



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE EL SALTO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E
INVESTIGACIÓN

**Daños por barrenadores de brotes y yemas en el
género *Pinus* de la región de El Salto, Durango**



TESIS

**Que como requisito parcial para obtener el grado
de MAESTRA EN INGENIERÍA FORESTAL**

PRESENTA:

SHUNAY TOVALÍN VALLES

El Salto, Pueblo Nuevo, Durango

Noviembre de 2021



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE EL SALTO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

La presente tesis titulada:

**Daños por barrenadores de brotes y yemas en el género
Pinus de la región de El Salto, Durango**

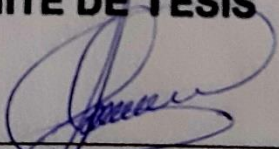
Realizada por:

SHUNAY TOVALÍN VALLES

Bajo la dirección del Comité de Tesis indicado, ha sido aprobada
por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el
grado de:

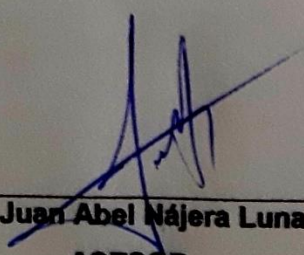
MAESTRA EN INGENIERÍA FORESTAL

COMITÉ DE TESIS



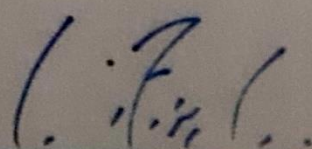
Dr. Francisco Cruz Cobos

DIRECTOR



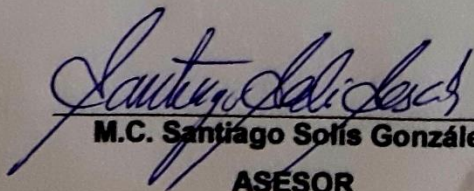
Dr. Juan Abel Nájera Luna

ASESOR



Dr. Víctor David Cibrián Llanderal

CODIRECTOR



M.C. Santiago Solís González

ASESOR

DEDICATORIAS

Dedico este proyecto a las siguientes personas porque durante todo este tiempo siempre me han apoyado y han sido un aliento para continuar con mis estudios y mejorar en cada aspecto de mi vida es por eso que quiero compartir y dedicar este logro a quienes me llenaron de amor, comprensión, cariño y para aquellos que me brindaron su sincera amistad, es por eso que dedico este logro a:

A mi hija Kendra Salamith Tovalín Valles: por ser mi motor para seguir adelante, por todo su cariño, paciencia y comprensión al no poder estar al 100% físicamente en cada momento.

A mis padres María De Lourdes Valles Escalante y Rafael Tovalín Vásquez: por su apoyo incondicional, por cada palabra de aliento que me dieron desde el inicio a final de la maestría, sobre todo por apoyar mis decisiones y estar siempre a mi lado esperando a que dé el siguiente paso para seguir motivándome para lograr una más de mis metas en la vida.

A mis amigos y compañeros: por su apoyo y sus consejos motivacionales que me ayudaron a seguir adelante a pesar de las circunstancias, por su ayuda incondicional en mi trabajo y por ser parte de esta nueva meta en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Muchas personas estuvieron presentes física y moralmente animándome y dando consejos de inicio a fin de mis estudios en posgrado en el INSTITUTO TECNOLÓGICO DE EL SALTO y especialmente agradecemos:

Al Dr. Francisco Cruz Cobos: por todo el apoyo que me ha brindado en todo este proceso, por su paciencia y gran disposición, por cada conocimiento compartido que dio un logro a este proyecto, por sus consejos y sobre todo por su gran amistad.

Al Dr. Juan Abel Nájera Luna: por su apoyo y a ver aceptado formar parte de este proyecto brindándome de sus conocimientos y llevar a cabo un mejor trabajo para poder lograr esta meta tan importante para mí.

Al M.C. Santiago Solís González: porque me brindo su sincera amistad y porque siempre estuvo en la mejor disposición para ayudarme en el tiempo que duro mi proyecto y en cuestiones pertenecientes a mis estudios.

Al Dr. Víctor David Cibrián Llanderal: por aceptar formar parte del comité y brindarme sus conocimientos, por el tiempo y ayuda necesaria para sacar adelante el trabajo.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. General	3
2.1.1. Específicos	3
2.2. Hipótesis	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Plagas forestales.....	4
3.2. Barrenador de brotes y yemas	5
3.3. Lepidópteros	5
3.4. Barrenadores de yemas y sus impactos en otros estados y países.....	6
3.4.1. <i>Retinia arizonensis</i> Miller.....	6
3.4.2. <i>Hypsiphyla grandella</i>	7
3.4.3. <i>Rhyacionia buoliana</i>	8
3.4.4. <i>Rhyacionia frustrana</i>	9
3.4.5. <i>Retinia edemoidana</i> (Dyar)	9
3.5. Especie de barrenador yemas en pináceas en el área de estudio	10
3.5.1. <i>Rhyacionia flammicolor</i> Powell.....	10
3.6. Pináceas del área de estudio	12
3.6.1. <i>Pinus cooperi</i> C.E. Blanco.....	13
3.6.2. <i>Pinus durangensis</i> Martínez	14
3.6.3. <i>Pinus strobiformis</i> (sinonimia <i>Pinus Ayacahuite</i> var. <i>brachyptera</i>)	14
3.6.4. <i>Pinus engelmannii</i> Carr	15
3.7. Características de las plantas atacadas por los insectos barrenadores de brotes	16
3.7.1. Captura de los insectos.....	16
3.7.1.1. Formas para la conservación de los insectos	17
3.8. Método de control para barrenador de brotes	18

3.8.1.	Insecticidas convencionales	18
3.8.2.	Insecticidas bio-rationales	20
4.	METODOLOGÍA.....	22
4.1.	Área de estudio	22
4.1.1.	Descripción del área de estudio	22
4.1.2.	Clima.....	23
4.1.3.	Vegetación.....	23
4.2.	Métodos	24
4.2.1.	Tamaño de la muestra.....	24
4.2.2.	Variables medibles	24
4.2.3.	Colecta de muestras de insectos para su identificación	24
4.2.4.	Tratamientos químicos probados para el control	25
4.2.5.	Análisis estadísticos	26
5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
5.1.	Estadísticos descriptivos de las variables utilizadas	27
5.2.	Presencia de barrenadores por localidad.....	27
5.3.	Prueba de efectividad biológica de tratamientos químicos propuestos para el control de los insectos.....	30
5.4.	Identificación del barrenador de yemas.....	32
6.	CONCLUSIONES.....	33
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Daño ocasionado por <i>Retinia arizonensis</i> . Miller.....	6
Figura 2. Ejemplar de <i>Hypsiphyla grandella</i>	7
Figura 3. <i>Rhyacionia buoliana</i> (Schiff)	8
Figura 4. <i>Rhyacionia frustrana</i>	9
Figura 5. Daños por <i>Retinia edemoidana</i> Dyar	10
Figura 6. Daños por <i>Rhyacionia flammicolor</i> Powell.....	12
Figura 7. Material para coleccionar larvas en frascos con alcohol al 70%	18
Figura 8. Insecticida Flubendiamida (Belt®) y etiqueta de uso.....	19
Figura 9. Insecticida Spinetoram J + Spinetoram L (Palgus Spinetoram®) y etiqueta de uso	21
Figura 10. Área de estudio	22
Figura 11. Colecta de larvas de barrenador de yemas	25
Figura 12. Aplicación de los tratamientos químicos por medio de mochilas de aspersión manual.....	26
Figura 13. Porcentaje de daño promedio ocasionado por el barrenador de yemas por ejidos	28
Figura 14. Porcentaje de daño promedio ocasionado por el barrenador de yemas por especies	29
Figura 15. Efectividad de los insecticidas Belt® y Palgus Spinetoram®	31

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticos descriptivos generales de la regeneración de pinos en la región de El Salto, Durango.....	27
Tabla 2. Prueba de comparación de medias del porcentaje de daños por barrenador de yemas en los ejidos del área de estudio	28
Tabla 3. Prueba de comparación de medias del porcentaje de daños por barrenadores de yemas en las especies de pinos del área de estudio	30
Tabla 4. Prueba de comparación de medias del porcentaje de larvas muertas por los tratamientos químicos aplicados a la regeneración	30

RESUMEN

Las plagas son factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de los árboles de México; sin embargo, aunque estas infestaciones cada vez son más presenciales en los bosques, se ha observado en años recientes arbolado joven con evidencias de daños de barrenadores de yemas en la región de El Salto, Durango sin que hasta el momento se haya realizado un diagnóstico serio para identificar la magnitud, causas o agentes responsables de esta problemática. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la incidencia de los barrenadores de yemas en áreas con presencia de renuevo y proponer alternativas de control. Para ello se eligieron cinco ejidos de la región de El Salto, en los cuales se seleccionaron tres subrodales donde se establecieron tres sitios en cada uno. Se evaluó el porcentaje de daños por especie y ejido, se realizó un análisis de la efectividad de dos insecticidas y la identificación del barrenador de yemas. Los resultados mostraron altas incidencias en los ejidos La Campana y La Ciudad (34.9% y 33.9%). Mientras que en el ejido Adolfo Ruíz Cortínez no se observaron ataque de este insecto, *Pinus durangensis* y *P. cooperi* fueron las especies que tuvieron mayores daños (52.43% y 47.57%). Los insecticidas Flubendiamida (Belt®) y Spinetoram (Palgus®) mostraron alta efectividad (69.24% y 79.90% de mortalidad). De acuerdo a los resultados es importante que el manejo forestal no sea selectivo y mantener una mayor mezcla de especies para evitar daños más severos. Dada la efectividad y su bajo perfil ecotoxicológico de los insecticidas Palgus® y Belt® sería conveniente su utilización para reducir las incidencias del insecto *Rhyacionia circa flammicolor*.

