

CONTROL DE INSECTOS DE CONOS Y SEMILLAS DE ÁRBOLES FORESTALES

D. Cibrián-Tovar¹; A. Lagunes-Tejeda²; H. Bravo-Mojica²; J.L. Carrillo-Sánchez²;
C. Sosa-Moss²; J. Vera-Graziano²

¹División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México. C.P. 56230

²Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México. C.P. 56230

RESUMEN

Se presentan los métodos de control disponibles para poblaciones de insectos de conos y semillas y se dan opciones específicas para el control de especies de 12 géneros de insectos, considerados como los más importantes para México. Se discute la importancia de la producción de semillas de árboles forestales como elemento clave para lograr una reforestación exitosa en proyectos de restauración ecológica y de la producción forestal, así como la posibilidad de adoptar medidas de control para este grupo de insectos. Dicha discusión se hace tomando en cuenta el entorno económico y tecnológico en que se encuentran los establecimientos forestales dedicados a la producción de semillas forestales en México.

PALABRAS CLAVE: Conos y semillas, control de insectos.

CONTROL OF CONE AND SEED INSECTS IN FOREST TREES

SUMMARY

A review of available methods of cone and seed insect control is presented. Specific control options are given for 12 genera considered the most important for Mexico. The importance of forest seed production is discussed as a key factor in successful reforestation, ecological restoration and forest production. Also, the possibility of adopting control measures against this insect group is considered. The discussion is presented in the economic and technological context in which the establishments devoted to forest seed production in Mexico are immersed.

KEY WORDS: Cone and seeds, insect control.

INTRODUCCIÓN

Los conos y las semillas de los árboles son recursos efímeros, de producción cíclica irregular, a pesar de lo cual constituyen una fuente rica en alimento para una gran variedad de insectos, éstos muestran una fuerte adaptación a sus hospedantes, lo cual les permite sortear con éxito las limitaciones de espacio e irregularidad en la cantidad y disponibilidad de alimento. En los estudios realizados en México se mencionan 49 especies que atacan a conos y semillas de coníferas, estos insectos pertenecen a once familias dentro de seis órdenes de insectos (Hedlin *et al.*, 1980; Del Río Mora, 1980; Ebel 1981; Cibrián Tovar *et al.*, 1986; Cibrián Tovar y Méndez Montiel, 1988; Salazar Hernández, 1992; Cibrián Tovar *et al.* 1995). Debido a las diversas condiciones fisiográficas en que se encuentra el país y a que los estudios de diagnóstico apenas se inician, se espera que el número de nuevas especies se incremente conforme se realicen nuevas colectas.

Los estudios sobre este grupo de plagas se han desarrollado principalmente en bosques de coníferas, por lo que este grupo de hospedantes es el mejor conocido. En estudios de tablas de vida, de análisis de conos y de evaluación de daños en bosques naturales, se ha demostrado que las infestaciones son elevadas y que no son raras altas mortalidades de conos, las cuales oscilan de 50 a 90% del total de la cosecha (Campos Bolaños 1983; Arceo Valenzuela y Cibrián Tovar, 1980; Flores Arellano y Martínez Ramírez 1984; Martínez Ramírez *et al.*, 1985; Flores Lara y Díaz Esquivel 1985; Blake *et al.*, 1989 y Ruíz González *et al.*, 1990). Aún con tales pérdidas, se acepta que estos insectos no tienen una importancia aparente en los bosques naturales, ya que la semilla superviviente es suficiente para regenerar el bosque. Sin embargo, cuando se aplican cortas de cosecha forestal bajo sistemas de silvicultura intensiva se pueden tener pérdidas severas en la cantidad de semilla, mismas que se traducen en una pobre regeneración (Ruiz González *et al.*, 1990). Este grupo de plagas tiene mayor importan-

cia cuando infestan los árboles que el hombre destina para la producción comercial de semillas forestales, ya sea que éstas se produzcan en rodales semilleros, áreas semilleras o en huertos semilleros (Hedlin *et al.* 1980; Fatzinger, 1983; Cibrián Tovar *et al.*, 1986; Dombrosky' y Schowalter, 1988). Un caso particular de México es cuando los insectos atacan a las semillas de pino comestibles (piñones) en donde puedan causar la muerte de cosechas continuas de semilla (Muñoz Martínez, 1983; Flores Arellano y Martínez Ramírez 1984; Flores Lara y Díaz Esquivel, 1985; Cibrián Tovar y Méndez Montiel, 1988).

En este ensayo se presentan las opciones de control de los insectos de conos y semillas que se encuentran en México; para ello, primeramente se hace una presentación general sobre los métodos de detección y de evaluación de poblaciones y de daños; enseguida y de manera más detallada, se describen los métodos de control que se han usado en Canadá y Estados Unidos contra las especies o los géneros de insectos que también son comunes a México. Con la base anterior, se presenta una propuesta de opciones de control para cada uno de doce géneros de insectos, considerados por los autores como los destructores más importantes de semillas de los árboles de México. La mayoría de las especies hospedantes de los insectos son coníferas y sólo se describe una propuesta de control para una plaga que ataca las bellotas de los encinos. En la parte final se presenta una breve discusión sobre la degradación de los recursos naturales en México, la producción forestal y su relación con el abasto de semillas, la función e importancia de los insectos en la producción de semillas, por último se describe la factibilidad de aplicación de medidas de control por parte de los poseedores o administradores de los recursos forestales.

DETECCIÓN Y DETERMINACIÓN DE NIVELES DE INFESTACIÓN DE INSECTOS DE CONOS Y SEMILLAS

La detección de conos infestados por insectos es difícil, debido a la altura de los árboles y a la posición de los conos en la copa; en este aspecto Campos Bolaños (1983) y DeBarr (1975) demostraron que la mayor producción de conos se presenta en la mitad superior de la copa, lo que incrementa el grado de dificultad de detección. Con frecuencia se requiere subir a la copa para identificar conos dañados, o bien utilizar equipo especial para cortar ramas o conos. Varias especies de insectos dejan señales específicas de su ataque y por tanto, se pueden identificar sin dificultad, tal es el caso de los ataques causados por las especies de los géneros *Conopthorus*, *Conotrachelus*, *Dioroctria*, *Barbara*, *Eucosma* y *Cecidomyia*; en cambio, otras especies no dejan señales de daños exteriores y se requiere abrir los conos para identificar a los insectos; por ejemplo, los ataques de *Megastigmus* spp. y *Cydia* spp. corresponden a este tipo de daño. Para determinar los niveles de infestación que ocurren en un huerto semillero o área semillera se utili-

zan las tablas de vida (Arceo Valenzuela y Cibrián Tovar, 1980) o la técnica de análisis de conos (Bramlett *et al.*, 1976); las primeras requieren de tiempo, ya que son estudios que requieren darle seguimiento a una población conocida de conos a través de su desarrollo e ir determinando los agentes causales de mortalidad, así como las fechas de ocurrencia de sus diferentes estados de vida; este método es útil para conocer las magnitudes de daño de cada uno de los agentes. Los análisis de conos se efectúan con el propósito de evaluar la cantidad de semilla disponible en un rodal semillero o en una área semillera. Mediante el análisis de conos no se pueden determinar las fechas de ocurrencia de los diferentes problemas que se presentan en la generación de conos, pero si la calidad y cantidad de la semilla superviviente. En la gran mayoría de los estudios de diferentes especies de insectos de conos se registra que varias de las especies de insectos causan baja mortalidad de conos; sin embargo, la suma de los daños de estas especies "no importantes" puede causar una reducción considerable en la cosecha de semillas (Arceo Valenzuela y Cibrián Tovar, 1980; Ruíz González *et al.*, 1990).

CONTROL DE INSECTOS DE CONOS Y SEMILLAS

Las bases para la prevención y control de insectos de conos y semillas se desarrollaron en Estados Unidos y Canadá (DeBarr y Merkel, 1969; Hedlin *et al.*, 1980; DeBarr *et al.*, 1983; Miller, 1983; Wagner *et al.*, 1986; Barbosa y Wagner, 1989). Dichas bases se fundamentan en estrategias de control químico (Merkel *et al.*, 1976; Nord *et al.*, 1985; Stein y Tilden, 1987; Stein *et al.*, 1988; Sandquist *et al.*, 1993; Stein *et al.*, 1993), feromonas (DeBarr *et al.*, 1983), métodos de protección con cajas de malla de alambre (Bramlett *et al.*, 1977) o métodos de control físico, de entre ellos el de someter los conos o frutos a altas temperaturas (Miller, 1978). En México se han desarrollado pocos estudios de control y los que existen descansan en el uso de insecticidas (Flores Arellano y Martínez Ramírez, 1984) y de control manual (Martínez Ramírez *et al.*, 1985; Cibrián Tovar y Méndez Montiel, 1988). Un aspecto importante para el control es el hecho de que los insectos de conos y semillas se presentan en grupo, y dentro del grupo existen especies que son de mayor importancia que otras; al aplicar medidas de control para estas especies clave, también se afecta al resto de las especies, aunque éstas tengan una importancia menor.

