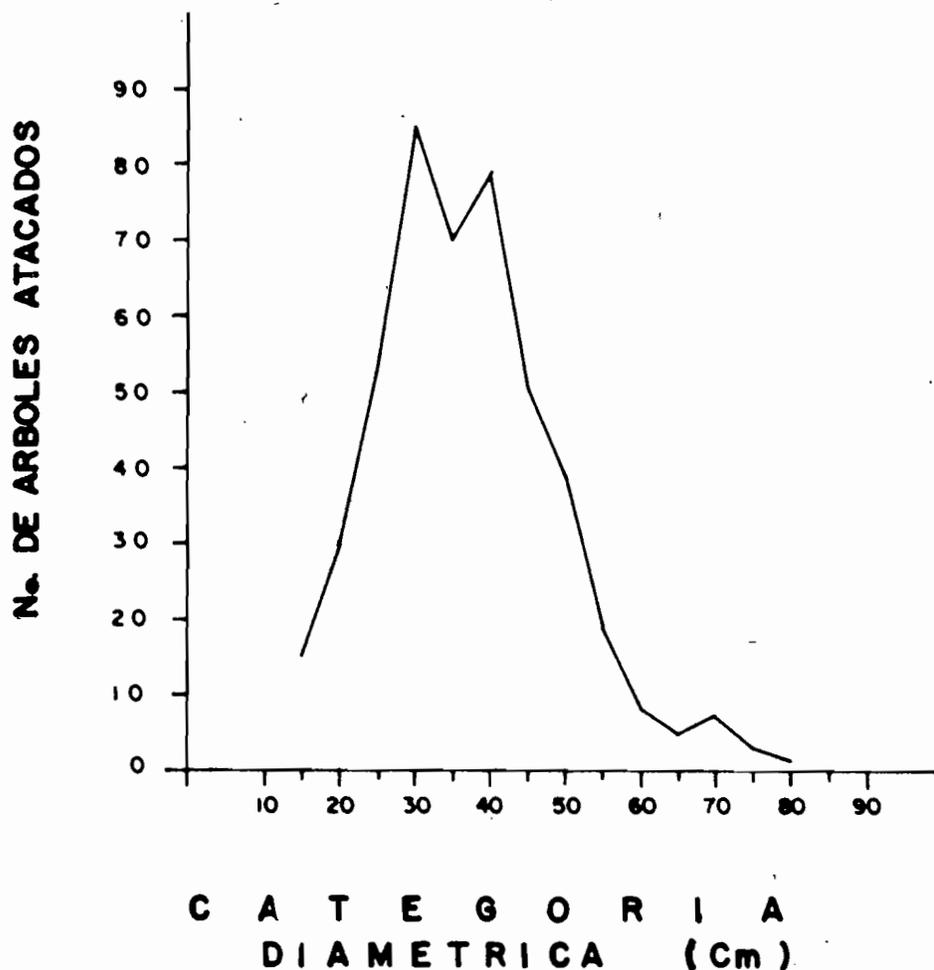


FIG. 1. POLIGONO DE FRECUENCIAS DEL NUMERO DE ARBOLES ATACADOS POR D.adjunctus EN RELACION A LA CD. EN ZOQUIAPAN, MEX.

Entre los factores que afectan a la densidad de población de los insectos tenemos al manejo forestal, parásitos y predadores, temperatura y humedad, etc. (Chansler, 1967).

Para *Dendroctonus frontalis* Zimm., en Estados Unidos se determinó que existen relaciones muy estrechas entre sus infestaciones y las condiciones del rodal y del sitio, tales como tipo de bosque, edad, tamaño de los árboles, densidad del rodal e índice del sitio (Lorio, 1978).

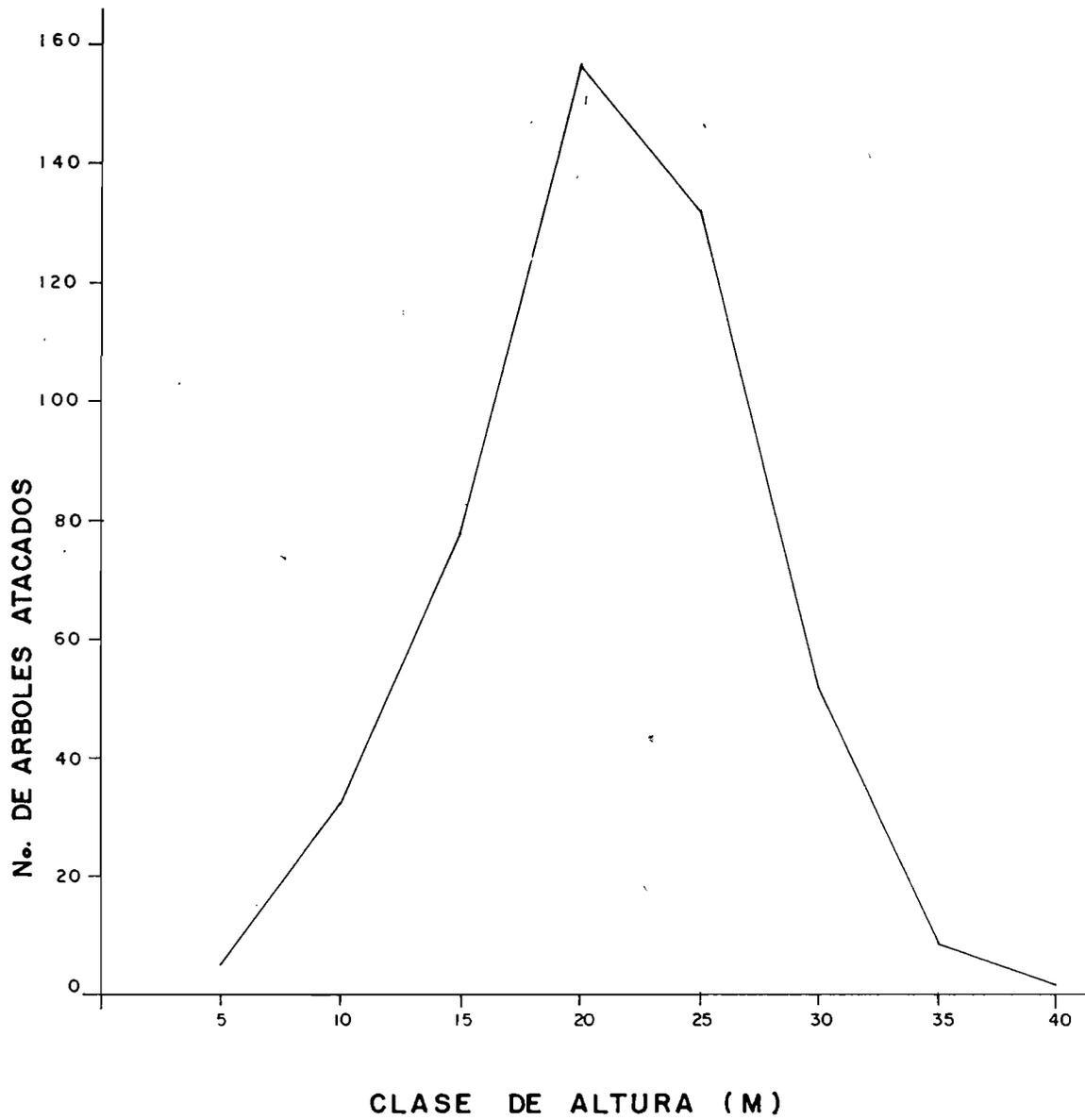


FIG. 2. POLIGONO DE FRECUENCIAS DEL NUMERO DE ARBOLES ATACADOS POR D.adjunctus EN RELACION A LA ALTURA EN ZOQUIAPAN, MEX.

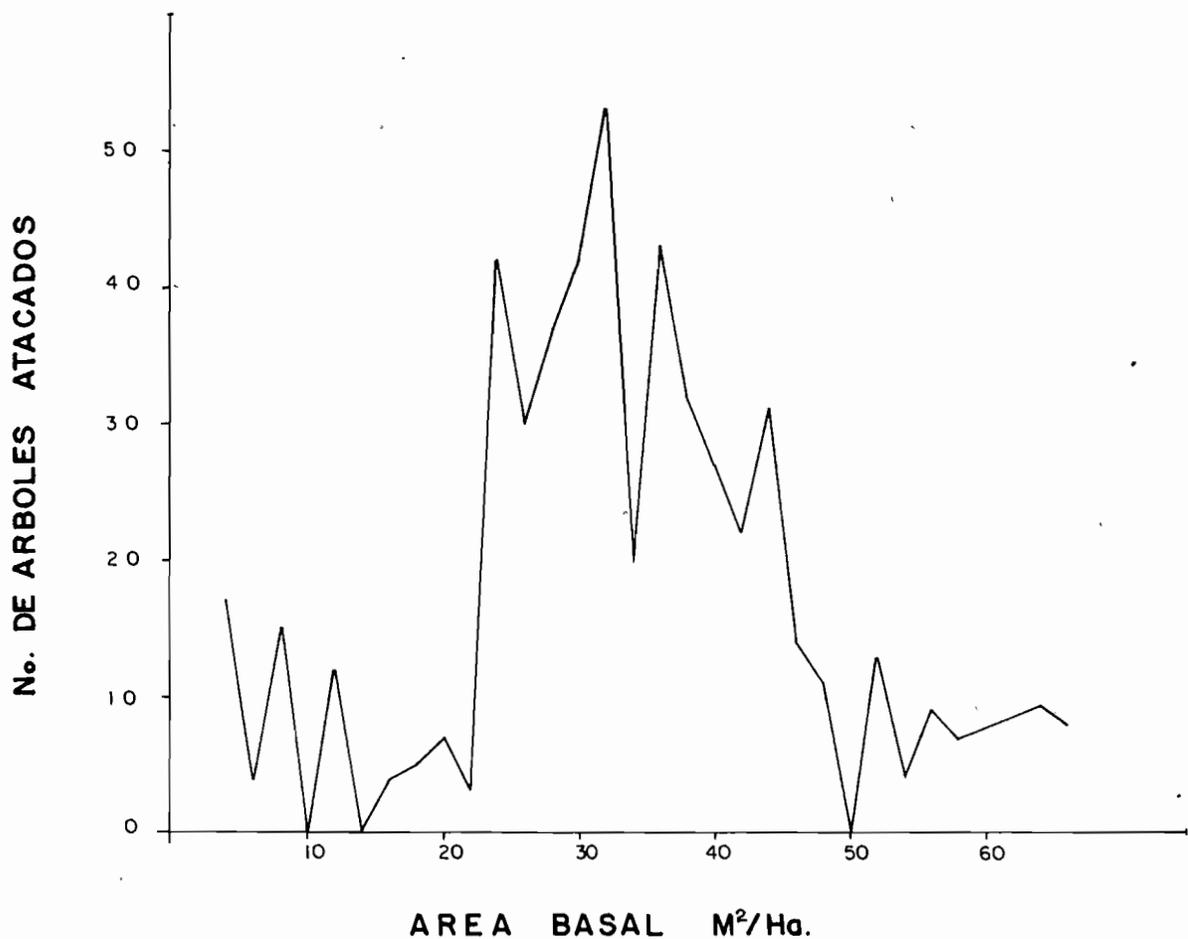


FIG. 3 POLIGONO DE FRECUENCIAS DEL NUMERO DE ARBOLES ATACADOS POR D. adjunctus EN RELACION AL AB/Ha. EN ZOQUIAPAN, MEX.

Lucht *et al* (1974), muestran que probablemente las infestaciones por *D. adjunctus* en el sur de Nuevo México están acelerando la sucesión vegetal. Los pinos han alcanzado tal densidad que se han hecho susceptibles a los ataques, los cuales van abriendo el dosel para dar paso al establecimiento de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se desarrolló en la Estación Forestal Experimental Zoquiapan, Méx., la cual se ubica en los límites de los estados de México y Puebla sobre lo que se conoce como Sierra Nevada.

Se registra un clima templado subhúmedo, con lluvias en verano; con una temperatura media anual de 8°C y precipitación anual de aproximadamente 1 000 mm, de la que el 75% se concentra en los meses de junio a septiembre.

El terreno es relativamente montañoso con altitudes que varían desde 3 000 a 3 700 msnm.

Los suelos tienen un alto contenido de materia orgánica y derivados de cenizas volcánicas, muy ricos en N, Ca y Mg, pero con bajo contenido de P. El pH es ligeramente ácido (5.5-7.1), con profundidades de más de 90 cm y alta capacidad de retención de humedad y poca estabilidad, con buena porosidad y aireación. La textura predominante es la franco-arenosa.

Las masas forestales son básicamente incoetáneas, siendo *P. hartwegii* la especie más importante por la superficie que ocupa; otras especies importantes de la zona son el *P. montezumae*, *P. leiophylla*, *P. ayacahuite*, *P. pseudostrobus*, *P. patula*, *Abies religiosa*, *Quercus sp.* y *Alnus sp.*

Muestreo. Previamente al levantamiento de información se hizo un recorrido por el campo para localizar y marcar sobre fotografías aéreas pancromático blanco y negro de escala 1:35 000 aéreas de 10 000 m² donde había brotes de la plaga.

Posteriormente se llevó a cabo el registro de datos sobre sitios circulares de 17.84 m de radio, es decir, 1 000 m² de superficie. El centro de cada sitio de muestreo fue el centro aproximado de cada brote, y cada uno de éstos siempre quedó incluido dentro de la circunferencia del sitio.

Después de definir el centro de cada sitio se marcó físicamente sobre el terreno su límite, para lo cual se utilizó una cuerda compensada por pendiente, y todos los árboles que quedaron dentro fueron medidos identificando plenamente aquellos sanos de los plagados.

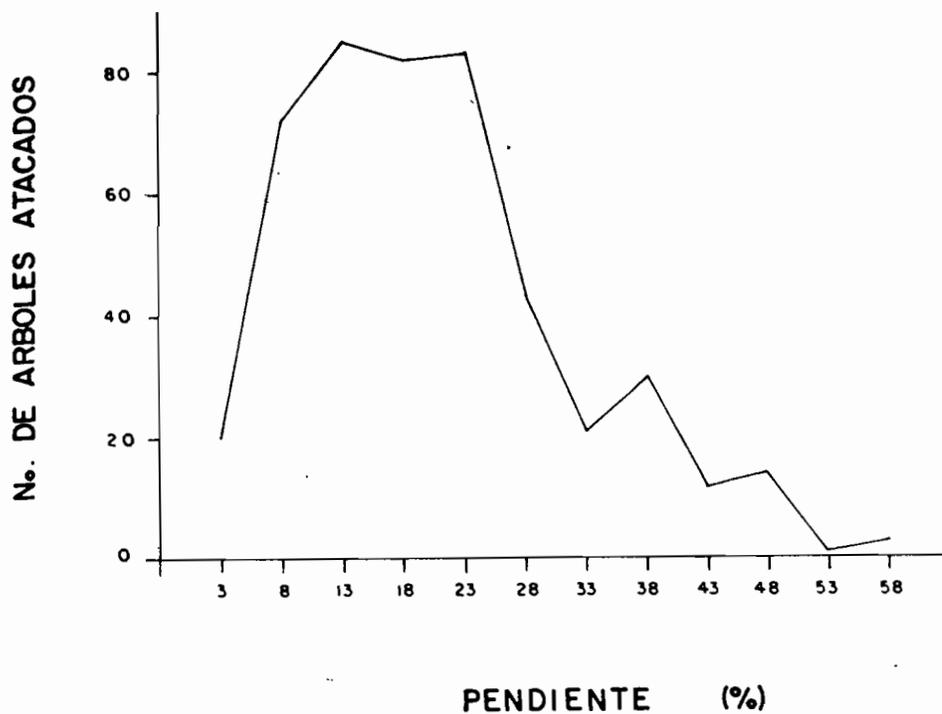


FIG. 4 POLIGONO DE FRECUENCIAS DEL NUMERO DE ARBOLES ATACADOS POR D. adjunctus EN RELACION A LA PENDIENTE EN ZOQUIAPAN, MEX

Las variables medidas dentro de los sitios fueron el diámetro normal (DN), la altura de los árboles, el área basal por hectárea (AB/ha), la pendiente del terreno y la clasificación de copa de los árboles atacados, según el criterio de Hawley y Smith (1972).

Para la medición del DN se usó una cinta diamétrica, pero sin registrar la medida exacta, sino por categorías diamétricas de cinco en cinco cm y a partir de la de 15, dado que en arbolitos de DN menor el insecto no tiene importancia, ya que es muy raro que ocurran ataques.

La altura fue medida utilizando un Clinómetro Suunto, y al igual que para el DN, también se registraron los datos agrupados por categorías de altura (CA) de cinco en cinco m, siendo la mínima de cinco.

El área basal se midió con el relascopio de Bitterlich utilizando el factor de área basal (FAB) 4. Por lo tanto sus unidades son m^2/ha .

El Clinómetro Suunto también fue utilizado para medir la pendiente del terreno registrando la lectura que se leía, pero posteriormente se decidió manejarla por clases de pendiente (Fig. 4) para hacerlo más práctico.

En relación a la clasificación de copa del arbolado, dado que es una característica cualitativa, se estimó para cada árbol su clase de copa apegándose lo máximo posible al criterio mencionado anteriormente.

El análisis estadístico fue realmente muy sencillo. Se hicieron tablas de frecuencias para las primeras cuatro variables consideradas y a partir de ellas se graficaron las frecuencias absolutas en un eje de coordenadas, con la finalidad de facilitar la interpretación de la distribución de frecuencias.

Resultados y Discusión

Se levantó información de un total de 37 áreas, 108 sitios y 2 280 árboles, de estos últimos el 20.44% resultaron atacados.

El número promedio de árboles infestados por sitio fue de $X = 4.32$, con una desviación estándar de $S = 2.7$.

Los árboles más frecuentemente atacados fueron aquellos con categorías diamétricas (CD) de 30, 40, 35, 25 y 45 con 18.24%, 16.95%, 15.02%, 11.59% y 10.94% respectivamente, del total de árboles infestados que fueron medidos.

Estos resultados difieren de lo que encontró Cibrián *et al* (1980), hecho que puede deberse a que el tamaño de muestra que utilizó fue bajo dada la variabilidad de la población y que trabajó en rodales distintos.

En la figura 1 puede observarse que en general el histograma de la distribución de frecuencias tiene una mayor pendiente en las primeras

CD, y ocurre lo contrario con las últimas. Esto indica que existe una tendencia a la ocurrencia de ataques más frecuentes en CD menores que en CD mayores.

En relación a la variable altura, en la figura 2 se muestra que sensiblemente la CA de 20 presenta la mayor frecuencia de árboles atacados con un 33.69% del total; por debajo se encuentran las CA de 25 y 15 con 28.33% y 16.74% respectivamente.

La observación de los polígonos de frecuencia indica que la variación del número de árboles atacados se presenta como una aproximación a la curva normal, existiendo bajas frecuencias en ambos extremos.

Hecho semejante ocurre con la variación de frecuencias de los árboles atacados en relación al AB/ha, sólo cuando las densidades son bajas se observa un ligero incremento en la frecuencia de árboles atacados; ésta decrece hasta llegar a cero en los 14 m²/ha; a partir de este valor se incrementa considerablemente hasta llegar a su pico con una frecuencia de 53 árboles atacados en una área basal de 32 m²/ha. Después de este punto, las frecuencias decrecen hasta llegar a cero con una área basal de 50 m²/ha (Fig. 3).

De acuerdo con la revisión de literatura se esperaba una relación aproximada directamente proporcional entre el AB/ha y el número de árboles atacados, pero no ocurrió así.

Este comportamiento puede ser explicado si además de las variables consideradas, se incluyen otras tales como calidad de estación, altitud y exposición, que de acuerdo con otros autores influyen en la intensidad de las infestaciones.

Otro factor que tiene importancia en la incidencia de ataques en la zona estudiada es la pendiente del terreno.

La frecuencia del número de árboles atacados se incrementa considerablemente en aquellos lugares donde la pendiente varía desde cero hasta 13%; donde alcanza el máximo con un total de 85 árboles atacados. A partir de este punto hasta el 23% de pendiente, la frecuencia de árboles atacados permanece más o menos constante, pero después desciende considerablemente hasta alcanzar un total de 21 árboles atacados en una pendiente del 33%. En términos generales, después de este punto es

menos drástico el descenso del polígono de frecuencias hasta alcanzar un total de un árbol atacado en el terreno cuya pendiente es del 53% (Fig. 4).

Por lo anterior, puede concluirse que en terrenos con pendientes ligeras a medias (menores del 23%) deben tomarse medidas con la finalidad de reducir la incidencia de la plaga, dado que son los lugares con mayor riesgo de infestación.

En el cuadro siguiente se muestra el número y porcentaje de árboles atacados en relación a la vigorosidad del arbolado medido a través de su clasificación de copa:

<i>Clase de copa</i>	<i>No. de árboles atacados</i>	<i>%</i>
Dominante	153	32.83
Codominante	110	23.60
Intermedio	56	12.02
Oprimido	147	31.55
TOTAL:	466	100.00

El arbolado que sufrió el mayor número de ataques fue aquel cuya clase de copa es la dominante, alcanzando un 32.83% del total de los árboles atacados que se midieron. Siguió los de clase oprimido con un 31.55%, los de clase codominante con un 23.60% y finalmente, los árboles con clase de copa intermedia resultaron atacados con menor frecuencia arrojando un 12.02% del total.

Todo indica que el arbolado con clase de copa dominante y codominante no es el más vigoroso; hecho que muy probablemente es debido a la vejez que presentan las masas forestales de esa zona. Por otra parte, se observó la presencia de muérdago enano (*Arceuthobium* spp.) que han debilitado tanto el arbolado haciéndolo susceptible a la incidencia del insecto.

Finalmente, se recomienda que las masas forestales de Zoquiapan no permanezcan exentas de aprovechamientos para poder eliminar de los rodales todos aquellos individuos que por sus características son fuente de aparición de brotes del descortezador.

Bibliografía

- CHANSLER, J.F. 1967. Biology and life history of *Dendroctonus adjunctus* (Coleoptera: Scolytidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 60(4):760-767.
- CIBRIAN, T. D., R. CAMPOS B., M.E. GUERRERO A. y C. PINEDA T. 1980. Dispersión de *Dendroctonus adjunctus* Blandf. (Col: Scolytidae) en la Estación Zoquiapan, Méx. Memoria I Simp. Nal. sobre Parasit. Ftal. 18-19 feb. 1980, ed. por Soc. Méx. Entomol. pp. 154-168.
- HAWLEY, R.C. y D.M. SMITH. 1972. Silvicultura práctica. Ed. Omega, S.A. Barcelona. pp. 371-375.
- LORIO, P.L. 1978. Developing stand risk classes for the souther pine beetle. U.S. Dep. Agric. For. Serv. Res. Pa. SO-144. South For. Esp. Stn., New Orleans, La. 9 p.
- LUCHT, D.D., R.H. FRYE y J.M. SCHMID. 1974. Emergence and attack behavior of *Dendroctonus adjunctus* Blandf. near Cloudcroft, N.M. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 67(4): 610-612.
- PERUSQUIA, J. 1978. Descortezador de los pinos *Dendroctonus* spp; taxonomía y distribución. INIF. SAG. México. *Boj. Téc.* 55. 31 p.