Palabras clave: Barrenador de yemas, insecticidas, Spinetoram, Flubendiamida, *Rhyacionia flammicolor*, palomillas

ABSTRACT

Pests are factors that influence the growth and development of trees in Mexico; However, although these infestations are increasingly prevalent in the forests, in recent years young trees have been observed with evidence of damage from bud borers in the region of El Salto, Durango without a serious diagnosis having been made so far. to identify the magnitude, causes or agents responsible for this problem. Therefore, the objective of this work was to evaluate the incidence of bud borers in areas with the presence of shoots and to propose control alternatives. For this, five ejidos from the El Salto region were chosen, in which three subrodales were selected where three sites were established in each one. The percentage of damage by species and ejido was evaluated, an analysis of the effectiveness of two insecticides and the identification of the bud borer was carried out. The results showed high incidences in the La Campana and La Ciudad ejidos (34.9% and 33.9%). While no attack by this insect was observed in the Adolfo Ruíz Cortínez ejido, *Pinus durangensis* and *P. cooperi* were the species that had the greatest damage (52.43% and 47.57%). The insecticides Flubendiamide (Belt®) and Spinetoram (Palgus®) showed high effectiveness (69.24% and 79.90% mortality). According to the results, it is important that forest management is not selective and maintain a greater mix of species to avoid more severe damage. Given the effectiveness and their low ecotoxicological profile of the Palgus® and Belt® insecticides, it would be convenient to use them to reduce the incidence of the *Rhyacionia circa flammicolor* insect.

Keywords: Bud borer, insecticides, Spinetoram, Flubendiamide, *Rhyacionia flammicolor*, palomillasts

1. INTRODUCCIÓN

En México se tienen registradas más de 200 especies de insectos y patógenos que provocan daños en los ecosistemas forestales; estas afectaciones llegan a ser cuantiosas en términos económicos debido a la pérdida directa de productos forestales, así como en términos ambientales, por la pérdida de cobertura arbórea y el consecuente impacto a los distintos hábitats (CONAFOR, 2007).

Los insectos del orden Lepidóptera pueden ser considerados como plagas cuando estos ocasionan daños económicos, normalmente físicos a intereses de las personas; dentro de este orden se encuentran las palomillas barrenadoras de brotes y yemas, se consideran de importancia económica para muchas especies forestales (Álvarez *et al.*, 2019). En particular para el género *Pinus*, existen varios géneros de lepidópteros de importancia forestal en México, tales como *Apolychrosis*, *Choristoneura*, *Eucosoma*, *Retinia* y *Rhyacionia* (Cibrián-Tovar, 2013). Los daños que ocasionan estos géneros a los brotes y yemas, en caso de haber infestaciones periódicas, puede reducir el crecimiento del árbol afectando la altura y diámetro, daña la calidad de la madera al modificar la forma del árbol con yemas muertas. Los géneros *Rhyacionia* y *Retinia* han sido unos de los que mayormente han causado daños en pinos, ya que están presentes en bosque naturales y bajo manejo, así como en áreas de árboles padres y plantaciones, cuando los árboles están en sus primeros años de desarrollo (Álvarez-Zagoya y Márquez-Linares, 2003).

El daño forestal es un impacto negativo y generalmente se considera que ha ocurrido cuando se presenta una reducción en el crecimiento o la muerte de los árboles. Este daño puede surgir a partir de una amplia gama de factores ambientales y artificiales originados por agentes biológicos, hidrológicos y atmosféricos. El daño puede ser causado por insectos, enfermedades, hongos, fuerzas mecánicas o físicas (Ramsey, Chappell, Jacobs, Sapkota, & Baldwin, 1998; Mukai y Hasegawa, 2000).

Las prácticas silvícolas mal realizadas o aplicadas a destiempo pueden originar cambios en la masa forestal que la condicione o la predisponga a futuros ataques de agentes dañinos, ya sea por el debilitamiento provocado en las plantas o por la promoción de condiciones medioambientales favorables para la proliferación de especies potencialmente dañinas que pueden llegar a transformarse en plagas (Gómez, Greslebin y Raichenberg, 2010). Las acciones preventivas disminuyen la probabilidad de aparición de plagas y enfermedades, pero no garantizan su ausencia (Gómez *et al.*, 2010). Resulta importante considerar que las enfermedades y las plagas nunca aparecen repentinamente ocupando extensas superficies, sino que, una vez ingresadas en un área dada, debe transcurrir un tiempo de reproducción (que es variable para cada especie) hasta alcanzar una densidad de población tal que constituya un problema sanitario (PNUMA, 2003).

Las plagas son factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de los árboles de México; sin embargo, aunque estas infestaciones cada vez son más presenciales en los bosques, su conocimiento suele ser escaso o no se toman las medidas adecuadas para combatirlos.

En las áreas forestales de la región de El Salto, Durango, se ha observado en años recientes arbolado joven con evidencias de daños de barrenadores de yemas de crecimiento, sin que hasta el momento se haya realizado un diagnóstico serio para identificar la magnitud, causas o agentes responsables de esta problemática. Así que este trabajo se centra en evaluar los daños que ocasionan los barrenadores de yemas a la regeneración del género *Pinus* y tomar las medidas preventivas para disminuirlos.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar los daños ocasionados por barrenadores de brotes y yemas en la regeneración de los bosques de pino de la región de El Salto, Durango.

2.1.1. Específicos

- Evaluar el porcentaje de daño ocasionado por los barrenadores de brotes y yemas en las especies de pino
- Evaluar dos productos químicos comerciales para el control de ataques por barrenadores de yemas
- Identificar las especies de barrenadores de brotes y yemas causantes de los daños en la regeneración

2.2. Hipótesis

El barrenador de brotes y yemas tiene preferencia por atacar la regeneración en los bosques naturales con alteraciones microclimáticas producto del manejo, y sus daños se limitan a disminuir el crecimiento en altura y deformar el fuste principal de los árboles.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Plagas forestales

Las plagas forestales son agentes que ocasionan daños de tipo mecánico o fisiológico a los árboles, como deformaciones, disminución en el crecimiento, debilitamiento o incluso la muerte, causando un impacto ecológico, económico y social importante (FAO, 1993; CONABIO, 1998; SEMARNAT, 2003). Son consideradas como una de las principales causas de disturbio en los bosques templados de México, reconociéndose cerca de 250 especies de insectos y patógenos que pueden afectar al arbolado nacional (SEMARNAT, 2003).

Dentro de los factores naturales que facilitan el ataque de plagas están fenómenos meteorológicos como las sequías, huracanes y nevadas, así como otros disturbios naturales, como los incendios (Matthews, Payne, Rohweder & Murray, 2000; Castillo, Pedernera y Peña, 2003; PNUMA, 2003). Sin embargo, las actividades humanas también facilitan el ataque. El aprovechamiento y pastoreo no regulados, el deficiente manejo silvícola, la introducción de especies de plagas y patógenos de otras regiones geográficas, así como los incendios inducidos, predisponen a las masas arbóreas al ataque por insectos o patógenos. La superficie afectada por plagas forestales puede indicar la presión que este factor ejerce sobre el estado de los recursos forestales nacionales. La superficie de bosques afectada por plagas y enfermedades forestales se considera dentro de la lista de indicadores del Proceso de Montreal de la ONU (SEMARNAT, 2005).

Los agentes dañinos tienen un impacto negativo sobre el desarrollo y reproducción de la planta. En el caso de los ambientes forestales, los efectos más evidentes son la disminución en la fotosíntesis, causada por patógenos y plagas de defoliadores. Así como el estrés hídrico, ocasionado por enfermedades del tronco y raíz, o como plagas descortezadoras (Agrios, 2005). Estos últimos destacan por su impacto en los ecosistemas forestales de México. Los descortezadores son un grupo de insectos

cuyos daños causados a las masas forestales pueden ser desde un pequeño grupo de árboles hasta cientos de hectáreas. Son organismos que se desarrollan debajo de la corteza de los árboles, los debilitan y causa su muerte. Dentro de este grupo se encuentran coleópteros de los géneros *Dendroctonus*, *Ips*, *Pseudohylesinus*, *Phloesinus*, *Scolytus* y *Pityophthors*, de los cuales destacan las especies: *D. mexicanus*, *D. ponderosae*, *D. adjunctus*, *I. mexicanus*, *I. pini*, *P. variegatus*, y *S. mundus*, entre otros (CONAFOR, 2007).

3.2. Barrenador de brotes y yemas

Los insectos que se alimentan de brotes y yemas constituyen un grupo importante de insectos que dañan a los árboles, particularmente a las coníferas del género *Pinus*. El grupo más destructivo de insectos son las larvas de las palomillas (Lepidópteros); su alimentación ocasiona algunos daños que a continuación se mencionan: muerte de brotes y yemas, deformación y bifurcaciones del fuste y reducción del crecimiento en altura.

3.3. Lepidópteros

Los lepidópteros son un orden de insectos holometábolos, casi siempre voladores, conocidos comúnmente como mariposas; las más conocidas son las mariposas diurnas, pero la mayoría de las especies son nocturnas (palomillas, esfinges, pavones, etc.) y pasan muy inadvertidas (Frajia-Fernández y Fajardo-Medina, 2005). Sus larvas se conocen como orugas y se alimentan típicamente de materia vegetal, y algunas especies pueden ser plagas muy dañinas para la agricultura o bosques. Muchas especies cumplen el papel de polinizadoras de plantas y cultivos.

Este taxón representa el segundo orden con más especies entre los insectos (siendo superado solamente por el orden Coleóptera); de hecho, cuenta con más de 165,000 especies clasificadas en 127 familias y 46 superfamilias.