Control químico

El control de los insectos de conos y semillas descansa principalmente en el uso de insecticidas químicos. Las formas de aplicación de estos productos es variable y depende del tipo de árboles a tratar, del terreno en que se encuentran dichos árboles, de la infraestructura disponible y de la capacidad financiera del propietario. A continuación se discuten las diferentes opciones de aplicación de plaguicidas.

Inyecciones al fuste de los árboles semilleros. Este método consiste en aplicar un insecticida sistémico en los tejidos de conducción del árbol (Johnson *et al.*, 1984; Stein y Koerber 1988; Fogal y Lopushanky, 1993; Stein *et al.*, 1993). Se tienen disponibles tres métodos de inyección tales como: implantes (Koerber y Markin, 1983), inyecciones directas de producto técnico (Koerber y Markin, 1983; Reardon *et al.*, 1983; Johnson *et al.*, 1984) e inyecciones a baja presión (Rivas Torres, 1995). Las inyecciones tienen varias ventajas sobre otros métodos de aplicación, siendo las más importantes las siguientes: 1) se pueden usar en terrenos de difícil acceso, ya que sólo se requiere transportar al producto técnico y herramientas ligeras; 2) requieren cantidades mínimas o nulas de agua para su aplicación; 3) se pueden tratar árboles aislados de gran tamaño, tales como los de áreas semilleras, árboles plus o individuos de especies en peligro de extinción; 4) debido a que el producto entra directo en el sistema de conducción del árbol, no se afecta a otros elementos del ecosistema, por lo que es un método ecológicamente aceptable; 5) como los productos ya vienen preparados, los operarios tienen menos riesgos de intoxicación y 6) al utilizar concentraciones elevadas del producto se tiene un periodo de protección relativamente largo y con frecuencia sólo es necesario aplicar una vez al año. Las desventajas del método son las siguientes: 1) para poder inyectar se requiere hacer una herida en el árbol y si ésta no sella bien se pueden tener infecciones por hongos u otros patógenos en el fuste; 2) algunos de los productos sistémicos sólo controlan a una parte del complejo de plagas que se encuentra asociado a una especie de árbol y 3) los productos que ya vienen preparados en cápsulas tienen un costo elevado (Barber, 1983).

Aplicación al suelo. Se utilizan insecticidas sistémicos de alta toxicidad, generalmente en forma granulada. La aplicación se hace en el área de goteo de la copa. Siempre se requiere incorporar el insecticida en el suelo y debe existir humedad suficiente para que las raíces de los árboles absorban el producto. Las ventajas de esta forma de aplicación son las siguientes: 1) es económica, ya que las formulaciones granuladas tienen costos bajos; 2) por ser formulaciones granuladas se tienen pocos riesgos para el operario; aunque los productos que se utilizan son extremadamente tóxicos y 3) se pueden aplicar en terrenos de difícil acceso y no requieren de agua. Las desventajas son: 1) existe el riesgo de que las aplicaciones no adecuadas contaminen el ambiente, ya sea infiltrándose en el suelo o porque la fauna silvestre se intoxique al ingerir los gránulos; 2) la absorción del insecticida por el árbol depende de las condiciones ambientales, por ejemplo de lluvias adecuadas, por lo que se pueden tener limitaciones en su efectividad, sobre todo en árboles grandes; 3) para que la vegetación que rodea al árbol no interfiera con la aplicación es necesario removerla o cuando menos podarla, con lo que se incrementan los costos del tratamiento y 4) las áreas tratadas deben estar protegidas para evitar pastoreo de ganado, lo

cual requiere de una vigilancia especial o de cercado del área (DeBarr, 1978; Barber, 1983; Overgaard, 1983).

Aspersiones de la copa. Se utilizan equipos que permiten asperjar los insecticidas de contacto o sistémicos en la copa de los árboles. Existen dos grandes grupos de métodos de aplicación, los terrestres y los aéreos.

Los equipos terrestres se dividen en equipos que consumen grandes cantidades de agua y equipos de bajo consumo de agua. Los primeros son bombas hidráulicas de gran potencia, aunque raramente el chorro de aspersión llega más arriba de 20 m de altura (DeBarr y Merkel, 1969; Barber, 1983; Nord *et al.*, 1985). Es obvio que los aspersores de espalda, ya sea de motor o manuales sólo sirven para tratar árboles pequeños y por tanto no se consideran aquí. Los aspersores de gran consumo de agua tienen la ventaja de que son útiles para cubrir el follaje de árboles medianos: en ellos, la cobertura de la superficie de los conos es adecuada. Las desventajas según Barber (1983) y Nord *et al.* (1984) son las siguientes: 1) al aplicar grandes cantidades de insecticida existe un alto riesgo de contaminación del ambiente o afectación directa a otros organismos, ya que un alto porcentaje del producto se deposita en el suelo y no en el árbol, 2) los productos pueden ser lavados con el agua de lluvia; 3) en lugares de difícil acceso no se puede entrar con el equipo; 4) no se alcanzan las partes altas de las copas de los árboles que es donde se encuentran las mayores cantidades de conos y 5) se requiere aplicar con frecuencia, con el consecuente incremento en los costos. Los equipos de bajo consumo de agua están formados por grandes equipos atomizadores (mist blower), los cuales liberan gotas de tamaño pequeño. Las ventajas de este equipo son: 1) por la potencia de los motores se pueden alcanzar alturas mayores que las que se alcanzan con los equipos de alto consumo de agua; 2) gastan poca agua; 3) al fraccionar el producto en forma de gotas pequeñas se alcanza un mejor cubrimiento de los conos, que el que se alcanza con los equipos de alta presión. En contraste, las desventajas son las siguientes. 1) son equipos pesados que no pueden entrar en terrenos montañosos; 2) son caros y se utilizan pocas veces en el año, por lo que no hay una amortización adecuada del equipo; 3) liberan el producto en el ambiente, con lo que tienen alto riesgo de contaminación y 4) son insuficientes para tratar árboles grandes.

Los equipos aéreos son naves de ala fija o de rotor que aplican los productos en forma de aspersiones; generalmente se aplican insecticidas de contacto. Como ventajas tienen a las siguientes. 1) es un método de aplicación extremadamente rápido; por ejemplo, Barber (1983) menciona que un helicóptero puede tratar 50 ha de huertos semilleros en menos de tres horas, 2) la aspersión del producto se hace precisamente en la parte superior de la copa, que es la zona en donde se concentran las principales infestaciones de los insectos. Las desventajas consisten en 1) el costo de aplicación y 2) la

contaminación del ambiente provocada por la turbulencia del equipo.

Otros métodos de control

Existen otros métodos de combate o de prevención de infestaciones por insectos de conos y semillas, que se utilizan en situaciones particulares. Estos métodos incluyen quemas de la vegetación y de los conos que se encuentren sobre el piso forestal (Miller, 1978); recolección manual de conos infestados que se encuentren sobre el piso (Cibrián Tovar y Méndez Montiel 1988) y protección de ramas portadoras de conos mediante cajas de malla de alambre (Bramlett *et al.*, 1977). El uso de feromonas en el manejo de insectos de conos y semillas se limita al registro de fluctuación de poblaciones, principalmente para especies de *Dioryctria*, pero puede ser de utilidad en el futuro (DeBarr *et al.*, 1983; Hanula *et al.*, 1984).

MÉTODOS DE CONTROL PARA LOS INSECTOS DE CONOS Y SEMILLAS DE CONÍFERAS DE MÉXICO

A continuación se presentan los métodos de control para los insectos de conos y semillas más importantes de México. El tratamiento es específico y se basa en la literatura consultada y en las experiencias de los autores. Los aspectos económicos de estas propuestas no se describen aquí, ellas deben ser analizadas por los productores para decidir la adopción de alguna de las medidas recomendadas.

