



*"Enseñar la Explotación de
La Tierra, No la del Hombre"*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

**CONTROL QUÍMICO DE INSECTOS QUE ATACAN A
CONOS Y SEMILLAS EN *Pinus cembroides* Zucc., EN EL
MUNICIPIO DE SANTIAGO DE ANAYA, HGO.**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES
PRESENTA**

ING. LAYDI LAURA CRUZ HERNÁNDEZ



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Chapingo, Texcoco, México

Enero de 2012

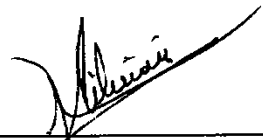


Control químico de insectos que atacan a conos y semillas en *Pinus cembroides* Zucc., en el municipio de Santiago de Anaya, Hgo.

Tesis realizada por Laydi Laura Cruz Hernández bajo la dirección del Dr. David Cibrián Tovar. Ha sido revisada y aprobada por el siguiente Comité Revisor y Jurado del Examen Profesional, para obtener el título de:

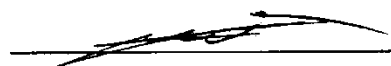
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES

PRESIDENTE



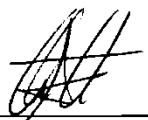
Dr. David Cibrián Tovar

COORDIRECTOR



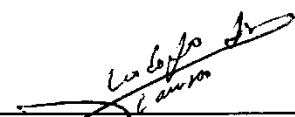
Dr. Diódoro Granados Sánchez

ASESOR



M.C. Alejandro Corona Ambriz

ASESOR



M.C. Rodolfo Campos Bolaños

Chapingo, México, Enero de 2012.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de vivir, por permitir tener libre albedrío y poder sentir amor día a día...

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado para la realización de los estudios de postgrado y la oportunidad de desarrollar esta investigación.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por darme la oportunidad de formar parte de su matrícula en el postgrado, con lo cual pude formarme un carácter y una profesión para toda la vida.

Al Dr. David Cibrián Tovar, por sus atenciones, sus atinados consejos y sobre todo la paciencia que brinda y la paz que hay en sus palabras, gracias por la confianza que deposito en mí y hacer un espacio cuando requería de su apoyo.

Al M.C. Víctor Cibrián Llanderal por su atinada percepción de los trabajos en campo, el tiempo dedicado y sus pláticas agradables, no solo encontré un guía también un amigo es un gusto trabajar con él.

Al M.C. Alejandro Corona Ambríz por su apoyo en la parte estadística de este proyecto y por aportar las ideas más convenientes, el tiempo dedicado y la disponibilidad en todo momento.

Al Dr. Diódoro Granados Sánchez por su tiempo invertido en la revisión de esta investigación aportando las ideas más convenientes y disponibilidad en todo momento.

Al M.C. Rodolfo Campos Bolaños por los consejos y correcciones aportadas a este trabajo.

A todas las personas que brindaron su apoyo para la realización de este trabajo de investigación, que forman parte de la gran comunidad El Porvenir, que a pesar de sus limitaciones económicas

siempre estuvieron presentes en cada una de las actividades del proyecto.

A Don Genaro Gachuz por el inmenso apoyo y optimismo de lucha día a día por conservar lo que él llama el hogar de su familia.

A Don Efrén Gachuz por el apoyo y paciencia en todo el tiempo que duró el trabajo en campo.

Al Ing. Armando Varela por creer en el trabajo de investigación y fomentar el apoyo en la población de El Porvenir hacia todo el equipo de trabajo de la Universidad Autónoma Chapingo.

Muchas gracias a todo ustedes porque para mí significó una oportunidad de participación, aportando la primera de muchas investigaciones futuras con el objetivo principal de mejorar la producción de piñón en la región.

DEDICATORIA

A mis padres Elena y Luis, por inculcarme valores y formarme como persona, sin ustedes no estaría aquí, detrás de este y todos mis logros están ustedes, gracias por darme el ejemplo y amor.

A mis tres más grandes tesoros Eduardo, Wendy y Katy por su paciencia, su apoyo, gracias mis amores por su gran sacrificio, por el amor expresado en cada instante desde el inicio de este proyecto, los amo.

A ti mi gran amor Memo que desde tu cielo cuento con tu bendición y protección día a día, gracias amor por todo el apoyo brindado en vida, siempre te llevé en mi mente y en mi corazón.

A mis hermanos Coraima, Beto y Jesús por el gran apoyo, por estar siempre pendiente de mis tesoros, por su ejemplo de lucha que me inspiró a ser lo que hoy soy una mujer feliz.

A Lupita por sus grandes consejos y el apoyo brindado cuando más lo necesitaba.

A la familia Reyna Flores por el apoyo brindado en todo momento así como su cariño siempre expresado a mi familia Reyna Cruz.

A mis grandes amigas Ilis, Adri, Verito, Lilian y Maggi siendo grandes pilares en todo momento, por la enorme ayuda que siempre recibí de todas ustedes, gracias por estar siempre junto a mí. Las quiero mucho nenas.

A mis compañeros de Postgrado: Max, Luis Ángel, Adair, Luis Mario, por ser mis cómplices.

A ti Paco por ser hoy parte de mi vida, por el gran apoyo que me brindas, por tus palabras de aliento y confianza.

Sinceramente Laydī

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo General.....	4
2.2. Objetivos Específicos.....	4
3. HIPÓTESIS	4
4. ANTECEDENTES.....	5
4.1. Características del hospedante, <i>Pinus cembroides</i> Zucc.	5
4.1.1. Clasificación	5
4.1.2. Descripción.....	5
4.1.3. Distribución.....	6
4.1.4. Importancia ecológica de <i>Pinus cembroides</i> dentro de un ecosistema	8
4.1.5. Importancia como piñonero	9
4.2. Situación actual de <i>Pinus cembroides</i> en la Localidad El Porvenir.....	10
4.2.1. Plagas de importancia en <i>Pinus cembroides</i> Zucc.....	14
4.3. Barrenador <i>Conophthorus edulis</i> = (<i>C. cembroides</i>)	15
4.3.1. Descripción.....	16
4.3.2. Distribución.....	17
4.3.3. Hospedantes	17
4.3.4. Ciclo biológico	17
4.3.5. Daños.....	18
4.3.6. Importancia económica.....	18
4.4. Características de <i>Leptoglossus occidentalis</i> Heidemann.....	19
4.4.1. Descripción.....	20
4.4.2. Distribución.....	20
4.4.3. Hospedantes	21

4.4.4.	Ciclo biológico	21
4.4.5.	Daños	22
4.4.6.	Importancia económica.....	22
4.5.	Características de <i>Eucosma bobana</i> Kearfott	23
4.5.1.	Descripción.....	23
4.5.2.	Distribución.....	23
4.5.3.	Hospedantes	24
4.5.4.	Ciclo biológico	24
4.5.5.	Daños	24
4.5.6.	Importancia económica.....	25
4.6.	Características de <i>Retinia arizonensis</i> (Heinrich).....	25
4.6.1.	Descripción.....	25
4.6.2.	Distribución.....	26
4.6.3.	Hospedantes	26
4.6.4.	Ciclo biológico	26
4.6.5.	Daños	27
4.6.6.	Importancia económica.....	27
4.7.	Complejo <i>Cinara wahtolca</i> Hottes, <i>C. terminalis</i> Gillette y Palmer y <i>Liometopum apiculatum</i> Mayr.	27
4.8.	Género <i>Cinara</i>	28
4.8.1.	Descripción de <i>Cinara wahtolca</i> y <i>C. terminalis</i>	29
4.8.2.	Distribución.....	30
4.8.3.	Hospedantes de <i>C. wahtolca</i>	30
4.8.4.	Importancia.....	30
4.9.	<i>Liometopum apiculatum</i> Mayr.	31
4.9.1.	Descripción.....	32
4.9.2.	Distribución en México.....	32

4.9.3.	Hospedantes	33
4.9.4.	Ciclo biológico	33
4.9.5.	Importancia como producto alimenticio.....	34
4.10.	Insecticidas utilizados como control de plagas	35
4.10.1.	Acefato	35
4.10.2.	Imidacloprid	36
4.10.3.	Spirotetramat.....	38
4.11.	Inyección de productos sistémicos.....	40
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
5.1.	Materiales.....	42
5.2.	Método	42
5.2.1.	Características del sitio.....	42
5.3.	Descripción del área	45
5.3.1.	Selección y delimitación del área.....	45
5.4.	Selección de los árboles.....	46
5.5.	Selección y etiquetado de conillos	47
5.6.	Diseño experimental	48
5.6.1.	Aplicación en campo.....	50
5.6.2.	Método de evaluación de los tratamientos	52
5.7.	Dosis	55
5.8.	Métodos y fechas de aplicación	55
5.8.1.	Método por Aspersión.....	56
5.8.2.	Método por Inyección	58
5.9.	Toma de datos.....	60
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
6.1.	Análisis de los resultados	61
6.2.	Efectividad de los tratamientos	63

6.3.	Efecto de los tratamientos en los insectos fitófagos	64
6.3.1.	Conophthorus edulis.....	65
6.3.2.	Cinara wahtolca-Liometopum apiculatum	68
6.3.3.	Retinia arizonensis	70
6.3.4.	Eucosma bobana.....	72
6.3.5.	Otros factores	74
6.4.	Análisis Costo-Beneficio	77
7.	CONCLUSIONES	81
8.	LITERATURA CITADA	83
9.	APENDICE	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables termo pluviométricas de Capula, estación más cercana a la comunidad El Porvenir Santiago de Anaya (Programa de Desarrollo Comunitario El Porvenir, 2009).	12
Cuadro 2. Usos locales de algunas plantas en la localidad	14
El Porvenir (Programa de Desarrollo Comunitario El Porvenir, 2009).	14
Cuadro 3. Cualidades que distinguen a Acefato como producto sistémico (Proficol, 2010).	36
Cuadro 4. Cualidades que distinguen a Imidacloprid como producto sistémico (Bayer CropScience, 2007 y 2008).	37
Cuadro 5. Cualidades que distinguen a Spirotetramat como producto sistémico (Bayer CropScience, 2008).	39
Cuadro 6. Indicadores de uso en la inyección de productos sistémicos (Rivas, 1996). ...	41
Cuadro 7. Claves de identificación por tratamiento en el Diseño Experimental.	51
Cuadro 8. Distribución de los tratamientos por Inyección en sus cinco repeticiones	51
Cuadro 9. Distribución de los tratamientos por Aspersión en sus cinco repeticiones	52
Cuadro 10. Distribución de los testigos en sus cinco repeticiones	52
Cuadro 11. Dosis de las aplicaciones por las Técnicas de Aspersión e Inyección	55
Cuadro 12. Prueba de T en sobrevivencia de conos en Pinus cembroides Zucc.	63
Cuadro13. Proporción de conos dañados por el barrenador Conophthorus edulis en diferentes tratamientos de protección con insecticidas sistémicos. Santiago de Anaya 2011.	66
Cuadro 14. Proporción de conos dañados por Cinara wahtolca en diferentes tratamientos de protección con insecticidas sistémicos. Santiago de Anaya 2011.	69
Cuadro 15. Proporción de conos dañados por Retinia arizonensis en diferentes tratamientos de protección con insecticidas sistémicos. Santiago de Anaya 2011.	71
Cuadro 16. Proporción de conos dañados por Eucosma bobana en (T4) Acefato por aspersión. Santiago de Anaya 2011.	73
Cuadro 17. Proporción de conos dañados por Otros factores en diferentes tratamientos de protección con insecticidas sistémicos. Santiago de Anaya 2011.	74
Cuadro 18. Características de semillas en Pinus cembroides, clasificación aportada por Flores y Martínez (1987).	76

Cuadro 19. Análisis costo-beneficio	80
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica de <i>Pinus cembroides</i> Zucc. (Farjon y Styles, 1997).....	7
Figura 2. Uso del suelo y vegetación en la comunidad El Porvenir (Programa de Desarrollo Comunitario El Porvenir, 2009).	13
Figura 3. Ubicación de la Localidad El Porvenir Municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo (Noviembre 2010).	44
Figura 4. Área de estudio plantación de 14 años de edad <i>Pinus cembroides</i> Zucc., en la localidad El porvenir (Noviembre 2010).	45
Figura 5. (A) Selección y (B) marcaje de árboles en el área de estudio El Porvenir (Diciembre 2010).	47
Figuras 6 (A, B). Etiquetado de árboles en la zona de estudio El Porvenir (Febrero-Abril 2011)	48
Figura 7. Métodos de Aplicación de los tratamientos por Aspersión e Inyección.....	54
Figuras 8 (A) y (B). Aplicación de tratamientos por Aspersión en El Porvenir (Abril 2011).	57
Figuras 9 (A) y (B). Segunda aplicación de tratamientos por Aspersión.....	57
Figuras 10 (A) y (B). Material empleado en la técnica de aplicación por inyección (Abril 2011)	59
Figuras 11 (C) y (D). Aplicación de tratamientos sistémicos por la técnica de Inyección en El Porvenir (Abril 2011).	59
Figuras 12 (A) y (B). Toma de datos realizada por alumnos de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Hidalgo (Mayo-Septiembre 2011).	60
Figura 14. Comportamiento de los factores de mortalidad por cada tratamiento (Grafica realizada por Ing. Forestal Adriana Mendoza Campos, 2012).	65

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la efectividad de insecticidas sistémicos Acefato, Imidacloprid y Spirotetramat, por medio de dos técnicas de aplicación (inyección y aspersión) como medio de protección fitosanitaria a conos y semillas en desarrollo en una plantación de 14 años de *Pinus cembroides* Zucc. Durante los meses de Noviembre 2010 a Octubre 2011, en el Ejido El Porvenir Santiago de Anaya, Hidalgo. Se marcaron 40 árboles (Completamente al Azar), bajo 8 tratamientos: 3 tratamientos por inyección con una sola aplicación, 3 por aspersión con dos aplicaciones y 2 testigos; con cinco repeticiones cada uno. Se evaluó la proporción de conos dañados de cada tratamiento para determinar la efectividad de los tratamientos. El análisis de varianza realizado y la prueba de τ indica diferencias significativas ($P < 0.0001$) con una confiabilidad del 95% entre los tratamientos con un rango de protección entre 29.1-83.3% de supervivencia con base en el rango entre 10-50 del total de conos marcados. La proporción de daños causados por la plaga de mayor importancia *Conophthorus edulis* mostró un rango de mortalidad entre 11.83-82.33% mostrando diferencias significativas ($P < 0.0001$) con una confiabilidad del 95%.

PALABRAS CLAVE: Acefato, *Conophthorus edulis*, Imidacloprid, Piñón, Protección, Spirotetramat.

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of Acephate systemic insecticide, Imidacloprid and Spirotetramat, through two application techniques (injection and spray) as a means of protection for developing cones and seeds in a 14 years plantation of *Pinus cembroides* Zucc. During the months of November 2010 to October 2011, the *Ejido El Porvenir Santiago de Anaya*, Hidalgo state, Mexico. Forty trees were marked (completely randomized) under eight treatments: three treatments by injection with a single application spray, three with two applications and two controls, with five replicates each. The proportions of damaged cones by treatment was utilized to determine the effectiveness of the treatments. The analysis of variance and t test indicates significant differences ($P < 0.0001$) with a 95% confidence between treatments with a range of protection between 29.1-83.3% survival, based on the total range between 10-50 marked cones. The proportion of damage caused by the most important pest *Conophthorus edulis*, showed a range of 11.83-82.33% mortality and significant differences ($P < 0.0001$) with a 95% confidence.

KEY WORDS: Acephate, *Conophthorus edulis*, Imidacloprid, Pinion, Protection, Spirotetramat.

1. INTRODUCCIÓN

En México los piñonares se encuentran distribuidos en 19 estados dentro de los cuales se encuentra Hidalgo, los piñonares se encuentran en las serranías enclavadas o circundantes a las zonas secas, están integrados por 15 taxa (Cibrián *et al.*, 1986); de ellos, *Pinus cembroides* Zucc., es el de mayor interés por su aprovechamiento múltiple, destacando la recolección del piñón para autoconsumo y comercialización, actividad esta última, que genera ingreso adicional a los dueños o poseedores del recurso (Flores *et al.*, 1991). Flores y Martínez en (1987) reportan que *Pinus cembroides*, es el más abundante en la República Mexicana y es la especie que proporciona el 90% de la cosecha de piñón en el país. Sánchez *et al.*, (1991) mencionan los beneficios que brindan los piñoneros a la sociedad como son (protección del suelo contra la erosión, amortiguamiento de la velocidad de la precipitación, producción de semillas comestibles, producción de madera, como plantas de ornato y su contribución a crear microclimas benéficos; según CONAFOR (2010) el contenido total de carbono en *P. cembroides* es igual al 50.25% de su volumen.

Actualmente la información existente sobre los piñoneros permite conocer la importancia de dicha especie; dicha información se puede separar en dos rubros: el ecológico (efecto en la disponibilidad del escaso recurso “agua”) y el socioeconómico (proveedores de bienes y servicios), desempeñando un relevante rol como válvula de escape social para un grupo de mexicanos que viven en la más extrema depresión y rezago (Flores y Martínez, 1987). El hecho de que *P.*

cebroides crezca en regiones semiáridas a áridas y en topografías accidentadas con suelos delgados, lo hace una especie adecuada para restaurar sitios degradados y con baja precipitación. Ya se conoce que la cosecha de sus semillas es muy mermada por la influencia de roedores, aves e insectos, siendo estos últimos un factor limitante en la producción de semillas (Passini *et al.*, 1987). Entre los factores que causan pérdidas en la producción de piñón se han registrado varias especies de insectos que se alimentan de conos y semillas, el barrenador *Conophthorus edulis*, es un factor causante de pérdidas en la producción de semillas (Richardson, 1998). Un estudio sobre la mortalidad en el desarrollo de una generación de conos reportó que las principales causas de mortalidad fueron insectos, los que mataron a casi el 100% de los conos estudiados (Passini *et al.*, 1987).

Actualmente, los bosques y plantaciones de pinos piñoneros de la región el Porvenir, Municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo, reciben algunas prácticas de manejo para su mantenimiento; sin embargo, se considera que la producción de piñón puede aumentarse si se incrementan cuidados y protección fitosanitaria contra las principales plagas de conos y semillas.

Por lo antes mencionado, este trabajo tiene como objetivo incrementar la cosecha de piñón, semilla de *Pinus cembroides* Zucc., por medio de la protección fitosanitaria de conos y semillas en desarrollo mediante la aplicación de insecticidas sistémicos en los árboles productores.