RECONOCIMIENTO DE LAS PRINCIPALES PLAGAS QUE DAÑAN AL GENERO *PINUS* EN EL ESTADO DE DURANGO

*Ariadna Aguirre Bravo **

*Ernesto Alvarado Celestino ***

Introducción

El estado de Durango cuenta con una gran variedad de vegetación, dentro de sus asociaciones de valor comercial se cuenta con los bosques de pino-encino, esto a todo lo largo de la Sierra Madre Occidental que atraviesa al estado en la parte oeste. Siendo el género *Pinus* el pilar de la economía forestal de Durango.

Por las grandes variaciones que trae como consecuencia el relieve de la Sierra Madre Occidental en el estado, el género *Pinus* cuenta con aproximadamente 16 especies que ocupan 4 de los 11 millones de hectáreas que posee el estado, por lo cual este recurso es el más importante en la economía estatal, por esta razón requiere una gran atención en lo referente a detección, evaluación y control de plagas.

Siendo importante el reconocimiento de las principales plagas que atacan al género *Pinus* por el incremento de la actividad forestal que ocasiona mayor importancia de dichas plagas en el estado.

* Instituto Tecnológico Forestal No. 1. El Salto, P.N., Durango.

** Unidad de Administración Forestal No. 2. PROFORMEX, Santiago Papasquiari, Dgo.

Objetivos

1. Detectar las principales plagas forestales que tengan importancia económica en *Pinus* spp.
2. Establecer las características que sirvan como base para las inspecciones de plagas forestales en el estado.
3. Reportar los hospederos y localidades donde se han encontrado dichas plagas.
4. Recopilar la información sobre plagas del género *Pinus* en el estado de Durango.

Metodología

El presente trabajo se basó principalmente en observaciones e inspecciones realizadas en recorridos de campo de 1980 a 1983 en las regiones de El Salto, P.N., Dgo., en la zona indígena del estado, la zona de Otinapa y el área asignada a productos forestales mexicanos; además, de revisión de literatura que se ha publicado acerca de plagas forestales del estado de Durango.

Conclusiones

- Por el gran número de especies del género *Pinus* y de condiciones naturales, la diversidad de especies de insectos plaga es importante.
- A la fecha no está estudiada toda el área forestal del estado, por lo que se requiere continuar realizando estudios en áreas que aún no lo están.
- Hasta ahora no se han presentado brotes fuertes de ataques de plagas, sino sólo esporádicos, pero al estar incrementándose la actividad humana en el bosque, es de esperarse que se agudicen los problemas de plagas.
- Especial atención merecen *Ips pini*, *Dendroctonus rhizophagus*, por ser problemas actuales en arbolado vivo, asimismo *Ips* spp. y ba-

ESPECIES IMPORTANTES DE INSECTOS PLAGA COLECTADOS EN EL ESTADO DE DURANGO.

ESPECIES	HOSPEDEROS	DAÑO	LOCALIDAD
O. Coleoptera Fam. Scolytidae <i>Dendroctonus adjunctus</i> Bland	<i>P. cooperi</i> Blanco, <i>P. arizonica</i> Engelm, <i>P. durangensis</i> Martínez, <i>P. leiophylla</i> Schiede.	Descortezador	El Salto, Topia, El Tecuán, Santiago Fresnos.
<i>Dendroctonus mexicanus</i> Hopkins	<i>P. cooperi</i> Blanco, <i>P. leiophylla</i> Schl et Cham, <i>P. michoacana</i> Martínez, <i>P. ayacahuite</i> <i>brachyptera</i> Shaw, <i>P. teocote</i> Schl et Cham, <i>P. lumholtzii</i> Rob et Fern, <i>P. arizonica</i> Engelm.	Descortezador	El Salto, Sierra Tepehuana.
<i>Dendroctonus valens</i> Lec.	<i>P. chihuahuana</i> Engelm, <i>P. durangensis</i> Martínez, <i>P. engelmanni</i> Carr, <i>P. ayacahuite</i> <i>brachyptera</i> Shaw, <i>P. michoacana</i> <i>cornuta</i> Martínez, <i>P. cooperi</i> Blanco, <i>P. arizonica</i> Engelm, <i>P. teocote</i> Schl et Cham.	Descortezador	El Salto, El Tecuán, Canelas, Montelares, Ciénega de Nuestra Señora, Sierra Tepehuana, El Huacal, Altares y Otinapa.
<i>Dendroctonus rhizophagus</i> Thomas & Braight	<i>P. leiophylla</i> Schiede, <i>P. herrerae</i> Martínez, <i>P. cooperi</i> Blanco, <i>P. durangensis</i> Martínez, <i>P. engelmanni</i> Carr, <i>P. lumholtzii</i> Rob et Fern, <i>P. ayacahuite</i> <i>brachyptera</i> Shaw.	Descortezador, estrangula la raíz en brinzales	El Salto, Los Herrera, Canelas, El Tecuán, El Huacal, Ciénega de la Vaca, Topia y Altares.
<i>Dendroctonus aproximatus</i> Dietz.	<i>P. leiophylla</i> Schiede, <i>P. ayacahuite</i> <i>brachyptera</i> Shaw, <i>P. chihuahuana</i> Engelm, <i>P. engelmanni</i> Carr, <i>P. teocote</i> Schl et Cham, <i>P. durangensis</i> Martínez, <i>P. arizonica</i> Engelm.	Descortezador	El Salto, Ciénega de Nueva Señora y El Tecuán.
<i>Ips pini</i> Say	<i>P. durangensis</i> Martínez, <i>P. ayacahuite</i> <i>brachyptera</i> Shaw, <i>P. cooperi</i> Blanco, <i>P. leiophylla</i> Schiede, <i>P. reflexa</i> , Engelm, <i>P. ponderosa</i> Laws	Descortezador primario	Sierra Tepehuana, El Salto, Otinapa, Ciénega de Nueva Señora y Altares.

(Sigue Listado)

(Viene Listado)

ESPECIES	HOSPEDEROS	DAÑO	LOCALIDAD
<i>Ips</i> spp.	<i>P. cooperi</i> Blanco, <i>P. durangensis</i> Martínez, <i>P. leiophylla</i> Schiede, <i>P. chihuahuana</i> Engelm, <i>P. arizonica</i> Engelm, <i>P. ponderosa</i> Laws, <i>P. engelmanni</i> Carr, <i>P. ayacahuite brachyptera</i> Shaw.	Descortezador secundario	El Salto, La Ciudad, Buenos Aires, Zona Asignada a PROFORMEX, Sierra Tepehuana, Otinapa y Las Adjuntas.
<i>I. mexicanus</i> (Hopkins)			
<i>I. bonanseai</i> (Hopkins)			
<i>I. integer</i> (Eichhoff)			
<i>I. grandicollis</i> (Eichhoff)			
<i>I. lecontei</i> Swaine			
<i>I. plastographus</i> (Le Conte)			
<i>I. cribricollis</i> (Eichhoff)			
<i>I. emarginatus</i> (Le Conte)			
<i>Gonathotrichus</i> spp.			
<i>G. sulcatus</i> Lec	<i>P. leiophylla</i> Schiede	Barrenador de madera recién cortada y madera aserrada húmeda	El Salto, Sierra Tepehuana, Zona de PROFORMEX y Otinapa.
<i>G. nitidifrons</i> Hopkins	<i>P. ponderosa</i> Laws		
<i>G. deileoni</i> Blackman	<i>P. cooperi</i> Blanco		
<i>G. denticulatus</i> Blackman	<i>P. spp.</i>		
<i>G. imitans</i> Wood			
<i>Conophthorus ponderosae</i> Hopkins	<i>P. ayacahuite brachyptera</i> Shaw	Conos y yemas	El Salto, Sierra Tepehuana, Altares, Ciénega de Nuestra Señora y Ciénega de la Vaca.
	<i>P. michoacana cornuta</i> Martínez		
	<i>P. cooperi</i> Blanco, <i>P. cembroides</i> Zucc,		
	<i>P. lumholtzii</i> Rob et Fern, <i>P. chihuahuana</i> Engelm, <i>P. engelmanni</i> Carr, <i>P. durangensis</i> Martínez, <i>P. arizonica</i> Engelm, <i>P. reflexa</i> Engelm.		
<i>Conophthorus cembroides</i> Wood	<i>P. discolor</i> , <i>P. cembroides</i> Zucc	Conos	Santiago Papasquiario.
<i>Conophthorus edulis</i> Hopkins	<i>P. cembroides</i> Zucc, <i>P. discolor</i>	Conos	Santiago Papasquiario.
<i>Conophthorus apachecae</i> Hopkins	<i>P. engelmanni</i> Carr	Conos	El Salto.
<i>Pityophthorus</i> spp. 27 especies	<i>Pinus</i> spp.	Descortezador secundario	En toda la Zona Forestal del Estado.
<i>Hylurgops incomptus</i> (Blendfort)	<i>Pinus</i> spp.	Descortezador secundario	Sierra Tepehuana, El Salto.
<i>Hylurgops planirostris</i> (Chapuis)	<i>Pinus</i> spp.	Descortezador secundario	Sierra Tepehuana, El Salto y Zona de PROFORMEX.
<i>Hylurgops subcostulatus alternans</i> (Chapuis)	<i>P. leiophylla</i> Schiede	Descortezador secundario	(Sigue Listado)

(Viene Listado)

ESPECIES	HOSPEDEROS	DAÑO	LOCALIDAD
<i>Pityoborus secundus</i> Blackman	<i>P. ayacahuite</i> Ehr	Descortezador secundario	El Salto y Zona asignada a PROFORMEX.
<i>Pityoborus hirtellus</i> Wood	<i>P. leiophylla</i> Schiede	Descortezador secundario	
<i>Pityoborus rubentis</i> Wood	<i>Pinus</i> spp.	Descortezador secundario	
<i>Pityoborus intonsus</i> Thomas	<i>Pinus</i> spp.	Descortezador secundario	
Fam: Platypodidae			
<i>Platypus</i> sp.	<i>P. michoacana</i> var. <i>cornuta</i> Martínez	Barrenador de madera recién cortada	Sierra Tepehuana.
Fam. Curculionidae			
<i>Pissodes sitajuarensis</i>	<i>P. cooperi</i> Blanco	Axilas de ramas de árboles pequeños	Topin, El Salto.
<i>Conotrachelus neomexicanus</i> Fall	<i>P. oocarpa trifoliata</i>	Conos	Sierra Tepehuana.
O. Lepidoptera	<i>P. chihuahuana</i> Engelm		
Fam. Olethreutidae	<i>P. lumholtzii</i> Rob et Fern		
<i>Petrova</i> spp.			
	<i>P. durangensis</i> Martínez	Partes de las ramas cerca de las yemas	El Salto, Sierra Tepehuana, La Michilia, Altares.
	<i>P. cooperi</i> Blanco		El Huacal, Ciénega de Nuestra Señora, Ciénega de la Vaca, El Tecuán.
	<i>P. cembroides</i> Zucc		El Salto, Camino de la Michilia a Vicente Guerrero.
<i>Rhyacionia</i> sp.	<i>P. cooperi</i> Blanco	Yemas	
	<i>P. cembroides</i> Zucc		
<i>Eucosma</i> sp.	<i>P. engelmanni</i> Carr	Conos	El Salto.
<i>Cydia</i> sp.	<i>P. cembroides</i> Zucc	Conos	
	<i>P. arizonica</i> Engelm		
Fam. Pyralidae	<i>P. leiophylla</i> Schiede		
<i>Dionyctria</i> sp.	<i>P. chihuahuana</i> Engelm		
<i>D. erithropasa</i>	<i>P. engelmanni</i> , <i>P. cooperi</i> Blanco, <i>P. lumholtzii</i> Rob et Fern, <i>P. ayacahuite</i> Shaw		El Salto, Altares, Ciénega de Nuestra Señora.
<i>D. rossi</i>			(Sigue Listado)

(Viene Listado)

ESPECIES	HOSPEDEROS	DAÑO	LOCALIDAD
Fam. Arctidae <i>Halisidota</i> spp.	<i>P. durangensis</i> Martínez <i>P. ayacahuite brachyptera</i> Shaws	Defoliador	El Salto, El Tecuán, Montelares, El Huacal.
O. Hymenoptera Fam. Torymidae <i>Megastigmus</i> sp. Fam. Diprionidae <i>Neodiprion</i> spp.	<i>P. michoacana cornuta</i> Martínez <i>P. ayacahuite brachyptera</i> Shaw <i>P. cembroides</i> Zucc, <i>P. durangensis</i> Martínez, <i>P. cooperi</i> Blanco	Conos y semillas Defoliador	Sierra Tepehuana. El Salto, Altares, El Huacal, Otinapa, Ciénega de Nueva Señora, Ciénega de la Vaca.
O. Hemiptera Fam. Coreidae <i>Leptoglossus occidentalis</i> Heidemann	<i>P. cembroides</i> Zucc, <i>P. cooperi</i> Blanco, <i>P. chihuahua</i> Engelmann, <i>P. engelmanni</i> Carr, <i>P. lumholtzii</i> Rob et Fern	Conos y semillas	El Salto, Sierra Tepehuana, Camino de la Michilia a Vicente Guerrero, Río Chico.
O. Homoptera Fam. Coccidae <i>Phenacaspis pinifoliae</i> O. Diptera Fam. Cecidomyiidae <i>Cecydomyia</i> sp.	<i>P. cembroides</i> Zucc <i>P. teocote</i> Schl et Cham <i>P. cembroides</i> Zucc <i>P. durangensis</i> Martínez	Follaje Conos	Sierra Tepehuana, Camino de la Michilia a Vicente Guerrero. El Salto.

renadores del grupo Ambrosía en trocería, principalmente como transmisores de la mancha azul.

- No se cuenta en el estado con un programa definido de detección y evaluación de plagas forestales.

Bibliografía

- EGUILUZ, P.T. 1977. Los Pinos del Mundo. Departamento de Enseñanza e Investigación y Servicio en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. Publicaciones Especiales No. 1, 74 p.
- HEDLIN, A.F., H.O. YATES III, D. CIBRIAN T., H.H. EBEL, T.W. KOERBER and E.P. MERKERL. 1980. Cone and Seed Insects of North American Conifers Canadian Forestry Service, U.S. Forest Service, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México.
- THOMAS, J.B. 1966. Some Scolytidae from the Sierra Madre Occidental in Mexico. Forest Research Laboratory, Sault St. Marie, Ontario. Can. Enr. 98:871-875.
- MADRIGAL, S.X. 1977. Características Generales y de la Vegetación del Estado de Durango, México. *Ciencia Forestal* 2(7):30-52.
- MARTINEZ, M. 1948. Los Pinos Mexicanos. Botas. México 2a. ed. 361 p.
- WOOD, S.L. The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a Taxonomic Monograph Great Basin Naturalist Memoirs, Brigham Young University. Number 6.

DISEÑO DE UN METODO DE MUESTREO PARA DESCORTEZADORES DEL PINO

*Alejandro Camacho Vera **
*Doroteo Ascencio Almanza ***
*Exequiel Ezcurra ****

Introducción

Los insectos descortezadores del pino del género *Dendroctonus* (Coleoptera: Scolytidae) representan la plaga forestal de mayor importancia en México, sobre todo desde el punto de vista económico.

Aunque existen diversos métodos para evaluar el grado de infestación por este tipo de plagas (evaluaciones "a ojo", conteos directos, muestreo secuencial y fotografía aérea al infrarrojo), éstos se consideran poco confiables o bien son sofisticados y caros. Es entonces necesario disponer de un método que sobre una base cuantitativa, nos permita evaluar la infestación de un bosque con el menor error y al menor costo posible. El presente trabajo propone una metodología de muestreo confiable y que requiere de un mínimo de equipo, poco tiempo en el sitio de muestreo así como de cálculos sencillos.

Los descortezadores presentan (como la mayoría de los insectos) una distribución espacial de tipo contagioso, razón por la cual al efectuar

* IPN. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Entomología.
** Subsecretaría Forestal. Sanidad Forestal.
*** Instituto de Ecología, A.C. e IPN. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Sección de Graduados.

muestreos, es fácil obtener resultados muy sesgados. Se observa también que la distribución de los árboles afectados por descortezadores del pino es definitivamente contagiosa por lo que, si se muestrearan sólo los árboles plagados o insectos sería necesario señalar un procedimiento para distribución espacial de tipo contagioso; pero por otro lado en caso de muestrear el estrato arbóreo en su conjunto, podemos asumir la condición aleatoria de la distribución, por lo siguiente:

La tendencia más marcada entre los vegetales es hacia distribuciones contagiosas, sin embargo, las plantas anuales y los árboles (en el caso de rodales multiespecíficos) se aproximan a la distribución aleatoria (Mueller-Dombois, 1974).

Para el muestreo de vegetación (incluyendo el estrato arbóreo) se reconocen básicamente dos grandes grupos que son: 1) los métodos de área definida, y 2) los métodos de medición de distancias. Los primeros aun cuando se consideran útiles, presentan el inconveniente de requerir un cierto tiempo en la definición del área de estudio (círculo, cuadrado, etc.) en condiciones de campo. Los métodos de medición de distancias son conocidos también como "Métodos Wisconsin" utilizan generalmente tres parámetros cuantitativos que son: —Dominancia; —Frecuencia; —Densidad.

Se ha hecho costumbre el utilizar el área basal o la cobertura como un estimador de la dominancia (Curtis, 1959). Por lo referente a la densidad, ésta se puede determinar en sus valores absolutos a partir de la medición de la distancia entre individuos o entre un punto de muestreo y el individuo; las distancias así obtenidas, se pueden convertir a valores bidimensionales simplemente elevándolos al cuadrado.

Cottam y Curtis en 1956 publican un trabajo en el que someten a prueba y comparan cuatro métodos de medición de distancias, habiéndose obtenido los mejores resultados con el "Método de Cuadrantes con Punto Central" conocido también como "Método de Puntos en Cuadrante" cuya validación matemática fue efectuada por Morisita en 1954 y el cual ha sido cada vez más utilizado.

Esta técnica nos permite determinar diferencias cuantitativas entre las especies de un rodal a partir de las densidades, dominancias y frecuencias absolutas y relativas por especie y que quedan implícitas en el "Índice de Valor de Importancia" (I.V.I.) que es una suma de los parámetros

relativos mencionados. El I.V.I., puede ser convertido en el "Porcentaje de Importancia" (P.I.) por una simple división entre tres (Risser y Risser, 1971).

El método de cuadrantes con punto central utilizan las distancias del punto al árbol en el cálculo de la llamada Distancia Media (D), Area Media (D²), Densidad Absoluta y Dominancia Absoluta en la forma siguiente:

$$D = \frac{\sum d}{N}$$

$$D^2 = \text{Area Media}$$

$$\text{Densidad Absoluta} = \text{Area}/D^2$$

r = radio

d = distancia del punto al árbol

N = Número de árboles o de cuadrantes medidos

I.V.I. = Índice de valor de importancia.

$$\text{Dominancia Absoluta}_i = \text{Area basal media de la especie (i)} \times \text{Densidad absoluta de la especie (i)}$$

Como se había mencionado:

$$\text{I.V.I.} = \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Densidad relativa}$$

Si el objetivo es el cálculo del I.V.I., es posible prescindir del dato de las distancias de acuerdo a lo siguiente:

Cottam y Curtis (1956), utilizan

$$\text{Area basal} = \pi r^2$$

$$\text{Dominancia Relativa}_i = \frac{\text{Areas basales de la especie (i)}}{\text{Areas basales de todas las especies}}$$

$$\text{Densidad Relativa}_i = \frac{\text{Número de individuos de la especie (i)}}{\text{Número total de individuos}}$$

Finalmente:

$$\text{Frecuencia Absoluta}_i = \frac{\text{Número de puntos con (i)}}{\text{Total de puntos}} \times 100 \dots (1)$$

$$\text{Frecuencia Relativa}_i = \frac{\text{Frecuencia absoluta de la especie (i)}}{\sum \text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100 \dots (2)$$

(1) y (2) se pueden reducir a:

$$\text{Frecuencia Relativa}_i = \frac{\text{Número de puntos con (i)}}{\sum \text{del número de puntos con (i), (j), etc.}} \times 100$$

Diversos autores mencionan que los métodos de medición de distancias sólo son aplicables a distribuciones aleatorias; según el trabajo de Mawson (1957), al aplicar el método de cuadrantes con punto central en una distribución agregada natural dio como resultado una subestimación del 27.6% para el número total de individuos presentes.

Por otro lado es común que el diseño de los muestreos se enfoque hacia obtener los estimadores más exactos y más precisos posibles, dejando sin considerar (en muchos casos) el aspecto de costos y el de tiempo de muestreo.

Lo anterior es entendible en el caso de trabajos que se realizan sobre universos de muestreo más bien pequeños, la situación opuesta se presenta en el caso de trabajos rutinarios sobre grandes universos como en el caso de pastizales y de poblaciones de importancia económica como las plagas forestales.

Algunos autores como Van Dyne *et al* (1963), Cameron (1951) y Cochram (1963), presentan métodos de muestreo en los que es posible sacrificar exactitud hasta un cierto nivel, pero por el otro lado se gana en términos de tiempo y costos.

Los resultados obtenidos en la evaluación del tiempo o costos de un muestreo, definen en muchos casos si un estudio podrá o no ser llevado a cabo.

Material y Métodos

El trabajo de campo se realizó en terrenos del ejido San Felipe Neri en el paraje denominado Campo Correa, municipio de Tlalnepantla, estado de Morelos. El tipo de vegetación de la zona corresponde a bosque de pino el cual en su estrato arbóreo está representado por *Pinus leiophylla*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus* y *Alnus* sp., la altitud es de 2 600 msnm. En el sitio se colectaron insectos descortezadores que fueron identificados como pertenecientes a la especie *Dendroctonus mexicanus*. Además de

los descortezadores, el bosque se presenta alterado por la cercanía de la carretera, caminos madereros, tala clandestina, brechas para electrificación, apertura de terrenos forestales al cultivo e influencia del turismo.

El método consiste en una serie de modificaciones al método de cuadrantes con punto central y del cual se ha eliminado la medición de distancias del punto al árbol.

Además se definen categorías o tipos de árboles en lugar de utilizar especies como se acostumbra. Las categorías utilizadas y sus características se indican a continuación:

Sano. Árboles dominantes, en general, sin deformaciones o tumores muy evidentes, corteza en buen estado, follaje verde, sin grumos de resina sobre la corteza.

Plagado. Árboles que presentan grumos de resina de color blanco cremoso o rojizo en número mayor a cinco (si el número es menor de cinco, la clasificación depende del estado general del árbol), follaje verde-amarillento, amarillento o rojizo, madera con manchas azul-violáceas.

Resistente. Árboles con presencia de grumos de resina de color amarillento pero cristalizados, follaje verde, madera sin manchado azul.

Dañado o susceptible. Árboles con follaje verde pero con corteza dañada por incendios, ocoteo, cinchado, rayos, tumores, deformaciones graves, etc. Frecuentemente árboles dominados o bien con hasta cuatro grumos de resina no cristalizados.