***Leptoglossus occidentalis* Heid., Hemiptera: Coreidae (chinche semillera)**

La chinche semillera tiene una amplia distribución en México, ya que se encuentra desde Chihuahua hasta Oaxaca. Sus hospedantes son 16 especies de pinos (Cibrián Tovar, 1985; Cibrián Tovar *et al.*, 1986). En estudios particulares (Flores Arellano y Martínez Ramírez, 1984) se ha demostrado que causa el aborto de conillos y el avanamiento de semillas en formación. Llega a reducir hasta un 30% a la producción de semilla. Su control se justifica en huertos y áreas semilleras o bien en rodales productores de piñones (Flores Arellano y Martínez Ramírez, 1984; Cibrián Tovar *et al.*, 1986 y Méndez Montiel y Martínez Ramírez, 1988).

Las opciones de control comprenden la aspersión de insecticidas en la copa (Nord *et al.*, 1984, Martínez Ramírez *et al.*, 1985, Flores Arellano y Martínez Ramírez, 1987) y la aplicación de insecticidas en el suelo (DeBarr, 1978). Para la protección de conos de alto valor; es decir, que están en programas de mejoramiento genético, se han usado cajas de malla de alambre con objeto de aislar dichos conos del ataque de las chinches (Bramlett *et al.*, 1977). Los insecticidas de contacto se recomiendan para árboles semilleros de menos de 15 m de altura. Los tratamientos se deben realizar cuando los conillos de primer año de edad están creciendo para formar conos, lo que

generalmente sucede en la segunda mitad de abril. Se tiene demostrado que una segunda aplicación en agosto permite una protección adicional de la cosecha (Flores Arellano y Martínez Ramírez, 1987). Los insecticidas de contacto aceptados contra este insecto son la permetrina, el azinfosmetil y el fenvalerato. Las dosis respectivas son: 0.125% de ingrediente activo (i.a.), 0.18% de i.a. y 0.25% de i.a.. Para proteger los nuevos conillos se aplica alguno de los productos mencionados, dicha aplicación se hace un mes después de que cerraron las escamas de los mismos (Nord *et al.*, 1984). En el caso de pinos piñoneros la semilla es colectada para consumo humano, por lo que se debe tener especial cuidado en el uso de insecticidas sistémicos, ya que éstos pueden tener un efecto residual mayor. Las aplicaciones se deben hacer cuando menos 10 meses antes de la cosecha. Los insecticidas sistémicos se pueden aplicar al suelo o inyectados al fuste. El uso de insecticidas sistémicos aplicados al suelo constituye la medida de control más aceptable para usarse en árboles grandes; aunque también puede servir para árboles de diferentes tamaños. Se puede usar carbofurán 10 G (DeBarr, 1978; DeBarr, *et al.*, 1982; Anónimo, 1991). Este producto granulado se aplica a dosis de 75 g por cm de diámetro normal. La aplicación se debe realizar en el área de goteo de la copa y previamente se debe limpiar o podar la vegetación herbácea. El producto se debe incorporar al suelo, lo cual se logra con un rastillado ligero, lo que permite que se oculten los gránulos y así evitar que los pájaros u otros animales los ingieran. No se debe permitir el pastoreo en el área tratada la cual de preferencia debe estar cercada.

***Conophthorus* spp., Coleoptera: Scolytidae (barrenillo de los conos)**

En México se encuentran nueve especies de este género, ocho infestan conos de pinos y una más infesta brotes de crecimiento (Cibrián Tovar *et al.*, 1986, Flores Lara y Bright, 1987). En el género se encuentran las principales plagas de los conos de pinos. Las especies *C. ponderosae* y *C. edulis* son las de mayor importancia y tienen una amplia distribución geográfica que va desde el Oeste de Estados Unidos hasta la parte central de México (Cibrián Tovar, 1985; Cibrián Tovar *et al.*, 1986; Wagner *et al.*, 1986). Para la primera especie se tienen once especies de pino como hospedantes, mientras que para la segunda se registran cuatro hospedantes, todos pinos piñoneros. *C. ponderosae* llega a causar la muerte de 41 hasta el 82% de la cosecha de conos (Arceo Valenzuela y Cibrián Tovar, 1980; Campos Bolaños, 1983; Cibrián Tovar *et al.*, 1986), mientras que para *C. edulis* se han documentado reducciones de hasta 50% de la cosecha de piñón (Flores Arellano y Martínez Ramírez, 1987). Para la determinación de necesidad de control de infestaciones se pueden utilizar las líneas de toma de decisión de muestreo secuencial generadas por Campos Bolaños (1983). La unidad de muestreo es de tres rosetas, entendiéndose por roseta a una rama terminal que porta conos en crecimiento.

En áreas y huertos semilleros o en rodales sujetos al tratamiento de regeneración mediante árboles padres, se recomienda la recolección y quema de los conos y conillos que fueron atacados por el insecto; en estos conos caídos e infestados se encuentran pupas, preimagos y adultos. Una alternativa a la práctica de recolección es la aplicación de quemas controladas en el piso forestal, lo que asegura la destrucción de un porcentaje alto de la población plaga (Miller, 1978; Cibrián Tovar *et al.*, 1986; Cibrián Tovar y Méndez Montiel, 1988). El control químico se realiza a través de la aplicación de insecticidas de contacto y sistémicos. En el primer caso, las aspersiones de productos de acción prolongada se dirigen a la copa durante la primavera para que actúen sobre la población que está en vuelo atacando a conos que inician su segundo año de crecimiento. A principios del otoño se debe realizar otra aplicación, ya que en este tiempo atacan conillos (Shea, 1983; Flores Arellano y Martínez Ramírez, 1987). Los productos que lograron controlar infestaciones fueron la permetrina en dosis de 0.6 g de i.a. por 1 de agua, en aspersiones dirigidas hacia la copa de los árboles, principalmente al tercio superior de la copa. Los sistémicos se pueden aplicar al suelo (Valenti *et al.*, 1989) en la primavera, cuando tiene lugar la polinización de los conillos femeninos. De los insecticidas sistémicos que se pueden aplicar al suelo, se sugiere el carbofurán 5% en forma granulada a dosis de 150 g del producto por cada cm de diámetro normal (DeBarr *et al.*, 1982; Campos Bolaños, 1983, Valenti *et al.*, 1990; Anónimo, 1991). Para aplicar el producto, se limpia de vegetación la superficie de goteo de la copa y después los gránulos se distribuyen de manera uniforme y se incorporan al suelo mediante un rastrillado ligero. En la parte central de México la aplicación se debe realizar en el mes de abril, antes de que los adultos invernantes ataquen a los conos que se encuentran en crecimiento (Martínez Ramírez *et al.*, 1985). Sólo en caso de árboles de alto valor se recomienda adicionar agua alrededor del tronco del árbol, con lo que se logra una mejor absorción del insecticida por el árbol.

***Conotrachelus neomexicanus* Fall, Coleoptera:
Curculionidae (picudo de los conos)**

Esta especie está distribuida en el Oeste de Estados Unidos y en nueve estados de México, principalmente en la Sierra Madre Occidental y en Eje Neovolcánico (Bodenham *et al.*, 1976, Hedlin *et al.*, 1980; Cibrián Tovar *et al.*, 1986 y Wagner *et al.*, 1986). Sus hospedantes son 10 especies de pinos, pero se encuentra con más frecuencia en *Pinus oocarpa*, *P. rudis* y *P. montezumae*. En un estudio de tabla de vida se encontró que causó la muerte de 7% de la población de conos evaluada (Ruíz González *et al.*, 1990).

En rodales naturales no se recomienda su control. En áreas semilleras donde este insecto se constituya en un problema, se pueden aplicar quemas controladas del material vegetal que se encuentra sobre el piso forestal, dichas quemas se pueden realizar de mediados de in-

vierno a finales de la primavera y tienen como propósito matar a las larvas o pupas que están en reposo en las capas superficiales del suelo (Ruiz González *et al.*, 1990). La aplicación de insecticidas sistémicos aplicados al suelo que rodea al árbol puede ser de utilidad para reducir infestaciones, por ejemplo, se puede utilizar la propuesta de Valenti *et al* 1990 para combatir a *Conopthorus* spp., es decir, se sugiere el uso de carbofurán para lo cual se aplican 150 g del producto que viene en la formulación al 5% por cada cm de diámetro normal. La aplicación se hace en la superficie de goteo de la copa. El producto se aplica a voleo y luego se rastrilla para incorporarlo en el suelo. Se sugiere la aplicación durante el mes de abril.