3.4. Barrenadores de yemas y sus impactos en otros estados y países

3.4.1. *Retinia arizonensis* Miller

En algunos lugares el impacto de los barrenadores ha causado igual o mayor importancia que los descortezadores y defoliadores, especialmente en *Pinus cembroides*. Zucc en el sur de Coahuila. Este insecto ha ocasionado serios problemas en el desarrollo de esta especie de pino. Este tipo de plantaciones con *P. cembroides* se ha realizado en Coahuila por medio del Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), este proyecto está enfocado en el establecimiento de plantaciones para la producción de arbolitos de navidad y restauración de suelo. La mayoría de los árboles afectados por el barrenador *Retinia arizonensis* se detectaron en alturas de 0 a 1.5 metros mientras que, en diámetros, una gran cantidad se vieron afectados en diámetros menores de cuatro centímetros. Afectando significativamente el incremento potencial y el desarrollo normal del arbolado de *P. cembroides*. Zucc en distintas categorías de daños (Domínguez-Cabrera, 2003).

Los daños que ocasiona este insecto consisten en que las larvas barrenan brotes y ramillas fabricando túneles entre el floema y el xilema, dejando intacto el duramen. Sobre la parte afectada se observa un grumo de resina de color rojizo y por dentro se encuentra excremento y seda. Como consecuencia del daño que ocasiona este barrenador a las ramas de los pinos es la muerte, notándose una coloración rojiza de ramillas durante los meses de abril, mayo y junio, muerte de conillos, bifurcación del árbol y deformación de la copa (Figura 1).



Figura 1. Daño ocasionado por *Retinia arizonensis*. Miller

3.4.2. *Hypsiphyla grandella*

El *Hypsiphyla grandella* es el barrenador de brotes de las Meliáceas (Figura 2), es probablemente el principal factor limitante de las plantaciones de caoba y cedro rojo, en América Latina, ya que ocasiona pérdidas del 40 a 50% en sus daños, debido a que estas especies tienen un valor especial en el comercio internacional, porque posee características de muy buena calidad en su madera.

Su daño principal consiste en perforar los brotes nuevos y especialmente el brote terminal, provocando su deformación o ramificación e incluso la muerte de los arbolitos en crecimiento y reduciendo su valor comercial. Los ataques de *Hypsiphyla grandella* ocurren con mayor frecuencia durante los primeros años de edad de la caoba y el cedro, debido a que el insecto prefiere tejidos suculentos de las yemas, observándose una mayor frecuencia de los ataques en los meses de mayo a septiembre, periodo en el que también ocurren mayor precipitación, temperatura media, mínima, máxima, humedad relativa, máxima y mínima más bajas. Por lo que se han hecho recomendaciones de que se realicen aplicaciones de insecticidas cada 15 días en épocas de lluvias para mantener un control adecuado de *Hypsiphyla grandella* (Cauich-Ramirez, 2004).



Figura 2. Ejemplar de *Hypsiphyla grandella*

En los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Oaxaca, Chiapas, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Al realizar un estudio sobre el daño ocasionado por el *Hypsiphyla grandella* en el cedro rojo se obtuvieron porcentajes de infestaciones del 2% hasta el 100%, con un promedio del 80.5% (Marín *et al.*, 2012).

3.4.3. *Rhyacionia buoliana*

En Chile las plantaciones de rápido crecimiento están constituidas mayormente por *Pinus radiata* D. Don y suman alrededor de 1,437,520 hectáreas. Esta superficie ha permitido que el sector forestal productivo tenga una significativa participación en el producto geográfico bruto del país. A partir de 1985, el desarrollo para pino radiata fue afectado por la introducción de la palomilla del brote *Rhyacionia buoliana* Schiff. (Figura 3), esta palomilla fue introducida desde Argentina a principios de la década de los '80, este insecto ha avanzado hasta estar presente en toda el área de distribución de plantaciones de pinos en menos de 13 años. De manera que el sector forestal comenzó a presentar problemas sanitarios con consecuencias económicas, debido a los hábitos de desarrollo de la palomilla que se hospeda en el pino dañando los brotes.

Los impactos observados tanto en términos físicos como económicos se deben a dos factores: manejo y recuperabilidad. Los rodales afectados han ido evolucionando desde manifestaciones graves como bifurcaciones o defectos menos perjudiciales como curvaturas leves hasta exhibir en algunos casos la recuperación (Alzamora, R., Apiolaza, L. e Ide, S., 2002).

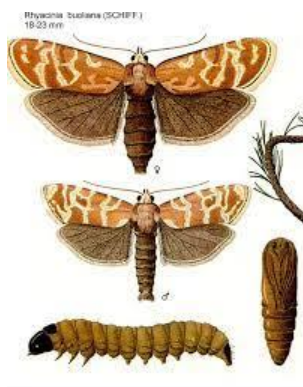


Figura 3. *Rhyacionia buoliana* (Schiff)

3.4.4. *Rhyacionia frustrana*

A pesar de la importancia del Manejo Integrado de Plagas (MIP) en Cuba ha sido poco estudiado, por lo que se han realizado estudios para conocer el comportamiento de la plaga de *Rhyacionia frustrana* (Figura 4).

En ese país el patrimonio forestal asciende a 2,696,600 hectáreas, lo cual representa el 24.5% de la superficie total del país, de las cuales el 31% son bosques productores y dentro de estos el 78,8% son bosques naturales, y el 27,2% plantaciones del área total de bosques, el 46% son dedicados a la protección y el 23% a la conservación. Los agroecosistemas por su propia estructura favorecen el incremento poblacional de organismos, lo que permite que los mismos se transformen en plagas principalmente en *Pinus caribae*, *P. cubensis* y *P. maestrensis* ocasionando pérdidas económicas, sin embargo, no se tienen pensado el control de dicha plaga sin utilizar productos químicos y actividades silvícolas (Ramayo-Reynaldo, 2007).



Figura 4. *Rhyacionia frustrana*

3.4.5. *Retinia edemoidana* (Dyar)

Los principales hospederos de esta especie son: *Pinus ayacahuite* (actualmente *P. strobiformis*), *P. cooperi*, *P. durangensis*, *P. hartwegii*, *P. montezumae*, *P. rudis*. Y se distribuyen en los estados de Distrito Federal, Durango, Estado de México, Michoacán Hidalgo, Puebla, Tlaxcala.

Las larvas de *Retinia edemoidana* (Dyar) son las únicas que causan daños. Se alimentan del floema y la albura de los brotes de crecimiento del año actual y del año

anterior. La galería no afecta el duramen, va en espiral y puede circular a la rama afectada. En la mayoría de los casos los brotes infestados mueren y cuando sobreviven quedan deformados. Cuando dichos brotes portan conos, éstos también mueren. En árboles que sufren infestaciones repetidas en los brotes líderes se tienen deformaciones en los fustes (Figura 5).

La especie también infesta plantaciones de árboles de navidad de *Pinus ayacahuite* (ahora *P. strobiformis*), en cuyo caso la estructura atacada es el floema de la base del tronco del árbol. En plantaciones de árboles de navidad, la aplicación de insecticidas de contacto poco antes o durante el periodo de emergencia de los adultos es suficiente para reducir las poblaciones. La aspersión se dirige hacia la corteza del primer metro de altura del fuste; el producto debe estar mezclado con adherente (Cibrián *et al.*, 1995).



Figura 5. Daños por *Retinia edemoidana* Dyar

3.5. Especie de barrenador yemas en pináceas en el área de estudio

3.5.1. *Rhyacionia flammicolor* Powell

Hospedantes: *Pinus strobiformis*, *P. cooperi*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. herrerae*, *P. leiophylla*.

Distribución: Durango, Chihuahua.

Descripción: los adultos son palomillas que presentan una extensión alar promedio de 15.5 mm, con variaciones de 16.4 a 19.2 mm; cabeza grisácea, pálida y con algunas escamas oscuras. Tórax y abdomen de color oscuro grisáceo, con algunas escamas rojizas y otro café amarillentas. El tercio discal de las alas es rojo anaranjado oscuro, metálico y brillante, en constante con los dos tercios basales que presentan estrías transversales alternas de color gris metálico, anaranjado, ocre y rosa púrpura. Alas posteriores gris oscuro con algunas áreas gris pálido. El huevo tiene forma de escama circular, de color beige oscuro a amarillento, de un mm de diámetro. La larva es de color café cremoso ligeramente oscuro; la cabeza es café muy oscura y brillante, con la sutura epicraneal en forma de “V”. El cuerpo, con excepción de la cabeza, está cubierto con microespinas. Las larvas maduras alcanzan una longitud máxima de 8 mm. La pupa es de tipo obtecta, de color café oscuro. En el abdomen presenta en cada segmento una doble hilera de ganchos (Cibrián-Tovar, Méndez-Montiel, Campos-Bolaños, Yates y Flores-Lara, 1995).

Ciclo de vida y Hábitos: se presenta una generación por año, con la emergencia de adultos al principio de la temporada de lluvias, frecuentemente de mediados de mayo a finales de julio. Son de vuelo crepuscular. La oviposición se realiza en la superficie de los brotes que están por finalizar su crecimiento, los huevecillos son puestos en forma individual y rara vez existe más de uno por brote. Durante junio y julio es posible observar huevecillos. Las larvas emergen de los huevecillos desde finales de junio hasta principios de agosto y terminan los fascículos de acículas en crecimiento. Después de hacer un túnel de hasta 15 cm de longitud en el fascículo, la larva joven puede ocupar otro fascículo o bien desplazarse hacia las yemas recién formadas. Se ha observado que lo anterior ocurre en el mes de septiembre. Durante su desarrollo las larvas pueden consumir varias yemas, aunque son más voraces después del invierno. Para los meses de abril y mayo un alto porcentaje de la población se encuentra como pupa en el interior de la última yema atacada. Los enemigos naturales de *R. flammicolor* más comunes son avispa parasitoides del género *Glypta*.