Muerto en pie. Árboles secos, sin follaje o follaje rojizo.

Muerto tirado. Árboles derribados por tala, vientos o desplomados. No se incluirán aquí los restos de árboles ya en pudrición.

Tocón. Base de árboles derribados, pero sin presencia física del tronco. No se incluirán aquí aquellos que se encuentran en estado de pudrición.

Determinación del número óptimo de puntos de muestreo

Una vez definidas nuestras categorías, se procedió a delimitar dos superficies de una hectárea cada una. Se levantó un censo del arbolado

en las dos áreas y se tomaron los siguientes datos: categoría, especie, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura y se etiquetó cada árbol con un número. A continuación se muestrearon 81 puntos (sobremuestreo) de acuerdo a la técnica de puntos con cuadrante central, tomando los datos ya mencionados y estando cada uno de estos puntos separados entre sí 10 m en forma regular y se asignó un número a cada uno de estos puntos. Se registró el tiempo utilizado para cada punto de muestreo así como el tiempo total para muestrear los 81 puntos. Ya en el cubículo se calcularon los Índices de Valor de Importancia (IVI) para cada categoría con los datos obtenidos en el censo, en los 81 puntos y tomando sorteos por series de números aleatorios para: 70, 60, 50, 40, 35, 30, 25, 20, 17, 15, 10, 5, 3 y 2 puntos de muestreo en cada una de las áreas.

Para el cálculo de los I.V.I. se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$b.a = \pi r^2$$

$$b a = \text{área basal}$$

$$r = \text{radio}$$

$$\text{Dominancia Relativa}_i = \frac{(b a_i)}{\text{Area basal de todas las categorías}} \times 100$$

$$\text{Densidad Relativa}_i = \frac{\text{Número de individuos de}_i}{\text{Número total de individuos}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia Relativa}_i = \frac{\text{Número de puntos con (i)}}{\text{Número de puntos de todas las (i)}} \times 100$$

$$\text{I.V.I.} = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

Una vez obtenidos los I.V.I. del censo que denominaremos reales se compararon con los de cada uno de los sorteos aplicando para cada área:

- a) Prueba de U (Mann-Whitney) o Prueba de Wilcoxon;
- b) Correlación de Rangos de Spearman;
- c) Obtención del residual (sumatoria de la diferencia de cuadrados);
- d) Cálculo de la varianza mediante la transformación arc-sénica de los valores I.V.I. (no paramétricos) a valores paramétricos.

A partir de los valores de varianza, se trabajó sobre el análisis de:

- Mínima varianza y
- Estabilización de la varianza

Se practicó asimismo un análisis de regresión y correlación por mínimos cuadrados para la curva teórica.

$$\log Y = \log a + b \log X$$

o sea

$$Y = a X^b$$

La combinación error-esfuerzo de muestreo:

Dado el error (e) como

$$e = f(n)$$

sabemos que

$$\bar{e} \cong t \sqrt{S^2/n}$$

S^2 = Varianza

n = Número de puntos de muestreo

t = Estadístico "t" de Student

T = Tiempo

Definiendo el esfuerzo de muestreo E como:

$$E = n T$$

Multiplicando se obtiene

$$e.E = \sqrt{\frac{S^2 n T}{n}}$$

Podemos entonces definir una función de indiferencia $F(n)$ tal que:

$$F(n) = t_i S_i T \sqrt{n_i}$$

Esta función nos permite definir el punto de $F(n)$ mínimo que corresponde al punto óptimo para el número de puntos de muestreo.

Modelo teórico para $F(n)$

Los valores obtenidos para $F(n)$ se sometieron a pruebas de correlación con una serie de modelos de curvas teóricas, resultando que el mejor ajuste se obtuvo para la ecuación 1 (exponencial negativa) que se obtiene en la forma siguiente:

A partir de la gráfica 1 podemos definir a la varianza como:

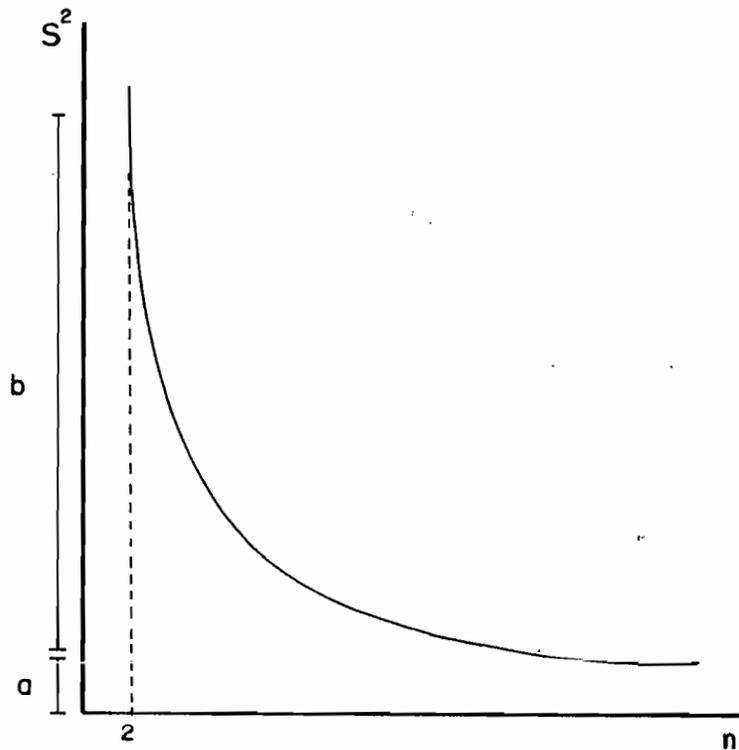
$$S^2 = a + b e^{-c(n-2)}$$

Dado que:

$$e = t \sqrt{S^2/n}$$

Gráfica 1

**Modelo sugerido para
curva de varianzas**



$$S^2 = a + b e^{-c(n-2)}$$

Entonces sustituyendo:

$$e = t \sqrt{\frac{a + b e^{-c(n-2)}}{n}}$$

Sabemos que:

$$E = nT \quad F(n) = E e$$

Sustituyendo

$$F(n) = t \sqrt{\frac{a + b e^{-c(n-2)}}{n}} \cdot Tn$$

Elevando al cuadrado y simplificando

$$F^2(n) = t^2 T^2 \frac{a + b e^{-c(n-2)}}{n} \cdot n^2$$

Sacando raíz cuadrada, se tiene finalmente:

$$F(n) = t T \sqrt{n [a + b e^{-c(n-2)}]} \dots I$$

n = Número de puntos de muestreo

t = Estadístico "t" de Student

S² = Varianza

T = Tiempo

E = Esfuerzo de muestreo

e = Error

a = Constante

b = Constante

c = Constante

Los valores de las constantes a, b, c fueron calculados por un método iterativo de asignación de valores arbitrarios (métodos numéricos). Se aplicó la prueba de F (análisis de varianza) para ajustes no lineales a fin de demostrar la asociación estadística de los valores $F(n)_{obs}$ con los del modelo. Finalmente se calcularon y graficaron los valores de varianza observados y teóricos (de acuerdo a la ecuación exponencial), así como los valores $F(n)$ observados (cálculo directo) y calculados (de acuerdo a la ecuación de ajuste).

Así reuniendo los resultados de

- Obtención del residual ($\Sigma\Delta^2$)
- Mínima varianza
- Estabilización de la varianza
- F(n) observada
- F(n) teórica

Se efectuó el análisis para definir el número óptimo de puntos del muestreo.

Resultados

En el censo del arbolado se encontró lo siguiente:

<i>Tipo</i>	<i>Area 1</i>	<i>Area 2</i>
Sano	72	84
Plagado	21	13
Resistente	2	2
Dañado	9	14
Muerto en pie	3	5
Muerto tirado	0	5
Tocón	8	14
Total:	115	137

Las especies registradas se contabilizaron

<i>Especie</i>	<i>Area 1</i>	<i>Area 2</i>
<i>Pinus leiophylla</i>	7	54
<i>Pinus montezumae</i>	100	65

NOTA: La sumatoria por especie y por tipos no coinciden por no considerarse la especie de los tocones y los muertos tirados.

Se empleó un tiempo de 4.30 horas para muestrear 81 puntos entre dos personas, pero en el muestreo se fueron midiendo las distancias del punto al árbol más cercano, esto nos da un promedio de 3.33 minutos/

punto que se redondearon al entero próximo es decir 4 minutos/punto que fue el tiempo utilizado en el resto de los cálculos.

Los resultados del cálculo de los I.V.I. junto con las varianzas y los valores de la sumatoria de la diferencia de cuadrados ($\Sigma\Delta^2$) se muestran en los cuadros 1 y 2.

En el cuadro 3 se ven los valores obtenidos en la prueba de U debido a que los resultados de la correlación de rangos no permitían interpretación práctica se les eliminó del tratamiento.

Los valores de la transformación arc-sénica de los I.V.I. utilizados para el cálculo de las varianzas se muestran en los cuadros 4 y 5.

Las varianzas se sometieron a correlación obteniéndose:

Area 1

$$\log Y = \log a + b \log X$$

$$Y = a \times b$$

$$\log a = 2.58 ; a = 380.75$$

$$b = 0.78$$

$$r = 0.95$$

Por lo tanto

$$Y = 380.75 \times^{-0.78}$$

Area 2

$$\log a = 2.19 ; a = 154.88$$

$$b = 0.38$$

$$r = 0.85$$

Por lo tanto:

$$Y = 154.88 \times^{-0.38}$$

Las gráficas construidas a partir de las varianzas y de las regresiones utilizando las ecuaciones de ajuste, se muestran en las gráficas 2 y 3. Como se ve la varianza se estabiliza (valores observados) a partir de los 20 puntos (área 1) y 17 puntos (área 2).

En el cuadro 6 se muestran los resultados del cálculo de la $F(n)$, a partir de la cual se elaboró el cuadro 7 donde aparece la columna $F(n)/t$ la que fue tomada como valor de Y (ordenadas) quedando como X (absisas) el número de puntos de muestreo. Estos datos fueron utilizados para el ajuste por métodos numéricos a la función teórica exponencial negativa (ecuación 1) tal que:

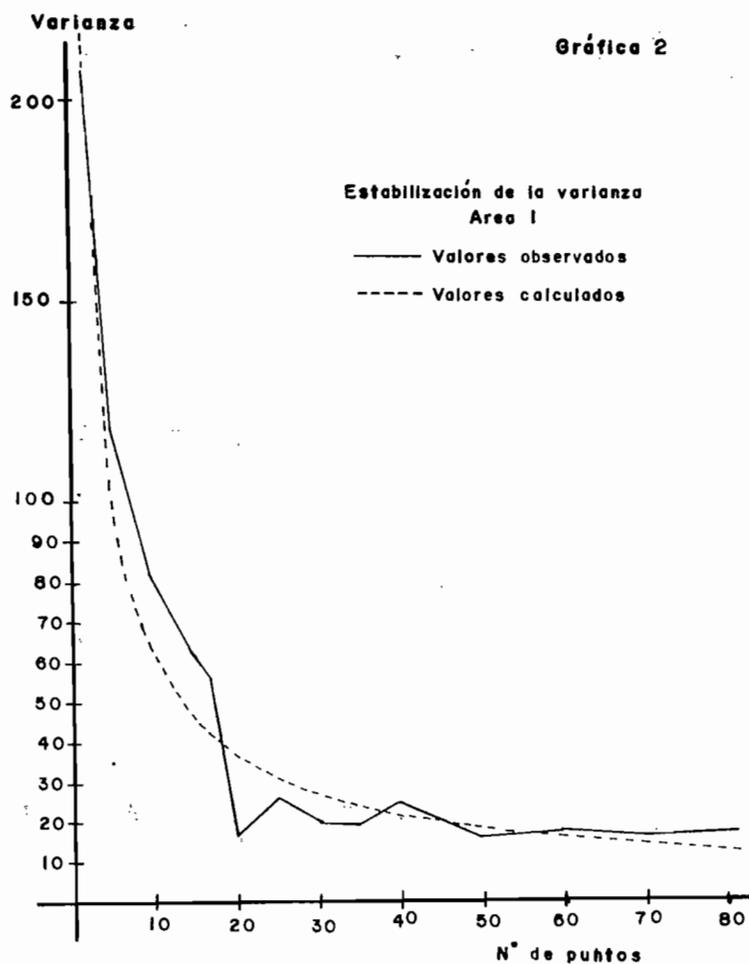
CUADRO 1
VALORES DE INDICÉ DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I.).
AREA 1

<i>Número de puntos</i>	$\Sigma\Delta^2$	S^2	<i>Sano</i>	<i>Plagado</i>	<i>Resistente</i>	<i>Dañado</i>	<i>Muerto en pie</i>	<i>Muerto tirado</i>	<i>Tocón</i>
Reales			189.42	22.19	5.23	53.96	8.34		20.87
81	772.23	17.10	209.00	16.76	1.94	63.13	3.92		5.22
70	784.84	15.48	186.66	23.52	2.72	77.24	3.12		6.73
60	1 235.64	17.017	176.59	23.57	1.63	83.58	7.05		7.56
50	753.05	15.69	187.00	24.34	2.00	76.23	4.42		6.01
40	1 001.35	24.547	190.19	20.54	2.53	79.25	5.06		2.42
35	935.03	19.299	200.51	12.13	2.7	75.35	3.35		5.97
30	629.44	20.05	192.41	28.15	3.30	69.65	3.17		3.31
25	718.92	26.141	191.51	21.92	—	73.89	8.83		3.85
20	678.43	16.427	190.50	16.80	9.48	73.10	5.17		4.94
17	1 071.58	55.41	208.74	13.21	—	65.75	12.31		—
15	1 344.58	61.791	187.83	22.64	6.68	82.85	—		—
10	4 449.45	80.784	158.23	20.39	—	111.48	9.90		—
5	2 648.64	118.37	214.5	—	—	85.5	—		—
3	10 535.56	172.926	154.85	—	—	145.15	—		—
2	7 481.28	207.77	241.70	58.30	—	—	—		—

CUADRO 2

VALORES DE INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (I.V.I.).
AREA 2

Número de puntos	$\Sigma \Delta^2$	S ²	Sano	Plagado	Resistente	Dañado	Muerto en pie	Muerto tirado	Tocón
Reales			186.79	30.74	5.77	27.59	12.01	10.14	27.39
81	981.86	39.33	200.73	30.63	7.62	41.21	16.45	—	3.33
70	975.44	40.402	198.86	33.81	8.80	36.96	14.01	—	2.56
60	1 223.31	41.07	201.36	29.08	8.11	44.73	13.88	—	2.84
50	1 196.14	41.93	194.71	35.92	9.63	47.53	8.93	—	3.27
40	1 307.00	31.549	196.64	27.56	5.86	47.60	20.08	—	2.26
35	735.91	30.760	190.04	32.66	10.19	38.47	21.16	—	7.46
30	1 282.04	41.276	196.08	22.47	3.44	40.45	31.73	—	5.83
25	1 423.21	37.971	200.13	27.77	5.09	53.79	5.99	—	7.13
20	659.8	27.104	192.29	35.27	6.04	23.1	29.43	—	13.88
17	991.71	34.03	198.03	47.46	7.54	31.00	10.76	—	5.22
15	2 361.67	53.182	222.98	14.60	—	41.84	14.33	—	6.25
10	2 153.45	81.945	182.97	21.39	10.24	42.44	42.96	—	—
5	6 093.99	115.986	137.24	29.21	23.9	63.59	46.05	—	—
3	6 524.71	144.81	142.51	19.43	—	30.32	23.53	—	—
2	5 852.26	170.84	219.32	—	—	31.24	—	—	—

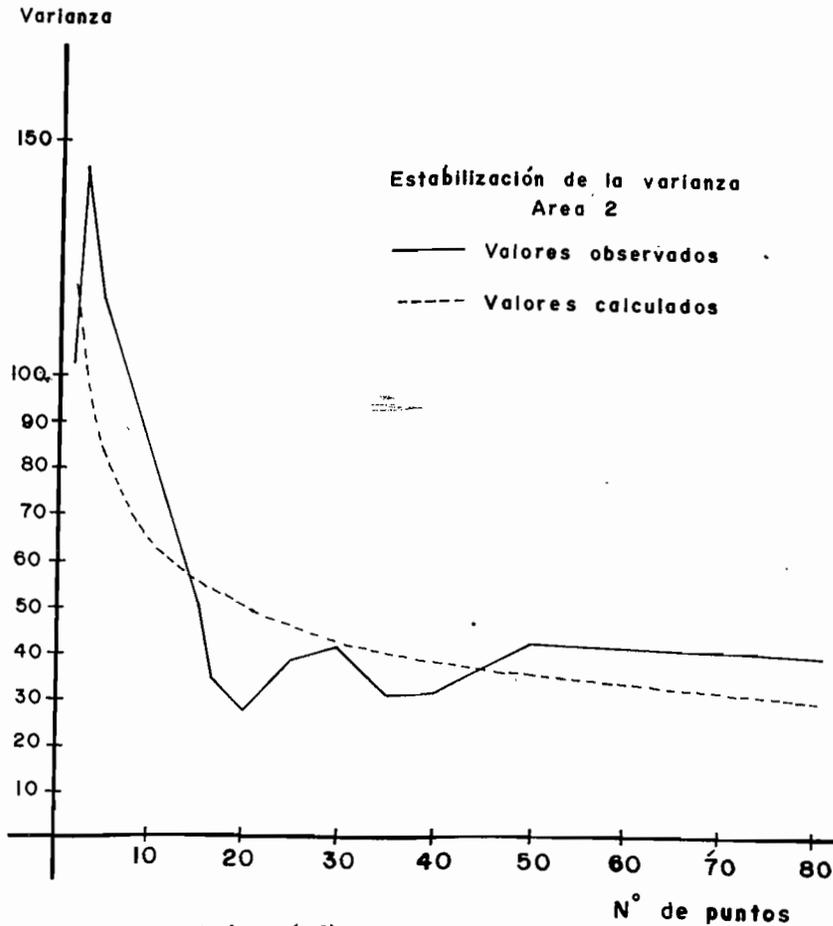


CUADRO 3

PRUEBA DE U (MANN-WHITNEY O PRUEBA DE WILCOXON)
Efectuado con los valores I.V.I. reales y para cada número de puntos.

AREA 1			AREA 2		
Puntos	U obtenida	Significancia	Puntos	U obtenida	Significancia
81	13	N.S. a 0.1	81	20	N.S. a 0.1
60	16	"	60	11	"
40	13	"	40	21	"
35	14	"	35	16	"
30	14	"	30	19	"
25	14	"	25	20	"
20	15	"	20	17	"
15	4	"	15	15	"
10	4	"	10	12	"
5	2	S. a 0.05	5	9	"

Gráfica 3



$$F(n)/t = T n a \mp b e^{-c(n-2)}$$

Obteniéndose:	Area 1	Area 2
	a = 16.8	a = 38.6
	b = 178.15	b = 117.14
	c = 0.131	c = 0.2
	R ² = 0.68	R ² = 0.949
Coeficiente de ajuste	R = 0.82	R = 0.97

Prueba de F (análisis de varianza)

De los datos de suma de cuadrados del error y suma de cuadrados total obtenidos a partir del ajuste al modelo teórico (ecuación I) se fijaron las fuentes de variación como sigue:

AREA 1

<i>FV</i>	<i>SC</i>	$^{\circ}L$	<i>Varianza</i>	<i>F</i>	<i>Prob.</i>
Explicada	3960.44	2	1980.22	12.75	0.01
Error	1863.415	12	155.28		
Total	5823.86	14			

∴ Los datos observados están estadísticamente asociados al modelo propuesto.

AREA 2

<i>FV</i>	<i>SC</i>	$^{\circ}L$	<i>Varianza</i>	<i>F</i>	<i>Prob.</i>
Explicada	33436.08	2	16718.04	111.25	0.001
Error	1803.40	12	150.28		
Total	35239.48	14			

∴ Los datos observados están estadísticamente asociados al modelo propuesto.