***Curculio occidentis* (Casey), Coleoptera:
Curculionidae (picudo de las bellotas de encino)**

Es una especie que tiene una distribución amplia, desde el oeste de Estados Unidos (Gibson, 1969; Furniss y Carolin, 1977; Crocker, Morgan y Longnecker, 1987) hasta el centro de México (Cibrián Tovar, 1986). Se tienen registradas seis especies de *Quercus* como hospedantes; sin embargo, son pocas las colectas realizadas, por lo que se supone que tiene un número mayor de hospedantes. La cosecha de semilla de encino se hace en árboles naturales y con frecuencia los viveristas o los colectores fracasan en la obtención de semilla sana por las severas infestaciones causadas por estos insectos.

Las medidas de control se recomiendan para aquellos árboles que previamente se han seleccionado como semilleros. No existen umbrales económicos, pero se pueden tomar decisiones con base en experiencias previas de altas infestaciones. Los adultos emergen del suelo al inicio del verano y vuelan hacia la copa de los encinos para ovipositar en las bellotas en formación. Es en este tiempo cuando se deben realizar aspersiones de insecticidas de contacto a la copa. El insecticida clorpirifós en la formulación 50 PH puede servir para proteger a las bellotas en formación; otro insecticida es el azinfosmetil 35 PH, el cual se aplica a razón de 1 kg/ha, disuelto en el agua suficiente para lograr una buena cobertura del follaje (Anónimo, 1991). La cosecha de bellotas se debe realizar antes de que éstas caigan al suelo, ya que las larvas son pequeñas y aún no hacen su mayor daño. Una vez que las semillas se han recolectado, se pueden matar las larvas que aun se encuentren en el interior de las semillas, por inmersión de las bellotas en agua caliente a 49°C durante 30 minutos; no se debe exceder la temperatura mencionada, ya que se puede causar mortalidad de la semilla (Fisher *et al.*, 1993).

***Dioryctria* spp., Lepidoptera:
Pyralidae (gusano barrenador de los conos)**

Se han identificado doce especies de *Dioryctria* en México (Hedlin *et al.*, 1980; Cibrián Tovar *et al.*, 1986); las más importantes son *D. erythropasa* y *D. pinicolella*. Estas especies son comunes en los conos de pinos (*Pi-*

nus spp.) y de oyameles (*Abies* spp.). Sus infestaciones llegan a causar la muerte del 2.5 hasta el 41% de la cosecha (Arceo Valenzuela y Cibrián Tovar, 1980; Del Río Mora, 1980).

En huertos y áreas semilleras la aplicación de insecticidas al principio de la primavera contribuye a la protección de la cosecha. Los fustes de los árboles semilleros se pueden inyectar con los insecticidas sistémicos dicrotofós, oxidemetonmetil o acefato a dosis de 1.2 g de i.a. por cm de diámetro normal; según Koerber y Markin (1983), esta única aplicación es suficiente para proteger la cosecha. Con un taladro portátil se hacen orificios de 1.3 cm de diámetro por 7.5 a 10 cm de profundidad en un ángulo de inclinación de 60° y a un espaciamiento de 13 cm. Los orificios se deben limpiar de aserrín y en ellos se aplica el insecticida sin diluir. El orificio se cierra con un tapón de corcho. El insecticida acefato se puede inyectar en la forma de implantes (Acecaps®). Para ello se hacen orificios de 1.3 cm de diámetro por 1.5 cm de profundidad. Dichos orificios deben estar en posición horizontal, a distancias de 10 cm. Los implantes se introducen en los orificios y con ellos mismos se sellan las heridas (Koerber y Markin, 1983). Los insecticidas de contacto que se pueden utilizar contra las especies de *Dioryctria* son: azinfosmetil en dosis que varían de 0.025 a 0.125 de i.a. dependiendo del tipo de aspersor a utilizar. También se puede utilizar el fenvalerato disuelto en agua (Fisher *et al.*, 1993). Otro insecticida de contacto que se ha probado es la permetrina; la aplicación de una aspersión a concentración de 0.025 de i.a. permitió una reducción de 88% en la infestación de *Dioryctria* spp. (Haverty y Shea, 1986). La aplicación de insecticidas sistémicos al suelo comprendido en el área de goteo de la copa es otra medida disponible para el control de larvas de este género (Anónimo, 1991). Sobre este género se han realizado varios estudios sobre feromonas de atracción sexual, su utilización en el manejo de plagas ha sido revisado por DeBarr y Berisford (1981) y DeBarr *et al.* (1983); estos autores concluyen que la principal utilidad de dichas feromonas se encuentra en el monitoreo de poblaciones y en calendarizar acciones de control.

***Cydia* spp., Lepidoptera:
Tortricidae (gusano barrenador de las semillas)**

Se conocen cinco especies de *Cydia* asociadas a los conos de coníferas, principalmente a especies de pinos, excepto *C. phyllisi*, que infesta conos de *Picea chihuahuana*. La distribución de estos insectos es amplia, encontrándose en cualquier bosque de pinos (Hedlin *et al.*, 1980; Cibrián Tovar *et al.*, 1986; Miller, 1986; Narváez Flores, 1988). Las infestaciones registradas por estos insectos oscilan de menos de 1% hasta el 39% del total de conos estudiados (Del Río Mora, 1980); sin embargo, su daño real es menor, ya que sólo consumen una parte de las semillas de cono. En general las especies de *Cydia* tienen mayor importancia en especies de pinos que tienen conos grandes, tales como *Pinus michoacana*, *P. montezumae*, *P. rudis* y *P. engelmannii*. En el caso de *C.*

phyllisi Narváez Flores (1988) menciona que llega a infestar hasta un 85% de los conos, aunque sus daños directos a las semillas oscilan de 10 a 45%.

Las opciones para combatir a estos insectos son varias, una de ellas comprende labores culturales; es decir, coleccionar los conos caídos en el suelo, ya que una alta proporción de ellos tienen larvas en diapausa, las cuales pueden ser destruidas manualmente. Otra posibilidad es la quema superficial de la vegetación herbácea y de los conos que están en el piso del área (Cibrián Tovar, 1986). El control químico se puede realizar con insecticidas sistémicos inyectados al suelo. Para ello se recomienda el uso de carbofurán (5%) a dosis de 150 g del producto por cada cm de diámetro normal. La aplicación se hace en el área de goteo de la copa. Se asperjan los gránulos de manera uniforme y después se rastrilla para incorporarlos al suelo. Se debe aplicar durante el mes de abril.

***Apolychrosis synchysis* Pogue, Lepidoptera:
Tortricidae (gusano barrenador de las escamas de los conos)**

Esta especie de palomilla es la más común del género (Hedlin *et al.*, 1980; Cibrián *et al.*, 1986). Se distribuye en la parte central del país en donde infesta nueve especies de pinos y una de oyamel. Además de atacar conos, tienen el hábito de infestar los tumores causados por las royas de los pinos, en los que se reproducen en grandes números y de aquí pueden volar hacia los conos en formación.

En general sus infestaciones son reducidas y no se necesita realizar labores de control (Ruíz González *et al.*, 1990). Cuando se tengan infecciones severas por la roya de los conos *Cronartium conigenum* en árboles semilleros, se sugiere la remoción manual de los conos con roya para reducir el número de insectos que pueden salir y afectar a conos sanos. Las recomendaciones de control que se mencionaron para las especies de *Dioryctria* también son válidas para controlar a esta especie.

***Eucosma bobana* Kearfott, Lepidoptera:
Tortricidae (gusano barrenador del piñonero)**

Esta especie sólo ataca los conos de los pinos piñoneros. Se distribuye siguiendo el hábitat de sus hospedantes, principalmente en las vertientes interiores de las Sierras Madre Occidental y Oriental, su límite sur se encuentra en bosques piñoneros relictos de Tlaxcala y Veracruz (Hedlin *et al.*, 1980; Cibrián *et al.*, 1986). Las infestaciones son menores a las causadas por la chinche semillera y el barrenillo de los conos, con los cuales convive. En los pocos estudios de tabla de vida se encontró que causan la muerte del 5 al 15% de cohortes de conos bajo estudio (Flores Lara y Caldera Hinojosa, 1988; Flores Flores y Díaz Esquivel, 1988).

El control del insecto se justifica en los rodales dedicados a la producción de piñón y probablemente las me-

didadas de control que se efectúen contra la chinche semillera también sirvan para controlar esta especie. Para casos especiales se sugiere el uso de la permetrina en la dosis de 0.025% a 0.125% de i.a. la primera dosis se utiliza cuando se tiene equipo que consume grandes cantidades de agua, mientras que la segunda es para equipo que gasta poca agua (Anónimo, 1991).