Daños: las larvas de *R. flammicolor* produce dos tipos de daños; el primero es de poca importancia y consiste en barrenar el fascículo foliar, con la consecuente muerte de las acículas, las cuales toman una coloración café rojiza y constituyen la primera evidencia del ataque de las larvas de barrenador. Generalmente las acículas afectadas están cercanas a la yema principal y se pueden observar desde el mes de agosto hasta noviembre (Figura 6). El segundo daño es mucho más importante que el anterior y es causado por la barrenación de la yema por la larva. Frecuentemente una misma larva consume varias yemas para alcanzar su completo desarrollo.

Importancia: en algunos rodales las infestaciones son de importancia, originando fuertes deforestaciones en los fustes. En el estado de Durango se llevó a cabo una investigación del impacto económico que causó el insecto en una plantación de *Pinus cooperi* de 30 años de edad. Se concluyó que la madera de los árboles dañados sólo tuvo un 41% del valor esperado de los árboles que estuvieran sin deformar. El efecto principal fue la calidad de productos que es posible obtener de los árboles.

Manejo: el barrenador puede ser controlado mediante insecticidas sistémicos y sólo se justifica su aplicación en plantaciones. La aplicación se debe de realizar entre agosto y septiembre, cuando la mayoría de las larvas se encuentran en los primeros dos ínstaes y alimentándose de los fascículos (Cibrián *et al.*, 1995).



Figura 6. Daños por *Rhyacionia flammicolor* Powell

3.6. Pináceas del área de estudio

Las pináceas son un grupo de plantas que comprende varios géneros y cerca de 250 especies distribuidos principalmente en el hemisferio norte. De los cuales cuatro

géneros (*Abies*, *Picea*, *Pinus* y *Pseudotsuga*) se encuentran en el estado de Durango (Rechardson & Rundel, 1998).

3.6.1. *Pinus cooperi* C.E. Blanco

Pinus cooperi se conoce como pino chino. Se distribuye únicamente en la Sierra Madre Occidental en Durango y parte de Chihuahua; en Durango en los municipios de Guanaceví, Tepehuanes, Santiago Papasquiaro, San Dimas, Pueblo Nuevo, Durango, Súchil y el Mezquital.

Se localiza en bajíos y planicies de suelos profundos y en laderas poco profundas, entre los 2400 y 2700 m de altitud. Por lo general se encuentra formando masas puras, o en ocasiones agrupado con *P. leiophylla*, *P. arizonica*, *P. teocote*, *Quercus durifolia*, *Q. sideroxyla* o *Juniperus deppeana*.

Son árboles de 15 a 35 m de altura y diámetro de 30 a 80 cm, copa densa, redondeada o cónica, formada por ramas gruesas de forma sigmoidea, descendentes, por lo menos los inferiores y medianas, o la copa puede ser irregular y laxa en sitios de calidad pobre. Ramillas erectas, muy rugosas, pero las ramillas tiernas lisas y de color azulado. Los conos son semipersistentes, con escamas delgadas, flexibles o a veces rígidas, de color café pálido a negro en la parte exterior, excepto sobre la apófisis; apófisis plana o ligeramente engrosada; cúspide plana a algo sobresaliente umbo dorsal, ligeramente abultado, con una espina pequeña, recurvada, frágil y decidua (González y García, 1998).

Madera de buena calidad. Sin embargo, debido a que con frecuencia los árboles presentan ramificación desde poca altura, la madera es nudosa. *Pinus cooperi* ha sido considerado como variedad de *P. arizonica* (Farjon & Styles, 1997). Aunque ambas especies comparten la característica de tener fascículos de 3 a 5 hojas, difieren claramente en varios caracteres, el más evidente de los cuales es la morfología foliar.

3.6.2. *Pinus durangensis* Martínez

Conocido como pino alazán, pino blanco y pino real. Se distribuye en Durango en los municipios de Guanaceví, Topia, Tepehuanes, Canelas, El Oro, Santiago Papasquiaro, Otaes, San Dimas, Tamazula, Pueblo Nuevo, Durango, Súchil y El Mezquital. Regularmente se encuentra en laderas y cañadas entre los 2,400 y 3,200 m de altitud en áreas de climas templados semihúmedos y húmedos. *Pinus durangensis* se encuentra interactuando con especies de *P. teocote*, *P. cooperi*, *P. arizonica*, *P. leiophylla*, *Quercus sideroxyla*, *Q. rugosa* en zonas planas y *P. ayacahuite* (actualmente *P. strobiformis*) y *Pseudotsuga* en cañadas.

Son árboles con alturas entre 15 a 40 m y diámetro normal de 1 a 1.5 m, tiene fuste recto, su copa es redonda y compactada en los árboles maduro, con ramas péndulas a horizontales, los árboles jóvenes tienen la copa de forma cónica. Las ramillas tiernas en ocasiones con tinte azulado corteza rugosa, dividida en grandes placas escamosas de color café oscuro, café rojizo pálido, en la parte media y separada por fisuras. Es de madera ligera, suave, con todo amarillo, se concederá madera de calidad. Las hojas frecuentemente contienen entre 5 o 7 fascículos y raramente 4 u 8 fascículos de 14 a 30 cm de largo, delgadas y medianamente gruesas, de 0.6 a 1 mm de ancho y 0.6 a 0.7 mm de grueso, de sección angostamente triangular, flexibles, erectas o algo colgantes, de color verde amarillento o verde pálido y lustrosas. Conos ligeramente curvados, ovoides, de 6 a 10 cm de largo, de color café rojizo, generalmente en grupos de 2 o 3, a veces solitarios (González y García, 1998).

3.6.3. *Pinus strobiformis* (sinonimia *Pinus Ayacahuite* var. *brachyptera*)

Conocido como pino cahuite, pinabete y ayacahuite. Se distribuye desde el norte de Durango hasta Centroamérica. Se encuentra en cañadas y laderas húmedas especialmente con exposición al norte o al oeste, esta especie de pino suele ser acompañada más frecuente por *Pseudotsuga*, *Picea*, *Abies* y de *Cupressus*.

Son árboles hasta de 25 a 40 m de altura y con diámetros de 0.90 m, las copas de los árboles viejos suelen ser circulares, mientras que las copas de árboles jóvenes son más cónicas con las ramas en verticilos regularmente espaciados, ramillas delgadas y lisas. Corteza delgada, lisa y de color grisáceo, en árboles maduros se vuelve rugosa con un tono color gris cafésosa y dividida en pequeñas placas rectangulares. Su madera es suave de color cremoso, frágil y quebradiza. Tiene hojas en grupos de 5 fascículos, con un largo entre los 8 y 18 cm. Conos colgantes en pares o grupos de 3, a veces solitarios, de forma casi cilíndrica, ligeramente curvados, de 20 a 40 cm de largo cuando son maduros suelen ser muy resinosos y de color café amarillento, maduran durante el otoño. Cada escapa contiene 2 semillas de color café claro con manchas más oscuras, de 5 a 12 mm de largo, con ala rudimentaria o hasta de 15 mm de largo (González y García, 1998).

3.6.4. *Pinus engelmannii* Carr

Distribuido en Durango en los municipios de Ocampo, San Bernardo, Tepehuanes, El Oro, Santiago Papasquiario, Otaes, San Dimas, Pueblo Nuevo, Durango Súchil y El Mezquital. Se encuentra en bajíos y laderas entre los 1900 y 2600 m, en climas semisecos en áreas con suelo profundo o pobre y rocoso, asociado con *Pinus chihuahuana*, *P. teocote*, *P. leiophylla* y *Quercus spp.*, en climas templados semitropical se asocia con *P. herrerae* y *P. douglasiana*, entre otras especies.

Son árboles de 12 a 35 m de altura y diámetros de 25 a 100 cm, copas redondeadas, en árboles jóvenes ramas ascendentes y copa abierta de forma cónica. Corteza en árboles maduros de color café rojizo a oscuro, rugosa, escamosa, dividida en placas largas y angostas, en árboles jóvenes la corteza es gris, rugosa, escamosa y surcada pero no es dividida en placas. Su madera es suave, de color amarillo pálido y de muy buena calidad. Hojas en fascículos de 3 a 5, de 20 a 43 cm de largo, de color verde pálido o verde amarillento. Tiene conos asimétricos, ovoides de 10 a 16 cm de largo y 5 a 12 cm de ancho, ligeramente curvados, café amarillento, en grupos de 2 a 5 sobre péndulos fuertes. Semillas de color café oscuro, de 5 a 8 mm de largo, con ala

articulada, lanceolada de 20 a 40 mm de largo y de 7 a 9 mm de ancho (González y García, 1998).

3.7. Características de las plantas atacadas por los insectos barrenadores de brotes

Las plantas atacadas por insectos habitualmente muestran síntomas, daños y/o signos producidos por los mismos, pero generalmente resulta difícil encontrar al agente de daño justo en el momento de la observación (especialmente cuando no se trata de barrenadores de la madera). Una de las razones es que los insectos tienen momentos de aparición característicos durante los cuales se reproducen, se alimentan del árbol o se refugian en él, ocasionando los daños que posteriormente observamos. Ello quiere decir que para poder encontrar los síntomas y/o signos junto con el organismo responsable debemos estar en el momento justo en el lugar indicado. Incluso, algunos insectos como los pulgones cumplen ciclos diarios de actividad, lo cual implican que se podrá encontrar al insecto o no según sea el momento del día en que se realiza la inspección, en muchas ocasiones, ciertos “problemas sanitarios” son de baja incidencia en la planta y se registran solo en algunas pocas de ellas en la plantación, lo cual dificulta aún más la tarea de hallar a las larvas o a los adultos (Gómez *et al.*, 2010).

3.7.1. Captura de los insectos

Formatos y elementos de captura del tipo de organismo que se trate.

Pincel muy fino: se lo emplea para los pulgones. Para evitar dañarlos por su fragilidad.

Succionador o aspirador: es un aparato útil para pulgones y ácaros y para aquellos insectos pequeños que vuelan al intentar atraparlos, tales como las palomillas.

Pinzas finas (y blandas): se emplean para coleccionar principalmente los estados inmaduros que tienen el tegumento blando.