Se tienen así definidas las ecuaciones de las curvas teóricas que son:

Area 1

$$F(n) = 4 t \sqrt{n [16.8 + 178.15 e^{-0.131 (n-2)}]}$$

$$R = 0.82$$

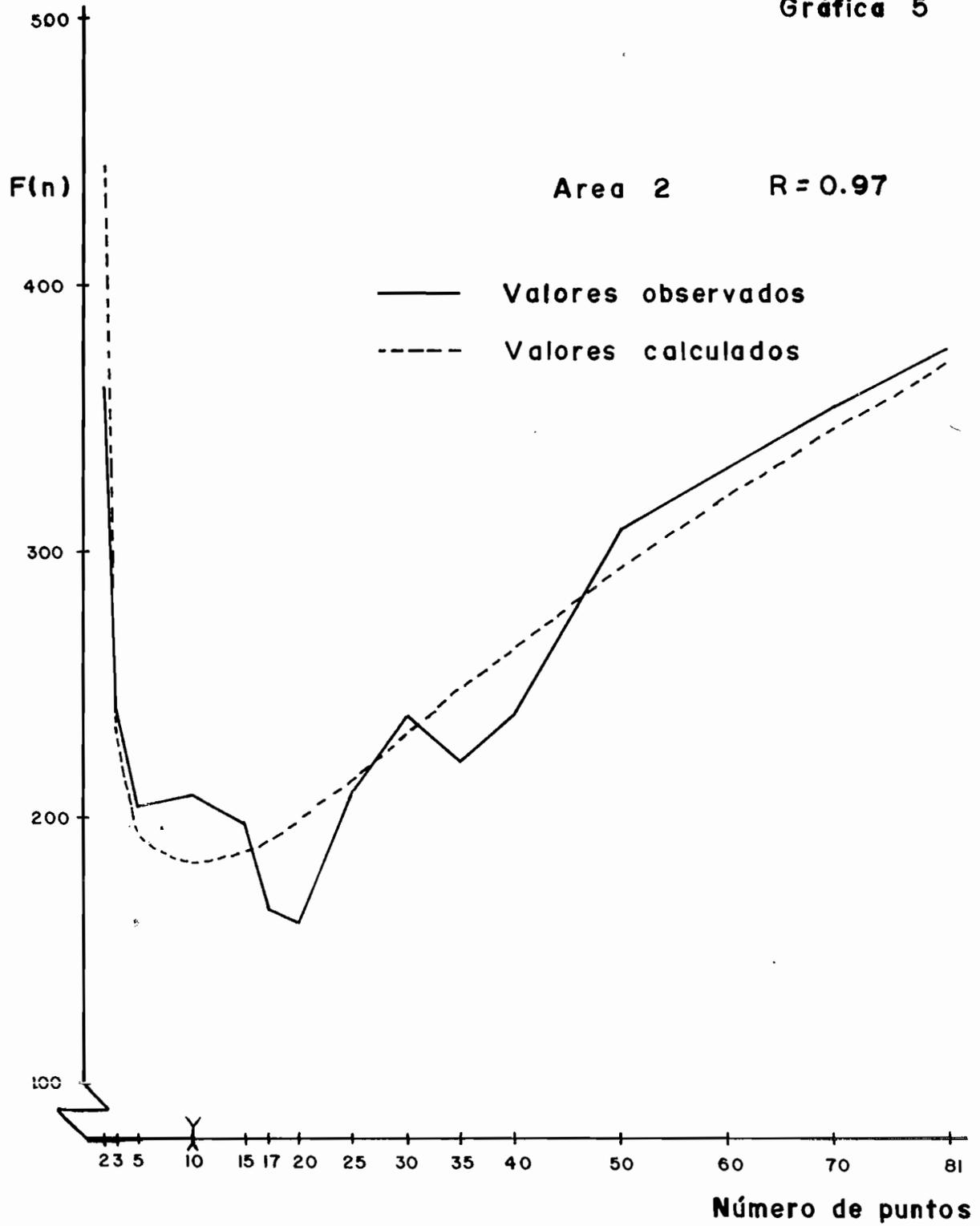
Area 2

$$F(n) = 4 t \sqrt{n [38.6 + 117.14 e^{-0.2 (n-2)}]}$$

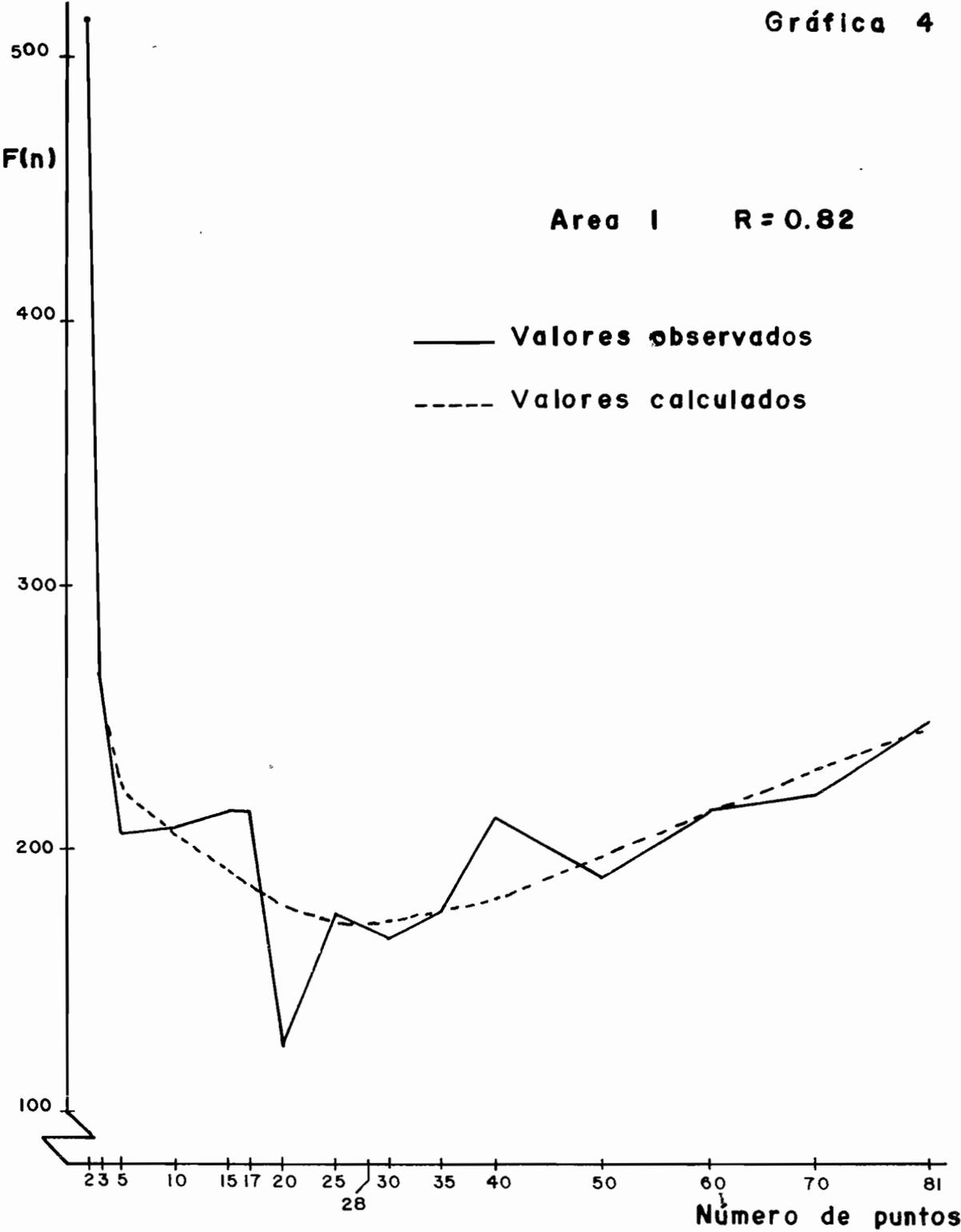
$$R = 0.97$$

Con estas ecuaciones se calcularon los valores $F(n)$ "teóricos" como se muestra en el cuadro 8. Como es posible observar, los mínimos valores de $F(n)$ teóricos corresponden en el área 1 a 28 puntos y en el área 2 a 10 puntos. Los valores $F(n)$ "observados" y $F(n)$ "teóricos" del cuadro 8 se utilizaron para elaborar las gráficas 4 y 5.

Gráfica 5



Gráfica 4



CUADRO 4

TRANSFORMACION ARC-SENICA DE LOS VALORES I.V.I.
AREA 1

Puntos	Sano	Plagado	Resistente	Dañado	Muerto en pie	Muerto tirado	Tocón	S ²
Reales	52.62	15.78	7.59	25.59	9.60		15.29	
81	56.58	13.67	4.61	27.31	6.56		7.58	17.10
70	52.07	16.25	5.46	30.49	5.85		8.61	15.48
60	50.11	16.28	4.23	31.86	8.82		9.13	17.02
50	52.14	16.55	4.68	30.27	6.97		8.14	15.69
40	52.77	15.17	5.27	30.93	7.46		5.15	24.55
35	54.84	11.60	5.33	30.08	6.07		8.11	19.30
30	53.21	17.84	6.02	28.80	5.90		6.03	20.05
25	53.03	15.68		29.75	9.88		6.50	26.14
20	52.83	13.69	10.24	29.58	7.54		7.37	16.43
15	52.30	15.94	8.58	31.70	—		—	61.79
17	56.53	12.11	—	27.91	11.69		—	55.41
10	46.57	15.11	—	37.56	10.47		—	80.78
5	57.73	—	—	32.27	—		—	118.37
2	63.84	26.16	—	—	—		—	207.77

CUADRO 5

TRANSFORMACION ARC-SENICA DE LOS VALORES I.V.I.
AREA 2

Puntos	Sano	Plagado	Resistente	Dañado	Muerto en pie	Muerto tirado	Tocón	S ²
Reales	52.10	18.67	7.97	17.65	11.54	10.59	17.59	
81	54.88	18.63	9.17	21.75	13.54	—	6.05	39.33
70	54.50	19.60	9.84	20.54	12.49	—	5.29	40.402
60	54.55	19.27	10.72	21.48	14.03	—	—	65.193
50	53.67	20.24	10.32	23.45	9.90	—	5.99	41.93
40	54.06	17.64	8.03	23.47	14.99	—	4.98	31.549
35	52.74	19.27	10.62	20.98	15.40	—	9.26	30.760
30	53.95	15.88	6.15	21.54	18.98	—	8.01	41.276
25	54.76	17.71	7.48	25.05	8.12	—	8.87	37.971
20	53.33	20.05	8.16	16.11	18.25	—	12.42	27.104
17	52.54	23.44	9.12	18.75	10.76	—	7.58	34.03
15	59.56	12.74	—	21.93	12.62	—	8.30	53.182
10	51.35	15.49	10.65	22.09	22.24	—	—	81.945
8								
5	42.56	18.18	16.39	27.41	23.07	—	—	115.986
2	58.76	—	—	31.24	—	—	—	170.84

CUADRO 6

$$\text{CALCULO DE } F(n) = E e = t_i S_i T \sqrt{n_i}$$

con $T = 4 \text{ min/punto}$

$t = n \cdot l$ g.l. para 0.1 a dos colas

<i>Puntos</i>	<i>AREA 1</i> <i>F (n)</i>	<i>AREA 2</i> <i>F (n)</i>
81	248.76	377.26
70	220.11	355.60
60	213.58	331.80
50	188.22	308.37
40	211.07	239.29
35	176.42	222.72
30	166.65	239.14
25	174.96	210.86
20	125.36	161.02
17	214.19	167.85
15	214.45	198.95
10	208.39	209.89
5	207.47	205.37
3	266.03	243.45
2	514.84	361.77

CUADRO 7

<i>n</i> <i>(x)</i>	<i>t</i>	<i>AREA 1</i>		<i>AREA 2</i>	
		<i>F(n)</i>	<i>F(n)/t</i>	<i>F(n)</i>	<i>F(n)/t</i>
81	1.671	248.76	148.87	377.26	225.77
70	1.671	220.11	131.72	355.60	212.81
60	1.671	213.58	127.82	331.80	198.56
50	1.684	188.22	111.77	308.37	183.12
40	1.684	211.07	125.34	239.29	142.10
35	1.697	176.42	103.96	222.72	131.24
30	1.699	166.65	98.09	239.14	140.75
25	1.711	174.96	102.26	210.86	123.24
20	1.729	125.36	72.50	161.02	93.13
17	1.746	214.19	122.67	167.85	96.13
15	1.761	214.45	121.78	198.95	112.98
10	1.833	208.39	113.69	209.89	114.51
5	2.132	207.47	97.31	205.37	96.33
3	2.920	266.03	91.11	243.45	83.37
2	6.314	514.84	81.54	361.77	57.30

Discusión

Consideramos que no existe ningún impedimento en la teoría del método para sustituir a las especies por algún otro tipo de referencia para el muestreo, en este caso resultaron ser los tipos o categorías del arbolado, las cuales fueron fijadas como convenciones.

El utilizar exclusivamente los parámetros relativos de dominancia, frecuencia y densidad para el cálculo de los I.V.I. nos permite eliminar del muestreo la medición de las distancias, con el consiguiente ahorro de tiempo. Cottam y Curtis utilizan las distancias para calcular la densidad absoluta e introducir este factor en los otros cálculos; sin embargo en este caso no es fundamental conocer la densidad absoluta sobre todo si pensamos en la dinámica que en tiempo y espacio tienen los insectos descortezadores.

CUADRO 8

VALORES DE F(n) OBSERVADOS Y TEORICOS
 ECUACION $F(n) = t T \sqrt{n [a + b^{-c(n-2)}]}$

		<i>AREA 1</i>		<i>AREA 2</i>	
		a=16.8 ; b=178.15 ; c=0.131 R=0.82 ; T=4		a=38.6 ; b=117.14 ; c=0.2 R=0.97 ; T=4	
<i>n</i>	<i>t</i>	<i>F(n)</i> <i>Observada</i>	<i>F(n)</i> <i>Teórica</i>	<i>F(n)</i> <i>Observada</i>	<i>F(n)</i> <i>Teórica</i>
81	1.671	248.76	246.61	377.26	373.74
70	1.671	220.11	229.38	355.60	347.44
60	1.671	213.58	212.77	331.80	321.67
50	1.684	188.22	197.14	308.37	295.95
40	1.684	211.07	180.88	239.29	264.88
35	1.697	176.42	175.79	222.72	250.01
30	1.699	166.65	171.98	139.14	232.56
* 28	1.703	—	171.78 *	—	—
25	1.711	174.96	172.99	210.86	215.82
20	1.729	125.36	179.43	161.02	199.97
17	1.746	214.19	186.10	167.85	191.95
15	1.761	214.45	191.45	198.95	187.63
12	1.796	—	—	—	183.64
* 10	1.833	208.39	206.43	209.89	182.93 *
8	1.895	—	—	—	184.28
5	2.132	207.47	223.14	205.37	193.43
3	2.920	266.03	266.15	243.45	234.63
2	6.314	514.84	498.70	361.77	445.74

Al emplear las categorías propuestas en el método y calcular sus I.V.I., es posible relacionar los resultados y establecer un criterio sobre el desarrollo y tendencias lógicas de la plaga, cuestión que se vería reforzada en el caso de poder muestrear con intervalos de tiempo digamos iguales a la duración del ciclo vital del insecto.

El método propuesto resulta válido si se aplica sobre rodales definidos, los que presentan composición, distribución y en general características ecológicas compartidas. Es posible definir a los rodales ya sea en forma empírica o bien con ayuda de mapas de vegetación o por fotointerpretación.

A la fecha resulta prohibitivo el utilizar fotografías aéreas al infrarojo, sin embargo si se dispone de fotos en blanco y negro, es posible determinar en forma muy precisa la densidad absoluta, así como hacer buenas estimaciones de los volúmenes de arbolado muerto y plagado, básicamente con fines de evaluación de posibilidades de extracción maderera y cuantificación económica de los daños.

Para la determinación del número óptimo de puntos de muestreo se partió de un censo del arbolado a partir del cual se tienen los I.V.I. reales, razón por la cual podemos considerarlos como valores de media poblacional, forma en que fueron utilizados en el cálculo de las desviaciones y varianzas.

Dado que los valores I.V.I. son datos no paramétricos, se intentó utilizar la prueba de U y la correlación de rangos, sin embargo estas pruebas no permiten discriminar adecuadamente los valores obtenidos en los muestreos. Por lo anterior se recurrió a la transformación arc-sénica de los porcentajes de importancia (I.V.I./3) haciendo factible el cálculo de las varianzas.

La obtención del residual o sumatoria de la diferencia de cuadrados, nos ofrece un primer criterio sobre la desviación que se tenía con respecto a los valores reales ubicando las mínimas en 30 y 20 puntos.

Con respecto a la estabilización de las varianzas, ésta se observa a partir de los 20 puntos (área 1) y 17 puntos (área 2). Por otro lado se observa en los cuadros 1 y 2 que los mínimos valores de varianza correspondieron a los 70, 50 y 20 puntos en el área 1 y a 20 puntos en el área 2.

Al aplicar nuestra función $F(n)$ tal y como se ha definido, estamos considerando una posibilidad de error conocida, la cual va a estar en rela-

ción inversa con el número de puntos y en relación directa con la varianza, tal que ante un (n) bajo se tendrá varianza alta y F(n) alta, esto continúa hasta llegar al nivel de estabilización de la varianza, punto a partir del cual el producto de (n) por el tiempo (T) es decir el esfuerzo de muestreo, será el factor primordial que ante un mayor número de puntos (dado que la varianza es casi estable), provocará la elevación del valor F(n), es entonces el mínimo valor de F(n) el que nos define el número óptimo de puntos de muestreo y nuevamente estos valores corresponden en las dos áreas a 20 puntos.

El ajuste de la curva F(n) a la ecuación I representa el apoyo teórico final al método ya que el encontrar el modelo matemático que describe el comportamiento de la función F(n) con los datos observados, es posible hacer una generalización por la cual observamos que el modelo arroja un número de 28 y 10 puntos (Cuadro 8) que en promedio dan 19 puntos de muestreo como valor óptimo en función del error y del esfuerzo de muestreo. Estos resultados se validan por la asociación estadística entre los datos de número de puntos y las F(n) utilizadas.

Resumiendo los resultados para el número óptimo de puntos tenemos lo siguiente:

	$\Sigma\Delta^2$	S^2 estable	S^2 mínimo	F(n) obs. mínimo	F(n) teor. mínimo
Area 1	30	20	70, 50, 20	20	28
Area 2	20	17	20	20	10

Los valores van de un máximo de 30 a un mínimo de 17 puntos. Eliminando a los 70 y 50 puntos por tener una mínima diferencia con el valor de 20 puntos en sus varianzas, es evidente que el valor más consistente corresponde a los 20 puntos, que en condiciones de campo requerirá (si tomamos 4 minutos/punto y desplazamiento aproximado de un kilómetro), de 1.20 horas para desarrollar el muestreo de un rodal.

Este trabajo fue realizado sobre dos áreas de prueba en una misma zona, por lo cual se requiere aplicar este método a otras zonas de prueba hasta poder definir con una mayor base los resultados definitivos en cuanto al número de puntos de muestreo.

El método, modificando las categorías o tipos de árboles empleados puede ser de utilidad para otros problemas fitosanitarios, como por ejemplo en el caso de defoliadores.

Conclusiones

Es posible evaluar el grado de infestación por descortezadores del pino en un bosque utilizando exclusivamente parámetros relativos como el índice de valor de importancia o el porcentaje de importancia.

Dado lo anterior, no es necesario el medir las distancias del punto al árbol más cercano en este método.

El número óptimo de puntos de muestreo se ubica entre los 17 y los 30 puntos. Se recomienda un número de 20 puntos de muestreo.

El método se puede resumir como sigue:

- a) Se identificarán rodales en el campo.
- b) Para cada rodal se tomarán 20 puntos en forma aleatoria.
- c) En cada punto se marcarán cuatro cuadrantes y se registrarán del árbol más cercano al punto en cada cuadrante: categoría o tipo y diámetro (deseablemente también la especie).
- d) En el cubículo se aplicarán las fórmulas para el cálculo del índice de valor de importancia y porcentaje de importancia (como se indica en el capítulo de Métodos).

Se recomienda efectuar muestreos con una periodicidad de acuerdo al ciclo vital del agente causal.

El método funciona adecuadamente en distribuciones de tipo aleatorio.

La función $F(n)$ tiene un comportamiento definido por una ecuación exponencial negativa con tres parámetros con forma de parábola asimétrica.

El presente trabajo ofrece un algoritmo que, ampliando el número de áreas de prueba, puede obtener generalizaciones para las diversas especies de descortezadores del pino e incluso, con ajustes sencillos, puede ayudar a establecer métodos de evaluación prácticos y económicos para otras plagas.

Bibliografía

- ANDERSON, T.W. 1958. An introduction to multivariate statistical analysis. John Wiley, New York.
- CABALLERO, D.M. 1976. Métodos en la Investigación Forestal. Inst. Nal. Invest. Ftale. y UACH. México.
- CAMERON, J.M. 1951. Use of Variance Components in Preparing Schedules for the sampling of Baled Wool. *Biometrics* 7:83-96.
- CHATFIELD, C. and A.J. COLLINS. 1980. Introduction to multivariate analysis. Chapman and Hall. London.
- CIESLA, W.M., BELL, C.J. and CURLIN, J.W. 1967. Color Photos and the Southern Pine Beetle. *Photogramm. Engng.* 33(8):883-889.
- CIESLA, W.M., CADAHIA, D. y ROBREDO, F. 1976. La Detección de Plagas de Insectos y Enfermedades Forestales. Boletín del Servicio de Defensa contra Plagas. Vol. 2:37-51. MAP. Madrid, España.
- COCHRAN, W.G. 1963. Sampling Techniques. 2nd Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- COTTAN, G., CURTIS, J.T. and HALE, W.B. 1953. Some Sampling Characteristics of a Population of Randomly Dispersed Individuals. *Ecology*, Vol. 34(4):741-757.
- COTLAM, G. and CURTIS, J.T. 1955. Correction for Various Exclusion Angles in the Random Pairs Method. *Ecology*. 767 p. ♦
- CURTIS, J.T. 1949. A Method for Making Rapid Surverys of Woodlads by Means of Pairs of Randomly Selected Trees. *Ecology* 30(1):101-104.
- DANIEL, W.W. 1980. Bioestadística. Traducción al Español. Ed. Limusa. México.
- DAUBENMIRE, R.F. 1968. Plant Communities. A textbook of plant Synecology. Harper and Row Pub. U.S.A.
- DeMARS, C.J., SLAUGHTER, G.W., GAREY, W., GREENE, L.E. and GRENT, J.H. 1972. Mapping Pine Mortality by Aerial Photography Umstead State Park. North Carolina Res. Paper P.S.W. 158. Berekley Ca. Forest Service U.S.D.A. 14 p.
- FREESE, F. 1970. Muestreo Forestal Elemental. Traducción al español. Boletín Divulgativo Núm. 25. Inst. Nal. Invest. Ftale. SAG. México.
- HELLER, R.C. 1971. Detection and Characterization of Strees Symptoms in Forest Vegetation. Int. Workshop on Enth Resources Survey Systems. U.S. Govnt. (NASA, USDA, USGS, US Navy).
- LEITHOLD, L. 1973. El Cálculo. 2a. Ed. Harper and Row Lat. México.
- MUELLER-DOMBOIS, D.H. ELLENBERG. 1974. Aims and Methods of Vegetation. Vegetation Ecology. John Whiley Sons.
- SCHEFLER, W.C. 1979. Statistics for the Biological Sciences. 2nd. Ed. Adison-Wesley Pub. Co. USA.
- SPIEGEL, M.R. 1970. Estadística. Serie de Compendios Schaun McGraw-Hill de México. México.
- VAN DYNE, G.M., VOGEL, W.G. and H.G. FISSER. 1963. Influence of Small Plot Size and Shape on Range Herbage Production Estimates. *Ecology* 44(4):746-759.
- WATERS, W.E. 1955. Sequential Sampling in Forest Insect Surverys. *Forest Science* Vol. 1(1):68-79. USA.
- WATT, E.F. 1968. Ecology an Resource Management. McGraw-Hill Book Co. USA.
- WESTMAN, W.E. 1971. Mathematicl. Models of Contagion and their Relation to Density and Basal Area Sampling Techniques. Statistical Ecology, Vol. I. Spatial. Patherns and Statistical Distributions. Patil. G.P., Pielou, E.C., Water Waters, W.E., Editors Penn. State Univ. Press. USA.

RESISTENCIA NATURAL DE 18 ESPECIES DE MADERAS MEXICANAS CONTRA EL ATAQUE DE TERMITAS DE MADERA SECA, *CRYPTOTERMES BREVIS*, WALKER (KALOTERMITIDAE, ISOPTERA)

*Victor Pérez-Morales **

*Gerardo Segura Warnholtz **

*Juan Luis Brunhuber Menéndez **

Introducción

El presente trabajo forma parte de una serie de estudios que el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Madera (LACITEMA) del INIREB realiza para caracterizar tecnológicamente las especies maderables mexicanas, comerciales o potencialmente comerciales, con el fin de proponer los usos finales más adecuados para esas especies; contribuyendo de esa manera a un mejor aprovechamiento de los recursos forestales del país.

Los agentes biológicos degradadores de la madera, hongos e insectos, son los responsables de la mayor destrucción de productos forestales útiles al hombre, pues su actividad provoca cambios químicos y/o físicos importantes que hacen que pierdan sus propiedades originales.

De los insectos, las termitas (*Isoptera*) son el principal agente degradador de productos de madera. Para fines prácticos las termitas son divididas de acuerdo a sus hábitos, en termitas de madera seca, las que son capaces de vivir de la humedad contenida en la madera en servicio y en

* Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Madera (LACITEMA). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB).

termitas subterráneas, las que necesitan una fuente alternativa de humedad que generalmente es el suelo (Pérez-Morales, 1981).

El objetivo de este trabajo es la obtención de los índices de la resistencia natural de 18 especies de maderas mexicanas contra el ataque por termitas de madera seca, *Cryptotermes brevis* Walker. La mayoría de las maderas provinieron de la selva alta perennifolia de la Selva Lacandona, Chis. (Rzedowsky, J. 1981).

