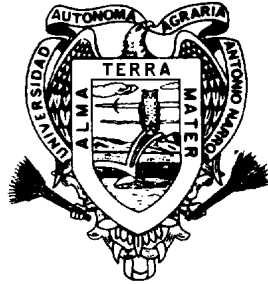


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**EVALUACIÓN DE MUÉRDAGO KILLER® Y SULFATO DE COBRE
PARA EL CONTROL DE *Tillandsia recurvata* EN *Pinus cembroides*
Zucc.**

TESIS PROFESIONAL

PRESENTADA POR:

YESENIA MUÑOZ MARINA

Como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

EVALUACIÓN DE MUÉRDAGO KILLER® Y SULFATO DE COBRE EN
EL CONTROL DE *Tillandsia recurvata* EN *Pinus cembroides* Zucc.

POR:

YESENIA MUÑOZ MARINA

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA



Asesor Principal



Coordinador de la División de
Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

M.C Jorge David Flores Flores

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

EVALUACIÓN DE MUÉRDAGO KILLER® Y SULFATO DE COBRE EN
EL CONTROL DE *Tillandsia recurvata* EN *Pinus cembroides* Zucc.

POR:

YESENIA MUÑOZ MARINA

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA


MC. Jorge David Flores Flores

Asesor principal


M.C. Mario Torres Espinosa

Asesor


Ing. Sergio Braham Sabag

Asesor

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2011

DEDICATORIA

A dios nuestro señor por darme la vida, las fuerzas para vencer los obstáculos puestos en mi camino y guiarme a cada paso.

A mis padres por depositar en mi toda su confianza, por creer en mis sueños, respetarlos y apoyarme infinitamente en todo momento.

A mi padre el Sr. Julio Cesar Muñoz Vicente porque sin sus sabios consejos y regaños que de niña recibí, no sé qué sería de mi en estos momentos.

A mi madre la Sra. Sari Marina López por que tus incansables manos, trabajaron tanto para que lograra terminar la carrera.

A mis abuelos

Ángel Marina Pérez (†) por enseñarme que el regalo más hermoso que dios nos puede dar es la vida. Ignacia López Tamayo (†) por considerarme su niña linda. Especialmente a mi abuelita Josefa Vicente, por sus cuidados y bendiciones ¡que dios te bendiga abue.

A mis hermanos

Norma del Carmen, Julio Alberto, Luis Obdulio y Edgar de Jesús; por enseñarme que las cosas amargas saben dulces si se tiene el apoyo de la familia. A mi cuñada Ana Isabel, por el infinito apoyo brindado a mi madre y convertirse en su mano derecha en el negocio familiar.

A mis tíos

Ángel, Odulia, Reyna (†), Cristina, Sabel, José Manuel, José Ángel, Iber, Oney (†), Blanca Cielo y Roxana; por sus palabras de aliento; a Tere y Edray, por las infinitas muestras cariño recibidas de su parte. Principalmente a María Guadalupe (Lupita), por el apoyo incondicional brindado a la familia en los momentos más difíciles.

A mi novio Mario Humberto Gutiérrez Vázquez por estar a mi lado cuando más lo necesité y enseñarme que aún para las cosas más difíciles, la mejor solución es enfrentarla con sensatez. Mis logros también son tuyos amor, al igual que mi corazón.

Con todo mi amor Yesi.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Terra Mater por abrirme las puertas de sus instalaciones, y formarme no solamente como profesionalista, también como mejor ser humano.

Al M.C. Jorge David Flores, por darme la oportunidad de estar bajo su tutela y asesoramiento es esta tesis, por brindarme su cariño, amistad y abrirme las puertas de su hogar.

Al Ing. Sergio Braham Sabag, por el apoyo en la revisión de la presente tesis, y sobre todo por la amistad incondicional.

Al M.C. Mario Torres Espinosa, por su ayuda indispensable en el trabajo de campo, dedicación y paciencia en este proyecto de investigación.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, por el financiamiento del proyecto.

Al Ing. José Gil Cabrera por sus amables atenciones y su amistad brindada.

A todo el personal del departamento de Forestal, por las atenciones brindadas durante la estancia en la Institución.

Al internado Matamoros por convertirse en mi segundo hogar, por cobijarme los 5 años que duró la carrera; especialmente a mis compañeras del cuarto 8 del 126, por el respeto recibido y por brindarme su amistad incondicional.

A la Lic. Dora Elia Fuentes Picón, que se convirtió en algo más que una gran amiga, porque mis preocupaciones se convirtieron en las suyas y por el aliento que siempre me dio para sacar adelante la carrera.