Manos: se emplean directamente en la captura de adultos, siempre tratando de no dañarlos (recordar que las patas, antenas y alas son las partes que se quiebran con más frecuencia, ¡y son las más importantes al momento de identificarlos!).

Pértigas (tijeras para cosecha de semillas de mango extensible): son útiles para alcanzar las partes más altas de la planta.

Navajas: para la búsqueda de insectos barrenadores se debe levantar la corteza con una navaja o cuchillo afilado y observar la presencia de galerías (con o sin aserrín) tanto en la parte interna de la corteza como en la madera. En estos casos suelen encontrarse las larvas y/o adultos dentro de las galerías a los cuales se los debe coleccionar con las pinzas nombradas (Gómez *et al.*, 2010).

3.7.1.1. Formas para la conservación de los insectos

Las muestras obtenidas pueden conservarse y enviarse de distintas formas a los sitios de diagnóstico según el caso que se trate:

En frascos con alcohol al 70% con una gota de glicerina para evitar que queden demasiado rígidos (Figura 7). Esta es la forma más práctica de guardarlos en el campo, transportarlos al laboratorio e incluso sirve como método de preservación tanto para los estados inmaduros como para los adultos que tienen el exoesqueleto duro (escarabajos, avispas, etc.). Este método no es adecuado para conservar, mariposas puesto que pierden las escamas de las alas.

En sobres de papel absorbente (por ej. Papel de diario) para insectos delicados y una vez muertos en medios secos (como los frascos letales que pueden prepararse de manera sencilla). De esta forma deben guardarse y enviarse: mariposas, palomillas y otros insectos con gran cantidad de pelos en su cuerpo.

Como preparar el frasco letal: se utiliza un frasco de boca ancha y con suficiente profundidad en cuyo fondo se coloca una capa gruesa de algodón embebido en alcohol, encima se coloca una capa de papel absorbente tratando que esta no se moje. Los insectos capturados se introducen en el frasco y luego de cierto tiempo mueren.

Como el alcohol es muy volátil hay que agregarle al frasco cuando sea necesario. También puede utilizarse formol, pero este es un compuesto toxico y el alcohol igualmente cumple su función (Gómez *et al.*, 2010).



Figura 7. Material para coleccionar larvas en frascos con alcohol al 70%

3.8. Método de control para barrenador de brotes

Los insecticidas tienen importancia para el control de plagas de insectos o para eliminar todos aquellos que afectan la salud humana y animal. Los insecticidas se dividen en dos grupos como los insecticidas convencionales y bio-rationales.

3.8.1. *Insecticidas convencionales*

Se divide en dos grupos según los procesos fisiológicos sobre los que actúan:

- a) Los capaces de alterar la transmisión de impulsos nerviosos; este proceso es general en todos los animales. Al acelerarse la transmisión del impulso nervioso, los músculos se tensan, se reduce el oxígeno, colapsando los músculos y derivando en un infarto de miocardio, en cambio sí disminuyen la transmisión del impulso nervioso el organismo se detiene. A este grupo de insecticidas pertenecen los convencionales organofosforados, carbamatos y piretroides.
- b) Los que son capaces de alterar la respiración del organismo, bloqueando enzimas o bien bloqueando la cadena de transporte electrónico mitocondrial. Actualmente no se usan.

✓ Flubendiamida (Belt®)

Belt® es un insecticida que acciona en el sistema nervioso-muscular y se encuentra en el grupo de las Diamidas, con un poderoso efecto antialimentario que controla eficazmente una cantidad importante de larvas de lepidópteros aun en los estados más avanzados en una gran diversidad de cultivos, muy seguro para la fauna benéfica e ideal para su uso en programas de manejo integrado de plagas (Figura 8). Belt® actúa en las larvas de lepidópteros deteniendo rápidamente el proceso de alimentación, luego causa parálisis y finalmente causa la muerte (Zapata y Fabricio, 2010). Los insecticidas de diamidas muestran una baja toxicidad aguda para mamíferos y un perfil ambiental favorable y son confiables para los insectos y ácaros benéficos en muchos entornos (Nauen & Steinbach, 2016). Proporcionan una protección vegetal superior contra un alto grado de especies de plagas de lepidópteros. Tiene un perfil ecológico, ecotoxicológico y sin propiedades genotóxicas, mutagénicas u oncogénicas (Shane, 2006; citado por Paramasivam & Hemanta, 2012).



Figura 8. Insecticida Flubendiamida (Belt®) y etiqueta de uso

Beneficios

- Controla todo tipo de larvas de lepidópteros en campo abierto, invernadero y en climas difíciles
- Maximiza la producción al detener los daños causados por las larvas de lepidópteros, gracias a su efecto antialimentario inmediato

- Adaptable a programas de manejo integrado de plagas
- Protección prolongada con dosis bajas y menos aplicaciones
- Amplia ventana de aplicación y gran flexibilidad de uso que evita el desperdicio de producto
- Es inactivo para otras especies benéficas

3.8.2. Insecticidas bio-racionales

Estos insecticidas se caracterizan por tener una acción particular en cada insecto. Son insecticidas que interfieren en el proceso fisiológico del insecto como:

- a) Mudas de larvas
- b) Puesta de huevos
- c) Alteran la reproducción
- d) La alimentación del insecto

Otros insecticidas que pertenecen a este grupo son los insecticidas biológicos o plaguicidas microbianos. Estos contienen un mecanismo que actúa en el intestino del insecto al ser ingerido, produciendo parálisis e impidiendo la alimentación, tales como lo son Neem y Spinetoram.

✓ Spinetoram J + Spinetoram L (Palgus Spinetoram®)

Spinetoram es un compuesto obtenido de microorganismos del suelo *Sacharopolyspora spinosa* del cual se extraen dos metabolitos (J y L) que son sometidos a modificaciones para producir el Spinetoram (Ojeda-D'Ugard, 2018).

Palgus es un insecticida que cuenta con gran poder residual y amplio espectro de control de plagas para muchos cultivos en dosis bajas (Figura 9). Es un insecticida biológico, de origen natural ideal para el control de larvas, trips y minadores actuando por ingestión y contacto, incrementando así su poder de control, no es sistémico, pero penetra sobre las hojas dando un excelente nivel de control y un

prolongado período de protección selectivo a fauna benéfica, es de perfil ecotoxicológico muy favorable (Cisneros, 2012).



Figura 9. Insecticida Spinetoram J + Spinetoram L (Palgus Spinetoram®) y etiqueta de uso

4. METODOLOGÍA

4.1. Área de estudio

4.1.1. Descripción del área de estudio

El presente estudio se realizó en la región de El Salto que se localiza al oeste del estado de Durango en las zonas elevadas de la Sierra Madre Occidental. En cinco ejidos con programa de manejo vigentes, los ejidos a evaluar son La Ciudad, La Campana, La Victoria, Adolfo Ruíz Cortínez y El Brillante dentro del municipio de Pueblo Nuevo (Figura 10).

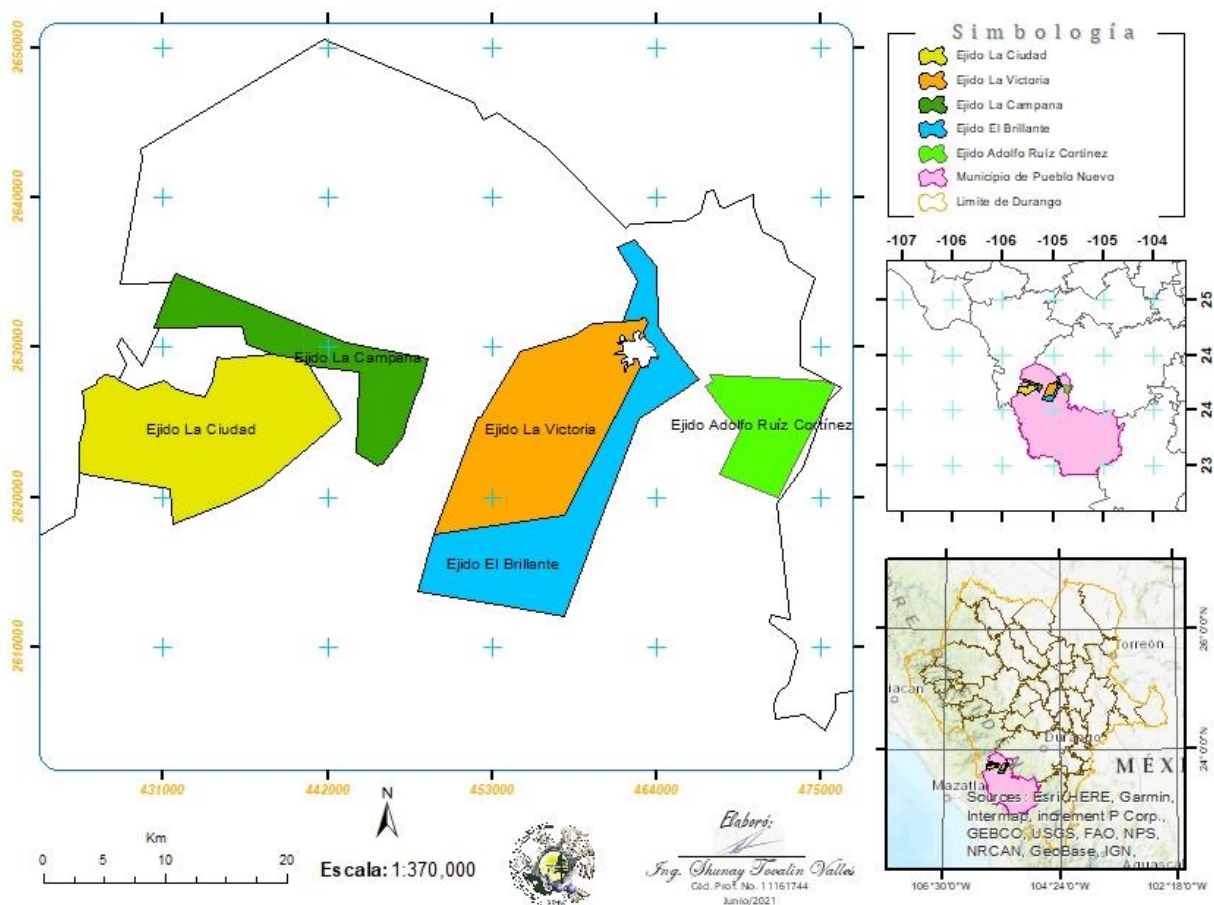


Figura 10. Área de estudio

4.1.2. Clima

El clima es templado semifrío con áreas semisecas semifrías y unas cuantas porciones subhúmedas semifrías. Las temperaturas extremas son de 36 °C y de -18 °C. Presenta una precipitación media anual de 1,300 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de junio, julio agosto y septiembre, presentándose las primeras heladas en octubre y la última en junio. En los meses de diciembre y enero se registran nevadas, principalmente.