Barbara sp. Lepidoptera:
Tortricidae (gusano barrenador de conos de
Pseudotsuga)

El autor registró en 1996, 1997 y 1998 severas infestaciones en los conos de *Pseudotsuga macrolepis*. Dichas infestaciones se localizaron en los estados de Veracruz, Hidalgo y Tlaxcala. La mortalidad registrada fue superior al 80 % de los conos. Después de registrar estos ataques se consideró que esta palomilla es la principal plaga de los conos de este árbol y que representa una limitante seria para la obtención de semilla. En estos años la importancia de las poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* ha crecido por su utilidad como árbol de navidad, el cual compite en calidad con las especies de Estados Unidos.

Para la prevención de infestaciones por la palomilla se pueden hacer aplicaciones de insecticidas sistémicos en el suelo de lugares previamente seleccionados para la producción de semilla, para ello se recomienda el uso de carbofuran (5%) a dosis de 150 g del producto por cada cm de diámetro normal. La aplicación se debe hacer en el área de goteo de la copa. Previamente se prepara el suelo removiendo vegetación herbácea y arbustiva, los gránulos del producto se dispersan de manera uniforme, para después rastrillar, con objeto de su incorporación al suelo el producto se debe tapar para evitar que las aves ingieran el producto. De ser posible se debe regar de inmediato para permitir que el producto se disuelva y sea tomada por las raíces. La aplicación se debe realizar en el mes de abril. El uso de implantes con acefate también puede servir para la prevención de infestaciones. Las inyecciones al fuste con insecticidas de alta movilidad como el imidacloprid también pueden ser de utilidad.

Cecidomyia bisetosa Gagné, Diptera:
Cecidomyiidae (mosquita agalladora de los conos)

La mosquita agalladora de los conos es una especie que se distribuye desde Estados Unidos hasta el sur de México. Sus hospedantes son varias especies de pinos, entre los que destacan *P. pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. maximinoi* y *P. douglasiana* como los más frecuentes. (Hedlin *et al.*, 1980; Cibrián Tovar *et al.*, 1986 y Pineda Torres, 1988). Las infestaciones de este insecto llegan a matar hasta el 23% de poblaciones de conos bajo estudio (Ruiz González *et al.*, 1990).

El insecto puede ser controlado mediante insecticidas de contacto; por ejemplo, aspersiones con azinfosmetil, en dosis de 480 a 960 g de i.a. disueltos en 100 l de

agua, dichas aspersiones se deben hacer cuando las escamas de los conillos femeninos están abiertas para recibir la polinización (Merkel *et al.*, 1976).

Contarinia sp. Diptera:
Cecidomyiidae (mosquita de los conos)

Las especies de *Contarinia* son poco conocidas en los bosques de México (Hedlin *et al.*, 1980; Cibrián Tovar *et al.*, 1986). En el estado de Hidalgo existe una especie de este género que infesta los conos de *Pseudotsuga macrolepis* y es uno de los principales factores de mortalidad de semillas. Contreras Aguado (1992) encontró que en una población de conos evaluados causó la muerte del 37.7% de los conos.

En Estados Unidos, Miller (1983) descubrió que la aplicación de dimetoato en dosis de 0.5 a 1% de i.a. en aspersión al follaje fue suficiente para el control de la mosquita de los conos de *Pseudotsuga*; el producto debe ser asperjado a los estróbilos femeninos inmediatamente después de la polinización, lo cual sucede durante los meses de abril y mayo. Las aspersiones aéreas de esfenvalerato redujeron drásticamente a la mosquita en conos de *Pseudotsuga menziesii*; sin embargo, se aumentaron las infestaciones por araña roja (Sandquist *et al.*, 1993). Otra forma de control se logra con la inyección al fuste del insecticida acefate en la forma de implantes (Stein *et al.*, 1993), cada uno de los cuales contiene 0.875 g de acefate técnico. Dichos implantes se deben poner tres semanas antes de la apertura de las yemas florales masculinas, un implante por cada 10 cm de diámetro normal. Con un taladro inalámbrico se hacen orificios de 2 cm de profundidad, o hasta asegurar que el orificio alcance la albura del árbol. Los implantes sellan por sí mismos al orificio. Según Koerber y Markin (1983), también se puede aplicar oxidemetonmetil, en inyecciones al fuste a razón de 1.5 g de i.a. por cada 15 cm de diámetro normal, en orificios con una inclinación de 60°; el insecticida permanece en dosis de alta toxicidad hasta por cinco semanas.

Megastigmus spp., Hymenoptera:
Torymidae (avispa de las semillas)

Las avispa de este género están altamente especializadas en el consumo de semillas de coníferas e infestan especies de *Pinus*, *Abies* y *Pseudotsuga* (Hedlin *et al.*, 1980; Cibrián Tovar *et al.*, 1986; Yáñez Espinosa, 1991; Varela Palacios, 1992). En general sus infestaciones son bajas, aunque Salazar Hernández (1992) encontró infestaciones por *M. albifrons* que causaron la reducción del 14% de la producción de una área semillera de *Pinus engelmannii*.

Debido a que parte de la población de las larvas de la avispa permanece en reposo durante un año o más y que este tiempo lo pasan encerradas dentro de las semillas que han caído al suelo, se recomienda la realización de quemas controladas de la vegetación herbácea que se

encuentra en el piso del área sembrera, las cuales se pueden realizar durante los meses secos del invierno y adicionalmente servirán para reducir la aplicación de productos químicos, se recomienda el uso de insecticidas de contacto, su aspersión se debe hacer poco antes de la emergencia de los adultos, lo cual sucede al iniciar el crecimiento de los conos que entran en su segundo año de vida (marzo-abril). Para el control mediante insecticidas de contacto se recomienda la aspersión de fenvalerato 0.66 CE en dosis que varía con el tipo de equipo de aspersión; por ejemplo, con equipo que consume grandes cantidades de agua se utiliza una dosis de 72 g en 100 l de agua; en cambio cuando se usa equipo de bajo consumo de agua se aplica una dosis de 390 g en 100 l de agua. Las avispas de las semillas son capaces de permanecer como larvas o pupas en el interior de las semillas, aun cuando éstas hayan caído al suelo o se hayan cosechado, por lo que estos insectos pueden ser transportados con facilidad hacia los patios de tratamiento e incluso a los lugares de destino de la semilla. Para controlar a poblaciones de *Megastigmus* que se encuentren dentro de semilla almacenada se puede seguir un procedimiento similar al descrito por Ruth y Hedlin (1974) para tratar semilla de *Pseudotsuga* infestada por *M. spermothropus*. que consiste en someter la semilla a una temperatura de 45°C durante 45 horas; dicha temperatura no causa la muerte de la semilla y sí elimina a los insectos.

DISCUSIÓN

Este capítulo se inicia con una presentación del entorno económico y tecnológico en que está inmersa la producción de semillas de árboles forestales de México. Se describe la importancia de la reforestación como un elemento clave de la restauración ecológica y de la producción forestal. Posteriormente se discute la importancia y el papel de los insectos de conos y semillas en la producción de semilla. Por último, se analiza la posibilidad de aplicación de las técnicas de control de plagas por parte de los interesados en producir semillas forestales.

Deterioro y degradación de los recursos forestales

México tiene un alto índice de deforestación que según las diferentes estimaciones oscila de 329 000 a 1 500 000 ha perdidas por año (Anónimo, 1995); esta deforestación ocurre en diferentes ambientes, desde el trópico hasta las montañas más elevadas; sin embargo, es en los alrededores de los asentamientos humanos donde se presenta el mayor disturbio. Este deterioro es observable a través de la erosión de los suelos, la degradación o la eliminación de la cubierta forestal, la reducción de los mantos acuíferos, los azolves de los cuerpos de almacenamiento de agua. etc. Las causas de deforestación y degradación son 1) el cambio de uso de suelo, 2) los incendios, 3) las plagas y enfermedades, 4) la tala clandestina y 5) una incapacidad institucional que ha dejado el manejo de los recursos forestales como una

actividad subordinada a prioridades agrícolas y ganaderas, cediendo espacios para éstas. La restauración de estas áreas degradadas se logrará con especies que toleren las condiciones ambientales adversas y para ello se requiere de semilla de especies rústicas.