A mis amigos y compañeros de la generación **CXI** de la carrera de Ingeniería Forestal, por los momentos inolvidables que pasamos juntos. De manera especial a Edwin Verdugo y Marisol Butrón por el apoyo brindado en el presente trabajo. A mis mejores amigos Carmen Piñeyro, Zenon Ugarte, Víctor Hugo, Darinel Genovés, Alejandra Reyes, Martín Marina; por su comprensión y amistad sincera.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
ÍNDICE DE CUADROS	6
INDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMEN	iiv
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Importancia del tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos.	3
1.4 Hipótesis	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Importancia del <i>Pinus cembroides</i> Zucc.....	4
2.1.1 Importancia económica.....	5
2.1.2 Importancia ecológica	5
2.1.3 Importancia social	6
2.1.4 Factores de deterioro de los bosques de <i>Pinus cembroides</i> Zucc.....	6
2.2 Posición taxonómica de <i>Tillandsia recurvata</i>	8
2.3 Condiciones ecológicas para el desarrollo de <i>T. recurvata</i>	11
2.4 Tipos de daños causados por <i>Tillandsia recurvata</i>	13
2.5 Distribución de <i>T. recurvata</i> en México.....	13
2.6 Usos potenciales de <i>T. recurvata</i>	14
2.7 Métodos de control de <i>Tillandsia recurvata</i>	14
2.8 Información técnica de los productos.....	15
2.9 Trabajos afines	17
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	21

3.1	Localización y descripción del área de estudio.....	21
3.1.1	Estructura del arbolado.	26
3.2	Procedimiento experimental.....	27
3.2.1	Tratamientos y Diseño experimental	28
3.2.2	Aplicación de los tratamientos	30
3.3	Variables observadas.....	30
3.3.1	Evaluación del porcentaje de mortalidad de las motitas.....	31
3.3.2	Evaluación grado de afectación en la altura, diámetro y peso de las motitas.....	32
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1	Resultados derivados del Muérdago Killer.....	35
4.1.1	Porcentaje de mortalidad en las borlas de <i>T. recurvata</i>	35
4.1.2	Grado de afectación del Muérdago Killer en la altura, diámetro y porcentaje de humedad de las borlas de <i>T. recurvata</i>	38
4.2	Resultados derivados con la prueba del Sulfato de Cobre.....	43
4.2.1	Grado de mortalidad en las borlas de <i>T. recurvata</i> con Sulfato de Cobre.....	43
4.2.2	Grado de afectación del Sulfato de Cobre en la altura, diámetro y porcentaje de humedad de las borlas de <i>T. recurvata</i>	45
6	RECOMENDACIONES.....	49
7	LITERATURA CITADA	50

ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 1. Temperaturas extremas registradas en los últimos 11 años.....	22
Cuadro 2. Distribución de los tratamientos de Muérdago Killer en un diseño completamente al azar.....	29
Cuadro 3. Distribución de los tratamientos de Sulfato de Cobre en un diseño completamente al azar.....	29
Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad y otros niveles de daños en las borlas de <i>T. recurvata</i> con aplicaciones de MK.....	35
Cuadro 5. Análisis de varianza en la mortalidad de las borlas de <i>T. recurvata</i> usando Muérdago Killer.....	36
Cuadro 6. Prueba de comparación de medias de Tukey con nivel de significancia de 0.05, en la mortalidad de <i>T. recurvata</i> usando Muérdago Killer.....	37
Cuadro 7. Análisis de varianza de las borlas de <i>T. recurvata</i> con daño fuerte usando Muérdago Killer.....	37
Cuadro 8. Prueba de comparación de medias de Tukey con nivel de significancia de 0.05, en las borlas de <i>T. recurvata</i> para evaluar fuerte usando Muérdago Killer.....	38
Cuadro 1. Análisis de varianza para la altura de las borlas de <i>T. recurvata</i> a los cuarenta días de aplicación.....	39
Cuadro 9. Análisis de varianza para el diámetro de las borlas de <i>T. recurvata</i> a los cuarenta días de aplicación.....	39
Cuadro 10. Análisis de varianza para la pérdida de humedad de las borlas de <i>T. recurvata</i> a los cuarenta días de aplicación.....	40
Cuadro 11. Prueba de comparación de medias de Tukey con nivel de significancia de 0.05, en las borlas de <i>T. recurvata</i> para evaluar la pérdida de humedad Muérdago Killer.....	40
Cuadro 12. Porcentaje de mortalidad y otros niveles de daño en las borlas de <i>T. recurvata</i> con aplicaciones de Sulfato de Cobre.....	43
Cuadro 13. Análisis de varianza en la mortalidad de las borlas de <i>T. recurvata</i> usando sulfato de cobre.....	44