Justificación. La aplicación oportuna de insecticidas disminuye la posibilidad de perdidas por ataque de insectos, el desarrollo de técnicas de aplicación es útil para facilitar el combate; por ello se justifica conocer cual método es más eficiente, el de inyección al tronco o la aspersión al follaje. Los insecticidas sistémicos dan una respuesta rápida en el árbol con solo pequeñas cantidades de químicos, los cuales son sistemáticamente liberados dentro del árbol inyectado, sin exponer el ambiente circundante, no son perjudiciales para la gente que consuma la semilla, ni para el aplicador o que afecten la vida silvestre, animales domésticos o insectos benéficos. Sin embargo, dicha aplicación será puesta a prueba en el área habitada por pino piñonero en donde la depredación de conos y semillas, así como el ataque por insectos ha llegado a magnitudes graves al obtenerse una cosecha escasa con ciclos de producción de hasta 10 años entre una cosecha y otra, situación actual que vive el ejido el Porvenir Municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Incrementar la cosecha de piñón, semilla de *Pinus cembroides* Zucc., por medio de la protección con plaguicidas de conos y semillas en desarrollo en El Ejido el Porvenir municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo.

2.2. Objetivos Específicos

- ❖ Evaluar la tecnología de inyección de insecticidas sistémicos como herramienta de protección de cosecha.
- ❖ Evaluar las técnicas convencionales de aspersión de insecticidas sistémicos como herramienta de protección de cosecha.
- ❖ Probar plaguicidas contra especies de insectos que se alimentan de conos y semillas.
- ❖ Realizar un análisis costo-beneficio que permita evaluar la sustentabilidad del trabajo.

3. HIPÓTESIS

Al menos uno de los insecticidas sistémicos aplicados (Acefato, Imidacloprid, Spirotetramat) a los conillos, incrementará el porcentaje de supervivencia de ellos.

4. ANTECEDENTES

4.1. Características del hospedante, *Pinus cembroides* Zucc.

4.1.1. Clasificación

Los pinos piñoneros se ubican en la sección *Parrya* Mayr y en la sub-sección *Cembroides* Engelman (Richardson, 1998) comprenden las siguientes especies: *Pinus cembroides*, *P. culminicola*, *P. discolor*, *P. edulis*, *P. johannis*, *P. juarezensis*, *P. maximartinezzi*, *P. monophylla*, *P. nelsonii*, *P. pinceana* y *P. remota*. Las especies que tienen características muy próximas y que forman el complejo de Lanner en 1974, son: *Pinus cembroides*, *P. culminicola* Andersen & Beaman, *P. edulis* Englem., *P. monophylla* Torr. & Frém., *P. johannis* Robert, *P. juarezensis* Lanner y *P. quadrifolia* Parl., siendo esta última especie considerada por Lanner como un híbrido de *P. juarezensis* y el *P. monophylla*.

4.1.2. Descripción

P. cembroides Zucc., pertenece al grupo de pinos piñonero, cuya característica principal es contar con semilla sin ala y comestible conocida como piñón (González *et al.*, 2006).

En cuanto a su forma biológica es un árbol perennifolio de 5 a 10m y hasta 15m de altura, con un diámetro de 30 cm y hasta 70 cm. Es de copa redondeada y abierta, ramas ascendentes, delgadas y distribuidas irregularmente en el tallo comenzando casi siempre desde la base, de tronco corto siendo la corteza externa color café rojiza a casi negra, se rompe en gruesas láminas, con pequeñas escamas

delgadas y fisuras profundas en individuos maduros; en individuos jóvenes el follaje es ralo, sobre todo en sitios muy secos, de color verde oscuro algo azulado, pálido a veces amarillento (CONABIO, 2001).

Perry (1992), menciona que las hojas se encuentran en grupos de 2 a 3, entre 2.5 y 10 cm de longitud, cubren abundantemente las ramitas y dejan una cicatriz en éstas cuando caen. Las flores masculinas son amentos cilíndricos, conos subglobosos de 5 a 6 cm de ancho, casi sin pedúnculo, aislados o en grupos de 3-5, caedizos con escamas grandes gruesas y carnosas cuando están verdes y de color verde café-anaranjadas o rojizo cuando el cono madura. Semillas desnudas, subcilíndricas, ligeramente triangulares, sin ala, de 10 mm de largo, café o negruzcas, abultadas en la parte superior y adelgazada hacia la base.

Es una especie monoica de sistema radical profundo y lento crecimiento por lo que los árboles tardan varios años en fructificar por primera vez. Es por ello que el tiempo transcurrido entre la polinización, la maduración del cono y las semillas es de unos 20 meses. Con respecto a su fenología, los conos abren de noviembre a diciembre, su polinización es anemófila. Siendo la producción de semilla cada 5 o 6 años (CONABIO, 2001).

4.1.3. Distribución

En el sur de Estados Unidos, *P. cembroides* se extiende desde Arizona, Nuevo México y Texas (Farjon y Styles, 1997). En México tiene una amplia distribución en 19 estados (Flores y Martínez, 1987). Forma masas puras en la Sierra Madre

Oriental al norte del Trópico de Cáncer. Farjon y Styles (1987) mencionan que las mayores poblaciones están en Sonora, Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, México, Tlaxcala, Veracruz y Puebla. Con un rango de altitud desde los 1 350 a 2 800 msnm (Flores y Martínez, 1987).

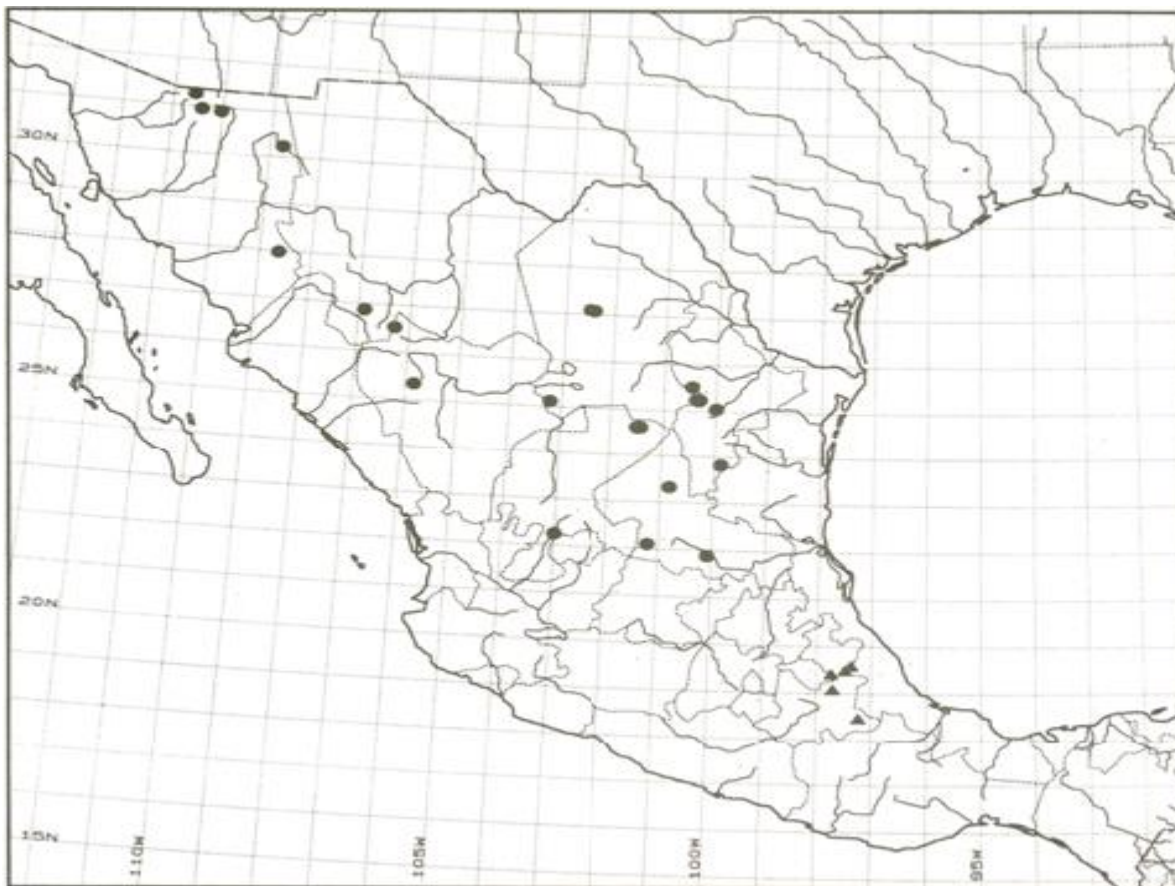


Figura 1. Distribución geográfica de *Pinus cembroides* Zucc. (Farjon y Styles, 1987).

4.1.4. Importancia ecológica de *Pinus cembroides* dentro de un ecosistema

García (1985) menciona que los piñonares forman asociaciones en su límite inferior con pastizales y matorrales y en su límite superior con encinares arbustivos o chaparrales. Conforman una vegetación de transición entre las formaciones xerofíticas de la altiplanicie mexicana y las vertientes internas de las Sierras Madres Oriental y Occidental. Se desarrolla en laderas de cerros y lomeríos, en pendientes secas y rocosas, al pie de las montañas en climas templados secos con precipitaciones de 365 a 450 (800) mm anuales y con 7 u 8 meses secos. Temperaturas que oscilan entre 7 °C hasta 40 °C con promedios de 18 °C; alcanzando mínimas extremas de - 7 °C y máximas de 42 °C o a veces mayores. Es una especie típica de suelos pobres, secos, pedregosos o calizos, grisáceos o negros, calcáreos con alto contenido de yeso, delgados en lomeríos y aluviones en los valles de muy buen drenaje y con pH de 4 a 8, normalmente prefiere los suelos de neutros a alcalinos.

En cuanto a los aspectos fisiológicos de *Pinus cembroides* es una especie de alto potencial adaptativo. No se caracteriza por competir con otras especies. Las bajas temperaturas influyen favorablemente sobre el crecimiento del piñonero y la producción de conos, siendo un árbol que se regenera fácilmente.

4.1.5. Importancia como piñonero

Pinus cembroides es la especie más abundante en la República Mexicana y la especie que proporciona el 90% de la cosecha de piñón (Mota, 2003). Flores y Martínez (1987) mencionan los beneficios que pueden obtenerse de *P. cembroides* se dividen en tangibles e intangibles. Los beneficios tangibles se obtienen a partir de los productos que tienen un precio en el mercado o poseen una utilidad práctica para el usuario del recurso, un ejemplo es la semilla o piñón, que posee un alto valor debido a sus cualidades nutritivas y su amplio uso en la repostería a escala local, regional e incluso internacional, es una fuente extra de ingresos hacia sus poseedores (González, 2006); la leña como combustible por los habitantes de la región (Cetina *et al.*, 1985) y la madera que se utiliza como material de construcción. Los beneficios intangibles son aquellos que difícilmente pueden evaluarse, como las propiedades protectoras que toda cubierta vegetal tiene para otros recursos como el suelo, el agua, la fauna, además de la generación y conservación de los paisajes, tan necesarios en la actualidad para el esparcimiento humano (Flores y Martínez, 1987).

Flores y Martínez (1987) comentan que aproximadamente 2,500 semillas recién cosechadas pesan un kilogramo, existiendo variaciones (para árboles diferentes). Cabe mencionar que la producción de piñón en México ha sufrido grandes variaciones en cuanto a cantidad y así mismo en calidad, esto debido a distintos aspectos del manejo del recurso dentro de los bosques piñoneros (que incluye manejo ganadero, fauna silvestre, silvicultura y protección contra plagas y

enfermedades) tal es el caso del municipio de Cardonal que debido al grave problema de plaga que enfrenta desde hace aproximadamente 12 años ha disminuido notablemente su producción siendo antes una fuente de ingreso por la venta de piñón. En la actualidad, en la región del valle del Mezquital, Hgo., se observa un panorama de deterioro forestal avanzado (árboles en pie muertos), lo que ha originado la preocupación de ejidatarios y pequeños propietarios, que con ayuda de viveros establecidos por la misma gente de distintas localidades (Santuario, Tedra, Bhoxo, Moxthe) y la asociación civil Nuhusehe han reforestado poco a poco lugares afectados por la plaga de insecto descortezador (*Dendroctonus mexicanus*) que afectó la región en los años de 2000 a 2010. En Estados Unidos las regiones con pino piñonero se mantienen y muestran un desarrollo adecuado (Suzán *et al.*, 1991).

4.2. Situación actual de *Pinus cembroides* en la Localidad El Porvenir

Dentro del estado de Hidalgo en la región del Valle del Mezquital se encuentra el Municipio de Santiago de Anaya; municipio que cuenta con terrenos reforestados, la comunidad de El Porvenir fue la que inició, desde 1998, un programa de reforestación con gran éxito que los ha llevado a obtener apoyos por parte de instituciones de gobierno (CONAFOR, SEMARNAT, CONASA, CDI), las plantaciones de *Pinus greggii* y de *P. cembroides* se establecieron con éxito en terrenos degradados y con baja precipitación. Las instituciones federales, estatales y municipales, así como instancias académicas participan con estas comunidades para lograr un manejo sustentable y que las plantaciones de *Pinus*

cembroides puedan aportar beneficios económicos a la población y al mismo tiempo contrarrestar la pobreza en que se encuentra gran parte de la población y evitar que continúe el deterioro de la base natural del desarrollo. (Programa de Desarrollo Comunitario El Porvenir, 2009).

En 2010, en las áreas reforestadas con *Pinus cembroides* Zucc., se observó que los árboles plantados ya tenían varios años produciendo semillas, aunque en poca cantidad, pero se espera que en esta década (2010-2020) la producción se incremente, por lo tanto estos árboles son el objetivo de este trabajo.

Las plantaciones de *Pinus cembroides* tienen gran importancia ecológica porque ocupan ecosistemas en donde otras plantas más exigentes no se pueden adaptar. El Porvenir es un lugar que se caracteriza por presentar suelos de tipo sedimentario, integrados por marga de color gris verdoso e intercalaciones delgadas de arenisca y fauna pelágica. Su origen corresponde a la formación Méndez del Mesozoico (Cretácico inferior). Este origen confiere a los suelos una fase petrocálcica, sobre la cual se desarrollan.

Por las características de pendiente y del sustrato geológico subyacente, el sitio se considera como una superficie plana a ligeramente inclinada que forma parte de una macropendiente vulcano sedimentaria.

En cuanto a su hidrología pertenece a la cuenca del Río Amajac. No existen ríos ni cuerpos de agua de tipo permanente; sin embargo el poblado es flanqueado por los arroyos temporales denominados Dohorno hacia el oeste y el Rincón hacia la

parte sureste; además existen algunas vaguadas que drenan en dirección norte sur.

El coeficiente de escurrimiento en la zona de la comunidad se ubica en el intervalo de 5-10 %, lo que significa que de 100 mm precipitados, pueden escurrir entre 5 y 10 mm hacia los torrentes. Este valor se modifica por las condiciones particulares del sitio como son las características físicas del suelo y la cobertura del suelo. Prevalece un clima templado semiseco con verano cálido, la temperatura media anual es de 17.23°C; la temperatura más cálida se presenta en mayo alcanzando 19.63°C; el mes más frío es enero con 12.85°C. Se presenta un verano cálido y largo con temperaturas medias entre 18 y 19°C, de mayo a septiembre. La oscilación térmica anual es de 6.78 °C. La precipitación total anual alcanza los 259.42 mm. El periodo de lluvias es de verano, registrándose la máxima precipitación en los meses de junio a septiembre. La época seca corresponde a los meses de febrero y marzo. La lluvia invernal alcanza el 8.64 %, (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables termo pluviométricas de Capula, estación más cercana a la comunidad El Porvenir Santiago de Anaya (Programa de Desarrollo Comunitario El Porvenir, 2009).

Variable	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Temperatura (° C)	12.85	15.47	16.95	19.20	19.63	19.44	19.02	18.27	18.44	17.18	15.87	14.45	17.23
Precipitación (mm)	12.27	5.66	8.28	30.10	46.75	45.00	31.40	19.83	32.31	17.67	6.66	3.49	259.42

El tipo de vegetación que se encuentra en los alrededores de la comunidad del Porvenir corresponde a matorral xerófilo. Se trata de grandes extensiones, situadas en toda la periferia de la comunidad. Este tipo de vegetación es dominado por *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo), *Opuntia streptacantha*

(nopal) y *Prosopis juliflora* (mezquite). Ocasionalmente se presenta *Yucca filifera* como dominante fisonómico. En la parte norte del poblado se ubican rodales de *Pinus cembroides*, alternados con *Juniperus flaccida*, *Cephalocereus senilis*, *Yucca filifera* y *Quercus pringlei*. Esta formación se desarrolla a manera de islas en las partes altas de los cerros y las cañadas con laderas pronunciadas. En la Figura 2 se muestra un panorama general de la ubicación de la vegetación en la comunidad El Porvenir.

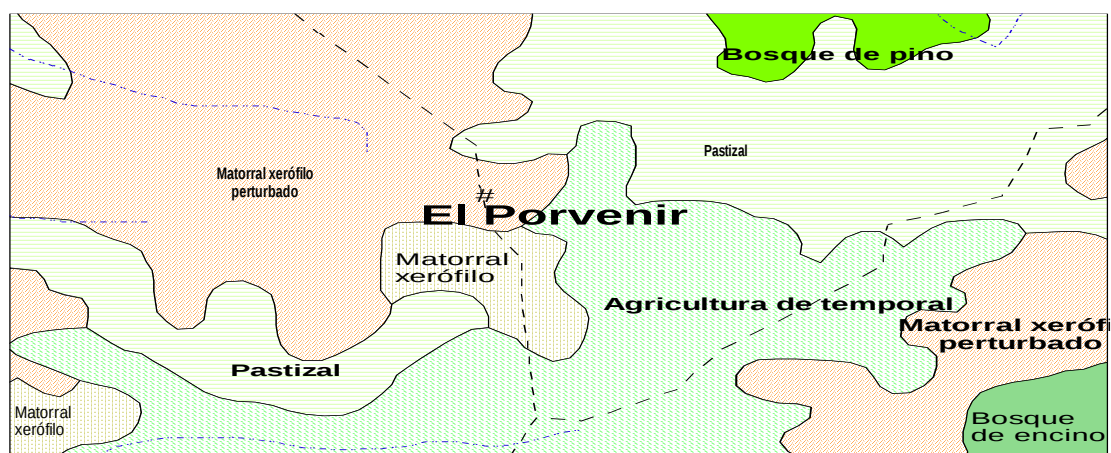


Figura 2. Uso del suelo y vegetación en la comunidad El Porvenir (Programa de Desarrollo Comunitario El Porvenir, 2009).