Producción forestal

La producción forestal del país se lleva a cabo en los bosques naturales, principalmente en los bosques de pinos, de donde se extrae el 80% de maderas. Estos recursos forestales se están agotando y en los últimos años se ha observado una caída considerable en la producción, de 9.7 millones de m³ en 1987 a 6.4 millones de m³ en 1994 (Anónimo, 1995). Las estimaciones de incremento corriente anual (producción natural) son de 30 millones de m³ cifra que es muy superior a la cosecha lograda y aparenta que existe un incremento en las existencias de volúmenes en pie. Sin embargo, el sector social (pequeños propietarios, ejidatarios y comuneros) realiza aprovechamientos no regulados de gran magnitud que seguramente alcanzan a la producción anual. Los bosques naturales cubren 21 millones de ha de las cuales sólo se tienen 7 millones de ha en aprovechamiento, el resto está constituido por bosques de baja calidad calificados como "no comerciales". Para los bosques en aprovechamiento se utilizan varios métodos de regeneración; los más frecuentes son los que conducen a bosques regulares, es decir, que tienen árboles de la misma edad. Para que se logre el objetivo de restaurar la cubierta arbolada se requiere que la regeneración se establezca en un marco reducido de tiempo. De no establecerse dicha regeneración natural, se obliga a la plantación artificial y para ello se requiere de planta adaptada a las condiciones de crecimiento. En este aspecto la semilla es de gran importancia. En México existen ejemplos importantes de plantaciones comerciales de gran magnitud que en un futuro cercano constituirán la principal fuente de abastecimiento de productos forestales y la semilla será un factor de gran importancia para el éxito de ellas.

Producción de semilla

La cosecha de semillas forestales proviene de bosques naturales en los que se escogen árboles o rodales semilleros. La semilla obtenida sirve para producir alrededor de 70 millones de árboles que se utilizan año con año en los programas de reforestación privados y oficiales. Debido a que el germoplasma proviene de rodales naturales, la semilla obtenida cumple estándares de calidad mediana, los árboles resultantes no son mejores que los del promedio de los bosques naturales y con frecuencia dichos estándares son más bajos que el promedio, ya que los colectores no están entrenados y cosechan de los árboles de bajo porte y ramificados. En los países desarrollados la semilla que actualmente se utiliza proviene en su gran mayoría de huertos semilleros formados por árboles genéticamente mejorados, que tienen una tasa de crecimiento mayor y mejor calidad de maderas (DeBarr, 1983). Por influencia de varios técnicos forestales (Eguiluz Piedra, 1992) se ha iniciado un cambio en la

estrategia de producción de semillas forestales, que consiste en el establecimiento reciente de 850 ha de áreas semilleras, la selección de 2 637 árboles superiores y el establecimiento de 20 ha de huertos clonales, que se transformarán en huertos semilleros. Las áreas designadas para la producción de semillas se encuentran distribuidas a nivel nacional y contienen principalmente especies de pino. Esta semilla tendrá una ganancia genética de alrededor del 5 al 10% en comparación con la procedente de los bosques naturales (Eguiluz Piedra, 1992). Sin embargo, la producción de semilla de estos establecimientos forestales especializados apenas se inicia, aunque se espera que en los próximos años contribuya de manera importante en la producción de planta.

Función e importancia de los insectos en la producción de semilla de árboles forestales

Durante el desarrollo de las generaciones de los conos y las semillas se presentan diversas especies de insectos que los consumen; dichas especies ocurren simultáneamente o en secuencia. Las 49 especies de insectos que se alimentan de conos y semillas de las coníferas que se encuentran en México pueden ser divididas por su hábito alimenticio en tres grupos que son: 1) los conosemillípagos que se alimentan de tejidos del cono y de las semillas, y que constituyen el grupo más numeroso con 32 especies; los géneros *Dioryctria*, *Barbara*, *Eucosma* y *Conophthorus* son los más representativos; 2) los conófagos que se alimentan de los tejidos del cono sin lesionar de manera directa a la semilla; el grupo comprende ocho especies y tiene como ejemplo a las especies de *Apolychrosis* y a la palomilla *Henricus* y 3) los semillípagos que consumen exclusivamente semillas; de este grupo se tienen nueve especies, entre ellas *Cydia* y *Megastigmus*; en ambos géneros es común la ocurrencia de diapausa que se puede prolongar por varios años.

Al analizar la especialización de los insectos de conos y semillas se encuentra que 30 especies sólo viven en conos sin recurrir a otros tejidos del hospedante; en cambio 9 especies viven tanto en conos y en otras estructuras como tumores causados por royas, yemas o brotes de crecimiento. La adaptación tan estrecha que existe entre los insectos y sus hospedantes permite postular que existe un proceso de coevolución que conlleva a una utilización completa del nicho ecológico. Lo anterior contribuye a explicar las altas mortalidades observadas en los estudios de evaluación de supervivencia de conos y semillas. También es de importancia reconocer que en los establecimientos forestales dedicados a la producción de semilla, es necesario evaluar el impacto producido por estos insectos y aplicar las medidas de control que se requieran.

Posibilidad de aplicación de las medidas de control de insectos de conos y semillas

Por experiencia propia se conoce que los poseedores de áreas semilleras, huertos clonales y árboles plus, son en su mayoría ejidatarios. Algunos de los huertos clona-

les se encuentran en propiedades particulares y bajo un sistema de manejo avanzado. Lo anterior tiene importancia ya que depende de la capacidad financiera y técnica de los poseedores para reconocer las plagas y aplicar las medidas de control más adecuadas. Por ejemplo, para los dueños de áreas o de huertos semilleros de bajos recursos se sugiere el uso de medidas de control que estén a su alcance; tales como labores culturales, que consisten en mantener limpio de conos el piso del área o aplicar quemadas controladas de la cubierta herbácea del área. La aplicación de insecticidas sistémicos en forma granulada al suelo es también una medida aceptable por económica; aunque desde el punto de vista ecológico tiene serias limitaciones por la extrema toxicidad de los compuestos químicos. Otras medidas de control que se están probando y que son económicamente accesibles para la mayoría de los poseedores es la de inyección de insecticidas con el método de baja presión; sin embargo, este método aún está en fase experimental. Las aspersiones con equipo terrestre de alto consumo de agua o mediante los aspersores de rocío de alta presión ("mist blower") están fuera del alcance de la mayoría de los poseedores, por el costo y dificultades de acceso a las áreas que se encuentran en terrenos montañosos. Las aspersiones aéreas también tienen limitaciones por la falta de disponibilidad de equipos y los elevados costos de operación.

Como se puede apreciar, las medidas de control de insectos de conos y semillas están disponibles y comprenden un rango amplio de opciones. de las que los productores podrán hacer uso de acuerdo a sus posibilidades y a la información existente.

LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 1991. Crop protection chemical reference. (7 De.) Chemical and pharmaceutical press 2170 p.
- ANÓNIMO. 1995 Programa sectorial forestal 1995-2000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 40 p.
- ARCEO VALENZUELA, R.; CIBRIAN TOVAR, D. 1980. Utilización de tablas de vida en la evaluación de mortalidad de semillas de *Pinus montezumae* Lamb. en San Juan Tetla, Puebla En: Memoria 1 Simp. Nal. Parasit. Ftal. Uruapan, Mich. 18-19 Feb. 1980. Soc. Mex. Entomol. pp. 66-82.
- BARBER, L.R. 1983. Insecticide application methods for southern seed orchard. In: Proceedings of the cone and seed insects working party conference, Working Party S2.07-01, IUFRO, International Union of Forestry Research Organizations; 1983 July 31-August 6; Athens Ga USDA, For. Serv. Southeast. For. Exp. Stn. 214 p.
- BARBOSA, P.; WAGNER, M.R. 1989. Introduction of forest and shade trees. Academic Press. 639 p.
- BLAKE, E.A.; WAGNER, M.R.; KOERBER, T.W. 1989. Relative effect of seed and cone insects on ponderosa pine in Northern Arizona J. Econ. Entomol. 82(6): 1691-1694.
- BODENHAM, J.; STEVENS, R.E.; THATCHER, T.O. 1976. A cone weevil, *Conotrachelus neomexicanus*, on ponderosa pine in Colorado: Life history, habits, and ecological relationships (Coleoptera Curculionidae). Can. Entomol. 108:693-699.
- BRAMLETT, D.L.; LEWIS, W.G.; DEBARR, G.L.; HERTEL, G.D.;