Cryptotermes brevis está ampliamente distribuida en México; principalmente en las zonas cercanas a las costas, y al igual que en varios países tropicales (Araujo, 1970) es considerada como una de las plagas de estructuras de madera más importante causando daños a la madera usada en la construcción de edificios, muebles, artículos deportivos y otros objetos (Gay, 1967; 1969).

Materiales y Métodos

La madera de las especies utilizadas en el experimento fue obtenida de la colección del LACITEMA (colectas realizadas durante 1977, ver G. Bárcenas *et al*, 1980). Se obtuvieron tablas de duramen sin defectos para cada especie de las que se seleccionaron bloques con las siguientes dimensiones: 2.5 x 2.5 x 5 cm. Con el fin de obtener el peso seco, los bloques se mantuvieron en un horno a 50°C durante un periodo de 48 horas. La lista de las maderas aparece en el cuadro 1.

Los insectos sometidos a la prueba fueron obtenidos de material infestado que había sido mantenido en el laboratorio a temperatura y humedad relativa (H.R.) constantes. Se seleccionaron pseudobreras mayores al tercer estadio y éstas fueron sometidas a un proceso de autoselección en el que inicialmente 25 individuos fueron colocados en un vaso de precipitado de 10 ml (tres cm de diámetro), y éste fue colocado perpendicularmente a otro, permitiendo de esta manera, que los primeros 20 insectos más activos pasaran de un recipiente al otro.

Cada bloque de madera fue cubierto, con un papel filtro en una de las caras. Sobre éste se colocó, de manera invertida, el vaso que contenía a los 20 individuos autoseleccionados. Los vasos fueron sellados con goma no tóxica y sujetos a los bloques. Las pruebas permanecieron en la oscuri-

CUADRO 1

Lista de las 18 especies de madera utilizadas en el experimento.

<i>Nombre científico</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Familia</i>	<i>Densidad</i>
<i>Alnus jorullensis</i> H.B. & K.	Illite	BETULACEAE	0.44
<i>Ampelocera hottlei</i> (Standl.) Standl.	Cuerillo	ULMACEAE	0.64
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Jovillo	ANACARDIACEAE	0.73
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ramón	MORACEAE	0.64
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	MELIACEAE	0.36
<i>Guarea chichon</i> C. DC.	Cedrillo	MELIACEAE	0.53
<i>Guarea glabra</i> Vahl.	Cedrillo	MELIACEAE	0.53
<i>Licania platypus</i> (Hemsley) Frisrh.	Cabeza de mico	ROSACEAE	0.63
<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standley	Machiche	FABOIDEAE	0.66
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	Tripal	LEGUMINOSAE	0.50
<i>Manilkara zapota</i> (L) Van Royen	Chicozapote	ZAPOTACEAE	0.84
<i>Mirandaceltis monoica</i> (Hemsley) AJ Sharp.	Chicharra	ULMACEAE	0.68
<i>Pinus patula</i> Schl. & Cham.	Pino	PINACEAE	0.51
<i>Platymiscium yucatanum</i> Standley	Hormiguillo	FABOIDEAE	0.61
<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell) Blake	Guanacastla	CESALPINOIDEAE	0.29
<i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba	MELIACEAE	0.41
<i>Vatairea lundelli</i> (Standl.) Killip ex Record	Amargoso	FABOIDEAE	0.55
<i>Vochysia hondurensis</i> Sprague	Maca blanca	VOCHYSIACEAE	0.43

dad en un cuarto con condiciones de temperatura y humedad controladas a 27°C y 80% H.R., durante 90 días.

Después de este periodo, los bloques de madera fueron sometidos a una evaluación del desgaste provocado por el ataque de *C. brevis* utilizando el siguiente criterio.

<i>Número</i>	<i>Desgaste</i>
0	Sin daño.
1	Daño ligero, superficie roída.
2	Daño medio, perforaciones poco profundas.
3	Daño grave, perforaciones profundas y presencia de galerías.

CUADRO 2

Mortalidad de individuos, pérdida de peso e índice de desgaste de las 18 especies de madera estudiadas.*

	Mortalidad de individuos		Pérdida de peso		Índice de desgaste
	%	$\sqrt{\frac{\text{Arcsen}}{Y_{ij}/100}}$	%	$\sqrt{\frac{\text{Arcsen}}{Y_{ij}/100}}$	
Altamente resistentes					
<i>Manilkara zapota</i>	86	1.27	2.70	0.16	0.8
<i>Platymiscium yucatanum</i>	87	1.21	3.07	0.17	0.8
<i>Vatairea lundelli</i>	85	1.17	3.58	0.18	1.0
<i>Mirandaceltis monoica</i>	83	1.19	2.85	0.16	1.0
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	61	0.90	1.60	0.12	1.2
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	67	1.25	2.21	0.14	1.2
<i>Astronium graveolens</i>	59	0.88	2.61	0.16	1.2
<i>Ampelocera hottlei</i>	67	1.18	2.40	0.15	1.4
Moderadamente resistentes					
<i>Cedrela odorata</i>	63	0.92	3.03	0.17	1.6
<i>Guarea glabra</i>	70	1.00	3.93	0.19	1.8
<i>Swietenia macrophylla</i>	82	1.14	4.09	0.20	1.8
<i>Licania platipus</i>	65	0.94	3.92	0.20	2.0
<i>Guarea chichon</i>	64	0.93	2.93	0.17	2.2
<i>Brosimum alicastrum</i>	39	0.67	2.48	0.17	2.2
Susceptibles					
<i>Alnus jorullensis</i>	72	1.03	3.32	0.18	2.6
<i>Vochysia hondurensis</i>	63	0.92	2.99	0.16	2.8
<i>Schyzolobium parahybum</i>	78	1.13	4.46	0.21	3.0
<i>Pinus patula</i> (testigo)	66	0.96	5.11	0.22	3.0

* Promedio de cinco repeticiones.

Además a lo largo del experimento se obtuvo la mortalidad en cada bloque de madera y al final se determinó la pérdida de peso de los bloques, y para ambos sus equivalentes en porcentaje. Fueron tomados en cuenta los porcentajes de pérdida de peso seco de los bloques de madera ya que éstos se traducen como una expresión de la pérdida de volumen eliminando así las diferencias de densidad entre las especies (Williams, 1976).

Los datos obtenidos en cada repetición de porcentaje de mortalidad, pérdida de peso seco y de desgaste fueron sometidos a un análisis de varianza unidireccional ($P > 0.05$) (Torrie, 1960).

Para el caso de los porcentajes de pérdida de peso seco y mortalidad fue necesario aplicar una modificación de los datos originales, con el fin de homogeneizarlos utilizando la fórmula:

$$\text{Arco seno } \sqrt{y_{ij}/100} \text{ (OEA, 1982)}$$

Se aplicó, para cada parámetro mencionado un análisis de comparación múltiple (Duncan) con la idea de obtener grupos de especies cuyas medias no difieran significativamente entre sí (Torrie, 1960).

Resultados

Los valores de pérdida de peso seco de los bloques de madera, de mortalidad de individuos y el índice de desgaste de las especies estudiadas se muestran en el cuadro 2.

Los resultados de los análisis de varianza aplicados a los datos de los tres parámetros evaluados indican que hay una diferencia significativa entre cada una de las especies ($p_t > 0.05$).

El análisis de comparación múltiple de medias (análisis de Duncan) no arrojó datos que ayudaran a agrupar a las especies en categorías de resistencia al ataque de *C. brevis*.

La pérdida de peso (g) de los bloques expuestos a las termitas al final del experimento, en general fue baja lo que dificulta la evaluación de la resistencia sólo con este factor. Por otro lado la mortalidad durante el experimento por sí sola también puede conducir a evaluaciones no válidas por lo que finalmente las maderas fueron clasificadas en los tres grados de resistencia con base en el desgaste evaluado visualmente, como aparece en el cuadro 2: altamente resistentes con un índice entre 0 y 14, moderadamente resistentes entre 1.5 y 2.4 y susceptibles al ataque por *C. brevis* entre 2.5 y 3.

Discusión

La resistencia natural de la madera contra el ataque de termitas, puede ser influenciada por un número de factores relacionados con las propieda-

des que posee cada especie de madera o con el ambiente que la rodea. La densidad es una propiedad física de la madera que puede influenciar a que una especie sea más susceptible al ataque de termitas que otra; mientras más densa sea una madera mayor será la dificultad del insecto para fragmentarla mecánicamente con sus mandíbulas (Bultman, 1976). La principal característica de la madera que la protege contra el ataque de estos insectos es la presencia de extractivos acumulados en el duramen. Estas sustancias pueden tener diferentes efectos sobre las termitas: actuar como venenos sistémicos contra los insectos mismos, provocar la muerte de los protozoarios simbiotes que habitan su intestino o simplemente disminuir la palatabilidad de la madera (Bultman, 1978).

Todos estos mecanismos influenciaron seguramente de manera individual o conjunta los resultados del experimento.

Especies altamente resistentes. Dentro de este grupo se encuentran especies como *Manilkara zapota*, *Platymiscium yucatanum*, *Vatairea lundelli* y *Mirandaceltis monoica*, en las que la pérdida de pesos de los bloques provocada por el consumo de madera de *C. brevis* fue elevado pero también se observaron índices altos de mortalidad. Se sugiere que en este caso la mortalidad pudo ser afectada por la presencia de extractivos tóxicos en la madera.

Otras especies de este grupo como *Astronium graveolens*, *Lonchocarpus castilloi* y *Ampelocera hottlei* mostraron las pérdidas de peso más bajas. En este caso, el reducido consumo de madera podría atribuirse, más que a la presencia de extractivos tóxicos, a la densidad de la madera que en estas especies tiende a ser alta y provoca que la alimentación de los insectos se dificulte y en muchos casos éstos permanecen en periodos de inanición prolongados (seis semanas) (Beal, R.H., F.L. Carter, 1974). Esto aunado al hecho de que en todos los casos las termitas tuvieron la alternativa de consumir papel y/o madera podría explicar que a pesar de que el desgaste de estas especies no fue severo la mortalidad de individuos fue poco significativa (59 a 67%). La influencia de altas densidades en la palatabilidad de las maderas por insectos es un factor que merece mayor atención en futuros trabajos.

Especies moderadamente resistentes. En este grupo están incluidas especies como *Swietenia macrophylla*, *Guarea glabra*, *Cedrela odorata* y *Licania platipus* que muestran una mortalidad relativamente alta y sin embargo su pérdida de peso es elevada.

Si se toma en cuenta que la densidad de estas especies es de baja a media (0.36 — 0.63) podría atribuirse a esta propiedad el hecho de que el consumo de madera se haya facilitado.

En los casos en que la mortalidad fue más elevada (*S. macrophylla* y *G. glabra*) ésta podría ser atribuida al efecto de extractivos tóxicos sobre los insectos.

Brosimum allicastrum, muestra un porcentaje de mortalidad muy bajo (30%) y un índice de desgaste medio (2.2).

Especies susceptibles. Dentro de este grupo se encuentran las especies en las que la pérdida de peso fue más elevada y muestran un ataque severo.

Alnus jorullensis y *Schizolobium parahybum*, son especies que tienen densidades bajas, presentan pérdidas de peso e índices de desgaste elevados y porcentajes altos de mortalidad (50%) antes de cumplirse los primeros 20 días del experimento, con una posterior estabilización del número de individuos que se prolongó hasta finalizar la prueba. La alta mortalidad inicial presentada en *A. jorullensis* y *S. parahybum*, podría tratar de explicarse por el alto número de individuos que iniciaron su transformación a neoténicos y posteriormente fueron eliminados para que finalmente cada colonia quedara con un par de reproductores secundarios formando una colonia exitosa, sin embargo no hay una certeza de que esta sea la verdadera causa.

Un aspecto importante, que debe ser tomado en cuenta es el hecho de que existe una elevada variabilidad de los contenidos de extractivos tóxicos entre especies de madera de un mismo género e inclusive entre individuos de una misma especie dependiendo de su distribución y edad (Gay, 1955). Además el hecho de que una especie de madera sea resistente a una especie de termitas no significa que lo sea en el mismo grado para otras termitas.

Por lo anterior es que los resultados de este trabajo sean tomados como índice de la resistencia de las maderas al ataque por termitas de madera seca y sugerimos que este tipo de trabajos se continúen con otras especies de termitas.

Bibliografía

- ARAUJO, R.L. 1970. Termites of the Heotropical Region. En: Krishna, K. & Wesner, F.M. (Eds.). *Biology of Termites*. Vol. II, Academic Press, New York and London, pp. 527-576.
- BARCENAS, P.G. *et al.* 1980. *Especies Maderables de la Selva Lacandona*. Ser. La Madera y su Uso en la Construcción INIREB-LACITEMA. 20 p.
- BEAL, R.F., F.L. CARTER *et al.* 1974. Survival and feeding of subterranean termites to tropical woods. *For. Prod. J.* 24(8):44-48.
- BULTMAN, J.D. y C.R. SOUTWELL. 1976. Natural Resistance of Tropical American Woods to Terrestrial Wood-Destroying Organisms. *Biotropica* 8(2):71-95.
- BULTMAN, J.D. *et al.* 1978. The Nat. Resist. of Ghanaiah Woods to *Coptotermes formosanus* Shiraki in a Force-Feeding Situation. Naval Research Laboratory. N.R.L. Report 8272. 21 p.
- CARTER, F.L. *et al.* 1979. Termiticidal properties of slash pine wood related to position in the tree wood. *Sci.* 12(1):46-51.
- GAY, F.J. *et al.* 1955. Standard Laboratory colonies of termites for evaluating the resistance of timber, timber preservatives and other materials to termite attack. C.S.I.R.O. Bull. No. 277. Melbourne, Australia. 64 p.
- GAY, F.J. 1969. Species Introduced by Man. En: Krishna, K. & Wessner, F.M. *Biology of Termites*. Vol. I, Academic Press, New York and London. pp. 459-494.
- GAY, F.J. 1967. A world review of introduced species of termites. *Bull. Commonwealth Sci. Ind. Res. Organ.* 286:1-88.
- OEA. 1982. Ensaíos de resistencia Natural de Madeiras a fungos apodrecedores é Cupins. 23 p.
- PEREZ MORALES, V. 1981. Prevención y Control de Daño por Termitas en Estructuras de Madera. Ser. La Madera y su Uso en la Construcción. INIREB-LACITEMA. 16 p.
- RZEDOWSKY, J. 1981. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México. 432 p.
- TORRIE, H.J. 1960. Principles an procedures of statistics (with special references to biological sciences). McGraw-Hill. N.Y. pp. 107-111.
- WILLIAMS, R.M.C. 1976. Evaluation of field and laboratory methods for testin termite resistance of timber and building materials in ghana, with relevant biological studies. Centre for Overseas pest Research, Tropical Pest Bulletin 3. London. 64 p.

5. BIOLOGIA Y ECOLOGIA DE OTROS
INSECTOS FORESTALES

PRINCIPALES INSECTOS DE CONOS Y SEMILLAS DE *PINUS SPP.* DE MEXICO

*Ma. del Consuelo Pineda T.**
*David Cibrián Tovar ***

Introducción

Los bosques de coníferas de la República Mexicana cubren una superficie de 20.5 millones de ha, estos bosques sufren presiones de distinta índole: fuego, sobrepastoreo, plagas, cortas no controladas y cambio de uso de terrenos forestales por agrícolas. Las presiones son continuas y cada vez mayores, principalmente en las áreas con mayor presión demográfica, en donde ha existido un incremento poblacional de 500% en un periodo de 80 años. Además de estas presiones destructivas, existe una demanda mayor de productos forestales que motivan a los silvicultores a intervenir más drásticamente en la estructura de los bosques, extrayendo mayor cantidad de volúmenes de materia prima por unidad de superficie. Todo esto ha hecho que el recurso forestal de México pierda cada año 300 000 ha arboladas y que los productos que quedan en el bosque sean de baja calidad.

La Subsecretaría Forestal, junto con otras dependencias del Gobierno Federal, están conscientes de esta problemática y consideran que la solución es compleja. Una de las soluciones que se están contemplando a corto plazo, es el establecimiento de plantaciones comerciales, y así el Gobierno Federal tiene planeado establecer plantaciones en 200 000 ha en periodo de seis años.

* Centro de Investigaciones Forestales de la Región Central. INIF-SARH. Huexotla, México.

** Departamento de Bosques. UACH. Chapingo, México.

Lo anterior permite enmarcar la importancia de la producción de semilla, para iniciar la gigantesca tarea de reconstrucción de los bosques. Los insectos de conos y semillas de coníferas ocasionan pérdidas considerables en la cosecha de semillas y serán una limitante mayor en los planes de producción de semilla. En la actualidad se tienen varios ejemplos que indican la reducción de cosecha de semillas por insectos; esta reducción oscila de 42 a 95% de la producción (Arceo y Cibrián, 1980; Campos, 1983; Cibrián, 1983, comunicación personal).

En México se encuentran similitudes y diferencias con respecto a la fauna de insectos de conos y semillas de Estados Unidos y Canadá; por la gran variación de especies de pino y de condiciones fisiográficas, se supone una gran diversidad de especies de insectos. Sin embargo el conocimiento que se tiene acerca de ellos es incompleto, aun cuando existen esfuerzos combinados entre entomólogos forestales de las universidades y la Subsecretaría Forestal, y el desarrollo de investigación por entomólogos en diferentes regiones del centro, el occidente y el norte del país.

En esta ponencia se describen los insectos de conos y semillas de pinos que hasta ahora se consideran como los más importantes para México. Se resalta información sobre distribución, hospederos e importancia económica y ecológica.

Insectos de Importancia

Orden Coleoptera. Existen pocos coleópteros que pueden atacar los conos de las coníferas; los del género *Conophthorus* son realmente importantes. De este género se conocen siete especies, siendo las más importantes *C. ponderosae*, *C. conicolens* y *C. edulis*. La primera se encuentra en cinco especies de pinos en el centro del país, en donde ocasiona severos daños a la producción de semillas de *Pinus montezumae*, *P. hartwegii* y *P. rudis*. *C. conicolens* se encuentra en la parte occidental del país reduciendo hasta un 60% la producción de conos de *P. montezumae*, *P. leiophylla* y *P. michoacana* (Del Río, 1982). La tercera especie es agresiva a los pinos piñoneros, reduciendo la producción de piñón en grandes áreas (Muñoz y Flores, 1982; Cibrián, 1983, comunicación personal). En general todas las especies del género *Conophthorus* representan un ciclo de vida al año.

Otro coleóptero que se alimenta de conos es *Conotrachelus neomexicanus*, esta especie está ampliamente distribuida en México, en la Sierra

Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico. Hasta ahora se le ha colectado en *P. douglasiana*, *P. lawsonii*, *P. leiophylla*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, *P. oocarpa*, *P. pseudostrobus* y *P. rudis* (Cibrián, Méndez y Ebel, 1982).

El insecto tiene importancia en algunas áreas en donde llega a afectar más del 50% de la cosecha de conos. La biología de *C. neomexicanus* fue estudiada por Bodenham, Stevens y Thatcher (1976) y es esencialmente la misma que se encuentra en nuestro país, sólo que aquí se inicia en el mes de marzo, es decir con dos meses de anticipación, en relación a como se presenta en el suroeste de Estados Unidos.

Orden Hemiptera. Recientemente se ha descubierto que una especie de *Leptoglossus*, *L. occidentalis* Heidemann se encuentra en México y después de hacer varias evaluaciones, se ha demostrado que este insecto es una de las especies más importantes como destructores de semillas (Cibrián *et al*, 1982).

L. occidentalis tiene una amplia distribución en México, encontrándose en la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico. Hasta ahora se ha encontrado en *Pinus ayacahuite* var. *brachiptera*, *P. cembroides*, *P. gregii*, *P. leiophylla*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, *P. lumholtzii*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. pinceana*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis* y *P. teocote*. Los insectos presentan tres generaciones por año.

Orden Lepidoptera. Un lepidóptero de importancia económica corresponde al género *Dioryctria*, del cual se conocen seis especies que atacan pinos. *D. erythropasa* y *Dioryctria* n. sp. (grupo *baumhoferi*) son especies ampliamente distribuidas en México.

D. erythropasa ha sido detectada en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico. Se le ha encontrado atacando conillos y conos de *P. douglasiana*, *P. leiophylla*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, *P. maximartinezii*, *P. michoacana*, *P. oocarpa*, *P. strobus* var. *chiapensis* y *P. tenuifolia*. De acuerdo a datos de emergencia de adultos, esta especie presenta más de una generación por año. Los daños que llega a causar pueden ser de importancia (Cibrián *et al*, 1982).

Dioryctria n. sp. (grupo *baumhoferi*) se ha localizado en el Eje Neovolcánico y en algunas regiones de la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental. Se encuentra atacando conillos y conos de *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. radiata*, *P. rudis*, y tumores causados por *Cronartium* sp. Este insecto presenta tres generaciones por año,

una en conos y dos en tumores. Su habilidad para criarse en los tumores permite que la población se refuerce y llegue a atacar conos jóvenes más tarde. Ocasionalmente ataca y mata brotes tiernos, reduciendo la producción de conos y disminuyendo el crecimiento del árbol.

Otro lepidóptero que se ha encontrado, es una especie de *Eucosma* que al parecer es nueva. Se le ha localizado en bosques de pino piñonero del norte y centro de México, atacando conillos y conos en forma severa. Al parecer, una parte de la población es capaz de contemplar dos generaciones por año, mientras que en otra parte de la población el desarrollo se prolonga, completando sólo una generación completa y una parcial.

También se ha detectado otra especie de *Eucosma* en bosques naturales de *P. rudis* de la región central del país, la cual ocasiona daños considerables en la producción de conos. Se ha observado que esta especie únicamente presenta una generación por año.

Orden Diptera. Un cecidómido del género *Contarinia* presente en bosques de pino piñonero, se ha encontrado atacando conillos y provocando la formación de agallas en sus escamas. Las larvas se encuentran dispersas entre las escamas y semillas en desarrollo. Si se encuentran en grandes números; puede llegar a ocasionar la muerte del conillo.

Otro cecidómido corresponde al género *Resseliella*, el cual se encuentra causando daño a conos de *P. montezumae* y *P. ponderosa*. Las larvas se alimentan en grupos entre las escamas del cono y en la superficie de las semillas en desarrollo. La intensidad del daño es variable.

Participación de los Insectos en la Producción de Conos

Los insectos relacionados con las estructuras reproductivas de las coníferas, tienen una particular importancia debido a que participan en una serie de procesos básicos relacionados con la producción de semillas. Estos insectos se encuentran presentes durante todas las etapas de desarrollo de los conos, y se les ha llegado a considerar como principales responsables de las pérdidas ocasionadas en la producción, pues se ha calculado que generalmente menos del 20% de una población de flores femeninas sobrevive hasta llegar a conos maduros (Mattson, 1978).

Las variaciones anuales en la sobrevivencia de conos maduros son determinadas principalmente por variaciones en el daño a los conos, lo

cual está asociado con variaciones en la abundancia de conos. Se considera que el tamaño de la cosecha de conos es un poderoso regulador en el número de insectos presente, ya que se ha comprobado que cosechas pequeñas reducen drásticamente las poblaciones de insectos, de modo que al año siguiente sólo serán dañados pocos conos. El número de conos atacados tiende a incrementarse anualmente a menos que sea limitado por la abundancia de conos (Mattson, 1971).