El sistema productivo forestal está representado por la recolección extractiva de hierbas y otros productos del matorral como son hojas, flores, frutos y cortezas, son de autoconsumo, cubriendo necesidades alimenticias, medicinales, ornamentales, religiosas, por lo que se considera estrechamente vinculada a la cultura de la comunidad. La recolección de piñón es una actividad importante para la economía local, puesto que provee ingresos importantes a la comunidad. Normalmente se recolecta piñón en los meses de septiembre y octubre. La producción está sujeta a las condiciones climáticas del año anterior al de cosecha,

en el Cuadro 2 se puntualizan los usos de las plantas de mayor relevancia dentro de la comunidad del Porvenir (Programa de desarrollo Comunitario El Porvenir, 2009).

Cuadro 2. Usos locales de algunas plantas en la localidad El Porvenir (Programa de Desarrollo Comunitario El Porvenir, 2009).

Nombre común	Uso
Enebro	Leña
Pino piñonero	Frutal para venta
Pino greggii	Leña madera para construir
Biznaga	No se utiliza
Maguey	Consumo y venta
Nopal	Consumo y venta
Xoconostle	Consumo y venta
Orégano	Comida y venta
Congurayo	Medicinal: para el hígado, en té
Doradilla	Medicinal: para los riñones, en té
Yerba del cáncer	Medicinal: para el cáncer
Sábila	Medicinal: para diabetes y quemaduras
Lechuguilla	Sacan fibras y para la venta
Epazote de zorrillo	Medicinal: para el empacho, en té
Sangre de grado	Medicinal: para el dolor de muelas, heridas
Simonillo	Medicinal: para los nervios y dolor de estomago
Membrillo	Medicinal: en té
Manrrubio	Medicinal: para la diarrea
Ruda	Limpias
Manzanilla	Medicinal: para el dolor de estomago, en té
Ajenjo	Medicinal: para los nervios, en té

4.2.1. Plagas de importancia en *Pinus cembroides* Zucc.

Pinus cembroides es el principal hospedero de dos categorías de insectos que afectan la producción de semilla, en la primera se encuentran insectos que atacan conos y semillas que limitan la cosecha de semilla viable, los cuales afectan las estructuras de fructificación de los árboles infestados. En la segunda comprende

insectos que se alimentan de brotes y yemas. Estas dos categorías causan daños severos, sin embargo no reducen el crecimiento ni causan la muerte del árbol (Cibrián *et al.*, 1995). Dentro de la primera categoría esta el barrenador *Conophthorus edulis* que reduce hasta un 68% de la cosecha total de piñón (Flores y Martínez, 1987) siendo la especie más importante como plaga de conos. Cibrián *et al* (1995) mencionan que la chinche *Leptoglossus occidentalis* reduce hasta un 30% de la cosecha total de piñón y que *Eucosma bobana* puede dañar un 5% de la cosecha, por lo que se considera de mediana importancia. En la segunda categoría el barrenador *Retinia arizonensis* puede causar daños significativos cuando afecta el brote principal aunque en una evaluación efectuada por Cibrián *et al.*, (1995) se encontró que afectó un porcentaje mínimo de conos (menos del 1 %). En otros estados del país se han realizado evaluaciones de daños por insectos a los conos; en Tamaulipas se realizó un diagnóstico donde *C. edulis* causa un daño del 11% en sus piñonares (Diagnóstico Ecológico del Estado de Tamaulipas). Mientras que en el estado de Coahuila se registró un índice de mortalidad del 67% por el impacto de plagas (Flores *et al.*, 2003). A continuación se presenta una revisión bibliográfica sobre las plagas de conos y semillas de mayor importancia en *Pinus cembroides*.

4.3. Barrenador *Conophthorus edulis* = (*C. cembroides*)

Conophthorus edulis pertenece a la Orden Coleóptera siendo un descortezador que forma parte de la Subfamilia Scolytidae de la familia Curculionidae. Las especies de *Conophthorus* no son fácilmente identificables, ya que los caracteres

morfológicos que se utilizan en su identificación son de difícil observación para quienes no están familiarizados con la taxonomía de insectos (Campos, 2002). Por tal motivo Cibrián *et al.*, (1995) presentan una clave para identificar a las especies, basada en los hospedantes. A nivel género, la primera característica se observa en los septos del mazo antenal que solo están marcados por setas; la segunda característica se distingue en el pronoto que cuenta con tubérculos poco desarrollados en la porción anterior; y la tercera característica se distingue en el declive elitral con una pequeña depresión en su parte media (Campos, 2002).

4.3.1. Descripción

Los adultos varían de color café a negro, miden de 2.5 a 3.3 mm de longitud; cuerpo robusto generalmente de 2.3 a 2.4 veces tan largo como ancho. Otras características que comparte con el género son: La tibia de las patas anteriores generalmente presenta dos dientecitos en el margen apical y uno subapical en el margen lateral. Élitros con las asperezas más o menos definidas, declive simple con dientecillos o pequeños tubérculos en las estrías e interestrías, cubiertos de setas largas y erectas. Los huevecillos miden aproximadamente 0.7 mm de longitud y 0.5 mm de ancho; al momento de la oviposición son de color blanco aperlado y forma elipsoidal. Las larvas son ápodas, blandas, cuerpo color blanco cremoso y cabeza ámbar parcialmente cubierta por el prótorax. La pupa es típicamente exarada y de color blanco cremoso (Cibrián *et al.*, 1986).

4.3.2. Distribución

Cibrián *et al.*, (1986) mencionan su presencia en Colorado, Oeste de Texas y Arizona, también se han reportado en los estados de Coahuila y Chihuahua, Durango, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí, Puebla, Querétaro, Tamaulipas, Veracruz en un rango altitudinal que va de los 1700 a los 2650 msnm.

4.3.3. Hospedantes

Cibrián *et al.*, (1995) reportan como hospederos de *C. edulis* (= *C. cembroides*) a *P. cembroides*, *P. cembroides* var. *remota*, *P. lagunae*, *P. discolor*. Flores y Martínez (1987) añaden a *P. pinceana* y *P. discolor*.

4.3.4. Ciclo biológico

Los adultos emergen de sus sitios de invernación desde el inicio de la primavera hasta principios del verano, aparentemente cuando las temperaturas son favorables para el vuelo. El ataque lo inician las hembras invernantes que se dirigen hacia los conos de segundo año de crecimiento entrando por el pedúnculo en donde se forma un grumo de resina típico; los machos son atraídos por los olores de la resina y por feromonas de atracción sexual que secreta la hembra. Las hembras hacen su galería de oviposición en el eje central de cono. Los huevecillos son depositados en nichos individuales que hace la hembra en los márgenes de la galería de oviposición y sobre los óvulos de las semillas en desarrollo. Las larvas presentan dos instares y se alimentan de brácteas y semillas madurando a finales de verano (julio y agosto). La pupación se realiza dentro del

cono en agosto (Cibrián *et al.*, 1995). Los adultos se alimentan del tejido muerto de los conos donde habitan a la vez hacen más galerías en su interior. De 5-20 adultos pueden ser encontrados en cada cono y sólo en este estado de desarrollo se les encuentra invernando. Los adultos emergen en la siguiente primavera en abril y mayo a través de pequeñas perforaciones que desembocan al exterior del cono. Aparentemente presenta una sola generación por año (Flores y Martínez, 1987).

4.3.5. Daños

Ataca severamente y destruye conillos, conos y semillas de seis especies de *Pinus*; además de los daños que causa de manera directa a la producción de semillas, puede afectar la densidad de regeneración natural. (Cibrián *et al.*, 1995).

4.3.6. Importancia económica

En ciertos años la cosecha en *Pinus cembroides* es muy grande mientras que en otros se torna bastante pequeña. En consecuencia, aquellas plantaciones de piñón que exhiban una producción consistentemente alta de conos estarán más propensos que los que no la tengan a un alto grado de ataque por parte de *C. edulis* mientras no cambie la situación. De igual manera intervienen otros factores tales como: las características propias del cono, su tamaño, el número de conos por ramilla y la cantidad de estas, copa del árbol y su distribución de la misma (Flores y Martínez, 1987). Passini *et al.*, (1987) reporta para el Valle del Mezquital que *Conophthorus edulis* causó el 68% de la mortalidad de los conos. Las

implicaciones económicas del ataque de estos insectos son obvias, Passini *et al.*, (1987) menciona que una buena producción por árbol es de 3 kg por año de piñón con cáscara. Si esta producción se vende a pie de monte y se consideran precios del año 1984, se tendría un ingreso de \$1 800 por árbol; sin embargo, con una tasa de mortalidad como la encontrada, sólo se obtendrían 180 gramos por árbol, lo que equivaldría a \$10.80, lo que hace totalmente incosteable su recolección.

Flores y Martínez (1987) reportan que el principal factor de mortalidad de conos es *C. edulis* = (*C. cembroides*) con un 62% de muerte en estróbilos de la cosecha total en el municipio de Cardonal en el estado de Hidalgo, siendo en las áreas piñoneras el principal factor de mortalidad de conos *C. edulis* y por lo tanto la principal plaga a combatir, incluso a nivel nacional ya que su distribución geográfica es amplia, Flores *et al.*, (2003) la reportan en el sur de Coahuila en donde ha registrado un alto porcentaje de mortalidad de conos, correspondiendo el 67% al impacto de plagas y el 26% a caída natural o causas desconocidas.

4.4. Características de *Leptoglossus occidentalis* Heidemann

Leptoglossus occidentalis forma parte del orden Hemiptera siendo miembro de la familia Coreidae, conocida comúnmente como “chinche semillera”. Es un insecto nativo de México, Estados Unidos y Canadá; invasor reciente en Europa Occidental y el Reino Unido. *Leptoglossus occidentalis* fue descrito por primera vez por Otto Heidemann en 1910.

4.4.1. Descripción

Las hembras miden un promedio de 19.8 mm de longitud y los machos 15.8 mm. Los adultos son de color café rojizo a gris oscuro y notablemente pubescente con la parte central más clara y menos pubescente. Los hemiélitros son de color café, con una línea transversal blanca y en forma de zig-zag. Las tibias de las patas posteriores presentan proyecciones laminares en aproximadamente el 75% de su longitud. El lado interno es más angosto que el externo. Los huevecillos son semicilíndricos y miden 2.1 mm de longitud por 1.4 mm de ancho, son de color café claro, cambiando a café oscuro conforme van madurando. Las ninfas de los primeros ínstares tienen el abdomen café.

4.4.2. Distribución

Leptoglossus occidentalis Heidemann, 1910 se distribuye ampliamente en las regiones boscosas del oeste de Norteamérica (Hedlin *et al.*, 1980, Cibrián *et al.*, 1986); y por el sur de Canadá y buena parte del norte de México (Vázquez *et al.*, 2009) y desde Colorado hasta la costa del Océano Pacífico (Flores y Martínez, 1987). En Europa consta su presencia desde el año 1999. Desde entonces ha ido colonizando nuevos espacios en el viejo continente. La primera datación en el sur de Inglaterra es de 2008 (Vázquez *et al.*, 2009).

Respecto a su distribución en México Cibrián *et al.*, (1995) localizaron a *L. occidentalis* en los estados: Chihuahua, Coahuila, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas.

4.4.3. Hospedantes

Cibrián *et al.*, (1986), Cibrián *et al.*, (1995) y Flores y Martínez (1987) reportan los hospederos en Norteamérica de *L. occidentalis* a *Pseudotsuga menziesii* Nirb (Franco), *Pinus ponderosa* Laws, *Pinus radiata*, *Pinus contorta* Dougl., *Libocedrus decurrens* Torr. Siendo para México *Pinus cembroides*, *P. arizonica*, *P. ayacahuite* var. *brachyptera*, *P. chihuahuana*, *P. cooperi*, *P. engelmannii*, *P. greggii*, *P. leiophylla*, *P. lumholtzii*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. pinceana*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis*, *P. teocote* y *Taxodium mucronatum*.

4.4.4. Ciclo biológico

Cibrián *et al.*, (1986) mencionan que en México estos insectos presentan hasta tres generaciones por año, pudiéndose encontrar todos los estados de desarrollo durante el año, incluso en el invierno. Las hembras ovipositan grupos de huevecillos sobre las hojas más cercanas a los conillos. Se ha observado que las hembras ovipositan en promedio 73 huevecillos distribuidos en diferentes posturas. Las poblaciones de insectos se incrementan al principio del verano, permaneciendo en ese nivel hasta el otoño. En invierno la población se reduce al

mínimo. Estos insectos casi siempre se encuentran sobre los conos en grupos de ninfas, mientras que los adultos son solitarios.

4.4.5. Daños

Son las ninfas y los adultos los que causan daños diferentes a conillos y conos en que se alimentan. Las ninfas de los primeros ínstares provocan el aborto de los conillos; en cambio, cuando se alimentan de conos en crecimiento, dañan a las semillas sin matar todo el cono. Los adultos también pueden alimentarse de conillos y llegan a causar el aborto de alguno de ellos. En los que no abortan, las semillas afectadas presentan el endospermo colapsado. Cuando los adultos se alimentan de las semillas de conos de segundo año, estas quedan vacías o con el embrión parcialmente dañado, lo que depende de la fecha e intensidad en que son atacados (Cibrián *et al.*, 1995).

4.4.6. Importancia económica

Por su amplio rango de hospedantes y distribución geográfica, se le considera como una de las plagas más importantes de conos y semillas de pinos. Cibrián *et al.*, (1995) reportan pérdidas en *P. cembroides* hasta de un 30% de la cosecha total de conos. Flores y Martínez (1987) mencionan que la chinche semillera *L. occidentalis* causó una reducción del 33.3% en la pérdida total de la cosecha en el Municipio del Cardonal en el estado de Hidalgo. En el estado de Tamaulipas el mayor daño registrado en *P. cembroides* es por *Leptoglossus occidentalis* con un

45% de la pérdida total de la cosecha (Diagnóstico Ecológico del Estado de Tamaulipas).

4.5. Características de *Eucosma bobana* Kearfott

Eucosma bobana es una palomilla que pertenece a la Orden Lepidoptera de la familia Tortricidae. Se caracteriza por ser miembro de la categoría de los insectos barrenadores de conos y semillas en piñoneros.

4.5.1. Descripción

El adulto es una palomilla que mide 20 a 25 mm de expansión alar; alas anteriores de color café rojizo, con manchas de forma cuadrangular de color café claro y bordeadas por una línea delgada de color crema, las alas posteriores de color gris uniforme. Las larvas desarrolladas son de forma eruciforme, miden de 10 a 15 mm de longitud, color crema pálido con puntos negros en los segmentos del cuerpo (Cibrián *et al.*, 1995).

4.5.2. Distribución

Cibrián *et al.*, (1995) reportan la presencia de *Eucosma bobana* en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, San Luis Potosí.

4.5.3. Hospedantes

Eucosma bobana se registra de dos especies de pinos piñoneros *Pinus cembroides*, y *Pinus pinceana*.

4.5.4. Ciclo biológico

Presenta dos generaciones anuales. En la primera los adultos emergen en primavera y ovipositan sobre la superficie de los conos que inician el segundo año de crecimiento; las larvas se introducen y barrenan el interior de los conos; para el mes de julio las larvas están maduras y una parte de ellas permanece en diapausa hasta la primavera siguiente, mientras que el resto pupa dentro de los conos y emerge como adulto dos o tres semanas después. De septiembre a octubre emergen los adultos de la segunda generación que ovipositan en la superficie de conos ya desarrollados, las nuevas larvas nacen y se alimentan de escamas y de las semillas que en poco tiempo iban a ser liberadas; las larvas pasan el invierno dentro de estos conos, pupando al principio de la primavera para emerger en esta misma estación (Cibrián *et al.*, 1995).

4.5.5. Daños

Cibrián *et al.*, (1995) mencionan que el daño es causado por las larvas que al alimentarse dentro de los conos destruyen escamas y semillas, hacen túneles en un patrón al azar; las larvas expulsan el excremento hacia el exterior de tal forma que las evidencias del ataque son la presencia del excremento con hilos de seda

que cubre a un orificio circular de 3 mm de diámetro en la superficie; los conos dañados se observan de una coloración café rojiza en forma total o parcial.

4.5.6. Importancia económica

En los bosques de piñón se les considera como el tercer factor biótico de mortalidad de conos en *Pinus cembroides*; en algunos lugares puede dañar un 5% de la cosecha, por lo que se le considera de mediana importancia (Cibrián *et al.*, 1995). En piñonares de Tamaulipas se registran pérdidas de mediana importancia por *Eucosma bobana*, *Dioryctria* sp., *Contarinia* sp., y algunos factores mecánicos (como la caída de ramas) con un 11% del total de la cosecha.

4.6. Características de *Retinia arizonensis* (Heinrich)

Retinia arizonensis está clasificada dentro de la Orden Lepidoptera forma parte de la familia Tortricidae (Cibrián *et al.*, 1995).

4.6.1. Descripción

El adulto muestra una coloración café rojiza con franjas irregulares más oscuras. Las alas anteriores son moteadas, con escamas negras, blancas y plateadas. Las alas posteriores son color café claro. La expansión alar alcanza de 18 a 21 mm. Las larvas tienen un color amarillento-rojizo con estructuras pronotales y cápsula cefálica café claro a oscuro. La larva madura alcanza una longitud de 12 a 15 mm (Cibrián *et al.*, 1995).

4.6.2. Distribución

Cibrián *et al.*, (1995) reportan su distribución en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas.

4.6.3. Hospedantes

Las especies que Cibrián *et al.*, (1995) reportan como hospedantes son *P. cembroides*, *P. discolor*, *P. edulis*, *P. johannis*, *P. nelsoni*, *P. remota*.

4.6.4. Ciclo biológico

Cibrián *et al.*, (1995) reportan que la especie presenta una generación al año. La palomilla hembra ovípara de 1 a 3 huevecillos en la base de las brácteas aciculares de la parte apical del brote en crecimiento, lo que realiza de mediados de mayo a principios de julio. La larva emerge e inicia su alimentación formando un surco en el cambium a lo largo de la ramilla, de forma más o menos sinuada y descendente. Este surco está cerrado en su parte superior con una mezcla de resina y excrementos, lo que le da una apariencia de túnel, el cual se encuentra recubierto por una capa de seda que protege a la larva. El xilema no es afectado. La galería se extiende hasta por 15 cm antes de que la larva inverte y aumenta de diámetro a medida de que la larva crece. La larva pasa por cuatro instares. A finales de año se forma una cámara de resina donde pasa el invierno, la cual llega a medir hasta 25 mm de diámetro. La larva madura reinicia su actividad en primavera para entrar en pupación de finales de abril a junio. La

duración del estado larvario es de aproximadamente de 9.5 meses. La pupa se encuentra en una bolsa de seda que se construye directamente en la parte más alta de la masa de resina y de esta forma se facilita la emergencia del adulto. Los machos salen aproximadamente una semana antes que las hembras.