- KARRFALT, R.P.; LANTZ, C.W.; MILLER, T.; WARE, K.D.; YATES III, H.O. 1976. Manual para el procedimiento "Análisis de conos". Rep. Gen. Tec. SE-13. Southeast. For. Exp. Sta Trad. Al español por J. Flores Lara, Fac. De Cienc. For. UANL, México. 36 p.
- CAMPOS BOLAÑOS, 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. Facultad de Agrobiología Univ. Mich. de San Nicolás de Hidalgo. México. 71 p.
- CIBRIÁN TOVAR, D. 1985. Insectos de los pinos piñoneros de México. En: Memoria Primer Simp. Nal. sobre pinos piñoneros. Reporte Científico Número Especial 2, Univ. Aut. de Nvo. León, Linares, N.L., México. pp. 174-192.
- CIBRIÁN TOVAR, D.; EBEL, B.H.; YATES III, H.O.; MÉNDEZ MONTIEL, J.T. 1986. Insectos de Conos y semillas de las Coníferas de México/Cone and Seed Insects of the Mexican Conifers. U.S. Dept. Agr. Gen. Tech. Rep. SE-40. 110 p.
- CIBRIÁN TOVAR, D.; MÉNDEZ MONTIEL, J.T. 1988. Manejo de Plagas Forestales en la producción de piñoneros. En: Memoria II Simposio Nacional sobre pinos piñoneros. 68 agosto 1989. CEMCA. pp. 111-121.
- CIBRIÁN TOVAR, D.; MÉNDEZ MONTIEL, T.; CAMPOS BOLAÑOS, R.; YATES III, H.; FLORES LARA, J. 1995. Insectos Forestales de México/Forest Insects of Mexico. Universidad Autónoma Chapingo. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, SARH, México, Forest Service, USDA, USA. Natural Resources Canada, Comisión Forestal de América del Norte, FAO. Pub. Esp. 6. 453 p.
- CONTRERAS AGUADO, R. 1992. Factores de mortalidad en conos de *Pseudotsuga macrolepis* Flous. Tesis Profesional. División de Ciencias Forestales, UACH. 68 p.
- CROCKER, R.L.; MORGAN, D.L.; LONGNECKER, M.T. 1987. Effects of microwave treatment of live oak acorns on germination and on *Curculio* sp. (Coleoptera: Curculionidae) larvae. 1. Econ. Entomol. 80: 916-920.
- DEBARR, G.L.; BARBER, L.R.; WILKINSON, R.C. 1975. Within-crown distribution of cone and seed insect damage to slash pine flowers, conelets, and cones. The Florida Entomologist. 58(4): 281-288.
- DEBARR G.L. 1978. Southwide tests of carbofuran for seedbug control in pine seed orchards. USDA, For. Serv, Res Pap. SE-185. Southeast. Exp. Stn., Asheville, N.C. 24 p.
- DEBARR, G.L.; MARKEL, E.P. 1969. A seed orchardist's guide to the handling of insecticides and the calibration of spray equipment. Booklet, Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina. USDA, Forest Service. 16 p.
- DEBARR, G.L.; BERISFORD, C.W. 1981. Attraction of webbing cone-worm males to female sex pheromone. Environ. Entomol. 10: 119-121.
- DEBARR, G.L.; BARBER, L.R.; MAXWELL, A.H. 1982. Use of carbofuran for control of eastern white pine cone and seed insects. Forest Ecology and Management 4: 1-18.
- DEBARR, G.L.; BERISFORD, C.W.; HANULA, J.L. 1983. Use of sex pheromones for seed and cone insect pest management in conifer seed orchards. In: Proceedings of the cone and seed insects working party conference, Working Party S2.07-01, IUFRO, International Union of Forestry Research Organizations; 1983 July 31-August 6; Athens Ga USDA, For. Serv. Southeast. For. Exp. Stn. 214 p.
- DEL RIO MORA, A. 1980. Identificación de las principales plagas de conos de *Pinus* spp. del Campo Experimental "Barranca de Cupatitzio". Uruap, Mich. Ciencia Forestal 5(27): 17-42.
- DOMBROSKY, S.A.; SCHOWALTER, T.D. 1988. Inventory monitoring for estimating impact of insects on seed production in a Douglas-Fir seed orchard in Western Oregon. J. Econ. Entomol. 81(1): 281-285.
- EBEL, B.H. 1981. A study of cone and seed insects of Mexican conifers. Report For. Sci. Lab. USDA, Forest Service. Southeast. Exp. Sta 53 p.
- EGUILUZ PIEDRA, T. 1992. Informe administrativo, financiero y de investigación. Centro de Genética Forestal, A.C. Lomas de San Juan, Chapingo, Méx. 74 p.
- FATZINGER, C.W. 1983. Monitoring pest-caused losses of cones and seed in southern pine seed orchards In: Proceedings of the cone and seed insects working party conference, Working Party S2.07-01, IUFRO, International Union of Forestry Research Organizations; 1983 July 31-August 6; Athens Ga. USDA, For. Serv. Southeast. For. Exp. Stn. 214 p.
- FISHER, G.; ANGELIS, J. DE; BURGUET, D.M.; HOMAN, H.; BRAID, C.; STOLTZ, R.; ANTONIELLI, A.; MAYER, D.; BEERS, E. 1993. Pacific Northwest, Insect Control Handbook Oregon State Univ., Washington State Univ. y Univ. of Idaho. 352 p.
- FLORES ARELLANO, R.; MARTÍNEZ RAMÍREZ, S. 1984. Contribución al conocimiento de la biología e importancia de algunos insectos que se alimentan de conos y semillas de *Pinus cembroides* Zucc. Tesis Profesional. Div. Cienc. For. UACH. 185 p.
- FLORES LARA, J.E.; DIAZ ESQUIVEL, D. 1985. Recuperación de una masa vegetal de *Pinus cembroides* Zucc. Mediante el control de insectos que atacan a conos y semillas. In: Memoria I Simposio Nacional sobre pinos piñoneros. Reporte Científico, N° Esp. 5. Facultad de Silvicultura, Univ. Aut. Nvo. León. 10-12 junio de 1985. pp. 193-210.
- FLORES LARA, J.E.; BRIGHT, D.E. 1987. A new species of *Conophthorus* from Mexico: Description and biological notes (Coleoptera: Scolytidae). The Coleopt. Bull. 41(12): 181-184.
- FOGAL, W.H.; LOPUSHANKY, S.M. 1983. Stem injections of insecticides for control of white spruce seed and cone insects. In: Proceedings of the cone and seed insects working party conference, Working Party S2.07-01 IUFRO, International Union of Forestry Research Organizations; 1983 July 21-August 6; Athens Ga. USDA; For. Serv. Southeast. For. Exp. Stn. 214 p.
- FURNISS, R.L.; CAROLIN, V.M. 1977. Western forest insects. USDA For. Serv. Misc. Publ. No. 1339. 654 p.
- GIBSON, L.P. 1969. Monograph of the genus *Curculio* in the new world (Coleoptera: Curculionidae). Part I. United States y Canadá. Misc. Publ. Entomol. Soc. Am. (5): 39-285.
- GODWIN, P.A.; ODELL, T.M. 1965. The life history of the white pine cone beetle, *Conophthorus coniperda* Ann. Entomol. Soc. Am. 58: 213-219.
- HANULA, J.L.; BERISFORD, C.W.; DEBARR, G.L. 1984. Pheromone cross-attraction and inhibition among four coneworms, (*Diorctria* spp.) Lepidoptera: Pyralidae) in a loblolly pine seed orchard. Environ. Entomol. 13: 1298-1301.
- HAVERTY, M.I.; SHEA, P.J. 1986. Protection of blister rust-resistant western white pine cones from insect damage with permthrin and fenvalerate. In: Proceeding conifer tree seed in the Inland Mountain West Symposium. Missoula, Montana; 5-6. 1985. USDA, Forest Service, Gen Tech. Rep. Int-203. pp. 24&250.
- HEDLIN, A.F.; YATES, H.O.; CIBRIÁN TOVAR, D.; EBEL, B.H.;