Con respecto a la producción de semilla por cono, depende de la interacción de muchas variables, entre las que se encuentran los insectos, los cuales reducen la producción de semilla en los conos sobrevivientes.

Se indica la probable participación de los insectos en los procesos de producción de flores, pues se menciona que el daño que ocasionan en las cosechas de conos en desarrollo, puede mejorar la producción de flores y así la abundancia futura de material hospedero. Sin embargo, la producción de flores también depende de otros factores que están interactuando con los insectos y cualquier variación en ellos influenciará el proceso de floración; además, la mortalidad de las flores causada por insectos tiende a aumentar a medida que se incrementa la densidad de flores. Por lo tanto es importante considerar que los esfuerzos para incrementar y estabilizar la producción de flores en áreas productoras de semilla, no necesariamente implicarán una mayor sobrevivencia en la población de conos (Mattson, 1978).

Con respecto a la intervención de los insectos de conos en la distribución de energéticos y nutrientes en los árboles, es poco lo que se sabe. Los insectos al destruir las flores, conillos y conos al principio de su desarrollo, ocasionan que las cantidades de energía y nutrientes destinadas para tales estructuras sean reducidas y puedan llegar a utilizarse en otros procesos. Se ha calculado la producción real y potencial de conos (en gramos), como una representación de una cantidad de energía y nutrientes, obteniéndose que las cantidades reales fueron siempre menores del 50% de las potenciales, lo cual indica que realmente hubo una desviación de los energéticos y nutrientes que debían ser utilizados por las estructuras reproductivas (Mattson, 1978).

Otra forma en que los insectos de conos se relacionan con los árboles es con respecto a la sincronización entre el tiempo de desarrollo del cono y el ataque al cono por el insecto. Los insectos atacan los conos tan pronto como estas estructuras aparecen en los árboles y completan su

ataque antes de que los conos maduren completamente; la razón para esto consiste en que los conos al principio de su desarrollo tienen mayores concentraciones de nutrientes y reservas, los cuales disminuyen a medida que crecen los conos, cuyos tejidos se van engrosando y endureciendo, siendo así menos apropiados como alimento de los insectos. Esto sugiere que los insectos de conos han evolucionado muy cerca con el árbol, de modo que los estados de desarrollo de los insectos, están presentes cuando los conos son más apropiados para ellos (Mattson, 1978). Se afirma que la mayoría de los depredadores de semillas y sus hospederos, han coevolucionado hasta desarrollar relaciones altamente estructuradas en los niveles químico, espacial y temporal (Jansen, 1971).

Todo lo anterior resalta la importancia de los insectos de conos, cuya presencia es determinante en los procesos de producción de semillas; de ahí que deban ser considerados de manera muy especial en los programas relacionados con la producción de planta con fines de reforestación.

Bibliografía

- ARCEO, V. R. y D. CIBRIAN T. 1980. Utilización de tablas de vida en la evaluación de mortalidad de semillas de *Pinus montezumae* Lamb. en San Juan Tetla, Puebla. Memorias Primer Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. Soc. Méx. Ent. 324 p.
- BODENHAM, I., R.E. STEVENS and T.D. THATCHER. 1976. A cone weevil, *Conotrachelus neomexicanus*, on ponderosa pine in Colorado: Life history, habits, and ecological relationships (Coleoptera: Curculionidae). *Can. Entomol.* 108:693-699.
- CAMPOS, B. R. 1983. Muestreo secuencial para evaluar daños causados por *Conophthorus ponderosae* Hopk. (Col: Scolytidae) a conos de *Pinus hartwegii* Lind. en la Sierra Nevada, México. Tesis profesional. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. 87 p.
- CIBRIAN, T. D., J.T. MENDEZ M. y B.H. EBEL. 1982. Nuevos registros de insectos de bosques de México. Memoria Segundo Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. Soc. Méx. Ent.
- JANSEN, D.H. 1971. Seed predation by animals. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 2:465-492.
- MATTSON, W.J. 1971. Relationship between cone crop size and cone damage by insects in red pine seed-production areas. *Can. Entomol.* 103:617-621.
- MATTSON, W.J. 1978. The role of insects in the dynamics of cone production of red pine. *Oecologia (Berl)* 33:327-349.
- MUÑOZ, M. A. y J.D. FLORES F. 1982. Dinámica poblacional y evaluación de daños causados por *Conophthorus cembroides*, en un bosque de pino piñonero, *Pinus cembroides*, en el Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coah. Memoria Segundo Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. Soc. Mex. Ent.
- RIO, M. A. DEL y P. MAYO J. 1982. Biología, hábitos y distribución de *Conophthorus* spp. (Col: Scolytidae) en la Meseta Tarasca, Mich. Memoria Segundo Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. Soc. Mex. Ent.

COLEOPTEROFAUNA ASOCIADA A *LIQUIDAMBAR STYRACIFLUA* (L.) EN LA SIERRA DE HIDALGO, MEXICO *

Miguel Angel Morón R.**
Roberto A. Terrón S.***

Introducción

En el transcurso de los estudios faunísticos sobre coleópteros lamellicornios y longicornios de la sierra de Hidalgo, se ha observado una gran diversidad de especies de otras familias del orden asociadas con los restos xilosos de los árboles dominantes en los ecosistemas visitados, en los cuales ocupan numerosos niveles tróficos, lo que nos ha motivado a realizar análisis integrales de esta entomofauna especializada encaminados a obtener información sobre la dinámica de este habitat y la importancia forestal de las diversas familias de coleópteros.

Como antecedente tenemos el análisis de la coleópteroafauna asociada con *Pinus patula*, en las cercanías de Molango, Hidalgo (Cervantes, Morón y Terrón, 1980), que proporcionó datos sobre 16 familias del orden (Carabidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Colydiidae, Cucujidae, Curculionidae, Elateridae, Eucnemidae, Histeridae, Lyctidae, Nitidulidae, Ostomidae, Passalidae, Scolytidae, Staphylinidae y Tenebrionidae), las cuales son características de los dos primeros estadios de la primera fase de la microsucesión en madera derribada (Dajoz, 1967; Morón, 1984).

* Trabajo desarrollado dentro del proyecto "Biosistemática, Ecología y Biogeografía de Diversos Grupos de Insectos", como la contribución No. 32 al proyecto "Ecología y Comportamiento Animal" apoyado por la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

** Instituto de Ecología.

*** Insectario. Univ. Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

En los bosques de esta parte de la Sierra Madre Oriental *Pinus patula* es el árbol dominante por arriba de los 1 800 m de altitud, pero aun cuando puede establecerse hasta los 1 300 m, es reemplazado por *Liquidambar styraciflua*, que domina o codomina con varias especies de *Quercus* y *Alnus* entre los 1 000 y los 1 800 m de altitud.

Dado que *Pinus* es una gymnosperma y *Liquidambar* es una angiosperma, las características de su xilema son muy diferentes. El pino tiene una estructura más sencilla, los mismos elementos se encargan de las funciones de sostén y conducción, por lo cual no hay fibras leñosas, ni vasos conspicuos, y el parénquima leñoso está reducido; presenta traqueidas transversales que acompañan a las células del radio medular y tiene abundantes conductos resiníferos.

La madera de liquidámbar tiene una estructura más compleja, ya que existe gran diferenciación entre las fibras leñosas y los vasos conductores, el parénquima leñoso es abundante y se presenta en cordones longitudinales y transversales que conectan a los radios medulares entre sí, no presenta traqueidas transversales anexas a los radios medulares, y su xilema se diferencia claramente en una parte activa externa o albura, y en una parte inactiva-interna de sostén llamada duramen (Nultsch, 1966).

Estas diferencias, aunadas a la estructura del liber y el ritidoma, pueden ser de gran importancia para los insectos barrenadores, por lo cual se acentúa el interés por comparar la coleópteroфаuna que se establece en los troncos derribados de estas especies de árboles simpátricos.

Material y Métodos

El presente estudio está basado en el análisis detallado de cuatro troncos derribados, y en la revisión parcial de 20 troncos o tocones de *Liquidambar styraciflua*, encontrados en varias localidades situadas a lo largo de la carretera de Zacualtipán a Tlanchinol, Hidalgo, entre los 1 300 y 1 600 m de altitud, en bosque mesófilo de montaña con distintos grados de perturbación. La mayor parte del material se obtuvo de la cañada de Acuatitlán, cercana a Molango, y de un sitio ubicado cuatro kilómetros al norte del poblado de Tlanchinol, durante los meses de noviembre y diciembre de 1977, marzo-mayo de 1978, mayo y junio de 1979, mayo de 1980, julio y agosto de 1981 y septiembre de 1982.

En principio se procedió a obtener la longitud y el diámetro promedio de los troncos, pasando después a recolectar los coleópteros cortícolas y subcortícolas con ayuda de pinzas, pinceles, aspiradores y charolas blancas, cuidando de conservarlos por separado de acuerdo con su microhabitat. Posteriormente se desmenuzó el xilema para buscar a los barrenadores, con ayuda de hachas y cuchillos de campo. Gran parte del material obtenido se fijó en líquido de Khale durante una semana antes de conservarlo en etanol 70% o de montarlo en alfiler. Las larvas y pupas de Cerambycidae, Tenebrionidae, Elateridae y Melolonthidae se mantuvieron con vida en pequeños terrarios para tratar de obtener los imagos. Los ejemplares se encuentran depositados en la Colección del Insectario de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco y en la Colección M.A. Morón-Museo de Historia Natural de la Ciudad de México.

Resultados y Discusión

Las cuatro muestras globales, procedentes de casi un metro cúbico de madera húmeda proporcionaron 537 larvas, pupas y adultos distribuidos en 32 familias (Cuadro 1). Las 20 muestras parciales están formadas por más de 3 000 especímenes inmaduros y adultos de Passalidae, Melolonthidae, Cerambycidae, Tenebrionidae, Elateridae, Cucujidae, Ostomidae, Rhipiceridae y Staphylinidae (Cuadro 2).

CUADRO 1

Características de cuatro troncos derribados de *Liquidambar styraciflua* con la corteza presente, examinados con detalle en la cañada de Acuatitlán, Hidalgo, en mayo de 1980. Altitud 1 650 msnm.

	Tronco I	Tronco II	Tronco IV	Tronco VI
Longitud total	5.70 m	4.10 m	10.20 m	6.60 m
Diámetro promedio	0.28 m	0.21 m	0.15 m	0.24 m
Volumen	0.350 m ³	0.141 m ³	0.179 m ³	0.298 m ³
Total de coleópteros	37	75	206	219
No. de familias	11	11	21	18

Entre las siete familias con hábitos xilófagos (Cuadro 3), sólo los Cerambycidae tuvieron representantes subcortícolas; en la albura y el duramen destacan por su abundancia y biomasa las larvas y adultos de los

CUADRO 2

Relación de Coleoptera xilófilos asociados con *Liquidambar styraciflua* en la sierra de Hidalgo. Total de cuatro muestras. Mayo 1980.

Familias	Número de ejemplares			Total
	Larvas	Pupas	Adultos	
BUPRESTIDAE	1	—	—	1
CARABIDAE	1	—	12	13
CERAMBYCIDAE	30	4	9	43
CISIDAE	3	—	65	68
COLYDIIDAE	—	1	21	22
CRYPTOPHAGIDAE	—	—	7	7
CUCUJIDAE	2	—	1	3
CURCULIONIDAE	—	—	4	4
ELATERIDAE	9	—	6	15
EUCNEMIDAE	—	—	1	1
LAGRIIDAE	1	—	—	1
LATHRIDIIDAE	—	—	1	1
LEIODIDAE	—	—	4	4
MELANDRYIDAE	—	—	1	1
MYCETOPHAGIDAE	1	—	—	1
MELOLONTHIDAE	7	—	2	9
OSTOMIDAE	2	—	1	3
PASSALIDAE	26	11	164	201
PLATYPODIDAE	—	—	1	1
RHIPICERIDAE	11	—	1	12
SCYDMAENIDAE	—	—	8	8
STAPHYLINIDAE	—	—	52	52
TENEBRIONIDAE	21	6	10	37

Passalidae *Heliscus tropicus*, *Odontotaenius zodiacus* y *Oileus rimator*; las larvas y adultos de tres especies de Cerambycidae de los géneros *Acanthoderes*, *Parandra* y *Placosternus*; las larvas y adultos de una especie de Tenebrionidae del género *Zophobas*; las larvas de los Melolonthidae-Rutelinae *Chrysina macropus* Franc., *Macraspis lucida* Oliv., *Plusiotis badeni* Bouc., *Macropoides nietoi* Guér. y *Parisolea pallida* Candezé; así como las larvas de los Rhipiceridae *Callirhipis tenuipes* Champion.

Durante el mes de mayo, el predominio corresponde a los adultos de Passalidae, seguidos por las larvas de Tenebrionidae, Passalidae y Cerambycidae; los Melolonthidae y Rhipiceridae estuvieron menos representados y sólo se localizaron adultos no identificados de Curculionidae (Cuadro 3).

CUADRO 3

Coleópteros xilófagos asociados con *Liquidambar styraciflua* en la sierra de Hidalgo. Total de cuatro muestras. Mayo 1980.

Familias	% abundancia			Microhabitat
	Larvas	Pupas	Adultos	
CERAMBYCIDAE	3	0.3	1.6	Bajo corteza
BUPRESTIDAE	0.3	—	—	
CURCULIONIDAE	—	—	1.3	Albura
PASSALIDAE	8.5	3.6	54	
RHIPICERIDAE	3.6	—	0.3	y
MELOLONTHIDAE	2.2	—	0.6	Duramen
TENEBRIONIDAE	6.9	1.9	3.3	
CERAMBYCIDAE	6.9	0.9	1.3	

Entre los depredadores subcortícolas destacan los adultos de Staphylinidae y Carabidae, acompañados de algunos Colydiidae; mientras que en el duramen y la albura los Colydiidae son más abundantes, seguidos por las larvas y adultos de Elateridae-Pyrophorinae, los Ostomidae y Cucujidae, que hacen presa de otros coleópteros siguiendo sus galerías (Cuadro 4).

CUADRO 4

Coleópteros entomófagos asociados con *Liquidambar styraciflua* en la sierra de Hidalgo. Total de cuatro muestras. Mayo 1980.

Familias	% abundancia			Microhabitat
	Larvas	Pupas	Adultos	
CARABIDAE	0.9	—	11	
COLYDIIDAE	—	—	8.2	Bajo corteza
STAPHYLINIDAE	—	—	47	
EUCNEMIDAE	—	—	0.9	
ELATERIDAE	1.8	—	—	
CUCUJIDAE	1.8	—	0.9	Albura
OSTOMIDAE	1.8	—	0.9	y duramen
COLYDIIDAE	—	0.9	10.8	
ELATERIDAE	6.3	—	5.4	

Los grupos micetófagos están representados principalmente bajo la corteza por adultos de Cisidae, Scydmaenidae, Cryptophagidae, Leiodidae y Melandryidae; dentro de la albura sólo se encontraron adultos de Cisidae pobremente representados (Cuadro 5). El hallazgo de gran cantidad de estos pequeños coleópteros císidos gregarios afines al género *Xestocis*, merece una mención especial, ya que no se les reporta con frecuencia y sus registros son escasos en México. Eberhard (1979) ha comprobado que las proyecciones ceratiformes de la cabeza son empleadas durante combates intraespecíficos que tienen lugar debajo de la corteza, entre los hongos en los cuales construyen sus galerías de alimentación, y reproducción (Fig. 1).

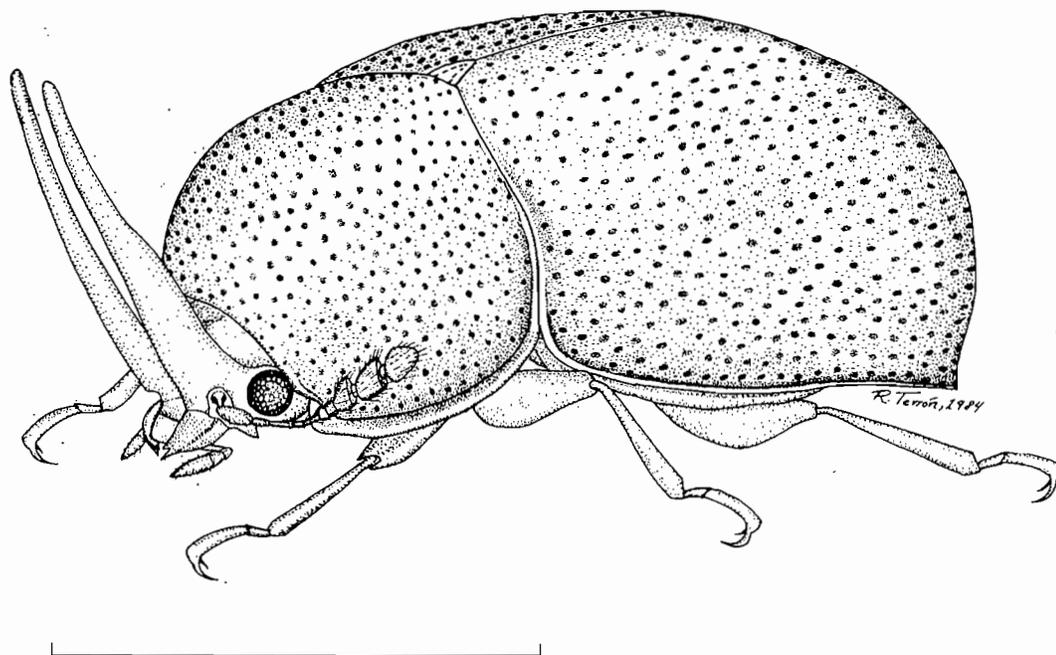
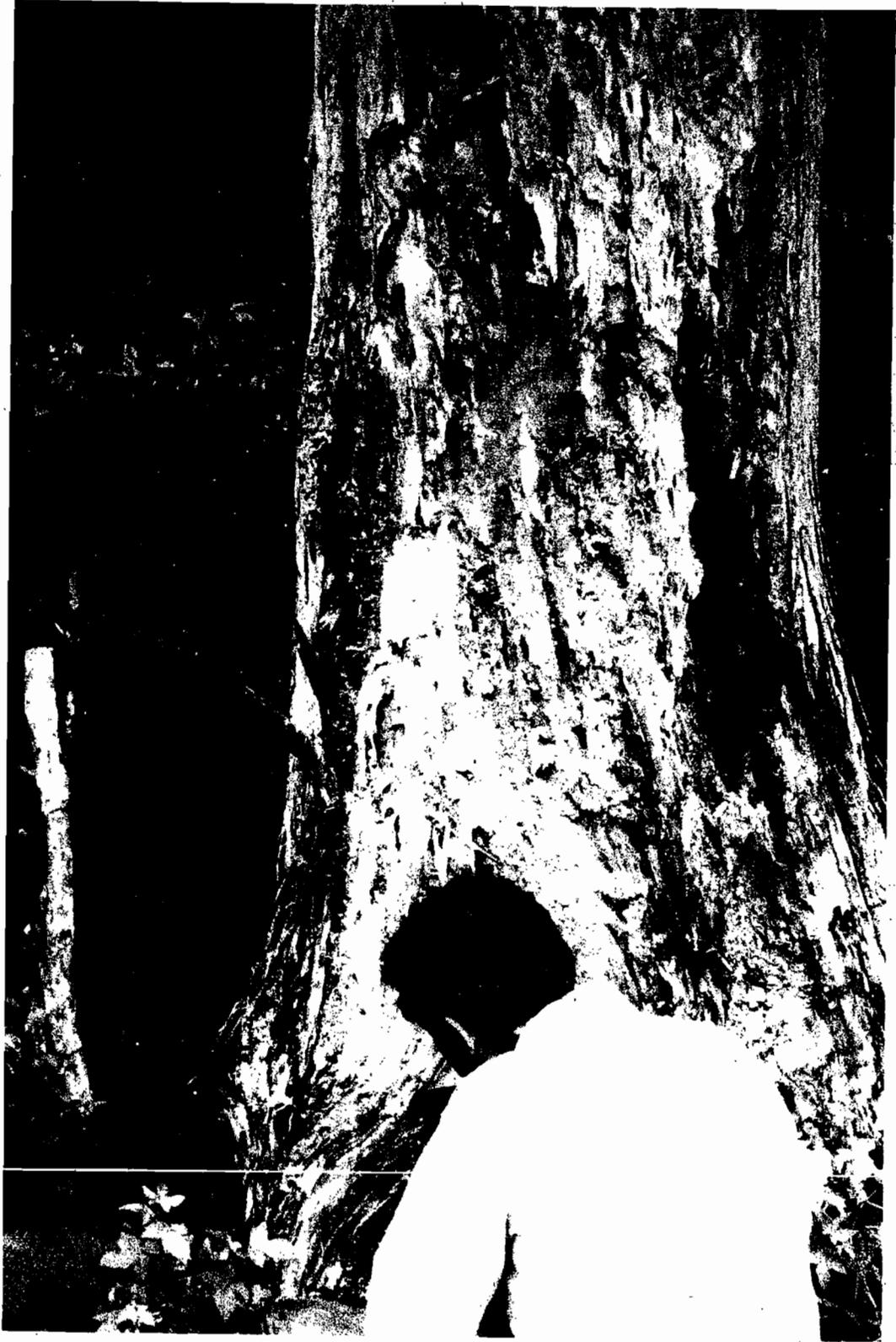


Fig. 1. Vista fronto-lateral de un macho de Cisidae, *affinis*, *Xestocis* sp. Línea = 0.5 mm.



CUADRO 5

Coleópteros micetófagos asociados con *Liquidambar styraciflua* en la sierra de Hidalgo. Total de cuatro muestras. Mayo 1980.

Familias	Larvas	% abundancia		Microhabitat
		Pupas	Adultos	
CRYPTOPHAGIDAE	—	—	7	
MYCETOPHAGIDAE	1	—	—	
PLATYPODIDAE	—	—	1	
CISIDAE	3	—	62	
LAGRIIDAE	1	—	—	Bajo corteza
LATHRIDIIDAE	—	—	1	
LEIODIDAE	—	—	4	
MELANDRYIDAE	—	—	1	
SCYDMAENIDAE	—	—	8	
CISIDAE	—	—	3	Albura

Durante el mes de mayo la relación de abundancia porcentual que existe entre los tres niveles tróficos que ocupan los coleópteros estudiados, es variable de acuerdo con el microhabitat que ocupan; sobre la corteza la relación entre depredadores y consumidores de hongos y otros fitófagos está muy nivelada (56:39) y no existen degradadores. Bajo la corteza ocurre una situación similar (49:40), pero se encuentra una representación pequeña de saprófagos. Dentro de la albura y el duramen las presas potenciales predominan ampliamente sobre los depredadores (9:1); y en un panorama global los depredadores y los consumidores primarios decrecen numéricamente al profundizar en el sustrato, en tanto que los degradadores exhiben la tendencia opuesta (Cuadro 6).

CUADRO 6

Abundancia porcentual de los coleópteros asociados con *Liquidambar styraciflua* en la sierra de Hidalgo. Mayo 1980.