4.6.5. Daños

Al inicio la galería no es conspicua y es fácilmente observable hasta principios de otoño. Frecuentemente la ramilla muere dando una apariencia de bandera roja en la copa del árbol. La pérdida de conos resultante de la muerte de ramillas. Una consecuencia del daño es la deformación de la copa, particularmente cuando es afectado el brote principal (Cibrián *et al.*, 1995).

4.6.6. Importancia económica

Puede causar daños significativos cuando afecta el brote principal, pero debido a que esto ocurre en un porcentaje mínimo, se considera de poca importancia (Cibrián *et al.*, 1995).

4.7. Complejo *Cinara wahtolca* Hottes, *C. terminalis* Gillette y Palmer y

***Liometopum apiculatum* Mayr.**

En la región de estudio se encontró este complejo de insectos, dos pulgones y una hormiga que los cuida; ambos tienen importancia económica, los pulgones por ser

plaga de los pinos piñoneros y la hormiga porque tiene alto valor comercial y ecológico. A continuación se ofrece información sobre cada especie.

4.8. Género *Cinara*

Favret y Voegtlin (2004) mencionan que los pulgones del género *Cinara* (Insecta: Hemiptera: Aphididae: Lachninae) son áfidos grandes hasta de 1 cm, se alimentan exclusivamente de coníferas Pinaceae y Cupressaceae. Son de las especies más diversas en Norteamérica con 154 especies descritas. Son monófagas, tienen ciclo de vida simple en comparación con otros áfidos.

Velasco *et al.*, (2007) comentan que en el aspecto sistemático y de biodiversidad, las especies del género *Cinara* en México son de gran interés, ya que México es un centro de origen y diversificación de Pináceas y Cupresáceas; su estudio en Tlaxco, Tlaxcala, confirma que las especies de *Cinara* son monófagas todas en árboles coníferas.

Hottes (1953) realizó una colecta extensiva en la Gran Mesa de Colorado, hábitat del piñonero *Pinus edulis* Engelm., registró 14 especies de *Cinara* para *Pinus edulis*, de este conjunto describió 10; además de *P. edulis*, en la región existen otras cuatro especies de pinos piñoneros, pero *P. edulis* es el hospedante que recibe más asociaciones con especies de *Cinara*. En seis especies de *Cinara* se han observado relación con las hormigas, tanto sobre Pinaceae como sobre Cupressaceae. El género *Cinara* se describió por primera vez en piñones, en los

piñonares se encuentran colonias mixtas de *C. anelia*, *C. puerca*, *C. tanneri*, *C. terminalis* y *C. wahtolca* (Favret y Voegtlin, 2004). Las colonias de individuos, se encuentran en ramas y pequeños troncos y ocasionalmente en las raíces. Las dos especies de *Cinara* encontradas en este estudio fueron *Cinara* y *C. terminalis*, la primera causando el aborto de conos en desarrollo y la segunda en brotes de crecimiento; por su importancia como plaga *C. wahtolca* fue más importante que *C. terminalis*.

4.8.1. Descripción de *Cinara wahtolca* y *C. terminalis*

Se presenta la descripción ofrecida por Favret y Voegtlin (2004); Los adultos ápteros de *Cinara wahtolca* son de cuerpo café oscuro a gris oscuro, presentan abundante cera en tórax y abdomen, la cera se puede remover, dándole una apariencia de moteado gris a oscuro; se alimenta de ramillas y ramas, no de acículas, en este trabajo se encontraron colonias en el pedúnculo de conillos y conos en desarrollo. Cabeza con frente amplia, convexa, con setas moderadamente largas y en densidad usual para estos insectos; segmentos 1 y 6 y la porción distal de 3, 4 y 5 oscuros; las setas de las metatibias se extienden a 45 grados o menos del plano de la pata. Los adultos ápteros de *C. terminalis* son de color ámbar, con algo de verde, libres de cera o casi libres, se alimentan de brotes en desarrollo: Setas de las metatibias son erectas, extendiéndose a 45 grados o más del plano de la pata.

4.8.2. Distribución

C. wahtolca tiene una amplia distribución, según Favret y Voegtlin (2004) en Colorado, Utah, Arizona, Nuevo México y Texas en Estados Unidos. Cibrián Llanderal (2010) la encontró en Hidalgo y Querétaro, pero es de suponerse que tiene un amplio rango de distribución y que sigue a su hospedante, el cual está ampliamente distribuido en la altiplanicie mexicana. *Cinara terminalis* tiene una distribución aún más amplia, Favret y Voegtlin (2004) la reportan desde California, Nevada, Colorado, Utah, Arizona y Nuevo México en Estados Unidos. Cibrián Llanderal (2010) la reporta en Hidalgo y Querétaro.

4.8.3. Hospedantes de *C. wahtolca*

Para *C. wahtolca* son *Pinus cembroides* *P. edulis*, *P. discolor* y *P. monophylla*, (Favret y Voegtlin, 2004). Para *Cinara terminalis* los hospedantes registrados son *Pinus cembroides* *P. edulis*, *P. discolor* y *P. monophylla*. Van Pelt (1971) registró, durante el verano, a *Liometopum apiculatum* alimentándose de la mielecilla de *Cinara* sp. Que estuvo sobre *Pinus cembroides* en Texas, EUA.

4.8.4. Importancia

Ambas especies de *Cinara*, son comunes en la región de los piñonares, pero en la bibliografía no se registran infestaciones que generen mortalidad o reducción de crecimiento.

4.9. *Liometopum apiculatum* Mayr.

Hölldobler y Wilson (1990) comentan que las hormigas constituyen uno de los grupos de insectos más ampliamente estudiado como consecuencia de su abundancia y de la repercusión del grupo en diferentes campos de la biología. Uno de los aspectos clásicamente conocidos es el de las relaciones que mantienen con los pulgones, de las que aún quedan numerosos detalles por conocer; Cano *et al.*, (2002) menciona que se tiene la creencia de que estas relaciones están generalizadas para todas las especies de hormigas, sin embargo ni todas las especies de hormigas son afidófilas, ni todas las especies de áfidos son mirmecófilas. Incluso en el caso de especies afidófilas o mirmecófilas, las relaciones hormiga-áfido están reguladas a diferentes niveles. Cano *et al.*, (2002) afirma que uno de los primeros aspectos a conocer en estas relaciones es el establecimiento de las especies, de hormigas y pulgones, que muestran afinidad entre sí. En este sentido, el inventario es aún muy escaso y muy fragmentado. Siendo escasos los estudios referidos al total de especies en un área o hábitat concreto. Este tipo de estudios es de gran interés porque permite probar el nivel de plasticidad específica en las relaciones hormiga-áfido.

Según Cano *et al.*, (2002), existen más de 1,400 especies de insectos comestibles; tan sólo en México hay 398 especies que son consumidas en diferentes lugares y en diferentes etapas del ciclo biológico (huevo, larva, ninfa, pupa, adulto); en los ecosistemas agroecológicos de las zonas áridas y semiáridas abundan las magueyerías, y los pinares, los cuales se utilizan como sustrato para

la producción de insectos comestibles, entre ellos, los escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr). La palabra escamol proviene del náhuatl “Azcamolli” y significa “guiso de hormiga” (azcatl=hormiga y milli=guiso). Los escamoles son las larvas de las hormigas *Liometopum apiculatum* y *Liometopum occidentale*, y han sido consumidos desde la época prehispánica por grupos étnicos como los mazahuas, chichimecas, aztecas, otomíes, etc. Considerado como un platillo exótico, la importancia de estos insectos radica en su alto valor nutritivo por ser fuente de proteínas y carbohidratos y, por ser una fuente importante de trabajo e ingresos para los pobladores de las zonas áridas y semiáridas donde se recolectan, el manejo para recolección es sustentable y benéfico para el entorno donde se produce (García *et al.*, 2010).

4.9.1. Descripción

En la organización social de la hormiga escamolera existen tres castas: las obreras y soldados, las reinas y los machos. El ciclo biológico de *Liometopum apiculatum* se compone de cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto.

4.9.2. Distribución en México

Liometopum apiculatum se distribuye en México en los estados de Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, y en el altiplano potosino-zacatecano. Se desarrollan preferentemente en laderas con pendientes suaves, orientadas hacia el este. Se les encuentra en potreros, agostaderos y milpas, ya sea en terrenos pedregosos o con poca roca. Una

colonia puede abarcar áreas de hasta 150 m². Forrajea mayormente durante la noche.

4.9.3. Hospedantes

Las hormigas escamoleras son omnívoras, ya que su alimentación es muy variada: comen semillas y frutos, polen de flores de maguey, palo loco y palmas, el jugo de las raíces, además larvas de mariposas y avispas, y adultos de casi cualquier tipo de insecto; algunas poblaciones consumen las secreciones azucaradas de pulgones con los que establecen relaciones simbióticas.

4.9.4. Ciclo biológico

La reproducción de las hormigas es anual, y se requiere del periodo de lluvias para que se realice el vuelo nupcial, donde la reina se aparea con los machos alados, los cuales mueren después de fecundarla. La trabécula o nido se construye lentamente con ramas, pasto, tierra y saliva de las hormigas, por lo que es importante no destruirlas, ya que si un nido se queda sin trabécula, las hormigas tardarán más en construir una nueva y esto será en detrimento de la producción.

El hábitat de la hormiga escamolera se compone de vegetación de tipo xerófito, con matorral espinoso, micrófilo y crasicaule. Anidan bajo las raíces de magueyes, nopales, yucas, lechuguillas, palo loco, pirules, encinos, enebros, mezquites y garambullos. Requieren de poca agua y su alimentación es a base de hojas, semillas, flores, frutos, insectos y otros animales muertos (García *et al.*, 2010). En

la localidad El Porvenir Municipio de Santiago de Anaya la hormiga *Liometopum apiculatum* establece relaciones simbióticas con los pulgones *Cinara wahtolca* y *C. terminalis*, a los cuales protegen y cuidan y a su vez, se alimentan de las secreciones de estos.

4.9.5. Importancia como producto alimenticio

Cada nido produce hasta cuatro kilos de escamoles (larvas maduras y pupas) durante el año. La recolección se hace una vez al año, durante los meses de marzo, abril y mayo. Una vez localizado el nido, normalmente debajo de mezquites, magueyes o rocas, los recolectores excavan para extraer los insectos, los cuales se encuentran, a profundidades variables que van desde medio metro hasta más de un metro.

Los escamoles poseen un alto valor nutritivo, ya que contienen más del 60 % de proteína, además de grasas, vitaminas y minerales. La recolección de escamoles constituye una derrama económica importante, para la industria restaurantera, ya que por ser un alimento de alta calidad nutritiva y un delicado sabor, es considerado como un platillo de alta cocina. El consumo de escamoles se realiza principalmente en grandes ciudades del país como el Distrito Federal y la zona metropolitana, además de los estados de Puebla, Tlaxcala, Morelos, Hidalgo, Estado de México, y en el extranjero en ciudades como Nueva York, Tokio, San Francisco, etc. Los escamoles alcanzan precios muy altos en el mercado, ya que un platillo con 60 g de escamoles alcanza un precio de venta de \$199.00 pesos.

4.10. Insecticidas utilizados como control de plagas

4.10.1. Acefato

Es un insecticida sistémico, con actividad de contacto y estomacal. Pertenece al grupo químico de los organofosforados (fórmula: $O, S\text{-Dimetil-N-tiofosfatoacetamida}$) su mecanismo de acción es la inhibición de una importante enzima para el funcionamiento del sistema nervioso llamada acetilcolinesterasa en los insectos. Esta enzima es esencial en la normal transmisión de los impulsos nerviosos. El Acefato es un potente inhibidor de dicha enzima. Controla un amplio rango de insectos masticadores y chupadores, tales como áfidos, Trips, larvas de lepidópteros, minadores; en cultivos tales como frutales (incluido cítricos), algodón, soya, papa, arroz, tabaco, ornamentales y forestales.

Orthene es uno de los nombres comerciales del insecticida sistémico Acefato, posee una doble acción contra la plaga: la elimina por contacto y por ingestión, ver, Cuadro 3. Pocas horas después de haber sido aplicado, penetra en los tejidos de las hojas, desde donde continúa su acción protectora del cultivo por varios días. Debido a su carácter sistémico protege homogéneamente a los conos en producción de piñón, siendo de fácil absorción por la planta que permite ser metabolizado y translocado vía xilema y floema (inyecciones sistémicas) al sitio de acción que así más lo requiera la planta (Proficol, 2010).

Cuadro 3. Cualidades que distinguen a Acefato como producto sistémico (Proficol, 2010).

Beneficios	Composición
Insecticida sistémico, penetra a la hoja sin ser lavado por lluvias	Ingrediente activo: Acefato: O,S -diemetil -N - acetil
Excelente acción persistente con gran efecto de choque	Fosforamidotoato 75%
Perfecta dilución en el tanque sin causar taponamientos	Ingredientes aditivos: C.S.P 100%
Excelente fitocompatibilidad	Categoría toxicológica: III
Versátil: puede aplicarse en cultivo y en el tratamiento de semilla	Presentación: Bolsa pot 1 Kg, 500 gr, 200 g.
Ideal en el manejo de rotaciones	

4.10.2. Imidacloprid

Imidacloprid es un insecticida sistémico que es tomado por las raíces de la planta y se difunde en el sistema vascular, donde los insectos lo ingieren aspirando los líquidos de la planta. Es un producto innovador que posee excelentes propiedades sistémicas, efecto anti-alimentario y de contacto, ver Cuadro 4. Es un nuevo estándar en el control de insectos chupadores y algunos minadores que dañan cultivos, vides y frutales. Puede ser aplicado vía riego tecnificado, por aspersión al follaje. Después de una aplicación pueden protegerse completamente los vegetales, incluso folíolos u hojas en formación; es moderadamente persistente (hasta 47 semanas) dependiendo de la forma de la aplicación. Reúne todos los requisitos exigidos para ser utilizados en el Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Bayer CropScience, 2007).

Bajo condiciones de uso recomendado no constituye un riesgo significativo de contaminación para las aguas subterráneas; sin embargo, en suelos porosos y pedregosos puede moverse verticalmente dependiendo de las prácticas de irrigación. En las plantas puede penetrar hacia el interior de sus tejidos y ser transportado por el tallo hasta los brotes antes de ser metabolizado. En los tejidos vegetales su metabolismo ocurre mediante los siguientes pasos: primero pierde el grupo nitro y posteriormente, por reacciones de hidroxilación en el anillo imidazolidino e hidrólisis, se forma el ácido 6-cloronicotínico y varios compuestos conjugados. Su potencial de bioconcentración en organismos acuáticos es bajo.

Su toxicidad para aves varía de moderada a alta. Las semillas tratadas con este plaguicida tienen acción repelente sobre algunas especies de pájaros, sin embargo es extremadamente tóxico para los insectos. En abejas puede producir efectos adversos, pero no cuando se aplica para el tratamiento de semillas (Bayer CropScience, 2005).

Cuadro 4. Cualidades que distinguen a Imidacloprid como producto sistémico (Bayer CropScience, 2007 y 2008).

Beneficios	Composición
Poderosa efectividad	Ingrediente Activo: Imidacloprid
Largo efecto residual y de protección	Formula: 1-(6-Cloro-3-piridinil)metil-N-nitro-2 –imidazolidinimina
Baja toxicidad y de impacto mínimo sobre el medio ambiente	Grupo Químico: Cloronicotilínicos
Inocuidad en el consumo de las semillas tratadas	Tipo formulación: Solución concentrada (SC)
	Modo de Acción : Insecticida sistémico y de contacto.
	Toxicidad: Grupo III, Poco peligroso

4.10.3. Spirotetramat

Insecticida sistémico pertenece al nuevo grupo de cetoenoles (Elizondo y Murguido, 2010), que ofrece a los productores una herramienta altamente eficaz contra un amplio espectro de insectos impide el desarrollo de huevos y larvas. Insecticida foliar que contiene Spirotetramat (Bayer CropScience, 2008). Este insecticida tiene efecto sistémico bidireccional, es decir, movilidad por el xilema y floema (Elizondo y Murguido, 2010), útil para programas de control de insectos chupadores (Bayer CropScience, 2008). Una vez penetrado en la planta, Spirotetramat se hidroliza a su forma enólica. Como ácido débil, este compuesto es móvil dentro del floema de la planta. Su novedoso modo de acción de Movento consiste en inhibir la síntesis de los lípidos en los insectos. La síntesis de los lípidos es un proceso metabólico indispensable durante el desarrollo de los insectos. El ingrediente activo de Movento se mueve no sólo hacia los brotes nuevos, sino también hacia la raíz de las plantas, por lo que controla aquellas plagas que por sus hábitos biológicos son difíciles de alcanzar por los insecticidas convencionales, Cuadro 5. El nuevo follaje desarrollado después de la aplicación por aspersión también está protegido (Bayer CropScience, 2008). En un trabajo de investigación en papa (*B. tabaci*) se reportan resultados que demuestran una respuesta del nuevo insecticida al incremento de la dosis, lo que coincide con Kühnhold *et al.* (2008) citado por Elizondo y Murguido (2010), quienes señalaron que Spirotetramat OD 150 para el control de *B. tabaci* en pimiento mostró una

clara respuesta al incremento de las dosis, con una eficacia consistentemente mejor en los rangos altos de aplicación.

Actualmente se recomienda para el control de insectos chupadores que atacan los cultivos. (Elizondo y Murguido, 2010).

Cuadro 5. Cualidades que distinguen a Spirotetramat como producto sistémico (Bayer CropScience, 2008).

Beneficios	Componentes
Es seguro para el aplicador, el medio ambiente y el consumidor final de los alimentos	Tipo de producto: Insecticida Sistémico
Es apto para los sistemas integrados de cultivo en invernadero y campo abierto	Ingredientes activos: Spirotetramat, Spirodiclofen, Espiromesifeno
Su favorable perfil toxicológico le permitió ser clasificado por la EPA como Producto de Riesgo Reducido	Nombre químico: <i>cis</i> -4-(etoxicarboniloxi)-8-metoxi-3-(2,5-xilil)-1-azaspiro[4.5]dec-3-en-2-ona
Movento ha sido preparado en la novedosa formulación OD (dispersión en aceite), resultado de la tecnología O-TEQ	Familia química: Ácidos tetrónicos (Cetoenoles)
Se trata de una formulación más flexible y confiable en la aplicación	Productos: Daniemon, Envidor, Movento, Oberon, Sinawi
Brinda una insuperable cobertura del follaje	Categoría toxicológica: IV
Optimiza la retención del producto en la hoja	
Mejora la actividad sistémica	
Proporciona resistencia al lavado por lluvia	
Tiene excelente compatibilidad con los cultivos	
No requiere del uso de surfactantes	
Con un prolongado efecto de control =Rentabilidad y Ahorro	
Sin resistencia cruzada a otros grupos químicos	
Respeto y compatibilidad con los insectos benéficos y polinizadores	
Cumple con las modernas necesidades ambientales y de <i>Food Chain</i>	

4.11. Inyección de productos sistémicos

Franco (2001) define a los sistemas de inyección de insecticidas como un método por medio del cual se pueden aplicar productos químicos directamente al tronco, dentro del tejido xilemático; para que de esta manera sean translocados por el sistema fisiológico interno del árbol y puedan llegar a partes distantes, como el tronco, las raíces y el follaje. Por medio de esta técnica se pueden aplicar también otro tipo de tratamientos a los árboles como, fertilizantes y reguladores de crecimiento.