- KOERBER, T.W.; MERKEL, E.P. 1980. Cone and seed insects of North American conifers Joint Publication: Environ. Can., Can. For. Service; U. S. Dept. Agr., For. Service, Sec. Agr. Recursos Hidráulicos, Mexico 122 p.
- JOHNSON, D.R.; MARKIN, G.P.; REARDON, R.C.; RANDALL, W.K. 1984. Injecting Metasystox-R® at three spacing intervals to improve seed yield in Douglas-fir. J. Econ. Entomol. 77: 1320-1322.
- KOERBER, T.W.; MARKIN, G.P. 1983. Metasystox-R® injections increase seed yield of Douglas-fir in California, Oregon and Washington. In: Proceedings of the cone and seed insects working party conference, Working Party S2.07-01, IUFRO, International Union of Forestry Research Organizations; 1983 July 31-August 6; Athens Ga USDA, For. Serv. Southeast. For. Exp. Stn. 214 p.
- MARTÍNEZ RAMÍREZ, S.; FLORES ARELLANO, J.R.; CIBRIÁN TOVAR, D. 1985. Evaluación del daño y plan de manejo de las principales plagas del piñón en el Estado de Hidalgo. In: Memoria 1 Simposio Nacional sobre pinos piñoneros. Reporte Científico, N0 Esp. 5. Facultad de Silvicultura, Univ. Aut. Nvo. León. 10-12 junio de 1985. pp. 215-222.
- MENDEZ MONTIEL, J.T.; MARTÍNEZ RAMÍREZ, S. 1988. Estudios preliminares del efecto de *Leptoglossus occidentalis* Heid. en estróbilos de *Pinus cembroides* Zucc. En: Memoria IV Simp. Nal. Parasit. Ftal. Durango. Dgo. 28-30 Oct. 1987. SARH. Pt. Esp. 59: 407-414.
- MERKEL, E.P.; DEBARR, G.L.; O'GWYNN, C.H. 1976. Mist blower application of Guthion for cone insect control in splash pine seed orchards. USDA, For. Serv. Res. Pap. SE-148. Southeast For. Exp. Stn. Asheville, N.C. 8 p.
- MILLER, W.E. 1978. Use of prescribed burning in seed production areas to control red pine cone beetle. Environ. Entomol. 7: 698-702.
- MILLER, G.E. 1983. Pest management in Douglas-fir seed orchard in British Columbia. In: Proceedings of the cone and seed insects working party conference, Working Party S2.07-01, IUFRO, International Union of Forestry, Research Organizations; 1983 July 31-August 6. Athens Ga. USDA, For. Serv. Southeast. For. Exp. Stn. 214 p.
- MILLER, W.E. 1986. New species of the genus *Cydia* that attack seeds of Mexican conifers (Lepidoptera: Tortricidae). En: Cibrián Tovar *et al.*, 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México/Cone and seed insects of the Mexican conifers. U.S. Dept. Agr. Gen. Tech. Rep. SE-40. pp. 5-7.
- MUÑOZ MARTÍNEZ, A. 1983. Dinámica poblacional y evaluación de daños de *Conophthorus cembrae* (Coleoptera: Scolytidae) en un bosque de pino piñonero *Pinus cembroides* Zucc. En el Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coah. Tesis de Licenciatura UAAAN, Saltillo, Coah. 67 p.
- NARVAEZ FLORES, R. 1988. *Cydia phyllisi* Miller (Lepidoptera: Tortricidae) gusano barrenador de la semilla de *Picea chihuahuana* Martínez, especie en peligro de extinción. En: Memoria IV Simp. Nal. Parasit. Ftal. Durango, Dgo. 28-30 Oct. 1987. SARH. Pub. Esp. 59. pp. 375-386.
- NARVAEZ FLORES R.; SÁNCHEZ MARTÍNEZ, G. 1991. Principales plagas forestales en el Estado de Chihuahua. En: Resúmenes VI Simp. Nal. Parasit. Ftal. Montecillo, Méx. 8-9 Oct. 1991. Soc. Mex. Entomol., UACH. p. 28.
- NORD, J.C.; DEBARR, G.L.; OVERGAARD, N.A.; NEEL, W.W.; CAMERON, R.S.; GODBEE, J.F. 1984. High volume applications of azinphosmetil, fenvalerate, permethrin and phosmet for control of coneworms (Lepidoptera: Pyralidae) and seed bugs (Hemiptera Coreidae and Pentatomidae) in southern pine seed orchards J. Econ. Entomol. 77:1589-1595.
- NORD, J.C.; DEBARR, G.L.; BARBER, L.R.; WEATHERBY, J.C.; OVERGAARD, N.A. 1985. Low volume application of azinphosmetil, fenvalerate, and permethrin for control of coneworms (Lepidoptera: Pyralidae) and seed bugs (Hemiptera: Coreidae and pentatomidae) in southern pine seed orchards. J. Econ. Entomol. 78: 445-450.
- OVERGAARD, N.A. 1983. Evaluation of modified Power-Till seeder for soil incorporation of carbofuran to provide insect control and minimize bird mortality in pine seed orchards. USDA Forest Service. Southern Region. Tech. Pub. R8. TP3. 35 p.
- PINEDA TORRES, M.C. 1988. Contribución al estudio de *Cecidomyia bisetosa* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en la parte central de México. En: Memoria IV Simp. Nal. Parasit. Ftal. Durango, Dgo. 28-30 Oct. 1987. SARH. Pub. Esp. 59: 387-406.
- REARDON, R.C.; STIPE, L.E.; DEWEY, J.E. 1983. Systemic insecticides implanted and injected in Douglas-fir Montana to increase seed yield In: Proceedings of the cone and seed insects working party conference, Working Party S2.07-01, IUFRO, International Union of Forestry Research Organizations.. 1983 July 31-August 6: Athens Ga. USDA, For. Serv. Southeast. For. Exp. Stn. 214 p.
- RIVAS TORRES, D. 1995. Inyecciones sistémicas en árboles. In: Memoria del VIII Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. Div. Cienc. For., Univ. Aut. Chapingo, Chapingo, México. 13 p. (Inédito).
- RUIZ GONZÁLEZ, A.; BARRIOS E., J.R.; GONZALEZ CH., J.J. 1990. Observaciones sobre algunos factores que limitan el establecimiento de la regeneración natural en bosques de pino en Calpulalpan, Tlaxcala. Tesis Profesional. Div. Cienc. For. UACH. 150 p.
- RUTH, D.S.; HEDLIN, A.F. 1974. Temperature treatment of Douglas-fir seeds to control the seed chalcid (*Megastigmus spermotrophus* Wachtl). Canad. Jour. For. Res. 4(4): 441-445.
- SALAZAR HERNÁNDEZ, S.G. 1992. Insectos de conos y semillas en la Unidad de Administración Forestal No 6 El Salto, Durango. Tesis Profesional. Fac. de Cienc. Biol. Univ. Aut. de Nvo. León, Monterrey, Nuevo León. 44 p.
- SANDQUIST, R.E.; OVERHULSER, D.L.; STEIN, J.D. 1993. Aerial applications of fenvalerate to suppress *Contarinia oregonensis* (Diptera: Cecidomyiidae) and *Megastigmus spermotrophus* (Hymenoptera: Torymidae) in Douglas-fir seed orchards. J. Econ. Entomol. 86(2): 470-474.
- SHEA, P.J., 1983. Suppression of *Conophthorus* cone beetle in a western white pine seed orchard In: Proceedings of the cone and seed insects Working Party conference Working Party S2.07-01, IUFRO, International Union of Forestry Research Organizations. 1983 July 31-August 6, Athens Ga. USDA, For. Serv. Southeast. For Exp. Stn. 214 p.
- STEIN, J.D.; TILDEN, P.E. 1987. Single and double applications of fenvalerate and dimethoate for control of Douglas-fir seed and cone insects. J. Econ. Entomol. 80(6): 1668-1671.
- STEIN, J.D.; SANDQUIST, R.E.; KOERBER, T.W.; FRANK, C.L. 1993. Response of Douglas-fir cone and seed insects to implants of systemic insecticides in a northern California Forest and a southern Oregon seed orchard. J. Econ Entomol. 86(2): 465-469.
- VALENTI, M.A.; ABRAHAMSON, L.P.; MAYNARD, CH.A. 1990. Control of white pine cone beetle (Coleoptera: Scolytidae) with carbofuran granules in a New York State White Pine seed orchard. J. Econ. Entomol. 83(6): 2349-2351.
- VARELA PALACIOS, A. 1992. Calidad de semilla de *Pinus ayacahuite* Ehr., del predio "Carrizal de Bravos", Municipio de Leandro Bravo, Gro. Tesis Profesional. Div. Cienc. For. UACH. 78 p.
- WAGNER, M.R.; KOERBER, T.W.; SCHMJ, J.M. 1986. Insects affecting

seed production of ponderosa pine (*Pinus ponderosae* Douglas ex Laws) in the Southwestern United States. In: Proceedings of the 2nd Conference of the cone and seed insects, Working Party S2.07-01. IUFRO. Briancon, September 3-5. pp. 69-81.

YAÑEZ ESPINOZA, L. 1991. Análisis de la producción de semillas de

Pseudotsuga macrolepis Flous en una población natural de la Sierra de Pachuca, Hidalgo. Tesis Profesional. Div. Cienc. For. UACH. 116 p.