Según la clasificación climática de Köppen adaptada para México por García (1981), los climas presentes en la región son: (A)C(W₂) Clima semicálido subhúmedo, con lluvias en verano, con precipitación del mes más seco menor de 40 mm. y porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10%.

4.1.3. Vegetación

En la región de El Salto la vegetación está compuestas por bosques mezclados con especies del género *Pinus*, *Quercus*, *Arbutus* y *Juniperus* como también algunas especies arbustivas, siendo los tipos de vegetación más representativos los bosques de pino y bosques de pino-encino. Entre las especies arbóreas dominantes se encuentra *Pinus cooperi*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. teocote*, *P. leiophylla*, *P. strobiformis*, *P. herrerae*, *Quercus sideroxyla*, *Q. durifolia*, *Q. rugosa*, *Q. urbanii*, *Q. eduardii*, *Q. crassifolia*, *Cupressus lindleyii*, *Juniperus deppeana*, *Arbutus xalapensis*, *A. chiapensis*, *Alnus culminicula*. En las arbustivas están las *Arcotostaphylos pungens* (manzanilla) y *Quercus striatula* (encinilla) y dentro de las herbáceas están las *Tiquilia canescens* (oreja de ratón), *Odontrichum sinuatum* (Matarique), *Bouteloa gracilis* (Zacate navajilla), *Hilaria swallenii* (Zacate liendrilla), *Helianthemum glomeratum* (Hoja de gallina), *Hilaria mutica* (Zacate pajon), *Dodonaea viscosa* (Jarilla) y *Tagetes lucida* (Yerbaniz) (UPSE, 2017a; UPSE, 2017b).

Algunas de las especies forestales de mayor importancia económica de la región son: *P. cooperi*, *P. durangensis*, *P. teocote*, *P. engelmannii*, *P. leiophylla*, *P. strobiformis*, *Quercus sideroxyla*, *Q. durifolia*, *Q. candicans*, *Q. crassifolia*, *Q. rugosa* y *Juniperus sp.*

4.2. Métodos

4.2.1. Tamaño de la muestra

Se seleccionaron cinco ejidos en cada uno se eligieron tres subrodas con presencia de regeneración natural, proveniente de la aplicación de cortas de regeneración, a través de los Método de Desarrollo Silvícola (MDS) y Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI), dentro de cada uno de los subrodas se establecieron tres sitios de 25 m² distribuidos aleatoriamente, resultando una muestra total de 45 sitios con presencia de regeneración preferentemente no mayor a diez años.

4.2.2. Variables medibles

Para determinar el porcentaje de daños, a cada árbol dentro de los sitios se les tomó la siguiente información; especie, diámetro de la base (mm), altura total (m), plagado o no plagado, altura del daño ocasionado por el barrenador y número de ataques presentes en los árboles.

4.2.3. Colecta de muestras de insectos para su identificación

Para realizar la colecta de los insectos se basó en el manual de campo propuesto por Gómez *et al.* (2010), que especifica a detalle las medidas que se deben de tomar para la captura y transporte del insecto.

Se eligieron tres árboles dañados al azar de los cuales presentaban grumos activos, se abrieron uno o dos de los grumos dependiendo de la cantidad que contaba cada árbol, a los cuales se les extrajo la larva que se encontraba hospedada.

Para la conservación de la larva se utilizaron frascos con alcohol al 70% (Figura 11), en el caso de encontrarse la pupa dentro del grumo este era extraído completo con la cubierta vegetal. Para después llevarlos al laboratorio del Instituto Tecnológico de El Salto para un análisis previo de su correcta identificación. Algunas otras fueron llevadas al laboratorio del Colegio de Posgraduados en México para confirmar su identificación.

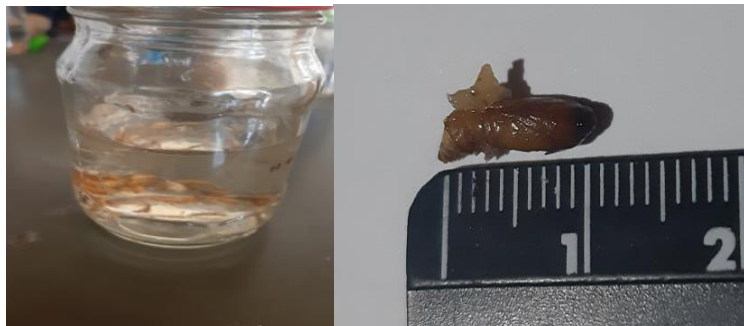


Figura 11. Colecta de larvas de barrenador de yemas

4.2.4. *Tratamientos químicos probados para el control*

Con el objetivo de reducir la incidencia de estos insectos se evaluaron dos métodos de control químico que han sido utilizados en diferentes estados del país en cultivos agrícolas. Se utilizó un diseño completamente al azar donde se establecieron tres tratamientos, dos químicos (Belt® y Palgus Spinetoram®) y el testigo (sin aplicación), en cada sitio (de los tres de cada subrodal seleccionado) solo se aplicó un tratamiento y se consideró como una repetición. Se hicieron dos aplicaciones por medio de aspersión a punto de goteo, con intervalos de diez días, la primera aplicación se realizó a finales del mes de enero y principios de febrero de 2021 (Figura 12). Las dosis aplicadas de los insecticidas fueron para Belt® 2 ml/10 L de agua y Palgus Spinetoram® 6 ml/10 L de agua. La variable que se observó fue el número de larvas muertas en cada tratamiento.



Figura 12. Aplicación de los tratamientos químicos por medio de mochilas de aspersión manual

4.2.5. Análisis estadísticos

Se realizaron pruebas de medias para comparar la diferencia de daños entre, ejidos, especies y tratamiento químico. Para lo cual se utilizó el método de Tukey con una confiabilidad del 95%, los datos se obtuvieron del programa STATISTICA.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Estadísticos descriptivos de las variables utilizadas

En la tabla 1 se muestran los estadísticos descriptivos de las variables que se utilizaron en la evaluación, es importante destacar que los mayores porcentajes de daños se encontraron entre los diámetros de base de 30.1 a 60 mm.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos generales de la regeneración de pinos en la región de El Salto, Durango

Variable	Media	D.E	Mínimo	Máximo
Db (mm)	28.96	12.36	14.65	73.13
H (m)	1.34	0.67	0.66	3.98
Edad (años)	7.42	1.70	5	13

Db = diámetro de base en mm; *H* = altura total en m y Edad en años por medio del número de verticilos

5.2. Presencia de barrenadores por localidad

En el ejido Adolfo Ruiz Cortínez no se observó la presencia del barrenador de yemas, mientras que en los cuatro ejidos restantes se encontró incidencia de daños atribuible a los barrenadores de yemas. La mayor incidencia de daños en la regeneración de pinos fue en el ejido La Campana con 34.9% y La Ciudad con un 33.9%, para los ejidos La Victoria y El Brillante el daño fue menor al 15% (Figura 13).

Cabe mencionar que en trabajos anteriores realizados en un área del ejido La Campana, Tovalin-Valles y Soto-Quiñones (2017) reportaron daños por este mismo insecto del 36.46% de la regeneración presente.

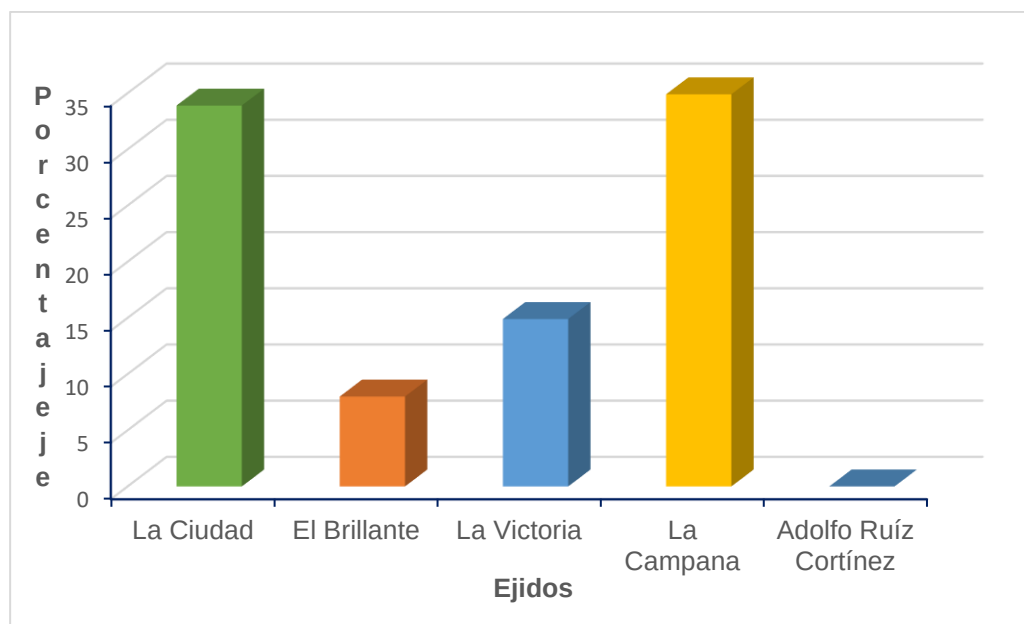


Figura 13. Porcentaje de daño promedio ocasionado por el barrenador de yemas por ejidos

La prueba de comparación de medias del porcentaje de daños muestra que entre el ejido La Campana y La Ciudad no hubo diferencias significativas, pero si se observaron entre los ejidos La Campana y La Ciudad con los otros tres ejidos evaluados. Cabe destacar que el ejido Adolfo Ruiz Cortínez no presentó ninguna evidencia de daños por estos barrenadores (Tabla 2), esto se puede deber a varios factores como la humedad, temperatura, altura sobre el nivel del mar o el manejo que se les da a los bosques de dicho ejido (Morales-Rangel, Cambrón-Sandoval, Soto-Correa, Jones y Obregón-Zúñiga, 2018; Moore y Allard, 2008).