Rivas (1996) menciona que es menos adecuado el uso de insecticidas convencionales para el control de especies ocultas, tales como minadores, enrolladores, descortezadores, barrenadores y varios artrópodos con aparato bucal succionador. Sin embargo, estas especies de insectos son algunas veces susceptibles a los insecticidas sistémicos. Dichos productos sistémicos pueden ser esparcidos sobre el follaje, ramas y troncos o pueden ser granulados sobre el suelo, igual que se hace con otros pesticidas. Además, pueden ser inyectados dentro del tronco (en su tejido vascular) o dentro del suelo en la zona de raíces.

Los tratamientos de inyecciones al tronco envuelven una variedad de metodologías. Las soluciones pueden ser introducidas por gravedad o por presión (a aproximadamente 10 a 40 libras por pulgada cuadrada) dentro de agujeros taladrados en el tronco o raíces principales. Los insecticidas y fertilizantes también pueden ser inyectados dentro del árbol por el método de implantes, que disuelven

y liberan gradualmente el material dentro del xilema. El tratamiento resulta más efectivo cuando se practica en huecos abiertos dentro de la albura. Las ventajas y desventajas se presentan a continuación en el cuadro 6.

Cuadro 6. Indicadores de uso en la inyección de productos sistémicos (Rivas, 1996).

Ventajas	Desventajas
Útiles cuando los métodos convencionales resultan inefectivos o por cuestiones ambientales no debe utilizarse las aspersiones	El abuso de taladrar huecos inclinados a profundidades mayores de cinco centímetros usando bombas de alta presión y con periodos prolongados de aplicaciones, puede causar decoloración considerable y también degradación celular.
Respuesta rápida, los elementos que quedan almacenados tienen un uso futuro en el árbol	Los procesos que utilizan CO ₂ para aumentar la presión y de esta manera forzar a los químicos para penetrar en el árbol, causan considerables daños
Las cantidades de químicos son sistemáticamente liberados dentro del árbol indicado, sin exponer el ambiente circundante	La herida por el taladro ocasiona colonización de hongos descomponedores
Sus resultados serán vistos en dos a cuatro semanas y se ha comprobado su efectividad hasta por periodos de tres a cinco años.	Incapacidad de alcanzar una distribución uniforme a través de los tejidos fisiológicamente funcionales del árbol
No son perjudiciales para el público, el aplicador. No afecta la vida silvestre, animales domésticos o insectos benéficos.	Se debe hacer una regulación precisa de la dosis para evitar una fitotoxicidad, que pueda limitar su efectividad
Con aplicaciones limitadas en tratamientos con pocos árboles, son menos costosos que las aspersiones convencionales	
simplicidad de su uso por parte de arboricultores entrenados	

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

Materiales que se utilizaron:

- Bombas de aspersión
- Equipo de inyección Arbo-jet
- Equipo de protección
- Materiales de Laboratorio
- Productos químicos
- GPS
- Hojas de registro
- Cintas (marcaje de árboles)
- Etiquetas de aluminio

5.2. Método

5.2.1. Características del sitio

La comunidad El Porvenir se ubica en el centro del estado de Hidalgo, en la región geocultural denominada Valle del Mezquital, es parte del municipio de Santiago de Anaya. Se localiza entre las coordenadas geográficas 20°25'39" de latitud Norte y 98°57'07" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Colinda al norte con Lomas de Guillén; oriente con El Rincón de Hermosillo; al sur con Hermosillo; al oeste El Águila, Chapantongo, Tavera y La Florida ver Figura 3.

En esta región existen caminos de terracería que facilitan el acceso a toda el área de estudio. La localidad El Porvenir cuenta con una extensión aproximada de 1500

ha, en el entendido de que esta delimitación es estrictamente convencional y no corresponde necesariamente con los límites catastrales o legales en la tenencia de la tierra. En esta localidad el sistemas de topoformas está basado en laderas de pendiente moderada ($< a 20\%$). El relieve no presenta variaciones notables; únicamente se localizan pequeñas lomas al norte y oriente del poblado (Cerros de Vuela, Coxguada, Cantón y Roeque) que no rebasan los 2180 msnm. Al centro del poblado se registra una altura de 2000 msnm. Geológicamente presenta un tipo de suelo predominante de la unidad Rendzina, que se caracteriza por ser un suelo delgado y pegajoso que se presenta sobre rocas calizas y tener una capa superficial abundante en humus y muy fértil, que descansa sobre roca caliza material rico en cal. No son muy profundos y generalmente son arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión es moderada, sobre todo en laderas con pendientes pronunciadas. Respecto al uso potencial de la tierra pueden ser usados para la agricultura, ganadería y el uso forestal (Programa de Desarrollo Comunitario El Porvenir, 2008).

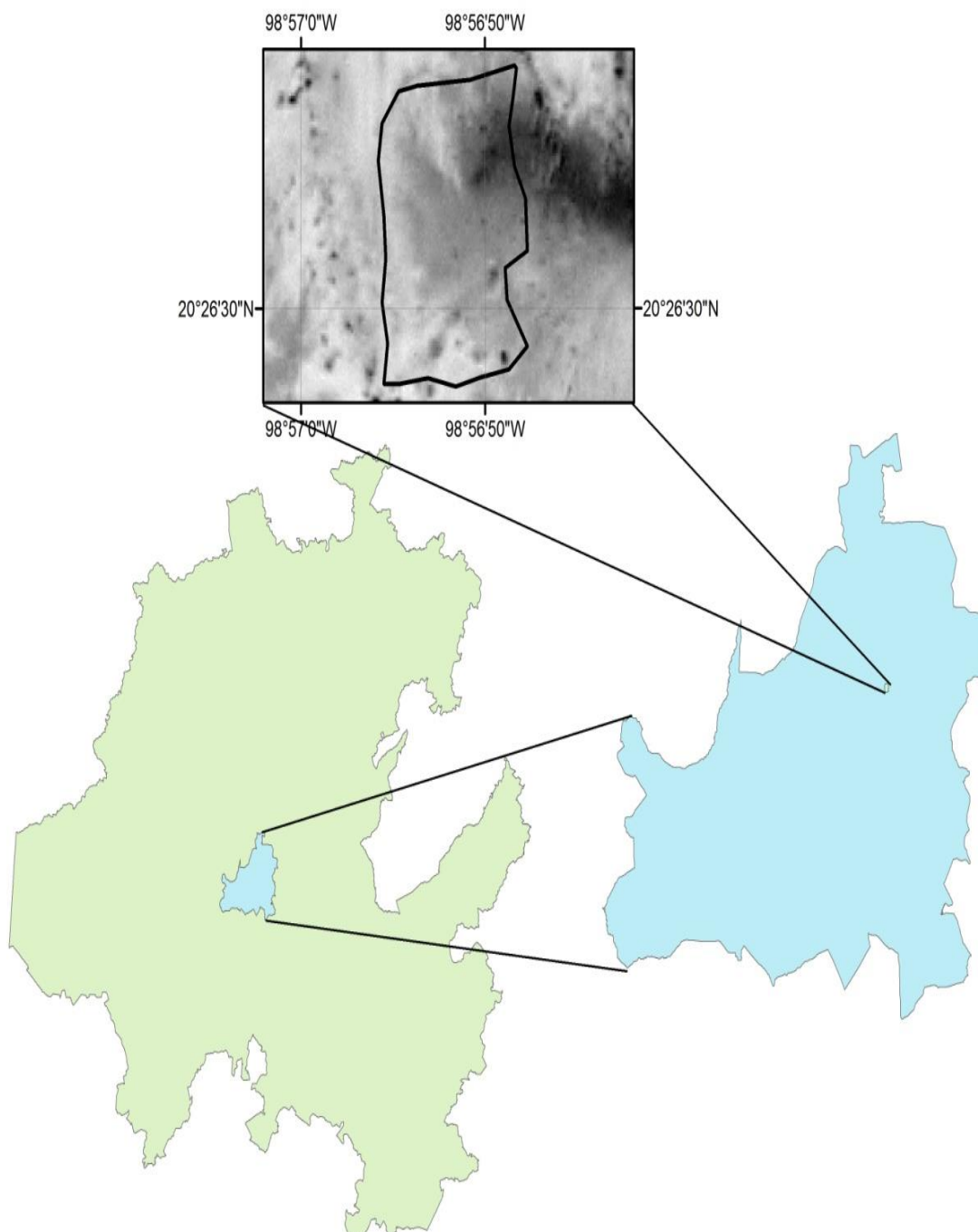


Figura 3. Ubicación de la Localidad El Porvenir Municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo (Noviembre 2010).

5.3. Descripción del área

5.3.1. Selección y delimitación del área

El trabajo de investigación se llevó a cabo en una de las plantaciones de *Pinus cembroides* Zucc., con una edad aproximada de 13-14 años Figura 4, en el Ejido El Porvenir municipio de Santiago de Anaya. La selección del área se efectuó tomando en cuenta características favorables del sitio y de la plantación de manera que se facilitara el trabajo en campo. Del 17 al 18 de septiembre de 2010 se delimitaron 10 ha aproximadamente con estacas de madera pintadas, se cuidó el mínimo acceso de personas y pastores, limitándose casi exclusivamente a los miembros que colaboraron en el proyecto.



Figura 4. Área de estudio plantación de 14 años de edad *Pinus cembroides* Zucc., en la localidad El porvenir (Noviembre 2010).

5.4. Selección de los árboles

La elección de los árboles estuvo asociada a los tratamientos que se realizaron. Buscando árboles vigorosos de porte mediano con la finalidad de poder ser cubiertos perfectamente con los productos químicos aplicados con la bomba de aspersión, de copa redondeada y poco o regularmente extendida (Figura 5 A), siendo este tipo de árboles que buscan los recolectores de piñón por la facilidad de cosechar los conos que produce (Flores y Martínez, 1987). También se tomo en cuenta el diámetro del fuste con una media de 8 cm; siendo necesario para definir la dosis de los tratamientos por inyección. Se asignó una etiqueta a cada árbol con todos los datos correspondientes para su identificación (Figura 5 B), dicha actividad se realizó en un intervalo de tres días (20, 26 y 27 de noviembre de 2010).

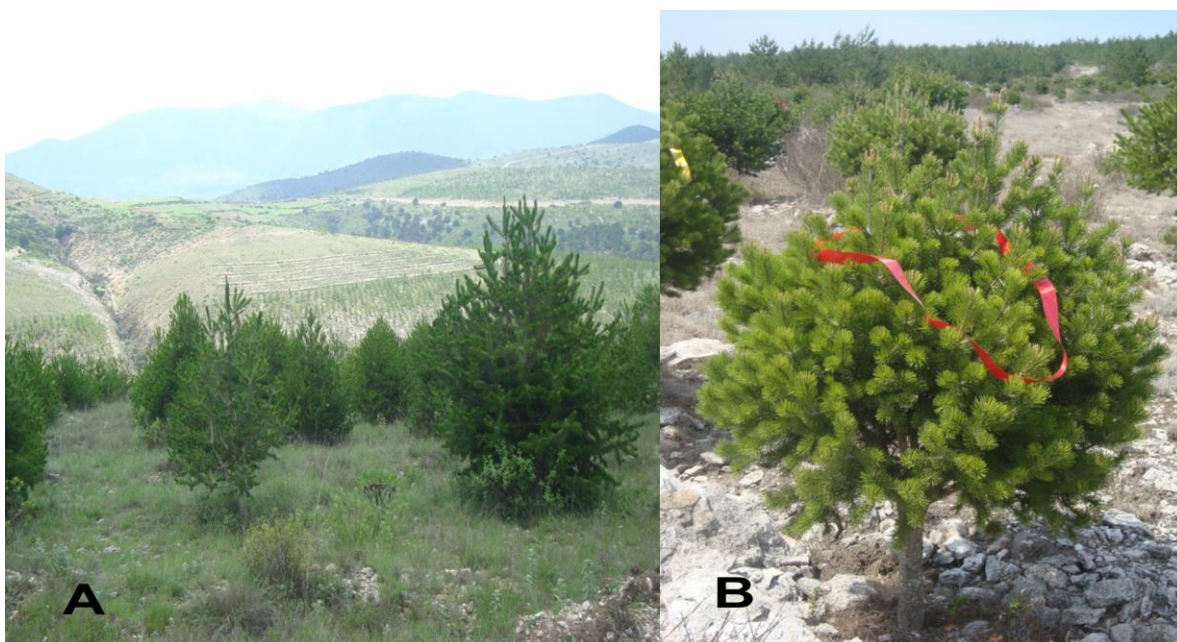


Figura 5. (A) Selección y (B) marcaje de árboles en el área de estudio El Porvenir (Diciembre 2010).

5.5. Selección y etiquetado de conillos

Se seleccionaron árboles con la suficiente cantidad de conillos, característica indispensable para cumplir los objetivos propuestos; por el ataque de insectos no se contó con la suficiente cantidad de conillos; sin embargo, se marcaron todos los conillos que tuviese el árbol en fase de primer a segundo año. Los conillos se marcaron de manera individual proporcionándole un número de identificación a cada uno, dicha actividad se realizó en un intervalo de 2 meses aproximadamente (2 de febrero al 8 de abril de 2011). Las etiquetas utilizadas fueron de aluminio para evitar perder el número de identificación del conillo (Figuras 6 A y B).



Figuras 6 (A, B). Etiquetado de árboles en la zona de estudio El Porvenir (Febrero-Abril 2011)

5.6. Diseño experimental

La distribución de los tratamientos se realizó con un Diseño Completamente al Azar, bajo el siguiente Modelo estadístico asociado al diseño:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, \dots, t \\ j = 1, 2, 3, \dots, n \end{array}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

$$\varepsilon_{ij} = \text{Error aleatorio } \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

Hipótesis a probar:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 \dots \dots = \tau_t \quad H_0: \text{No existen efectos de los tratamientos}$$

vs

$$H_1: \tau_i \neq \tau_{i'}; i \neq i' \quad H_1: \text{Al menos el efecto de un tratamiento es diferente al resto}$$

Bajo este supuesto, en caso de rechazar la hipótesis nula se procede a realizar una comparación de medias a través del método de la mínima diferencia significativa LSD de Fisher con el propósito de determinar que tratamientos son iguales y cuales son diferentes.

Se utilizó la prueba de τ para la comparación de los valores medios de cada tratamiento.

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 \dots \dots = \tau_t$$

vs

$$H_1: \tau_i \neq \tau_{i'}; i \neq i'$$

Siendo la prueba estadística:

$$LSD > |\bar{y}_i - \bar{y}_{i'}| \text{ se rechaza la } H_0$$

Así cada diferencia de medias muestrales en valor absoluto que sea mayor que el número LSD se declara significativo.

Todo dicho procedimiento se llevó a cabo con el paquete estadístico SAS.

5.6.1. Aplicación en campo

En el trabajo se utilizaron un total de 40 árboles con ocho tratamientos distribuidos al azar con cinco arboles (repeticiones) por cada tratamiento.

Los tratamientos fueron:

- ❖ Inyección a una sola dosis
- ❖ Aspersión con una sola dosis con dos aplicaciones, y
- ❖ Dos tratamientos como testigos.

Cada árbol se marcó con una cinta de color, de acuerdo al tratamiento que le fue asignado con la finalidad de facilitar su identificación. Actividad que se llevó a cabo del 17 al 18 de diciembre de 2010. Las especificaciones de cada tratamiento se reportan en los cuadros 7, 8, 9 y 10.

Cuadro 7. Claves de identificación por tratamiento en el Diseño Experimental.

Nombre del producto	Número del tratamiento
Acefato (Inyección)	1
Imidacloprid (Inyección)	2
Spirotetramat (Inyección)	3
Acefato (Aspersión)	4
Imidacloprid (Aspersión)	5
Spirotetramat (Aspersión)	6
Testigo	7
Testigo	8

Cuadro 8. Distribución de los tratamientos por Inyección en sus cinco repeticiones

Tratamiento	1				
Árbol	35	39	41	44	50
Tratamiento	2				
Árbol	4	23	29	33	45
Tratamiento	3				
Árbol	13	38	43	46	49

Cuadro 9. Distribución de los tratamientos por Aspersión en sus cinco repeticiones

Tratamiento	4				
Árbol	19	27	28	31	36
Tratamiento	5				
Árbol	3	5	16	22	40
Tratamiento	6				
Árbol	2	15	21	25	47

Cuadro 10. Distribución de los testigos en sus cinco repeticiones

Tratamiento	7				
Árbol	6	12	24	26	37
Tratamiento	8				
Árbol	1	7	8	18	20

5.6.2. Método de evaluación de los tratamientos

Dado que el principal objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de los ocho tratamientos de control bajo dos técnicas diferentes de aplicación, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones.

1. Tratamientos por Aspersión. La efectividad se midió en función del número de conos vivos que fueron reportados en las cinco repeticiones de cada

tratamiento. De esta forma a mayor número de conos muertos corresponde una menor efectividad del producto y viceversa.

2. Tratamientos por Inyección. Siendo el mismo criterio de evaluación para los tratamientos por inyección a mayor número de conos muertos corresponde a una menor efectividad de los productos y viceversa.

5.7. Análisis costo-beneficio

Para poder determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del control de plagas en *Pinus cembroides* mediante productos sistémicos, se realizó un análisis económico, para lo que fue necesario cotizar los insumos y herramientas necesarias para llevar a cabo las técnicas de aplicación, los costos obtenidos fueron del año 2011. También se estimaron los costos de mano de obra, donde el jornal por día en la región fue de 120 pesos. Todos los cálculos fueron realizados con base a una hectárea con un aproximado de 250 árboles, el rango varía entre 200 a 250 árboles plantados por ha. Los costos implican dos aplicaciones de los tratamientos por aspersion y una aplicación por el método de inyección. Es importante mencionar que los precios de mano de obra, equipo de protección, combustible, e insumos, entre otros pueden variar lo que podría ocasionar un incremento en la aplicación de los tratamientos.