Nivel trófico	Habitat		
	Sobre corteza	Bajo corteza	Albura y duramen
Depredadores	39	40	10
Consumidores primarios	56	49	1
Degradadores	—	8	89

Excluyendo a los especímenes de las familias Coccinellidae, Cantharidae, Chrysomelidae, Mordellidae, Chelonaridae y Haliplidae, que sólo buscan un refugio temporal o accidental en la corteza de los troncos, la diver-

CUADRO 7

Abundancia porcentual de coleópteros en un metro cúbico de madera húmeda en la sierra de Hidalgo, durante el mes de mayo.

<i>Familias</i>	<i>Pinus patula</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>
BUPRESTIDAE	—	0.19
CARABIDAE	0.22	2.47
CERAMBYCIDAE	25.22	8.19
CISIDAE	—	12.95
CLERIDAE	—	0.19
COLYDIIDAE	8.03	4.19
CUCUJIDAE	4.68	0.57
CURCULIONIDAE	2.23	0.76
CRYPTOPHAGIDAE	—	1.33
ELATERIDAE	2.23	2.85
EUCNEMIDAE	0.89	0.19
HISTERIDAE	3.57	0.95
LAGRIIDAE	—	0.19
LATHRIDIIDAE	—	0.19
LEIODIDAE	—	0.76
LYCTIDAE	0.89	—
MELANDRYDAE	—	0.19
MELOLONTHIDAE	—	1.71
MYCETOPHAGIDAE	—	0.19
NITIDULIDAE	0.22	—
OSTOMIDAE	12.94	0.57
PASSALIDAE	0.44	38.28
PLATYPODIDAE	—	0.19
PSELAPHIDAE	—	0.19
RHIPICERIDAE	—	2.28
SCOLYTIDAE	11.16	—
SCAPHIDIIDAE	—	0.19
SCYDMAENIDAE	—	1.52
STAPHYLINIDAE	23.88	9.90
TENEBRIONIDAE	3.34	7.04
No. DE FAMILIAS	16	27
INDICE DIVERSIDAD	0.756	1.178
INDICE PREDOMINIO	0.162	0.189

sidad de familias de coleópteros presentes durante la primavera en los troncos de liquidámbar sujetos a la primera etapa de microsucesión es 0.422 puntos mayor que la de *Pinus patula* (Cuadro 7), de acuerdo con el índice de Menhinick (1964); y en ninguna de las dos muestras existe un predominio muy marcado (0.162 para *Pinus* y 0.189 para *Liquidambar*), con base en el índice de Simpson (1949); el índice de similitud entre las muestras es moderado, equivalente a un 0.55 de acuerdo con la fórmula de Sorenson (1948).

Estos datos nos indican que existe una mayor preferencia por los restos xilosos de liquidámbar, ya que éste sostiene una mayor diversidad de familias, tal vez porque al ser más blando, poroso y con un liber delgado facilita la actividad de los coleópteros menos especializados para barrenar; como lo pueden demostrar los porcentajes de las familias con especies barrenadoras muy especializadas (Cerambycidae, Cucujidae, Lyctidae) que son significativamente más abundantes en el pino.

Por otra parte, la misma estructura y perdurabilidad del liber de pino permite el establecimiento de un mayor número de grupos subcortícolas, que están poco representados o ausentes en el liquidámbar, como los Scolytidae.

Aunque ninguna de las especies encontradas parece tener importancia como plaga de *Liquidambar*, puede mencionarse que los individuos debilitados o enfermos son atacados por los cerambícidos del género *Parandra*, como pudo confirmarse cerca de Tlanchinol, en un gran ejemplar afectado por el fuego de una tumba-quema realizada para establecer un potrero, el cual mostraba la parte expuesta al calor muy deteriorada por la actividad de estos coleópteros, a tal grado que también algunos pasálidos del género *Heliscus*, típicos degradadores, ya estaban estableciéndose (Fig. 2).

En otro sentido, todas las especies mencionadas como saproxilófagas tienen una gran importancia como integrantes del complejo de degradadores primarios forestales asociados al bosque mesófilo de montaña.

Bibliografía

- CERVANTES, M.F., M.A. MORON y R. TERRON. 1980. Coleóptero-fauna asociada a *Pinus patula* Schl. et Cham. en la Sierra de Hidalgo. En: *Memoria del I Simposio Nacional de Parasitología Forestal, Uruapan, Mich.* S.M.E. México. pp. 58-62.

- DAJOZ, R. 1978. Los insectos xilófagos y su papel en la degradación de la madera muerta. En: *Ecología Forestal*. P. Pesson, editor. Mundiprensa. Madrid. pp. 267-315.
- EBERHARD, G.W. 1979. The function of horns in *Podischnus agenor* (Dynastinae) and other beetles. In: *Sexual Selection and Reproductive Competition in Insects*. M.S. Blum & N.A. Blum eds. Academic Press, New York. pp. 243-258.
- MENHINICK, E.F. 1964. A comparison of some species diversity indices applied to samples of field insects. *Ecology*, 45:859-861.
- MORON, M.A. 1984. Rutelinos con importancia forestal en la Sierra de Hidalgo, México (Coleoptera, Melolonthidae, Rutelinae). En: *Memoria del II Simposio Nacional de Parasitología Forestal, Cuernavaca, Mor.* S.M.E. México.
- NULTSCH, W. 1966. *Botánica General*. Manual para estudiantes de Ciencias Naturales, Medicina y Agronomía. Editorial Norma, Cali, Colombia. pp. 131-148.
- SIMPSON, E.H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*, 136:688.
- SORENSEN, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. *K. Danske Vidensk. Selsk.* 5:1-34.

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE UN BARRENADOR DE BROTES DE PINO

Ma. Eugenia Guerrero Alarcón*
David Cibrián Tovar**

Introducción

En la regeneración natural de los bosques de pino de la parte central de nuestro país, se ha detectado una especie del género *Eucosma*. Los niveles de infestación que se han observado varían de bajos a elevados; también se han podido reconocer rodales naturales que muestran los efectos de las infestaciones, evidenciando pérdidas de volumen y deformaciones de fuste y ramas. Tomando en cuenta que otras especies de este género, con hábitos similares, son plagas forestales de importancia en otros países, se consideró necesario realizar el presente trabajo con los objetivos siguientes:

- Conocer la distribución y hospederos de *Eucosma* sp. en la región central de México.
- Definir el ciclo de vida y hábitos.
- Caracterizar los daños que causa en su hospedero.

Materiales y Métodos

Area de estudio

Los datos para este estudio fueron tomados de dos sitios en el Estado de México (Fig. 1), localizados en la carretera que va de Toluca a Temas-

* Centro de Investigaciones Forestales de la Región Central, INIF, SARH.

** Laboratorio de Entomología Forestal, Departamento de Bosques, UACH.

caltepec, en el km 22 (Sitio 1) a 3 100 msnm y en el km 41 (Sitio 2) a 2 400 msnm.

En el primer sitio la especie dominante es *Pinus hartwegii* y en el segundo es *P. pseudostrobus*, ambos sitios cuentan con abundante arbolado joven.

Distribución y hospedero

Se hicieron recorridos para iniciar la determinación de la distribución y hospederos de *Eucosma* tomando los datos de cada localidad e identificando sus hospederos.

Colecta de material infestado

Para realizar la colecta de material dañado por *Eucosma* se inició por coleccionar brotes de *Pinus pseudostrobus* ya desarrollados, de 30 cm de longitud en promedio, que presentaron algunas características de daño. El material con estas características fue llevado al laboratorio para ser revisado, abriendo cada brote en forma longitudinal para observar la galería larval y extraer las larvas que se encontraran en ella.

En el otro sitio se colectaron los brotes en crecimiento, siendo la colecta al azar, dado que en *P. hartwegii* las características de ataque no fueron evidentes al principio de la toma de muestras.

Colecta de adultos de *Eucosma* sp.

Con el fin de obtener adultos de *Eucosma* sp., se colocaron trampas de luz negra a partir del mes de febrero a mayo de 1983 en los sitios donde se observaron daños por este insecto; sin embargo no se logró coleccionar ningún adulto, por lo que se procedió a realizar las colectas manualmente durante el día.

Ciclo de vida de *Eucosma* sp.

Todas las larvas que se midieron para determinar el número de estadios larvales de *Eucosma* sp. fueron obtenidas del material coleccionado. De las mismas larvas, unas fueron colocadas en macetas con tierra para que puparan, y fueron mantenidas a la intemperie.

Resultados y Discusión

Identificación del material entomológico

Los ejemplares de *Eucosma* han sido identificados preliminarmente como tal, por comparación de genitalias, de acuerdo a los patrones de coloración de las alas, morfología externa de las pupas y en base a los daños que causan las larvas.

Paralelamente, un lote de adultos ha sido enviado al Dr. Miller de la Universidad de Minnesota especialista en la familia Tortricidae para que sea confirmada la identificación.

Distribución y hospederos

Cuadro 1

Distribución y hospederos de *Eucosma* sp. (Lep: Tortricidae), en el Eje Neovolcánico de México. 1984.

<i>Localidad</i>	<i>Hospederos</i>
Carretera Toluca-Temascaltepec, México (km 22; a 1 km al sur de Buenavista)	<i>Pinus hartwegii</i>
Carretera Toluca-Temascaltepec, México (km 41, desviación a Valle de Bravo)	<i>P. michoacana</i> <i>P. pseudostrobus</i>
Km 29 Carretera a Valle de Bravo, México	<i>P. pseudostrobus</i>
Amecameca, México	<i>P. ayacahuite</i>
San Miguel Atlautla, Méx.	<i>P. pseudostrobus</i>
8 km al este de Santiago Xalitzintla, municipio San Andrés Jalpan, Puebla	<i>P. hartwegii</i>
Parque Nacional "La Malinche", Tlaxcala	<i>P. montezumae</i>

Descripción de los estados de desarrollo de *Eucosma* sp.

Adulto

Los patrones de coloración de la hembra y el macho son similares, el insecto en su aspecto general es de color café claro a naranja brillante. Palpos blancos, cabeza blanca. Antenas de tipo filiforme. Tórax en el margen anterior de color blanco al centro y café-naranja brillante en los extremos hacia las alas. Abdomen cubierto completamente con escamas

de color plateado. Alas anteriores con bandas de escamas de color gris brillante sobre un fondo de escamas de color rojo cobrizo brillante; en el margen costal de las alas anteriores se presentan una serie de escamas de color negro alternadas con otras de color blanco. Las alas posteriores son de color gris brillante con tonalidades de negro dispersos.

Larva

La larva completamente desarrollada se torna del color amarillento a un color rosado, la cabeza es de color café y presenta una sutura característica en forma de Y y grandes áreas ocelares redondeadas; los segmentos torácicos se observan agrandados; en el primer segmento torácico presenta una placa; en la región anal presenta unas placas y una estructura como fórceps. Mide en promedio 15 mm de longitud.

Pupa

La pupa es de tipo obtecta, es de color café brillante, mide en promedio mm de longitud; ambos sexos son similares en aspecto dorsal y lateral con líneas transversas de espinas fuertes en todos los segmentos abdominales.

Ciclo de vida y hábitos de *Eucosma* sp.

Los adultos de *Eucosma* sp. fueron observados en *Pinus hartwegii* desde marzo hasta principios de mayo (Fig. 1), se encontraron posados en la base de los brotes, a la sombra y generalmente en forma individual.

En el sitio de *P. pseudostrobus* no fueron observados los adultos, en ese tiempo se encontraron larvas en sus galerías por lo que concluye que en ese lugar el ciclo de vida de *Eucosma* sp. así como el desarrollo de los brotes se inicia tiempo antes.

En los sitios donde se encontraron adultos se revisó para localizar los huevecillos, sin embargo nunca fueron observados bajo condiciones naturales en el campo.

Las larvas de los primeros instares fueron observadas desde principios de marzo, notándose que éstas penetran barrenando directamente en la médula del brote, iniciando galerías en posición transversal, sólo visibles a la lupa, después avanzan en forma ascendente y mudan dos o tres veces para después cambiar su dirección, cuando la larva casi ha completado su desarrollo consume el resto del tejido de la médula, haciendo más ancha la galería, la cual se observa rellena con excremento compactado

de color café rojizo. Cuando las larvas están completamente desarrolladas, la galería mide 5 mm en promedio. La longitud de la galería varía de acuerdo a la especie del hospedero y a su vigor midiendo de 5 a 20 cm en el caso de *Pinus hartwegii*, siendo más larga, de 10 a 30 cm en *P. pseudostrobus*.

Generalmente se encuentra una larva por brote, sin embargo, ocasionalmente se encontraron dos o tres, observándose que sólo una, logra completar su desarrollo.

En el sitio de *P. pseudostrobus*, se apreció que las larvas concluyeron su desarrollo de fines de junio a principios de agosto, tiempo en el cual fueron observados los primeros orificios de salida que ellas practican en los brotes para después salir y dejarse caer al suelo y pupar, estos orificios son de forma oblonga-circular, situados de 5 a 10 cm arriba de la base del brote.

Eucosma sp. pupa en el suelo, haciendo un capullo de seda al cual se adhieren diferentes tipos de partículas lo que la hace difícil de distinguir de otros materiales que componen al suelo.

De acuerdo a las observaciones de campo de dos años consecutivos (1982-1983), la pupa de *Eucosma* permanece en reposo por un periodo aproximado de siete meses.

Caracterización de daños

El túnel de alimentación o galería que hace la larva de *Eucosma* es la característica más útil para la identificación de los daños por este insecto.

El daño causado por *Eucosma* puede ser visto más fácilmente en el campo cuando la larva ya ha perforado el brote para salir a pupar. En este tiempo los brotes dañados presentan diferentes características de acuerdo a su hospedero; en el caso de *Pinus pseudostrobus* y *P. montezumae* se observan los brotes curvados en la parte distal con el follaje de menor tamaño y de color verde amarillento (Fig. 2).

En *P. hartwegii* el daño se observa en general como reducciones en el tamaño del brote y en la longitud del follaje, observándose en ocasiones que debido a la reducción en el tamaño del follaje el brote se observa de color café, debido a que las vainas sobresalen.

En general, los brotes que fueron atacados pueden permanecer por un tiempo en el árbol, observándose colapsados y con el follaje completamente seco, éstos pueden ser trozados por la acción del viento y entonces sólo se observa la base del brote seco.

Las evidencias de ataques anteriores se observan como engrosamientos en el tallo principal y ramas, amacollamiento y sustitución de ramas terminales principales por las laterales.

Bibliografía

- MACKAY, M.R. 1959. Larvae of the North American Tortricinae (Lepidoptera: Tortricidae). Can. Ent. Suppl. 28, 182 p.
- STOSZEK, K.I. 1973. Damage to ponderosa pine plantations by the Western Pine-Shoot Borer. *Journal of Forestry*. 71:701:705.

**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE
EL COMPORTAMIENTO DE DOS ESPECIES DE TERMITAS
DE MADERA SECA, *CRYPTOTERMES BREVIS* (WALKER)
E *INCISITERMES MARGINIPENNIS* (LATREILLE)
(KALOTERMITIDAE; ISOPTERA)**

*Victor Pérez-Morales **

*Juan Luis Brunhuber Menéndez **

*Gerardo Segura Warnholtz **

Introducción

La distribución de las especies de Isoptera como la de la mayoría de los insectos es afectada de manera importante por la temperatura y la humedad del medio ambiente. A pesar de esto los datos que se tienen a nivel mundial, acerca de los requerimientos fisiológicos de las termitas, son en la mayoría de los casos muy limitados. Aunque existen los estudios realizados en este aspecto por Williams (1976), Steward (1981, 1982), Becker (1978), y otros, éstos se enfocan a diferentes especies procedentes de regiones distintas a México, país que presenta una gran diversidad de termitas de madera seca (Williams, 1976).

Los datos que se pueden obtener acerca de las tolerancias y preferencias de temperatura y humedad relativa de las especies de termitas que representan un riesgo como plagas de madera estructural, serán una contribución valiosa ya que podrán proporcionar información sobre posibles recomendaciones acerca del control de infestaciones, a través de medidas directas o bien en el diseño de estructuras, de interiores principalmente (Williams, 1976).

* Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Madera.

Existen casos en que la distribución de las termitas está limitada principalmente por temperaturas extremas. Se ha observado que temperaturas mayores a los 44°C son letales para todas las especies, a esta temperatura mueren los protozoarios xilófagos que viven en simbiosis en el tracto digestivo de las especies de termitas de la familia Kalotermitidae (Williams, 1976).

Las temperaturas bajas, por otro lado, tienden a provocar una disminución e incluso una inhibición en la actividad reproductora de estos insectos. Los protozoarios xilófagos en este caso, tienden a soportar temperaturas aún más bajas que las que soportan los insectos (Williams, 1976).

Otros estudios demuestran que las temperaturas óptimas de la actividad reproductora son generalmente más bajas que las temperaturas óptimas de actividades alimenticias (Steward, 1981).

Material y Métodos

Termitas. Las dos especies de termitas utilizadas en el experimento pertenecen a la familia Kalotermitidae: *Incisitermes marginipennis* (Latreille) y *Cryptotermes brevis* (Walker). Ambas son plagas de madera estructural causando daños económicos considerables en el centro del estado de Veracruz. Los insectos se obtuvieron de maderas estructurales que habían sido sustituidas por su avanzado deterioro.

Gradiente lineal de temperatura. El gradiente de temperatura utilizado, fue el diseñado por Vázquez Yáñez en 1975 el cual está formado por cuatro componentes básicos: un tanque de enfriamiento y uno de calentamiento, una barra central hecha con aluminio, la cual tiene una longitud total de 87 cm, un ancho de 15 cm y un grosor de 2.5 cm y todo el gradiente menos la barra central se encuentra recubierta por poliuretano a manera de material aislante.

Dada la dificultad para mantener a los insectos dentro de la barra térmica fue necesario colocar dos tiras de vidrio a cada lado de ésta.

En total se colectaron 350 pseudobreras, a partir del tercer estadio y se mantuvieron en el cuarto de acondicionamiento durante una semana a una temperatura de $27^{\circ} \pm .5^{\circ}\text{C}$ y 83% de H.R.

Una vez transcurrido este periodo se seleccionaron las termitas que iban a ser usadas, para lo cual se utilizaron dos vasos de precipitado de 10 ml cada uno; en uno de los vasos se introdujeron 25 termitas y se colocó otro vaso a 90° con respecto al primero esperándose entonces a que pasaran del vaso superior al vaso inferior las primeras 20 termitas, una vez que éstas habían pasado, se dio por terminada la autoselección.

De esta manera se seleccionaron 240 termitas, para que cada especie contara con dos grupos de 60 individuos cada uno.

Los grupos fueron distribuidos a lo largo del gradiente a los 15 cm, 42 cm y 72 cm con respecto al tanque de enfriamiento de tal manera que cada uno de los subgrupos quedaba con 20 individuos.

Antes de colocar las termitas en el gradiente se midió la temperatura en la parte superior de la barra, para esto se colocó un termohidrógrafo de reloj en cada uno de los intervalos. Asimismo se tomó la temperatura en la parte inferior de la barra, esta última también se registraba durante el experimento, con termómetros que se introdujeron a cada ocho cm localizados entre la barra central y la capa de poliuretano.

La duración del experimento para *I. margipennis* fue de dos horas y se tomaron lecturas de la agrupación a los 15, 30, 45, 60 y 120 min, mientras que para *C. brevis* el experimento duró tres horas y se tomaron lecturas a los 15, 30, 45, 60, 120 y 180 min.

Cada uno de los dos grupos de cada especie fue expuesto cinco veces, es importante señalar que las repeticiones no fueron consecutivas sino que se dejaba un periodo de 24 horas entre repetición y repetición.

Análisis de Datos

Ya que nuestro interés era el de conocer si existía algún rango de temperatura preferido para cada una de las especies estudiadas, se aplicó un análisis de varianza para saber si el porcentaje de acumulación en cada uno de los intervalos era significativamente diferente.

En las pruebas en que la $F(.095)$ encontrada fue mayor a la $F(.095)$ esperada se aplicó una prueba de Tukey con el propósito de poder segregar los grupos de acumulaciones.

Como el experimento se trabajó con dos grupos por especie, era importante saber si el comportamiento de estos dos grupos era similar, por lo que se aplicó un análisis de varianza por especie entre grupos.

Resultados

En la gráfica 1, se puede notar claramente la acumulación de *I. marginipennis* en el rango comprendido entre los $33 \pm .05$ y los $37 \pm .05$ siendo muy similar el comportamiento en ambos grupos estudiados. Por otro lado se observa que en *C. brevis* (Gráfica 2) los grupos no presentan una similitud tan evidente como en *I. marginipennis*.

Aplicándose el análisis de varianza y la prueba de Tukey para segregación de grupos, obtenemos que para *I. marginipennis* (ANDEVA, 1, 2) el análisis es significativo y aplicando la prueba de Tukey el rango entre 30 y 40 C queda totalmente segregado de los otros rangos. Mientras que para *C. brevis* (ANDEVA 3, 4) los resultados no son tan claros ya que a pesar de que en el grupo 3 el ANDEVA sí es significativo la prueba de Tukey no da una separación de grupos y por otro lado para el grupo 4 el ANDEVA no resulta significativo.

CUADRO 1

Tipo de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios			F	F (.05)
Total	32405.08	24					
Tratamientos	32071.00	4	8017.75			452.98	2.87
Error	354.07	20	17.70				
Tukey	Rango en °C		10-20	20-30	0-10	30-40	40-50
W = 7.95	x (No. Indiv. en %)	.66	2.64	3.64	91.58	—	—

CUADRO 2

Tipo de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios			F	F (.05)
Total	23818.25	24					
Tratamientos	22805.57	4	5701.39			12.61	2.87
Error	1012.6	20	50.63				
Tukey	Rango en °C		40-50	0-10	10-20	20-30	30-40
W = 13.46	x (No. Indiv. en %)	.66	5.96	6.62	6.64	80.28	

El cuadro 1 es el análisis de varianza y prueba de Tukey para el grupo 1 de *Incisitermes marginipennis*, y el cuadro 2 es análisis de varianza y prueba de Tukey para el grupo 2 de *Incisitermis marginipennis*.

CUADRO 3

Tipo de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	F (.05)	
Total	13069.38	24				
Tratamientos	5346.60	4	1069.33	3.32	2.62	
Error	7722.72	20	321.78			
Tukey	Rango en °C	37-33	0.19	30-33	19-22	26-30
W = 35.07		4.98	5.64	7.96	13.62	25.96

Cuadro del análisis de varianza y prueba de Tukey para *C. brevis* (Grupo 1).

CUADRO 4

Tipo de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	F (.05)
Total	8881.22	24			
Tratamientos	1859.26	4	371.85	1.27	2.62
Error	7021.00	20	292.50		

Cuadro del análisis de varianza para *C. brevis* (Grupo 2).

Discusión y Conclusión

Los resultados obtenidos para *I. marginipennis*, nos muestran que esta especie tiene preferencia por temperaturas altas (35°C). Tanto gráfica como estadísticamente se observa una acumulación definida, de más del 80% de individuos en el intervalo de temperatura comprendido entre los $33^{\circ} \pm .5^{\circ}\text{C}$ y los $37^{\circ} \pm .5^{\circ}\text{C}$.