Tabla 2. Prueba de comparación de medias del porcentaje de daños por barrenador de yemas en los ejidos del área de estudio

Ejido	Media*	DE	Mínimo	Máximo
La Campana	34.90 a	12.24	16.67	52.00
La Ciudad	33.90 a	21.27	12.50	73.91
La Victoria	14.91 b	5.34	5.3	22.7
El Brillante	7.95 b	6.00	0.00	19.35
Adolfo Ruiz Cortínez	0.00 b	0.00	0.00	0.00

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Con respecto al porcentaje de daños por especies de pinos, la mayor incidencia por el barrenador de brotes y yemas fueron para *Pinus cooperi* y *P. durangensis*, siendo estas dos especies más susceptibles a los ataques por este insecto en comparación del *P. strobiformis* (antes *P. ayacahuite*) el cual no mostró evidencia de daños. *P. durangensis* obtuvo un mayor porcentaje en daños ocasionados por el barrenador de brotes (52.43%), siendo este un valor muy elevado a comparación de *P. Strobiformis* (Figura 14). A pesar que en los subrodales se observa presencia de arbolado de otras especies de pinos como *P. leiophylla* y *P. teocote*, no se encontró regeneración de estas especies en los sitios. Por lo cual se debe considerar realizar tratamientos silvícolas que mantengan la mayor diversidad de especies en los bosques para poder disminuir la proliferación de la plaga y siga afectando a las dos principales especies de interés económico en la región de El Salto.

En el estudio realizado por Álvarez-Zagoya, Correa-Ramírez, Reyes-Muñoz y Castañón-Alanís (2018) en una plantación comercial de *P. greggii* en Nuevo Ideal, Durango, se observó la incidencia de *Rhyacionia* sp. obteniendo un alto porcentaje de daños al arbolado cuando se encuentra en estado larval variando del 14% al 56%, siendo más elevado en la temporada de lluvias. Por lo cual es importante considerar realizar tratamientos silvícolas con una diversidad de especies para evitar daños mayores a las especies de pinos con mayor valor económico.

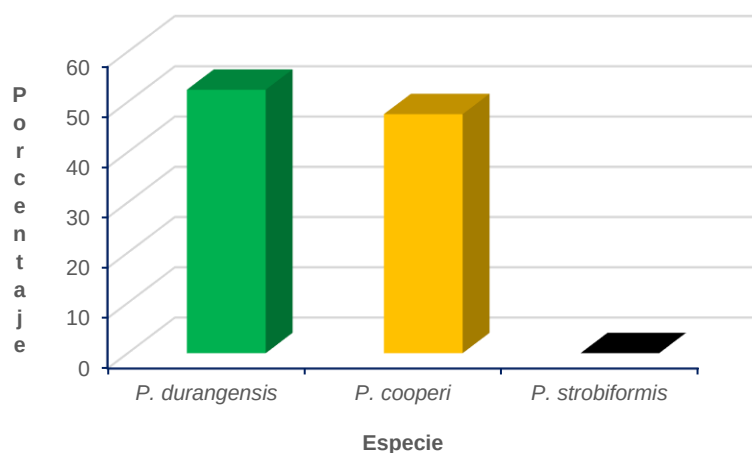


Figura 14. Porcentaje de daño promedio ocasionado por el barrenador de yemas por especies

La prueba de comparación de medias muestra que no existen diferencias en los porcentajes de daños entre *P. cooperi* y *P. durangensis*, por lo cual, cualquiera de las dos especies puede ser elegidas como hospedante, pero si se encontraron diferencias significativas entre *P. strobiformis* ya que esta especie no mostró ningún daño por el barrenador de yemas (Tabla 3). Por lo cual se debe considerar que haya más mezcla de especies de pinos en los bosques para disminuir los ataques en la regeneración en sus primeras etapas de desarrollo

Tabla 3. Prueba de comparación de medias del porcentaje de daños por barrenadores de yemas en las especies de pinos del área de estudio

Especie	Media*	DE	Mínimo	Máximo
<i>P. durangensis</i>	52.43 a	42.76	0.00	100
<i>P. cooperi</i>	47.57 a	42.76	0.00	100
<i>P. strobiformis</i>	0.00 b	0.00	0.00	0.00

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.3. Prueba de efectividad biológica de tratamientos químicos propuestos para el control de los insectos

La diferencia en el porcentaje de mortandad de larvas del barrenador de yemas entre los tratamientos Palgus Spinetoram® (79.9%) y Belt® (69.24%) no fue significativa. Sin embargo, si se encontraron diferencias significativas con el testigo, por lo que se considera que ambos insecticidas pueden ser utilizados para combatir la plaga de barrenador de yemas con alta eficiencia (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de comparación de medias del porcentaje de larvas muertas por los tratamientos químicos aplicados a la regeneración

Tratamiento	n	Media*	DE	Mínimo	Máximo
Palgus Spinetoram®	11	79.90 a	22.18	41.67	100
Belt®	11	69.24 a	23.22	40.00	100
Testigo	11	0.00 b	0.00	0.00	0.00

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Álvarez-Zagoya, Pérez-Santiago, Hinojosa-Ontiveros y Salas-Quiñones (2019) mencionan que al aplicar tratamientos químicos (Neem, Malatión y Tiametoxam) en una plantación de *Pinus greggii* disminuyó los daños por barrenador de yemas *Rhyacionia sp* y por lo tanto el crecimiento de los árboles aumentó.

La efectividad de los insecticidas utilizados en el área de estudio resultó alta, por lo cual se recomienda utilizar los insecticidas Belt® y Palgus Spinetoram® para disminuir los daños ocasionados por los barrenadores de yemas en especies de pinos (Figura 15). De acuerdo con un estudio realizado por Osorio-López (2008) en parcelas agrícolas menciona que el insecticida Belt® tiene un mayor porcentaje de efectividad para el control de larvas de palomillas.

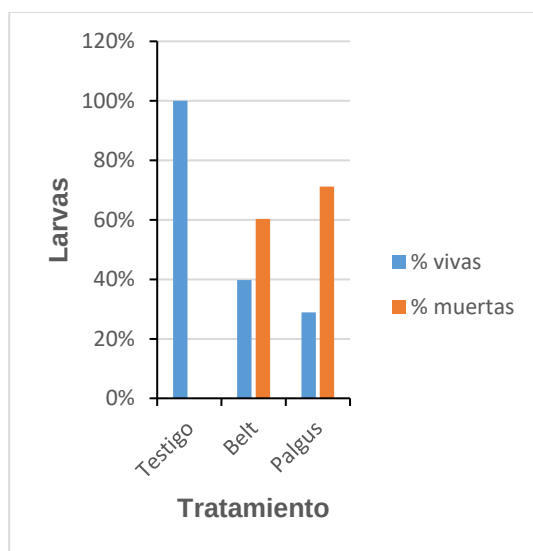


Figura 15. Efectividad de los insecticidas Belt® y Palgus Spinetoram®

Figuroa-Álvarez, Pineda-Guillermo, Figuroa, Chavarrieta-Yáñez y Martínez-Castillo (2018) evaluaron Spinetoram sobre la mortalidad larvaria y otros parámetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (cogollero del maíz) aplicando varias concentraciones de Spinetoram, obteniendo una mortalidad del 100% en la aplicación de 1 mg/l y en ocasiones una mortalidad del 51% en concentraciones de 0.5 y 0.005 mg/l. Por lo tanto, el que Spinetoram haya obtenido una mortalidad del 79.9% en este estudio, y al considerar la dosis y el modo de aplicación que se realice, Spinetoram puede ser más efectivo.

Dado el alto porcentaje de daños en la regeneración, la falta de conocimiento sobre el ciclo de vida del barrenador de yemas y la necesaria disminución de los ataques de este insecto en el renuevo es importante dar una solución rápida y eficiente para la protección del arbolado joven y poder garantizar futuros árboles maduros de mejor morfología y obtener maderas de mayor calidad. Es por ello que al utilizar los insecticidas Palgus Spinetoram® o Belt® se mantendrá un mejor equilibrio en cuanto los daños y futuros ataque del insecto. Además de que son insecticidas que solo dañan a la larva del barrenador de brotes, no causa daño a la palomilla ni a insecto benéficos, aves o mamíferos que se encuentren en el área. En cuanto los costos no son muy elevados.

5.4. Identificación del barrenador de yemas

Se realizó un análisis visual de las larvas que fueron colectadas y llevadas al laboratorio del Instituto Tecnológico de El Salto para su identificación, para dicha identificación se basó en el libro de insectos forestales de México. Se observó detalladamente algunas de las larvas por medio de un microscopio y se notó que todas eran semejantes, al revisar el libro e identificar varias características sobre los daños en el árbol y descripción de la larva se pudo concluir que el insecto pertenece a *Rhyacionia* circa *flammicolor*. También se enviaron algunas muestras de larvas al Colegio de Posgrado de México para tener un análisis más completo, se realizaron varias pruebas por expertos y se determinó que corresponde a la especie de *Rhyacionia* circa *flammicolor* Powell.