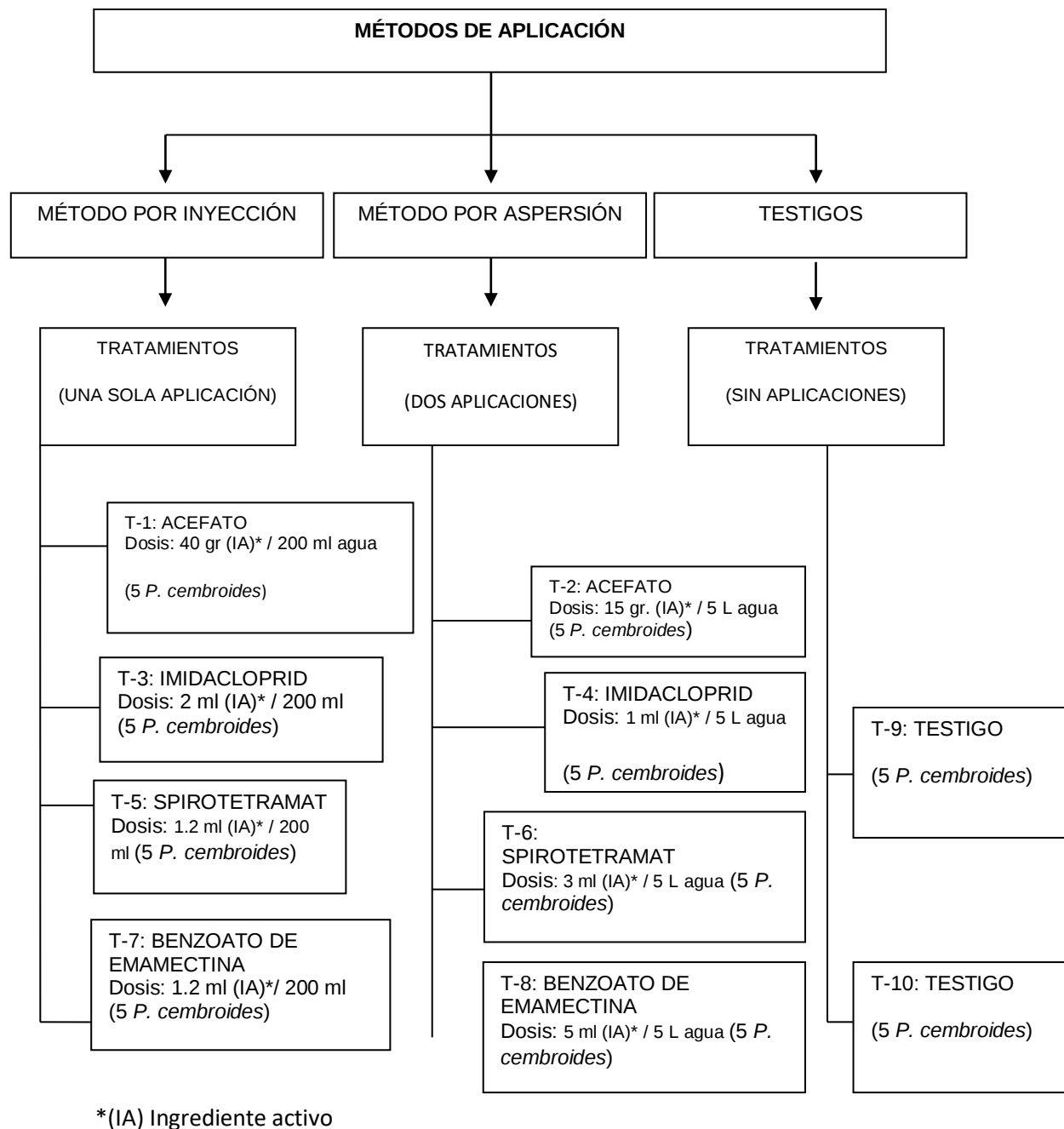


Figura 7. Métodos de Aplicación de los tratamientos por Aspersión e Inyección.

5.8. Dosis

Las dosis empleadas se determinaron en base a los parámetros establecidos en la etiqueta de cada producto sistémico, así mismo se tomaron en cuenta características propias del árbol (homogeneidad en altura, diámetro en fuste y vigor) con la finalidad de realizar una aplicación adecuada de los tratamientos. Se cuidó siempre la seguridad en el manejo de los productos, en el Cuadro 11 se especifican las dosis para cada uno de los tratamientos.

Cuadro 11. Dosis de las aplicaciones por las Técnicas de Aspersión e Inyección

Insecticida Sistémico	Tratamiento por Aspersión		Tratamiento por Inyección	
	Número de tratamiento	Dosis	Número de tratamiento	Dosis
Acefato	T 4	15 gr. (IA)* / 5 L agua 3 gr. (IA)* / 1 L agua por árbol	T 1	40 gr (IA)* / 200 ml agua 40 ml (SM)** por árbol
Imidacloprid	T 5	1 ml (IA)* / 5 L agua 0.2 ml (IA)* / 1 L agua por árbol	T 2	2 ml (IA)* / 200ml agua 40 ml (SM)** por árbol
Spirotetramat	T 6	3 ml (IA)* / 5 L agua 0.6 ml (IA)* / 1 L agua por árbol	T 3	1.2 ml (IA)* / 200 ml 40 ml (SM)** por árbol

*Ingrediente activo

**Solución madre

5.9. Métodos y fechas de aplicación

La aplicación de cada uno de los tratamientos se realizó con todas las medidas de seguridad, así mismo se proporcionó a cada integrante del personal su equipo de protección evitando el menor riesgo al contacto con los productos químicos. Algunos de los habitantes del Ejido El Porvenir fueron parte del personal de apoyo

en cada una de las etapas del trabajo en campo. Se impartió un pequeño taller de capacitación y prevención respecto al manejo del equipo y de los productos empleados para el proyecto permitiendo saber la importancia de conocer la función de cada material utilizado en la aplicación de cada tratamiento.

Para realizar esta prueba se utilizaron los insecticidas sistémicos descritos (Acefato, Imidacloprid y Spirotetramat). Con base en el ciclo biológico de *Conophthorus edulis*, se determinaron las fechas de aplicación mediante dos métodos de aplicación. La primera por aspersión se llevó a cabo del 21 al 22 de abril de 2011, un poco antes de la emergencia de adultos invernantes, haciendo para este tratamiento una segunda aplicación la cual se efectuó el 21 de mayo de 2011, buscando proteger a los conillos principalmente contra el ataque de *C. edulis*.

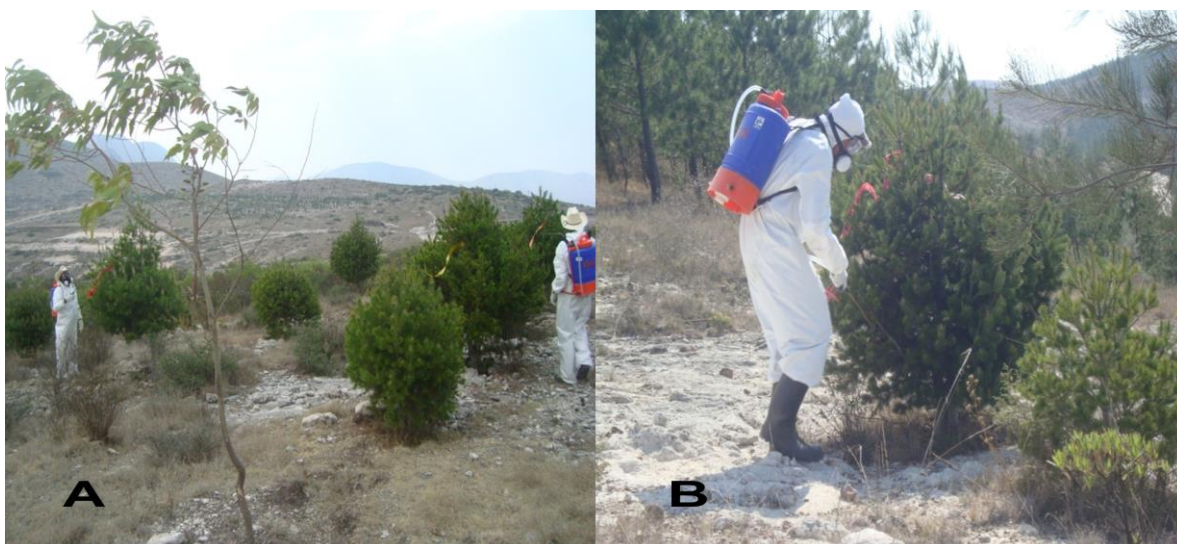
Respecto a la segunda técnica de aplicación por inyección se realizaron los días 23 y 26 de abril de 2011, haciendo una sola aplicación de dicho tratamiento.

5.9.1. Método por Aspersión

Respecto a las formulaciones de cada producto utilizado, se usaron dos soluciones concentradas (Imidacloprid, Spirotetramat), y una en forma de cristales (Acefato), los cuales fueron diluidos en agua previa a su aplicación.

Las aplicaciones se hicieron con bomba de aspersión manual calibrada con anticipación, cubriendo a los árboles hasta “punto de goteo” de manera descendente poniendo mayor atención en los conillos (Figuras 8 A y B); la

aplicación se llevó a cabo de 10 am a la 1 pm evitando los fuertes vientos como medidas de protección.



Figuras 8 (A) y (B). Aplicación de tratamientos por Aspersión en El Porvenir (Abril 2011).

La una segunda aplicación por aspersión se realizó a los 20 días después de la primera (Figuras 9 A y B).



Figuras 9 (A) y (B). Segunda aplicación de tratamientos por Aspersión

5.9.2. Método por Inyección

La aplicación de insecticidas sistémicos (Acefato, Imidacloprid, Spirotetramat) se realizó mediante el equipo de alta presión (Arbor-Jet) Figuras 10 A y B, método moderno con impacto ecológico mínimo, la ventaja de trabajar con insecticidas sistémicos es que son absorbidos por los tejidos del árbol y es translocado por los conductos vasculares del xilema y floema, desde el área tratada hasta partes distantes dentro del árbol, como el tronco, las raíces y el follaje (Rivas, 1996).

La metodología empleada para la aplicación de los productos fue como sigue: de inicio se hizo un pequeño orificio en el fuste del árbol a una altura de 10 a 12 cm de la base del suelo con una profundidad de 2 cm aproximadamente, seguido de la colocación de un inyector asegurándolo con un mazo de manera firme. Se tuvo previo cuidado en cerrar cada una de las válvulas antes de agregar la mezcla del producto sistémico evitando el derrame del líquido; la tapa del pequeño tanque se cerró de manera segura evitando fugas al momento de inyectar presión con la bomba del equipo Arbor-jet. Se insertó cada una de las puntas dentro del inyector colocado en el fuste haciendo presión con la bomba al mismo tiempo abriendo poco a poco la válvula hasta lograr ver la fluidez del líquido, Figuras 11 C y D. El tratamiento Imidacloprid por Inyección (T 2) fue el que más tiempo empleó para su completa absorción, dicha observación se puede asociar al estrés de los árboles por la larga temporada de sequía que enfrentaban las plantaciones de Piñoneros en la región.



Figuras 10 (A) y (B). Material empleado en la técnica de aplicación por inyección
(Abril 2011)



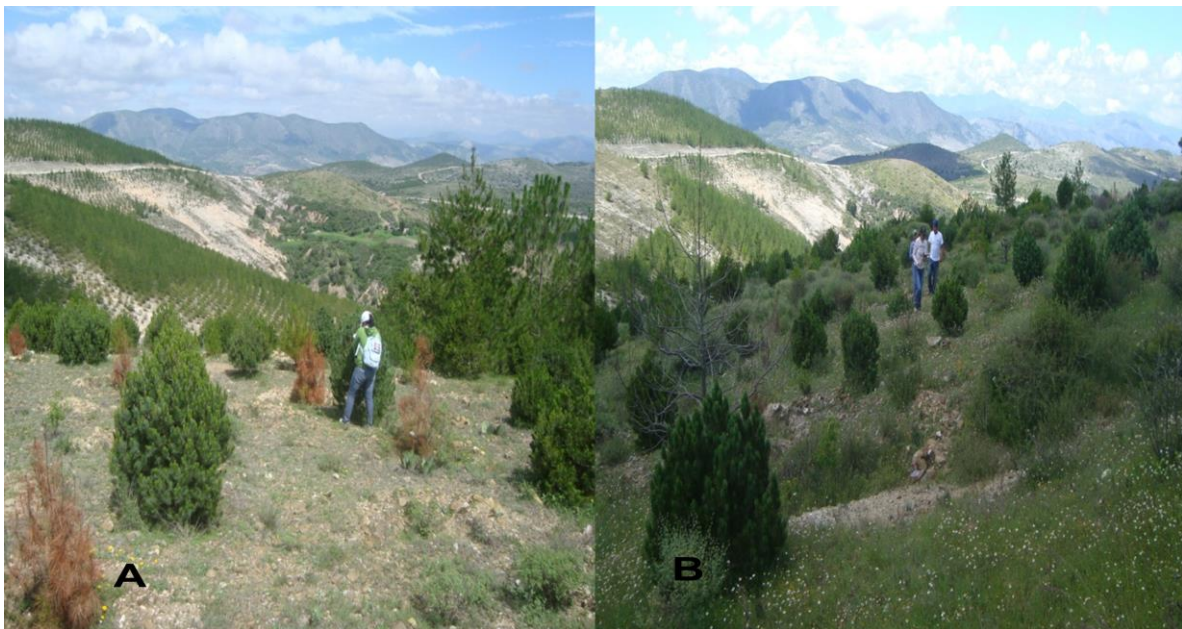
Figuras 11 (C) y (D). Aplicación de tratamientos sistémicos por la técnica de
Inyección en El Porvenir (Abril 2011).

5.10. Toma de datos

Las observaciones se efectuaron entre un intervalo de quince a veinte días a partir de la fecha de aplicación de los tratamientos.

A los conillos que cayeron de las rosetas entre los periodos de observación no fue posible determinarles la causa de su muerte pues por su pequeño tamaño, forma y color hizo que se perdieran fácilmente al caer de los árboles, imposibilitando su rescate y el análisis de los mismos.

Se obtuvieron seis tomas de datos en el tiempo que duró el proyecto Figuras 12 (A) y (B). Se elaboraron formas de registro de datos para cada árbol y tener un mejor control del monitoreo de cada conillo.



Figuras 12 (A) y (B). Toma de datos realizada por alumnos de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Hidalgo (Mayo-Septiembre 2011).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Análisis de los resultados

Los tratamientos aplicados para el control de insectos que destruyen los conos y semillas en desarrollo, lograron el control de la principal plaga que afecta la producción; aunque su impacto varió con la técnica de aplicación utilizada; en la Figura 13 se muestra la supervivencia de conos por tratamiento, se puede observar con facilidad que los tratamientos por aspersión protegieron mejor que los aplicados por inyección; una interpretación a este comportamiento es como sigue: la aplicación de los productos se efectuó a tiempo, cuando los insectos llegaron para atacar los conos en crecimiento, en la superficie existía producto tóxico que mató a las hembras antes de que entraran al cono; en cambio con los productos aplicados por inyección, el producto estuvo dentro y la hembra logró barrenar el pedúnculo y matar al cono, es posible que muriera dentro, pero ya había causado el daño; como estos conos se desprendieron de los árboles ya no fue posible determinar si la progenie se desarrolló en su interior.

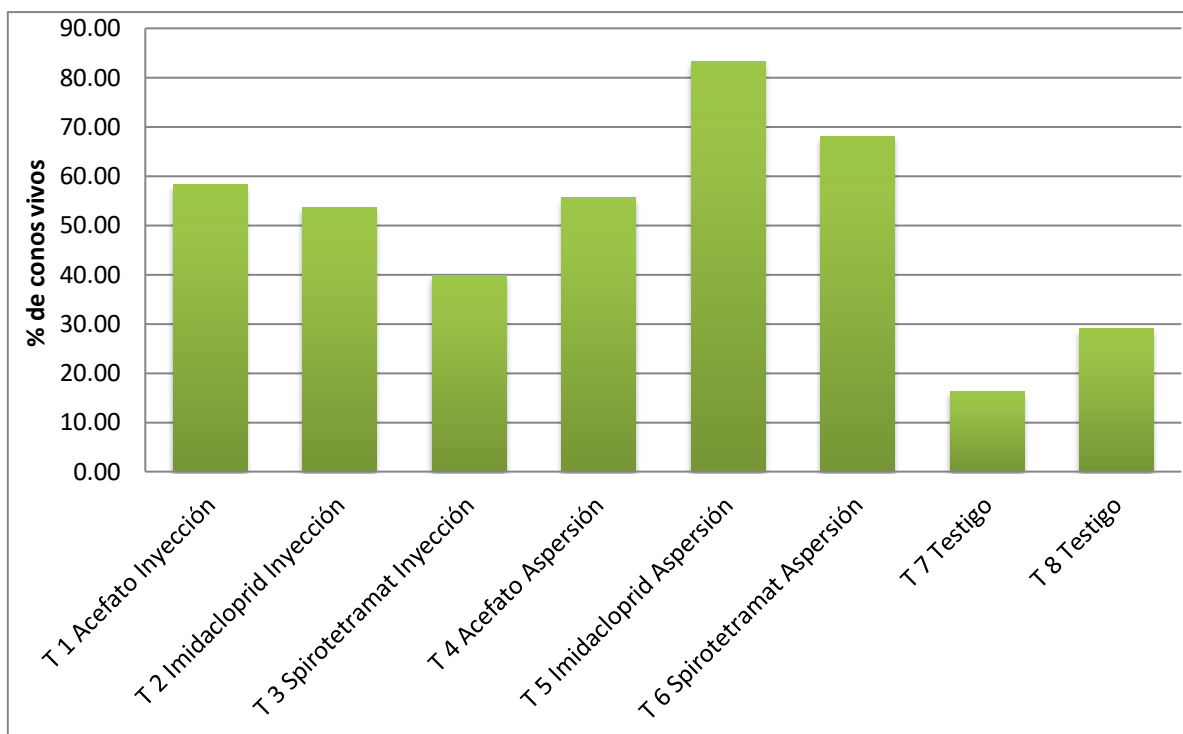


Figura 13. Supervivencia de conos de *Pinus cembroides* en tratamientos con insecticidas sistémicos en comparación con testigos. Santiago de Anaya, 2011.

Los porcentajes medios se muestran en el cuadro 12. El total de los tratamientos quedo dentro del rango de protección entre 29.1-83.3 de supervivencia con base en el rango entre 10-50 del total de conos marcados.

El ANOVA nos indicó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_a ; es decir al menos un tratamiento tiene un efecto distinto al resto, con una confiabilidad del 95% ($\alpha = 0.05$). Ver APENDICE A.

En Cuadro 12 se observan los porcentajes medios de sobrevivencia de cada tratamiento en comparación con los testigos.

Cuadro 12. Prueba de T en sobrevivencia de conos en Pinus cembroides Zucc.