C. brevis por su parte no muestra una preferencia tan determinada por un intervalo específico de temperatura a lo largo del gradiente y esto es comprobable tanto gráfica como estadísticamente, además si se analiza la gráfica 2 se podrá notar que *C. brevis* no se acumula en las temperaturas de máxima acumulación de *I. marginipennis*.

Ahora bien si comparamos la distribución mundial de las dos especies se observa que *C. brevis* tiene una capacidad mayor para colonizar y adaptarse a nuevos habitats que la que tiene *I. marginipennis* (Gay, 1967, 1969).

Los resultados obtenidos en el experimento contribuyen a explicar esta diferencia, ya que es claro que el rango de preferencia es mucho más amplio para *C. brevis* que para *I. marginipennis*.

Bibliografía

- BECKER, G. 1978. Temperatur-Optimum: der Frassaktivitat. *Ent.* 86:225-259.
- BECKER, G. 1978. Physical, Chemical and Biological Factors Influencing the Damage of Wood and Other Materials by Termites. De: International Biodegradation Symposium, 3rd. Proceedings of the Third International Biodegradation Symposium. Science Publishers.
- GAY, F.J. 1967. A World Review of Introduced Species of Termites. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia, Bulletin No. 268. 88 p.
- GAY, F.J. 1969. Species introduced by man. En: Krishna, K. and Wessner, F.M. (Eds.). Biology of termites. New York and London Academic Press, Vol. I, 459-494.
- STEWART, R.C. 1981. The Temperature Preferences and Climatic Adaptations of Building-Damaging Dry-Wood Termites (*Cryptotermes*: Isoptera). *J. Therm. Biol.* Vol. 6:153-160.
- STEWART, R.C. 1982. Comparison of the Behavioral and Physiological Responses to Humidity of five Species of Dry-Wood Termites (*Cryptotermes*: Isoptera). *Physiological Entomology*, 7:71-82.
- TORRIE, H.J. 1960. Principles and Procedures of Statistics (with special references to biological sciences). Ed. McGraw-Hill, New York, pp. 107-111.
- VAZQUEZ-YAÑEZ, C. 1975. The Use of a Thermogradient Bar in the Study of Seed Germination in *Ochroma lagopus* S.W. *Turrialba*, 25(3):328-330.
- WILLIAMS, R.M.C. 1976. Factor Limiting the Distribution of Building-Damaging Dry-Wood Termites (Isoptera, *Cryptotermes spp.*) in Africa, Material und Organismen.

DINASTINOS CON IMPORTANCIA FORESTAL EN LA SIERRA MADRE ORIENTAL DE MEXICO (COLEOPTERA, MELOLONTHIDAE, DYNASTINAE)*

Miguel Angel Morón R.**

Introducción

Dentro de los trabajos sobre fauna de Coleoptera lamellicornia desarrollados en numerosas localidades de las sierras de Hidalgo, Puebla, Tamaulipas y Veracruz, durante los últimos ocho años, se ha encontrado que varias especies de Dynastinae, incluidas en la tribu Oryctini, tienen una gran importancia como degradadores de desechos forestales, especialmente de aquellos constituidos por hojarasca y material húmico, aun cuando no es raro que también procesen madera derribada.

En las distintas formaciones vegetales que constituyen el bosque mesófilo de montaña establecido entre los 1 000 y los 2 000 m de altitud en la porción norte de la Sierra Madre Oriental, en las cuales predominan las especies de *Quercus*, *Liquidambar*, *Alnus* y *Pinus*, existen cinco especies de orictinos muy abundante, a saber: *Xyloryctes thestalus* Bates (Fig. 1), con tres a cuatro cm de longitud, que se localiza sobre todos en bosques de pino y encino, realizando su desarrollo larvario debajo de capas gruesas de hojarasca en el transcurso de dos o tres años (Morón, 1976); *Xyloryctes furcatus* Burm., especie más pequeña que la anterior, asociada

* Trabajo desarrollado dentro del proyecto "Biosistemática, Ecología y Biogeografía de Diversos Grupos de Insectos", como la contribución No 33 al proyecto "Ecología y Comportamiento Animal" apoyado por la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

** Instituto de Ecología.



Fig. 1. *Xyloryctes thestalus* Bates; macho a la izquierda, hembra a la derecha. Línea = 1 cm.

con bosques mixtos de *Liquidambar*, *Quercus* y *Pinus*, con hábitos similares a los antes mencionados; *Enema pan* (Fabricius), que muestra un dimorfismo sexual poco común entre los dinastinos, en donde tanto machos como hembras presentan proyecciones ceratiformes frontoclipéales y tumescencias en el pronoto (Fig. 2), fácil de localizar en el bosque mesófilo que contenga una mayor cantidad de especies propias de la selva tropical de montaña, o en las plantaciones de cafeto situadas por encima de los 700 m de altitud, habitando en los acúmulos de detritus cercanos a los troncos y entre los contrafuertes de los árboles tropicales, en donde sus larvas consiguen su desarrollo alimentándose de esa materia orgánica. Una variedad de esta especie, bastante escasa en México, *Enema pan* var.



Fig. 2. *Enema pan* (Fab.); macho arriba, hembra abajo. Línea = 1 cm.

infundibulum Burm., cuyos cuernos masculinos alcanzan una altura de hasta cinco cm, puede encontrarse aún en el perímetro de Huatusco, Veracruz.

Heterogomphus chevrolati Burm. es una de las especies más comunes en las áreas cafetaleras de montaña, sobre las vertientes exteriores de las sierras estudiadas, en donde pueden capturarse cientos de individuos adultos durante las noches de verano. *Strategus aloeus* (L.) (Fig. 3) es tal vez la especie de Oryctini con mayor área de distribución en el Continente Americano, desde el norte de Argentina hasta el sureste de los Estados Unidos, ocupando cualquier ecosistema situado entre el nivel del mar y los 2 000 m de altitud, incluso en las zonas xerofíticas, con una gran capacidad de adaptación y agresividad ecológica que le permite alimentarse de hojarasca, humus, madera podrida, raíces y tallos moderadamente lignificados; por lo cual se le ha reportado como plaga primaria o secundaria de plantaciones de piña, cocotero, caña de azúcar y maguey (Morón, 1979).



Fig. 3. *Strategus aloeus* (L.); macho bien desarrollado. Línea = 1 cm.

Materiales y Métodos

Mediante muestreos en varias localidades boscosas con diversos grados de perturbación, y en cafetales situados en las vertientes interna y externa de la Sierra Madre Oriental (Veracruz: Fortín de las Flores, Huatusco, Teocelo y Naolinco; Puebla: Xicotepec de Juárez, La Ceiba, Zacapoaxtla, Necaxa y Zacatlán; Hidalgo: Zacualtipán, Molango, Ixtlahuaco, Otongo y Tlanchinol; Tamaulipas: Gómez Farías (Rancho El Cielo); empleando trampas tipo pantalla con luz fluorescente blanca, realizando muestreos aleatorios de un m² de suelo forestal, y revisando troncos descompuestos se capturaron los adultos y las larvas de *Xyloryctes furcatus*, *Enema pan*, *Strategus aloeus* y *Heterogomphus chevrolati*; las cuales fueron identificadas, cuantificadas y pesadas en el laboratorio.

Las larvas se mantuvieron en cautiverio dentro de cajas de plástico con 300 g de una mezcla de humus, hojarasca y madera desmenuzada a partes iguales, en un insectario con 21°C y 85% de humedad relativa, hasta conseguir los imagos. El crecimiento (en gramos) y el consumo de sustrato se registraron mensualmente mediante una balanza electrónica Ohaus 1500-D.

Resultados y Discusión

De las especies estudiadas, *Strategus aloeus* fue la que aportó más datos sobre la duración de su ciclo vital y la capacidad para consumir sustrato orgánico. Como es común en esta familia de coleópteros, las larvas de *Strategus* presentan una modificación en la estructura del proctodeo, que conforma una cámara de fermentación con amplia capacidad de distensión, en la cual almacenan el material alimenticio finamente triturado por el apartado bucal y parcialmente digerido dentro del mesenterón. En dicha cámara se produce una fermentación anaeróbica estricta derivada de la actividad de las bacterias celulolíticas ingeridas junto con el sustrato y de la acción de la flora parietal del proctodeo, que produce principalmente ácido acético, ácido propiónico, bióxido de carbono y metano. Los dos ácidos son absorbidos rápidamente por las paredes especializadas de esta cámara de fermentación del proctodeo, para ser transferidos a la hemolinfa en donde se metabolizan como fuente de carbono (Bayon, 1980, 1981a, 1981b; Bayon & Mathelin, 1980).

El coeficiente de digestibilidad en algunos orictinos, como *Oryctes nasicornis*, es de un 57%, que además muestran una capacidad celulolítica de un 11 a 14% en el mesenterón y de 14 a 25% en la cámara de fermentación (Bayon & Mathelin, 1980). Por lo cual las excretas aún son ricas en celulosa y otros nutrientes orgánicos.

Este proceso simbiótico es lento, y requiere de gran cantidad de sustrato ingerido en periodos regulares de tiempo, por lo cual todo el tubo digestivo permanece lleno por espacio de varios días, y se mantiene saturado si el alimento es abundante, constituyendo hasta un 45% del peso total de la larva.

Debido al gran tamaño que tienen estas especies, sus larvas requieren de consumir cantidades proporcionalmente enormes de sustrato orgánico para alcanzar el peso adecuado previo al estadio de pupa, durante el cual gastan gran cantidad del material de reserva acumulado especialmente durante el tercer estadio larvario (Fig. 4).

Como es posible observar en el cuadro 1, el consumo de sustrato se incrementa conforme progresa el crecimiento larvario; en el primer estadio la larva consume aproximadamente cinco veces más alimento que la biomasa producida; durante el segundo estadio se requieren 10 gramos de

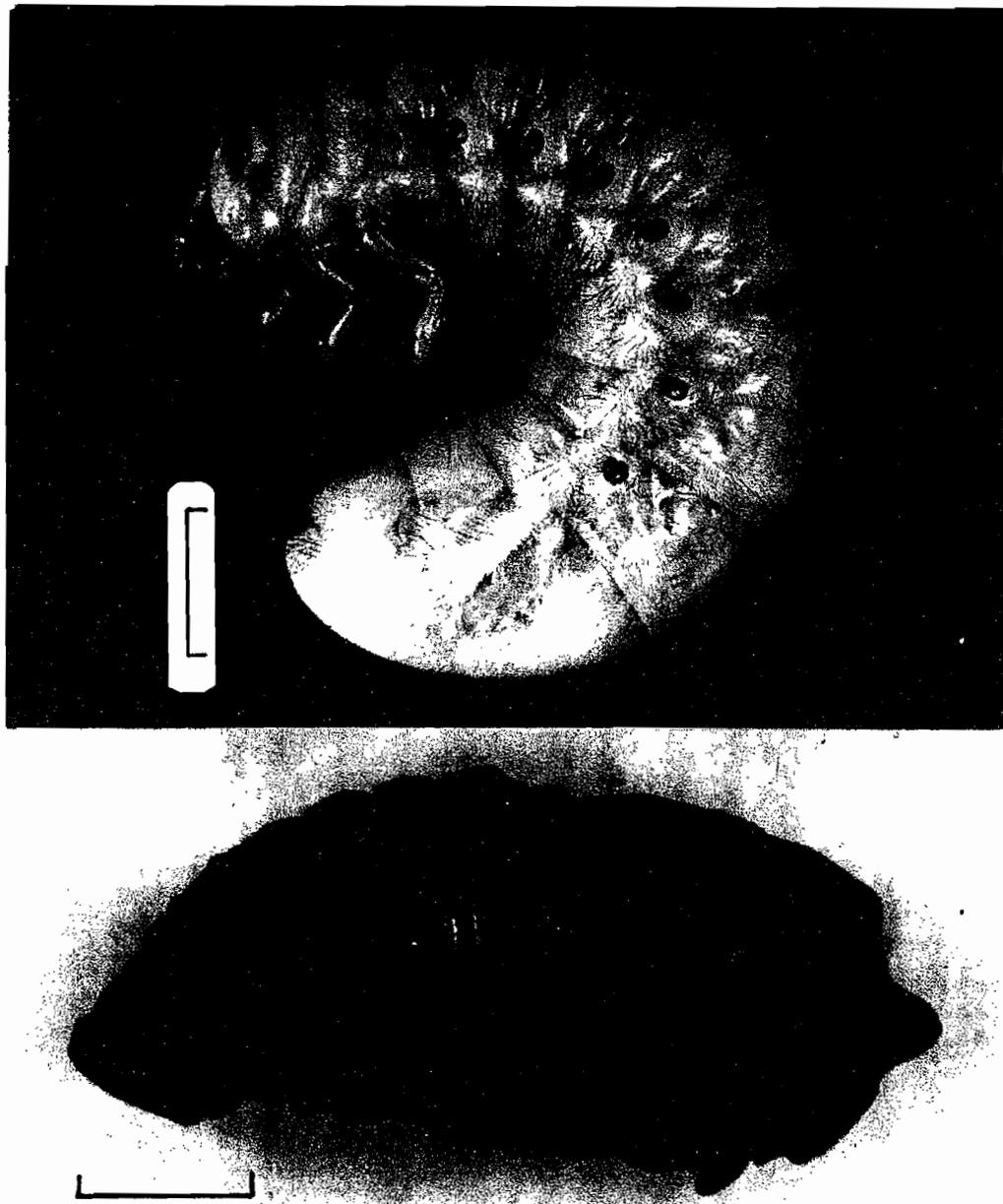


Fig. 4. *Strategus aloeus* (L.); larva de tercer estadio arriba, y pupa de un macho abajo.
Línea = 1 cm.

alimento para producir un gramo de biomasa; y durante el tercer estadio, que puede durar más de un año, la larva consume 100 veces su peso en sustrato orgánico.

De esta baja relación de productividad para la población de coleópteros se deriva un enorme consumo de materiales orgánicos acumulados en

el ecosistema respectivo, y repercute en la producción de abundantes bolos fecales, desmenuzables y accesibles para toda una comunidad de microartrópodos, hongos y bacterias del suelo.

Los adultos de una nueva generación empiezan a volar entre finales de marzo y principios de abril, si las condiciones de humedad y temperatura ambiental les son propicias. El máximo de actividad lo alcanzan entre junio y julio, cuando se produce la mayor parte de los apareamientos (Fig.

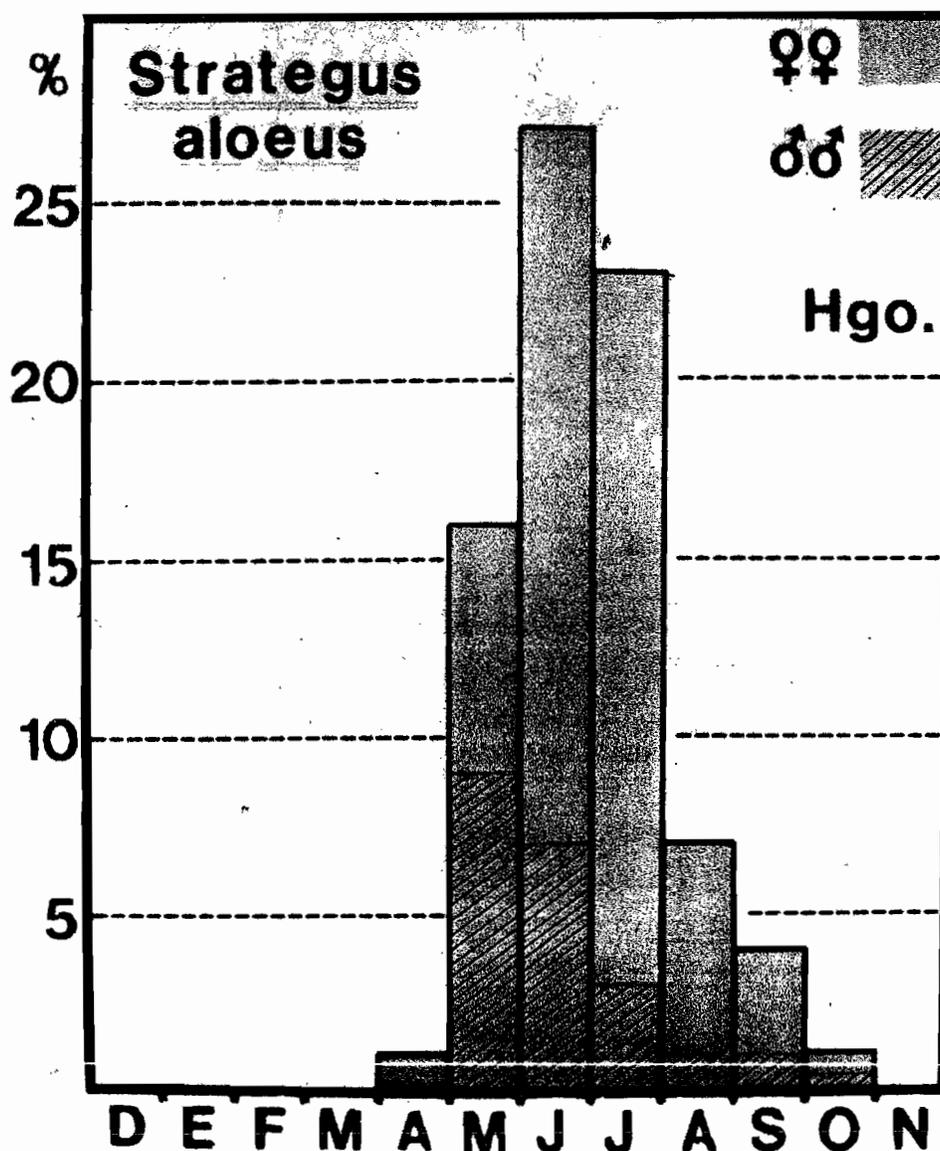


Fig. 5. Fenología de *Strategus aloeus* (L.) en Zacualtipán, Hidalgo, durante 1979. Nótese la gran diferencia en la proporción entre los sexos.

5). Es interesante hacer notar que la proporción entre los sexos de esta especie favorece ampliamente a las hembras, con una relación de cuatro a cinco hembras por cada macho, lo cual parece haber favorecido una conducta territorial en éstos, durante la cual forman y defienden a un grupo variante de hembras atraídas a su territorio por algún sustrato alimentario, que puede ser un fruto maduro (Morón, 1976).

BIOLOGIA STRATEGUS ALOEUS

Estado	% Mortalidad	Consumo Substrato Kg	Biomasa Producida Total Kg
Huevo	35%	---	---
L I	42%	5.49	1.05
L II	17%	27.65	2.8
L III	13%	416.13	4.6
Pupa	11%	---	2
Imago	16%	---	0.9

Las hembras pueden producir hasta 44 huevos, con un promedio mínimo de seis, los cuales son depositados en el sustrato rico en materia orgánica sobre todo durante los meses de agosto y septiembre. Como se muestra en el cuadro 1, el porcentaje de mortalidad es un tanto elevado durante la etapa de huevo, alcanzando un 35%, pero éste se incrementa durante la primera etapa larvaria hasta un 42%, para disminuir en la segunda etapa con un 17%, y un 13% en el último estadio larvario. En condiciones de laboratorio las pupas sufren un 11% de mortalidad, que por

razones desconocidas se enfatiza en los machos, lo cual propicia la diferencia entre sexos antes mencionada. Los adultos tenerales presentan una tasa de mortalidad aproximada a un 16%. Es de suponer que en condiciones naturales estas cifras sean mayores, por la intervención de múltiples depredadores y parasitoides que son evitados durante la cría en laboratorio. En condiciones controladas las muertes se originan por bacteriosis, fungosis, y por dificultades durante los procesos de ecdisis.

La abundancia de esta especie (más de 130 individuos por muestra mensual en las trampas luminosas), y su corpulencia, de 30 a 50 mm de longitud, con peso aproximado promedio de 4.15 g en el estado adulto, y de 50 a 70 mm de longitud en el tercer estadio larvario, con un peso de 16 a 28 g, son los elementos que fundamentan su predominio entre los degradadores forestales edafícolas en esas localidades.

Se ha estimado que representan una biomasa de 0.5 kg por hectárea, que es capaz de procesar aproximadamente 45 kg de materia orgánica en el transcurso de dos años. En otras localidades del Sistema Volcánico Transversal se han estimado valores similares para las especies de *Xyloxyctes* que habitan en bosques más fríos y tienen desarrollos larvarios un poco más lentos (Morón, 1976).

Los resultados hasta aquí expresados ponen de manifiesto la importancia que tienen estas especies de Dynastinae saprófagos, en el sentido del reciclaje de materia y energía de un medio forestal, y como un recurso alimentario para muchos vertebrados que consumen sus larvas y adultos, así como para numerosos parásitos y parasitoides que encuentran en ellos un huésped adecuado.

Strategus aloeus es asimismo un ejemplo notable de aquellas especies adaptables que pueden sustituir su alimentación original por otro tipo de material producidos por las actividades humanas, como lo son: los cultivos, los desechos agrícolas o ganaderos, y hasta la basura orgánica generada por las comunidades rurales y suburbanas, en donde no sólo resisten las perturbaciones, sino incluso se constituyen en plagas severas.

Bibliografía

- BAYON, C. 1980. Volatile fatty acids and methane production in relation to anaerobic carbohydrate fermentation in *Oryctes nasicornis* larvae (Coleoptera: Scarabaeidae). *J. Insect. Physiol.* 26:819-828.
- BAYON, C. 1981. Ultrastructure de l'épithélium intestinal et flore pariétale chez la larve xylophage d'*Oryctes nasicornis* L. (Coleoptera: Scarabaeidae). *Int. J. Insect. Morphol. & Embryol.* 10(5/6):359-371.
- BAYON, C. 1981. Modifications ultrastructurales des parois végétales dans le tube digestif d'une larve xylophage *Oryctes nasicornis* (Coleoptera: Scarabaeidae): rôles des bactéries. *Can. J. Zool.* 59:2020-2029.
- BAYON, C. & J. MATHELIN. 1980. Carbohydrate fermentation and by-product absorption studied with labeled cellulose in *Oryctes nasicornis* larvae (Coleoptera: Scarabaeidae). *J. Insect. Physiol.* 26:833-840.
- MORON, M.A. 1976a. Descripción de las larvas de tres especies mexicanas de Melolonthinos (Coleoptera, Melolonthidae: Dynastinae y Rutelinae). *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*, 47, Ser. Zoología (2):119-134.
- MORON, M.A. 1976b. Notas sobre la conducta combativa de *Strategus julianus* Burmeister (Coleoptera, Melolonthidae, Dynastinae). *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*, 47, Ser. Zoología (2):135-142.
- MORON, M.A. 1979. Fauna de Coleópteros Lamelicornios de la Estación de Biología Tropical, Los Tuxtlas, Veracruz, UNAM, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*, 50, Ser. Zoología (1):375-454.

Esta primera edición consta de 1,000 ejemplares y se terminó de imprimir en diciembre de 1985, en los Talleres de Imprenta Venecia, S. A., Mártires de la Conquista 20, Tacubaya, México, D. F.