6. CONCLUSIONES

- El porcentaje de daños por especie ocasionados por el barrenador de yemas *Rhyacionia circa flammicolor* fue mayor en *Pinus durangensis* y *P. cooperi*, por lo que se recomienda se mantenga una mezcla de especies de pinos en los subrodales para evitar un mayor daño en la regeneración, el ejido La Ciudad y La Campana fueron los de mayor incidencia del insecto, mientras que el ejido Adolfo Ruiz Cortínez no mostró incidencia
- Se debe de considerar realizar actividades de saneamiento (pre-aclareos o podas) para las áreas con regeneración de pinos en su primera etapa de desarrollo para disminuir los ataques y por consecuencia la afectación del crecimiento en altura y diámetro, así como también en la calidad de la madera y morfología del árbol y en algunos casos hasta la muerte del árbol
- Los insecticidas Palgus Spinetoram® y Belt® mostraron alta eficiencia en el control de las larvas del barrenador de yemas y por su bajo perfil ecotoxicológico se recomienda su uso para disminuir los daños en la regeneración de pinus en la región de El Salto, Durango
- Estimar los costos de la aplicación de estos insecticidas y validarlos a nivel unidad de manejo
- Realizar estudios para conocer el efecto del ataque de esta plaga al crecimiento en altura y calidad de la madera

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. N. (2005), *Plant Pathology* (4ta. ed.). Oxford: Elsevier Academic Press.
- Álvarez-Zagoya, R. y Márquez-Linares M. A. (2003). Plagas y Enfermedades de las Pináceas de Durango. pp. 119-144. In: *Las Pináceas de Durango*. 2ª Ed. García-Arévalo, A.; M. S. González-Elizondo (Eds.). Instituto de Ecología, A. C.; Comisión Nacional Forestal. 187 p.
- Álvarez-Zagoya, R., Correa-Ramírez, M. M., Reyes-Muñoz, J. L. y Castañón-Alanís, D. G. (2018). Insectos de plantaciones de *Pinus greggii*, en Durango, México. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias* 9(21):1205-1215.
- Álvarez-Zagoya, R., Pérez-Santiago, G., Hinojosa-Ontiveros, G. A., y Salas-Quiñones, J. J. (2019). Prevención de daños contra el barrenador de yemas *Rhyacionia* sp. en plantaciones de *Pinus greggii* Engelm., en Nuevo Ideal, Durango, México. *Entomología mexicana*, 6:471-476 (2019).
- Alzamora, M.R., Apiolaza, L.A. e Ide. S. (2002). Evaluación física y económica de pérdidas en volumen debido al daño de *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) en plantaciones de *Pinus radiata* (D. Don) en la Novena y Décima Regiones de Chile. Bosque (Valdivia). Vol. 23 n.2 <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002002000200004>
- Castillo, M., Pedernera, P. y Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Ambiente y Desarrollo de CIPMA*, 19, 3-4.
- Cauich-Ramírez, R. (2004). *El barrenador de los brotes de las Meliáceas Hypsiphylla grandella* Zéller (*Lepidoptera Pyralidae*) (tesis profesional). Antonio Navarro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cibrián-Tovar, D. (2013). *Manual para la identificación y manejo de plagas en plantaciones forestales comerciales*. México: Comisión Nacional Forestal.

- Cibrián-Tovar, D., Méndez-Montiel, J. T., Campos-Bolaños, R., Yates, H. O., Flores-Lara, J. (1995). *Insectos Forestales de México*. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Cisneros-Vera, F. H (2012). *Control químico de las plagas agrícolas*. Lima, Perú: Sociedad Entomológica del Perú.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2007), *Manual de Sanidad Forestal*. México: Comisión Nacional Forestal. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/15/810Manual%20de%20sanidad%20forestal.pdf>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1998). *La diversidad biológica de México: Estudio de País*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBiolMexEPais1.pdf
- Domínguez-Cabrera, G. (2003). *Evaluación del daño causado por Retinia arizonensis. Miller (Lepidóptera-Tortricidae), en una plantación de Pinus cembroides. Zucc, en el ejido Carneros, Saltillo, Coahuila* (tesis profesional). Antonio Navarro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Farjon, A. & Stiles, B. T. (1997). *Pinus* (Pinaceae). Flora Neotropica. Monograph 75. The New York Botanical Garden. New York.
- Figuroa-Álvarez, E., Pineda-Guillermo, S., Figuroa, J., Chavarrieta-Yáñez, M. y Martínez-Castillo, A. (2018). Evaluación de Spinetoram sobre la mortalidad larvaria y otros parámetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomología mexicana*. 5.385-389.
- Frajía-Fernández, N. y Fajardo-Medina, G. E. (2005). Características de la fauna del orden Lepidoptera (Rhopalocera) en cinco diferentes localidades de los llanos orientales colombianos. Facultad de Biología Marina, Bogotá, Colombia.

- Gómez, C. A., Greslebin, A. y Rajchenberg, M. (2010) Plagas y enfermedades de *Pinus* sp. de la región Andino Patagónica de Argentina. Copyright 2010 Facultad de ingeniería. UNPSJB Primera edición.
- González-Elizondo, M. S., y García-Arévalo, A. (1998). *Pináceas de Durango*. Xalapa, Veracruz, México: Instituto de Ecología A. C.
- Marín-Hernández, T. J., Azpíroz-Rivero, H. S., Parraguirre-Lezama, C., Sánchez-Monsalvo, V., Velasco-Bautista, E., Hernández-Juárez, R., Sánchez-Martínez, A. y Rueda-Sánchez, A. (2012). *Análisis de dimensiones gasométricas y porcentaje del ataque de Hysipyla grandella Zeller en Cedrela odorata L.* Revista Mexicana Científica Forestal. Vol 3. Núm. 13
- Matthews, E., Payne, R., Rohweder, M. & Murray, S. (2000). Pilot Analysis of Global Ecosystems: Forest Ecosystems. *Washington, D. C. WRI: ISBN 1-56973-459-3*
- Moore, B. y Allard, G. (2008). Los impactos del cambio climático en la sanidad forestal. Sanidad y Biodiversidad Forestal (FAO). Documento de trabajo FBS/345
- Morales-Rangel, A., Cambrón-Sandoval, V. H., Soto-Correa, J. C., Jones, R.W., Obregón-Zúñiga, J. A. (2018) Efecto de la temperatura en poblaciones de *Dendroctonus frontalis* Zimmerman y *Dendroctonus mexicanus* Hopkins (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) bajo un escenario de cambio climático en la Sierra Gorda queretana. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 34, 1–8. Recuperado de <https://doi.org/10.21829/azm.2018.3412141>
- Mukai, Y. & Hasegawa, I. (2000). Ectraxction of damaged áreas of windfall tres by typhoons using Landsat TM data. *International Journal of Remote Sensing*, 21, 647-654.
- Nauen, R. & Steinbach, D. (2016). Resistance to Diamide Insecticides in Lepidopteran Pests. *Switzerland*. DOI 10.1007/978-3-319-31800-4_12.
- Ojeda-D'Ugard, R. A. (2018). Insecticidas para el control de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) en maíz (*Zea mays* L) en La Molina (tesis profesional). Universidad Nacional Agraria La Molina Facultad Agronomía. Lima-Perú.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1993). *The Challenge of Sustainable Forest Management. What future for the world's forests?* Roma, Italia: Food and Agriculture Organization.
- Osorio-López, J. (2008). Evaluación de efectividad biológica de flubedimide para el control de la palomilla de papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (tesis profesional). Universidad Autónoma de Agraria Antonio Navarro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Paramasivam, M. & Hemanta, B. (2012). Degradation Dynamics of Flubendiamide in Different Types of Soils. *Springer Science+Business Media* (88:511-514). DOI 10.1007/s00128-012-0552-8.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2003). *GEO América Latina y el Caribe. Perspectivas del Medio Ambiente 2003*. Costa Rica: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.yumpu.com/es/document/read/25404665/geo-alc-2003-programa-de-naciones-unidas-para-el-medio->
- Ramsey, E. W. III, Chappell, D. K., Jacobs, D. M., Sapkota, S. K. & Baldwin, D. G. (1998). Resource management of forest wetlands: hurricane impact and recovery mapped by combining Landsat TM and NOAA AVHRR data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 64, 733-738.
- Remayo-Reynaldo, Y. (2007). *Umbral de daño económico para Rhyacionia frustrana Comstock en plantaciones de Pinus caribaea Morelet var. caribaea Barret y Golfari en Camagüey* (tesis de grado). Facultad de Agronomía y Forestal. Pinar del Río.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2003). *Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales 2002*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. http://www.paot.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/index.htm

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2005). *Indicadores básicos del desempeño ambiental de México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/Indicadores_basicos_2005.pdf
- Tovalín-Valles, S y Soto-Quiñones, S. (2007). *Evaluación morfométrica y silvícola de una corta de regeneración en la región de El Salto, Pueblo Nuevo, Durango* (tesis profesional). Instituto Tecnológico de El Salto, Durango, México.
- Unidad de Prestación de Servicios Ejidales de El Salto, Dgo, A. C. (UPSE) (2017a). Programa de Manejo Forestal 2017-2026, Ejido La Campana, Pueblo Nuevo, Dgo.
- Unidad de Prestación de Servicios Ejidales de El Salto, Dgo, A. C. (UPSE) (2017b). Programa de Manejo Forestal 2017-2026, Ejido La Victoria, Pueblo Nuevo, Dgo.
- Zapata, A. F. N y Fabricio, C. (2010). Belt®, innovación para el manejo de *Spodoptera spp.* (Lepidoptera; Nocturdae) en algodón (*Gossypium hirsutum*). En memorias del XXXVII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN) Bogotá, Colombia.