Tratamiento	N	% Media (Rango)	Agrupamiento por prueba de T
5 (Imidacloprid Aspersión)	5	83.33 (10-40)	A
6(Spirotetramat Aspersión)	5	68.14 (17-50)	A
1 (Acefato Inyección)	5	58.22 (16-30)	B
4 (Acefato Aspersión)	5	55.62 (20-30)	B
2 (Imidacloprid Inyección)	5	53.67 (10-30)	B
3 (Spirotetramat Inyección)	5	39.80 (16-30)	B
8 (Testigo)	5	29.01 (23-30)	C
7 (Testigo)	5	16.34 (20-40)	C

Tratamientos con diferente letra son significativamente distintos ($\alpha = 0.05$)

6.2. Efectividad de los tratamientos

Con la prueba de T, y de acuerdo a la efectividad de los tratamientos, se tuvieron tres conjuntos; en el que reunió a los mejores, estuvo el Imidacloprid por aspersión (T5), con este producto se logró incrementar la supervivencia cuatro veces más que la registrada en uno de los testigos (T7); con Spirotetramat (T6) en aspersión la protección alcanzó casi al 70 % de los conos; el Acefato (T4) en aspersión protegió casi al 60 % de los conos. Un segundo conjunto de tratamientos es el formado por las inyecciones al tronco con Acefato (T1), Imidacloprid (T2) e Spirotetramat (T3), los tres lograron duplicar la protección en comparación con el testigo más bajo (T7); logrando separarse significativamente del testigo más alto (T8), que registró el 29 % de supervivencia. La mortalidad observada en ambos

tratamientos testigos, 83.7 y 70.9 del total de conos, indica el tamaño del daño causado por los insectos; por ello a continuación se hace un análisis de la presencia de distintas especies de insectos en cada tratamiento.

6.3. Efecto de los tratamientos en los insectos fitófagos

Pérdidas en la producción de piñón. Los resultados encontrados en este trabajo indicaron una elevada mortalidad atribuible a cinco factores que se enumeran en orden de importancia *Conophthorus edulis*, *Cinara wahtolca*, *Retinia arizonensis*, otros factores y *Eucosma bobana*, todos son insectos comunes en los piñonares y representan la principal causa de pérdida de conos. En la Figura 2 se observa el comportamiento de los cinco factores de mortalidad en cada uno de los tratamientos.

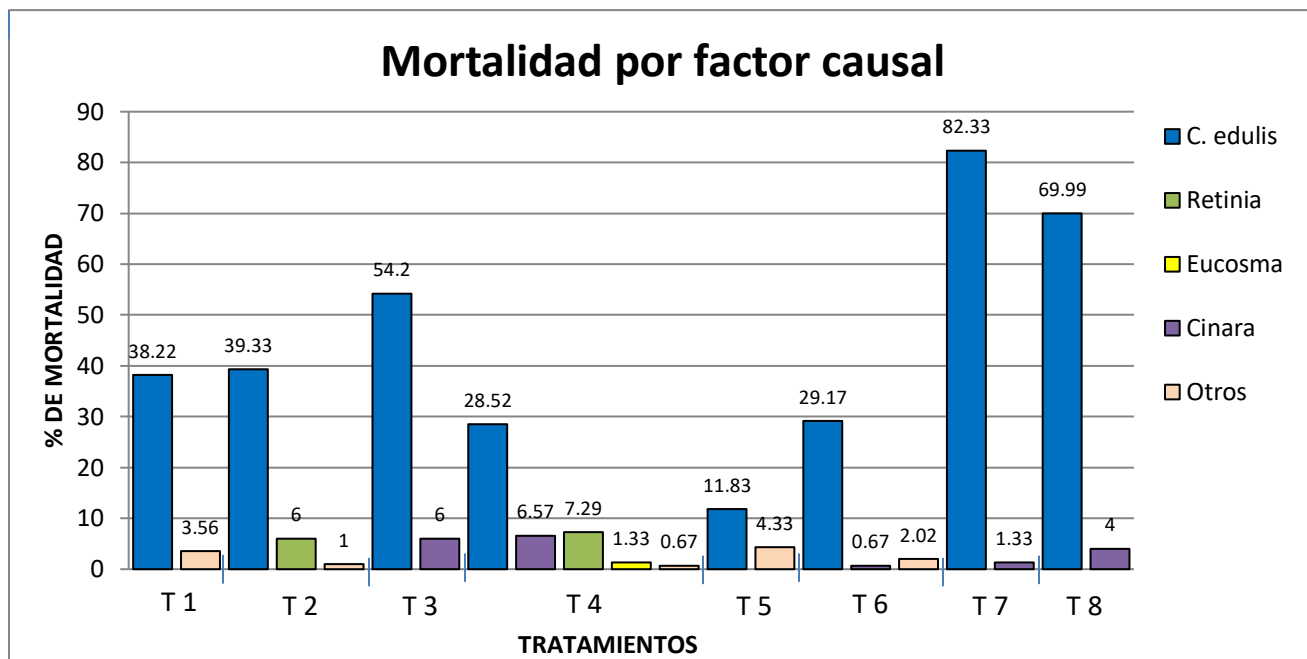


Figura 14. Comportamiento de los factores de mortalidad por cada tratamiento (Grafica realizada por Ing. Forestal Adriana Mendoza Campos, 2012).

T1 (Acefato Inyección), T2 (Imidacloprid Inyección), T3 (Spirotetramat Inyección), T4 (Acefato Aspersión), T5 (Imidacloprid Aspersión), T6 (Spirotetramat Aspersión), T7 (Testigo) y T8 (Testigo)

6.3.1. *Conophthorus edulis*

La actividad del barrenador estuvo presente en todos los tratamientos, siendo mayor en los testigos (T7 y T8), en los que causó mortalidad de 82.3 y 69.9 % respectivamente, los tratamientos con los plaguicidas protegieron la cosecha significativamente de este insecto, en el Cuadro 13 se muestra la mortalidad por este insecto y la efectividad de los tratamientos probados.

Cuadro13. Proporción de conos dañados por el barrenador *Conophthorus edulis* en diferentes tratamientos de protección con insecticidas sistémicos. Santiago de Anaya 2011.

Tratamiento	N	% Proporción media de daño y rango	Agrupamiento por prueba de T
7 (Testigo)	5	82.33 (20-40)	A
8 (Testigo)	5	69.98 (23-30)	A
3 (Spirotetramat Inyección)	5	54.20 (16-30)	B
2 (Imidacloprid Inyección)	5	39.33 (10-30)	B
1 (Acefato Inyección)	5	38.22 (16-30)	B
6(Spirotetramat Aspersión)	5	29.17 (17-50)	C
4 (Acefato Aspersión)	5	28.52 (20-30)	C
5 (Imidacloprid Aspersión)	5	11.83 (10-40)	C

Tratamientos con diferente letra son significativamente distintos ($\alpha = 0.05$)

Las pérdidas en la producción de conos por *C. edulis* fueron menores en los seis tratamientos con insecticidas sistémicos; en el trabajo de campo se corroboró la fecha de ataque del barrenador a los conos, dicho ataque ocurrió en los meses de abril y mayo, desde los primeros días del mes de abril. Dándose un segundo periodo de ataque durante el mes de agosto a conillo, pero el registro de esta mortalidad ya no se efectuó al considerar que debían hacerse nuevas aplicaciones en ese mes.

En la prueba de τ se obtuvieron tres conjuntos, en donde el Imidacloprid por aspersión (T5) logró obtener el mayor control hacía *C. edulis* teniendo solo el 11.83% de mortalidad en conos, seguido del Acefato por aspersión (T4) y

Spirotetramat por aspersión (T6); a diferencia de los testigos (T 7 y 8) que mostraron un rango de mortalidad entre 68.9-82.3. Un tercer conjunto de tratamientos es el formado por las inyecciones en donde Spirotetramat (T3), Imidacloprid (T2) y Acefato (T1) obtuvieron un rango de mortalidad que va entre 38.2-54.2% de mortalidad por *C. edulis*.

Tomando en cuenta estos resultados se puede decir que los insecticidas sistémicos más prometedores para controlar las poblaciones de *C. edulis* son en orden de importancia el Imidacloprid por aspersión (T5), Acefato por aspersión (T4) y Spirotetramat por aspersión (T6).

Un estudio realizado por Flores y Martínez (1987) reportan el 62% de conos muertos causados por el carpófago *C. edulis*, donde probaron insecticidas con formulaciones en polvos y polvos humectables bajo tres aplicaciones, sin embargo los resultados encontrados no fueron suficientes para señalar diferencias significativas, ya que en su primera aplicación su rango de protección fue entre 59-79% de supervivencia de un total de 100 conos marcados por tratamiento. Cibrián y Méndez (1987) comentan respecto al experimento realizado por Flores y Martínez mencionado que el periodo entre una aplicación y otra fue de seis meses, siendo insuficiente para lograr el control de dos de las especies más importantes (*C. edulis* y *L. occidentalis*) ya que ellas tienen un periodo de dispersión más largo que el de persistencia activa de los productos; sin embargo, Flores y Martínez dieron como propuesta el utilizar formulaciones líquidas para controlar poblaciones de *C. edulis* y *L. occidentalis*: Malatión, Folidol y Servín a lo

que podemos atribuir que la aplicación de productos sistémicos dan mejores resultados que los no sistémicos esto de acuerdo a los resultados obtenidos donde los tratamientos con productos sistémicos muestran diferencias significativas ante los testigos (T 7 y 8). La empresa PROFICOL (2010) hace saber las ventajas de utilizar una nueva tecnología de productos químicos debido a su carácter sistémico que protege homogéneamente a los conos, con una mayor persistencia y fácil absorción por la planta que permite ser metabolizado y translocado vía xilema y floema en la planta.

6.3.2. *Cinara wahtolca*-*Liometopum apiculatum*

En el área de estudio se determinó una relación simbiótica entre el pulgón *Cinara wahtolca* y la hormiga escamolera *Liometopum apiculatum*, ésta última conocida por el uso comestible de sus larvas maduras y pupas (escamoles). Estos insectos son utilizados como alimento para autoconsumo y como platillo de gran valor económico en la región central de México y particularmente en la feria anual Gastronómica del municipio de Santiago de Anaya, Hgo. La hormiga *L. apiculatum* protege a los pulgones de parasitoides y depredadores y a su vez utiliza, como fuente de alimento, las secreciones azucaradas, mielecillas, de estos áfidos, (Cano *et al.*, 2002). En este estudio, *Cinara wahtolca* se registra por primera vez como uno de los factores de mortalidad de conos; aunque su daño fue ligero. En el Cuadro 14 se muestran los daños en los árboles sujetos a tratamiento.

Cuadro 14. Proporción de conos dañados por *Cinara wahtolca* en diferentes tratamientos de protección con insecticidas sistémicos. Santiago de Anaya 2011.

Tratamiento	N	% Proporción de conos dañados (Rango)
5 (Imidacloprid Aspersión)	5	0
6(Spirotetramat Aspersión)	5	0
1 (Acefato Inyección)	5	0
4 (Acefato Aspersión)	5	6,57 (20-30)
2 (Imidacloprid Inyección)	5	0
3 (Spirotetramat Inyección)	5	6 (16-30)
8 (Testigo)	5	4 (23-30)
7 (Testigo)	5	0.67 (20-40)

Las colonias de *Cinara wahtolca* se alojan en la base del pedúnculo de los conos en desarrollo de *Pinus cembroides*, en las fechas del estudio se apreció que hubo colonias en los meses de abril, mayo y junio, se detectó que utilizan los pedúnculos de los conos por ser estos conductores de savia hacia los conos en desarrollo, los prefieren a los brotes; como consecuencia de la alimentación el pedúnculo se debilita y los conos caen anticipadamente; es posible que el factor desconocido que se reporta en este trabajo haya sido una consecuencia de colonias que no se detectaron en las fechas de inspección. La presencia de la hormiga escamolera fue un signo que permitió detectar la presencia de estos áfidos en la copa de los árboles. De acuerdo con el levantamiento de datos fue a partir de la tercera toma (junio-agosto) donde se observó una variación en la abundancia de la hormiga, siendo menor en los meses de abril-mayo,

considerados como sequía, en la época de lluvias junio-agosto la abundancia fue mayor en el sitio. Velasco *et al.*, (2007) menciona que la abundancia tiende a incrementar entre agosto y octubre, disminuyendo durante los periodos de abril-mayo y noviembre-enero, siguiendo un ciclo circanual.

Cibrián Llanderal (2010) observo a *C. terminalis* en Querétaro y *C. wahtolca* en El Porvenir, Hidalgo. Un estudio realizado por Velasco *et al.*, (2007) en Tlaxco, Tlaxcala dan a conocer las interacciones bióticas entre estos grupos de especies, siendo de las pocas investigaciones acerca de esta relación.

Por otra parte (Delabie *et al.*, 2001; Franz 2002) citados por Velasco *et al.*, (2007) mencionan que los hemípteros esternorrincos funcionan como nectarios extraflorales por su abundante producción de mielecilla y que en algunas áreas de Europa como la selva negra en Alemania, en bosques de coníferas, las infestaciones de *Cinara* son consideradas benéficas por construir la fuente de forrajeo de las abejas.

6.3.3. *Retinia arizonensis*

El daño causado en conos por *Retinia arizonensis* se pudo apreciar en los ocho meses que duro el estudio, aunque la principal época de ataque fue el mes de mayo-junio siendo este último mes donde se registro la segunda y tercera toma de datos. El daño fue fácilmente observable, coincidiendo con Cibrián *et al.*, (1995) debido a la formación de una cámara de resina combinada con excrementos en la

cual se encuentra dentro la larva alimentándose del cambium a lo largo de la ramilla. En esta evaluación fue el tercer factor de mortalidad que se observó en el área de estudio, debido a que afectó en su mayoría brotes principales donde las ramillas llegaban a contar hasta con tres conos. Autores como Cibrián *et al.*, (1995) reportan un daño menor del 1% por lo que se considera una plaga de poca importancia. Flores y Martínez reportan una pérdida por *R. arizonensis* del 2.1% en un estudio realizado en Cardonal, Hidalgo. Siendo similar el daño causado en plantaciones de la localidad El Porvenir. En el Cuadro 15 se muestran los daños en los árboles sujetos a tratamiento.

Cuadro 15. Proporción de conos dañados por *Retinia arizonensis* en diferentes tratamientos de protección con insecticidas sistémicos. Santiago de Anaya 2011.

Tratamiento	N	% Proporción de conos dañados (Rango)
5 (Imidacloprid Aspersión)	5	0
6 (Spirotetramat Aspersión)	5	0
1 (Acefato Inyección)	5	0
4 (Acefato Aspersión)	5	7.29 (20-30)
2 (Imidacloprid Inyección)	5	6 (10-30)
3 (Spirotetramat Inyección)	5	0
8 (Testigo)	5	0
7 (Testigo)	5	0

Respecto a la función de los tratamientos, solo se observó la presencia de *R. arizonensis* en los tratamientos Imidacloprid inyección (T2) y Acefato aspersión (T4), siendo las diferencias numéricas en estos porcentajes poco marcadas. Lo que

nos hace pensar que la distribución de *R. arizonensis* se encuentra en Islas dentro de la plantación, ya que no todos los árboles marcados presentaron daños por este factor.

Por otra parte la eficacia de los tratamientos Imidacloprid aspersión (T5) y Spirotetramat aspersión (T6) mostraron ser una alternativa de manejo ante el ataque de *Conophthorus edulis* en *Pinus cembroides*, por lo que podemos señalar que los tratamientos (T5) y (T6) pueden regular la presencia de *R. arizonensis* en plantaciones de piñoneras.

6.3.4. *Eucosma bobana*

Eucosma bobana Kearfott fue un factor de poca relevancia. El daño fue observado dentro del tratamiento Acefato por Aspersión (T4) por lo que no representa un daño de importancia. En Cuadro 16 se muestran los daños causados por este factor.

Cuadro 16. Proporción de conos dañados por *Eucosma bobana* en (T4) Acefato por aspersión. Santiago de Anaya 2011.

Tratamiento	N	% Proporción de conos dañados (Rango)
5 (Imidacloprid Aspersión)	5	0
6(Spirotetramat Aspersión)	5	0
1 (Acefato Inyección)	5	0
4 (Acefato Aspersión)	5	1.33 (20-30)
2 (Imidacloprid Inyección)	5	0
3 (Spirotetramat Inyección)	5	0
8 (Testigo)	5	0
7 (Testigo)	5	0

El control de dicha plaga se atribuye a la aplicación del tratamiento antes mencionado el cual conto con dos aplicaciones que evitaron la perdida en la producción de piñón por *Eucosma*. Cibrián *et al.*, (1995) consideran el daño por *Eucosma* de mediana importancia reportando en algunos lugares un daño del 5% de la cosecha, sin embargo en la Localidad El Porvenir no represento un daño significativo. Por lo que llevando una alternativa de manejo con productos sistémicos que disminuyan la población del factor de mayor importancia *C. edulis*, también actúan contra *Eucosma bobana* disminuyendo o incluso eliminando el daño en áreas piñoneras del Porvenir.

6.3.5. Otros factores

Dentro de esta evaluación se registraron pérdidas ocasionadas por un conjunto de factores de orden fisiológico y climático a los cuales se denominaron como factores desconocidos Figura 14. Dichas pérdidas se atribuyen a las condiciones de sequía que la región enfrentó a comparación de años anteriores. El estrés al cual estaba sometida la plantación por la escases de agua impidió que se logaran mejores resultados en las aplicaciones por inyección esto debido a las baja traslocación por los elementos conductores del xilema y floema. En el Cuadro 17 se muestra la mortalidad por estos factores.

Cuadro 17. Proporción de conos dañados por Otros factores en diferentes tratamientos de protección con insecticidas sistémicos. Santiago de Anaya 2011.

Tratamiento	N	% Proporción de conos dañados (Rango)
5 (Imidacloprid Aspersión)	5	4.33 (10-40)
6(Spirotetramat Aspersión)	5	2.02(17-50)
1 (Acefato Inyección)	5	3.56 (16-30)
4 (Acefato Aspersión)	5	0.67 (20-30)
2 (Imidacloprid Inyección)	5	2 (10-30)
3 (Spirotetramat Inyección)	5	0
8 (Testigo)	5	0
7 (Testigo)	5	0

Cabe mencionar que no fue posible determinar el daño causado por *Leptoglossus occidentalis* en esta evaluación, por lo que se contempla dentro de los factores desconocidos la pérdida de conos por este factor.

Flores y Martínez (1987) reportan en un estudio realizado en piñonares de Cardonal, Hidalgo un daño del 30.3% ocasionado por *L. occidentalis* y agentes no determinados o desconocidos, sin embargo el valor obtenido en El Porvenir es relativamente menor, quizás debido a varias causas, primera que no en todos los árboles marcados se registro la presencia de la chinche semillera, segunda quizás el número de árboles marcados (40 árboles en 10 ha) no fue suficiente el tamaño de muestra para registrar un valor confiable del daño causado por *L. occidentalis*, tercera los tratamientos aplicados por las dos técnicas (Aspersión-Inyección) fueron favorables para disminuir el daño por *L. occidentalis*. La evidencia del daño en las semillas fue un factor que se debió tomar mediante un análisis en la apariencia externa de la testa e interna de la semilla, la cosecha de piñón era una actividad que se debió llevar a cabo, sin embargo requería de un tiempo más prolongado de investigación. Flores y Martínez (1987) determinan una metodología la cual consiste en observar la apariencia externa de la testa factor que nos permite notar el cambio de color. En semillas sanas se muestra una testa de color café oscuro, mientras que el color de la testa de las semillas dañadas es grisáceo, tendiendo a un color crema, así como la dureza de la testa disminuye en las semillas dañadas.

Para determinar las características internas de las semillas atacadas Flores y Martínez (1987) determinaron tres clases: totalmente comidas, particularmente dañadas y las que presentaron un daño incipiente, diferencias que ayudan a poder identificar la viabilidad de las semillas de piñón Cuadro 18. Las imágenes basadas en radiografías son un método confiable y fácil que apoya a determinar la viabilidad de las semillas.

Cuadro 18. Características de semillas en *Pinus cembroides*, clasificación aportada por Flores y Martínez (1987).

Clasificación	Apariencia y color de la testa	Dureza de la testa	Estado de la cavidad
Totalmente comidas	Completamente desarrollada	Poco firme	Formación de una bolsa con restos de lo que fue el endospermo y el embrión con pequeñas partículas de consistencia esponjosa.
Parcialmente dañadas	Bien desarrollada, color café o crema grisáceo	Poco firme	Tegmen parcialmente adherido a la testa, la parte interna de color café brillante. El endospermo y el embrión forman una masa amorfa arrugada y seca, ocupando de 1/6 a 1/2 de la cavidad de la testa.
Daño incipiente	Testa bien desarrollada de color café oscuro	Firme	Endospermo no llena toda la cavidad

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el análisis de la efectividad de los tratamientos podemos decir que los tratamientos por aspersión son los más prometedores para controlar las poblaciones de estas plagas mostrándose en orden de efectividad: Imidacloprid (T5), Spirotetramat (T6), seguidos del tratamiento Acefato por inyección (T1) y Acefato por aspersión (T4) siendo tomado en cuenta este último por el bajo costo que representa la aplicación por aspersión.

Por lo antes mencionado nos enfocaremos en este trabajo a mostrar las alternativas de manejo que podemos establecer mediante los cuatro tratamientos con mayor efectividad (T5), (T6), (T1) y (T4).

6.4. Análisis Costo-Beneficio

Todos los cálculos fueron realizados con base a una hectárea con un aproximado de 250 árboles. Los costos implican dos aplicaciones de los tratamientos por aspersión (T5), (T6), (T4) y una aplicación por el método de inyección (T1). Es importante mencionar que los precios de mano de obra, equipo de protección, combustible, e insumos, entre otros pueden variar lo que podría ocasionar un incremento en la aplicación de los tratamientos.

Tenemos como dato base que el rendimiento de una bomba de 25 litros, alcanza para aplicar 25 árboles de 1.60- 2.00 m de altura en pino piñonero en plantaciones de una edad aproximada de 14 años.

Respecto al costo de mantenimiento de las bombas se le aplica una depreciación a 5 años. El precio de la motobomba propuesta a utilizar en la aplicación de tratamientos sistémicos tiene un costo que oscila entre los 8,000-10,000 pesos, lo que equivale a un costo anual de mantenimiento que va entre 1,600-2,000 pesos. Se tomo el rango máximo de 2,000 pesos del costo anual de mantenimiento y se dividió entre los 365 días que tiene el año con la finalidad de obtener la depreciación por día. Respecto al costo del combustible para el funcionamiento de

la motobomba, se tiene como dato que por jornada se utilizan 5 litros de gasolina por lo que se tomo en cuenta el gasto para dos aplicaciones.

Es recomendable para la aplicación de los tratamientos por aspersión elaborar la mezcla en toneles de 200 litros y dos personas aplican dos toneles por día o jornal, equivalente a 400 litros (Datos obtenidos por personal a cargo de las plantaciones de árboles de navidad en el estado de Puebla).

Los costos de las aplicaciones por aspersión se tomaron en cuenta de acuerdo a las dosis utilizadas en este estudio, empleando 1 L de la solución madre por árbol, por lo que elaborando 250 L de solución madre se logra asperjar una hectárea de piñonero. De acuerdo al análisis costo-beneficio se recomienda realizar la aplicación de productos sistémicos por la técnica de aspersión, ya que los costos no varían entre tratamientos, sin embargo la efectividad del Imidacloprid (83.33% de sobrevivencia) observada en este estudio puede ser respaldo para incorporarlo como primera opción como control químico. Los costos de aplicación de Spirotetramat y Acefato para una hectárea son rentables, lo que nos hace tener dos opciones más de control. Para las aplicaciones se tomó en cuenta un costo que denominamos (varios), factor que toma en cuenta equipo de protección, entre otros, APENDICE 3.

En la aplicación por inyección (T1) el costo es cuatro veces mayor (\$5,285.15) comparado con las aspersiones (T5 \$1,124.75), (T6 1,212.74), (T4 1,174.75).

Siendo los costos de inyectores y la renta del equipo de inyección los que generan el incremento del costo total en una hectárea de piñonero.

Cuadro 19. Análisis costo-beneficio

Tratamiento	Costo producto \$ /Litro	Dosis / aplicación (ml)	Costo / aplicación en 250 L de agua	Costo Total / 2 aplicaciones	Mano de obra (2 jornales 2011/2 aplicaciones)	Depreciación día de bombas \$/ 2 jornadas	Gasolina \$ / L	Gasolina \$/10 L	Varios	Costo total aplicación	Costo calculado por ha (250 árboles/ ha)	Costo total / árbol	
	5	Imidacloprid Aspersión: \$1,800	0.2 ml/1000 ml agua por árbol	\$115.00	\$230.00	\$240.00	\$10.95	\$9.88	\$98.80	\$545.00	\$1,124.75	\$1,124.75	\$4.49
	6	Spirotetramat Aspersión: \$2,500	0.6 ml/1000 ml agua por árbol	\$156.25	\$312.50	\$240.00	\$10.95	\$9.88	\$98.80	\$545.00	\$1,207.75	\$1,212.74	\$4.81
	4	Acefato Aspersión: \$560.00	3 gr/1000 ml agua por árbol	\$140.00	\$280.00	\$240.00	\$10.95	\$9.88	\$98.80	\$545.00	\$1,174.75	\$1,174.75	\$4.69
	Costo producto \$/Litro		Dosis / aplicación (ml)	Costo / aplicación en 10 L de agua	Costo Total / 1 aplicación	Mano de obra (1 jornal 2011/ 1 aplicación)	Costo unitario/ Inyectores	Costo Total/ Inyectores	Renta equipo Arbor-jet/ 1 aplicación	Varios	Costo total aplicación	Costo calculado por ha (250 árboles/ ha)	Costo total / árbol
1	Acefato Inyección: \$560.00	40 gr/200 ml	\$1,120.00	\$1,120.00	\$120.00	\$14.00	\$3,500.00	\$1,500.00	\$545.00	\$5,285.15	\$5,285.15	\$21.14	

7. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el trabajo, se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

Los tratamientos por aspersión Imidacloprid (T5), Spirotetramat (T6) son los más adecuados para el combate de *Conophthorus edulis* que afecta severamente a plantaciones productoras de piñón en la localidad El Porvenir, debido a su alta efectividad. Sin embargo los tratamientos Acefato por aspersión (T4) y Acefato por inyección (T1) mostraron resultados favorables que no se descartan en el control de dicha plaga.

Se presentó una baja efectividad en los tratamientos por inyección (T2) y (T3), comparados con los tratamientos por aspersión (T5) y (T6), esto debido a la baja traslocación de fluidos en la planta por los casi nueve meses de sequía que el sitio tenía como antecedente.

Las plagas insectiles representan un fuerte problema de salud de los piñoneros, y evitan que el arbolado tenga mejor vigor y que sea mayor la producción de conos y semillas, siendo *Conophthorus edulis* el factor de mayor importancia afectando poco más del 80% de la producción de piñón. Afectando la economía del productor disminuyendo la producción de piñón para su comercialización.

El análisis cosco-beneficio nos mostró que es más rentable realizar las aplicaciones de los insecticidas por la técnica de aspersión ya que el costo de la aplicación por inyección es cuatro veces mayor el costo de la aspersión.

8. LITERATURA CITADA

- CANO S., V.A.; TINAUT A.; SELFA J. 2002. Las hormigas (Hymenoptera, Formicidae) asociadas a pulgones (Hemíptera, Aphididae) en la Provincia de Valencia. *Graellsia*, 58(1): 21-37p. Madrid, España.
- CAMPOS B., R. 2002. Morfología del órgano genital masculino externo del género *Conophthorus* Hopkins en México. Tesis de Maestría. Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. Pp 63.
- CETINA A., V.M.; GARCÍA M., E.; KEYES R., M. 1985. Estudio sobre germinación del *Pinus cembroides* Zucc., en condiciones simuladas. Memorias del 1er Simposio Nacional de pinos piñoneros. Facultad de silvicultura y manejo de recursos renovables. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México. 83-88p.
- CIBRIÁN T., D.; EBEL B.H.; OYATES III H.O. y MENDEZ M., J.T. 1986. Cone and seed insects of the mexican conifers. Estación Experimental Forestal del Sureste Asheville, California del Norte. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Pp110.
- CIBRIÁN T., D.; MÉNDEZ M., J.T.; CAMPOS B., R.; FLORES L., J. 1995. Insectos forestales de México. 6 ed. MADERO. México, D.F., 453 p.
- CONAFOR. 2010. Ficha Técnica *Pinus cembroides*. Catalogo de contenido de carbono en especies forestales de tipo arbóreo del noreste de México. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México. S/n.

- DIAGNÓSTICO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE TAMAULIPAS. Sistema Productivo. Actividades económicas primarias. Tamaulipas, México. 66 p.
- ELIZONDO S., A.I y MURGUIDO M., C.A. 2010. Spirotetramat, nuevo insecticida para el control de insectos chupadores en el cultivo de la papa. Fitosanidad (14) 4: 229-234 p.
- FARJON A. y BRIAN T. STYLES. 1997. Pinus (Pinaceae) Flora Neotropica Monograph 75. The New York Botanical Garden. United States of America. 291p.
- GARCÍA M., E. 1985. Estado actual de conocimiento de los piñonares. Memorias del Primer Simposium Nacional sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de silvicultura y manejo de recursos renovables. 1-18p.
- FLORES A., J.R. y MARTÍNEZ R., S. 1987. Contribución al conocimiento de la biología e importancia de algunos insectos que se alimentan de conos y semillas de *Pinus cembroides* Zucc. Tesis de licenciatura. Ing. Agr. Ftal, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. 182 p.
- FLORES F., J.D y DÍAZ E., D.E. 1991. Evaluación de la mortalidad de conos y semillas en diferentes especies de pinos piñoneros, localizadas cerca de Saltillo, Coahuila. IV Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Tamaulipas, México. 150p.
- FLORES. F., J.D.; NÁJERA C., J.A.; MORALES Q., L. 2003. Principales plagas de los pinos piñoneros en el sur de Coahuila. Profesores Investigadores del

- Departamento Forestal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila. México. 423-427p.
- FRANCO I., Ma.G. 2001. Bioensayo sobre la efectividad de dos insecticidas sistémicos en el descortezador *phlocosinus tacubayae* Hoopkins. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Pp 49.
- GARCÍA H., E.J.; MÉNDEZ G. S. DE J.; TALAVERA M., D.2010. El Género *Agave* spp. en México: Principales usos de Importancia socioeconómica y agroecológica. VIII Simposium-Taller Nacional y 1er Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal". San Luis Potosí. México. Revista salud pública y nutrición. Edición especial 5:109-129 p.
- GONZÁLEZ A., J.; GRACÍA M., E.; VARGAS H., J.J.; TRINIDAD S., A.; ROMERO M., A.; CETINA A., V.M. 2006. Evaluación de la producción y análisis de conos y semillas de *Pinus cembroides* Zucc. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente. 12 (2): 133-138 p. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de México.
- HEDLIN A.F.; YATES III H., O.; CIBRIÁN T., D.; EBEL B.H.; KOERBER T.W. y MEKEL E.P. 1980. Cone and seed insects North American Conifers. Canadian Forestry Service, United States Forest Service, Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México. 122 p.
- HÖLLDOBLER, B. y WILSON, E. O., 1990. The Ants Belknap Press. Harvard University Press. Cambridge. 732 p.

- HOTTES, F. C. 1953. Notes on some species of *Cinara*, with descriptions of two new species from piñon pine. Proc. Biol. Soc. Wash. 66: 153-158 p.
- MOTA R., P. de J. 2003. Aplicación de Semioquímicos de Conophthorus (Col: Scolytidae) para la protección de la cosecha de semillas de Pinus cembroides en el Cardonal Hidalgo, México. Tesis como requisito para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 76 Pp.
- PASSINI M., F.; CIBRIÁN T., D.; EGUILUZ P., T. 1987. Pinos Piñoneros. Memorias del II Simposio Nacional sobre pinos piñoneros. Embajada de Francia, México, D.F., 311 p.
- PEREZ A., P., R. 1990. Árboles individuales de Pinus cembroides como bloques de experimentos con insecticidas para plagas de conos y semillas en el Cardonal, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Ing. Agr. Parasitología. División Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. 57p.
- PERRY Jr. J.P. 1991. The pines of México and Central America. Portland, Oregon.
- PROGRAMA DE DESARROLLO COMUNITARIO. 2010. El Porvenir, Municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo. 231Pp.
- RICHARDSON D.M. 1998. Ecology and Biogeography of *Pinus*. University Press, Cambridge. USA, New York. 527 Pp.
- RIVAS T., D. 1996. Inyecciones sistémicas en los árboles. Universidad Autónoma Chapingo. Preparatoria Agrícola. Área de Agronomía. Texcoco, Estado de México. 15 Pp.

- SÁNCHEZ R., G.; LEDEZMA P., S.; SUÁN A., H.; FLORES L., J. 1991. Utilización de la Técnica de Análisis de cono aplicada en semillas de *Pinus nelsonii* Shaw provenientes de Miquihuana, Tamaulipas. Memorias del IV Simposio Nacional sobre pinos piñoneros. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tamaulipas, México. 150 p.
- SUZÁN A., H.; SANCHÉZ R., G.; LEDEZMA P., S. 1991. El cultivo de los pinos piñoneros: Una alternativa para regiones semiáridas. Memorias del IV Simposio Nacional sobre pinos piñoneros. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tamaulipas, México. 150 p.
- VAN PELT A. 1971. Trophobiosis and feeding habits of *Liometopum apiculatum* (Hymenoptera: Formicidae) in the Chisos Mountains Texas. An. Entomol. Soc. Am. 64(5): 1186Pp.
- VÁZQUEZ M.A; COSTAS M.; OUTERFLO R.; MELERO A., R. 2009. Una chinche invasora en la Comunidad de Madrid: *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemíptera: Heteróptera: Coreidae). Heteropterus Revista de Entomología 9(1):49-51 p. Madrid, España.
- VELASCO C., C.; CORONA V., M. DEL C. Y PEÑA M., R. 2007. *Liometopum apiculatum* (Formicidae: Dolichoderinae) su relación trofobiótica con Hemíptera Sternorrhyncha en Tlaxco, Tlaxcala, México. Acta Zoológica Mexicana. Vol. 23 núm. 002, 30-42 p.
- Consulta en páginas web.
- BAYER CROPSCIENCE. 2005. Insecticida Confidor 350 SC. Información Técnica. Disponible: <http://www.bayercropscience.com.mx> consultado noviembre 2011.

BAYER CROPSCIENCE. 2007. Insecticida Imidacloprid 350 SC. Disponible: <http://www.bayercropscience.com> consultado noviembre 2011.

BAYER CROPSCIENCE. 2008. Insecticida Confidor 350 SC. Información Técnica. Disponible: <http://www.bayercropscience.com> consultado noviembre 2011.

BAYER CROPSCIENCE. 2008. Movento SC. Sin lugar para esconderse control de chupadores-2 vías sistémicas. Revista Bayer CropScience para la Agricultura Moderna. Disponible: <http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx> consultado noviembre 2011.

CONABIO. 2001. Disponible http://www.conabio.gob/conocimiento/info_especies/árboles/doctos/índice_especies.html consultado septiembre 2011.

PROFICOL. 2010. Orthene 75% SP. Departamento Técnico PROFICOL. Disponible: <http://www.proficol.com> consultado noviembre 2011.

SYNGENTA. 2010. Propiedades Biológicas de la Emamectina. Madrid, España. Disponible: <http://www.syngentaagro.es/affirm/principio-activo.aspx> consultado noviembre 2011.

9. APENDICE

APENDICE 1. Análisis de Varianza y Prueba de τ para porcentaje de supervivencia

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	9	18035.80668	2003.97852	3.84	0.0014
Error	40	20847.98112	521.19953		
Total correcto	49	38883.78780			
R-cuadrado		Coef Var	Raíz MSE	ind Media	
0.463839		47.29015	22.82979	48.27600	

APENDICE 2. Análisis de Varianza y Prueba de τ para porcentaje de mortalidad por *Conophthorus edulis*

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	7	18252.25460	2607.46494	6.54	0.0001
Error	32	12757.57608	398.67425		
Total correcto	39	31009.83068			
R-cuadrado		Coef Var	Raíz MSE	ind Media	
0.588596		45.56218	19.96683	48.82325	

APENDICE 3. Costo de materiales y herramientas de protección (varios)

Material y herramientas	Tipo de gasto	Unidades	Precio unitario	Total
Overoles*	INVERSIÓN	1	60.00	\$ 60.00
Lentes*	INVERSIÓN	1	25.00	\$ 25.00
Mascarillas de doble filtro*	INVERSIÓN	1	105.00	\$ 105.00
Guantes de plástico*	INVERSIÓN	1	25.00	\$ 25.00
Botas de hule*	INVERSIÓN	1	105.00	\$ 105.00
Detergente**	CORRIENTE	1	25.00	\$ 25.00
Paquete de Jeringas de 5 ml**	CORRIENTE	1	40.00	\$ 40.00
Frascos de vidrio (graduados)*	INVERSIÓN	4	40.00	\$ 160.00
Total				\$ 545.00