Cuadro 24. Análisis de varianza de las borlas de <i>T. recurvata</i> con daño fuerte usando sulfato de cobre.....	45
Cuadro 3. Prueba de comparación de medias de Tukey con nivel de significancia de 0.05, en las borlas de <i>T. recurvata</i> con daño fuerte usando sulfato de cobre.....	45
Cuadro 16. Análisis de varianza para la altura de las borlas de <i>T. recurvata</i> a los cuarenta días de aplicación.....	46
Cuadro 17. Análisis de varianza para el diámetro de las borlas de <i>T. recurvata</i> a los cuarenta días de aplicación.....	46
Cuadro 4. Análisis de varianza para la pérdida de humedad de las borlas de <i>T. recurvata</i> a los cuarenta días de aplicación.....	47
Cuadro 19. Prueba de comparación de medias de Tukey con nivel de significancia de 0.05, en la pérdida de humedad de las borlas de <i>T. recurvata</i> con daño fuerte usando sulfato de cobre.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Imagen 1. Motita o borla de <i>Tillandsia recurvata</i>	9
Imagen 2. Área de estudio en el ejido Cuauhtémoc dentro de la Sierra Zapalinamé.....	21
Imagen 3. Método de Hankworth (1980), para evaluar la infestación de <i>T. recurvata</i> en el ejido Cuauhtémoc, Saltillo; Coahuila.....	27
Imagen 4. Aplicación de los tratamientos de MK y SC.....	30
Imagen 5. Medición de la altura de <i>T. recurvata</i>	32
Imagen 6. Medición del diámetro de <i>T. recurvata</i>	33
Imagen 7. Determinación del peso de <i>T. recurvata</i>	33
Gráfica 1. Porcentaje de mortalidad y otros niveles de daño en las borlas de <i>T. recurvata</i> con aplicaciones de MK.....	36
Grafico 2. Perdida de humedad en las borlas de <i>T. recurvata</i> con MK.....	41
Grafico 3. Porcentaje de mortalidad de las borlas de <i>T. recurvata</i> con Sulfato de Cobre.....	44

RESUMEN

Tillandsia recurvata conocida comúnmente como heno, en los últimos 15 años se ha convertido en el mayor problema fitosanitario de la región, invadiendo en forma severa a diferentes recursos forestales maderables y no maderables. Ante tal situación se planteó el presente estudio con el objetivo de evaluar la eficiencia de los productos Muérdago Killer® (MK) al 10% y Sulfato de Cobre Pentahidratado para el control de *T. recurvata* en un bosque de *Pinus cembroides* en aplicaciones de verano. Para tal efecto se seleccionó un sitio conformado por árboles jóvenes con altura promedio de 6.42 m, diámetro a la altura de pecho de 12.22 cm y una cobertura de copa de 2.7 m y con grado de afectación 6 según la clasificación de Hansworth (1980). Para cada producto se aplicaron 5 tratamientos, con 4 repeticiones distribuidos en un diseño completamente al azar. El tamaño de muestra fue de 2 árboles por unidad experimental dando un total de 40 árboles en el área experimental de cada producto. Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una bomba aspersora manual de mochila, con capacidad de 10 litros y un alcance de 4 m de altura del producto asperjado. La primera aplicación se hizo el día 28 de mayo de 2010 y la segunda el día 17 de junio del mismo año. Las variables medidas fueron el grado de mortalidad de *T. recurvata* con base al cambio de textura y color, también se evaluó el grado de afectación de las motitas en cuanto a altura, diámetro y peso. El producto Muérdago Killer con el tratamiento 4 (50% de MK, mas 50% de agua con dos aplicaciones) logró matar al 100% de las borlas de *T. recurvata*, mientras que para el Sulfato de Cobre el mejor tratamiento fue el 1 (7.5 gr/litro de agua y una aplicación) con un 32.5 % de mortalidad. Cabe señalar que ninguno de los tratamiento aplicados, a pesar de la mortalidad observada, lograron desprender a las borlas de su hospedero.

Palabras clave: Muérdago Killer®, *Pinus cembroides*, Sulfato de Cobre, *Tillandsia recurvata*

I INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del tema

Se estima que la tasa de deforestación para México va desde 75,000 hectáreas a más de 1.8 millones de hectáreas por año (INEGI, 2010). Los principales factores que influyen en la pérdida de la cubierta forestal son: cambio y uso del suelo, la extracción legal e ilegal de los productos forestales, incendios forestales, contaminación de agua y aire, y el ataque de plagas y enfermedades forestales, entre otros factores (WWF, 2007).

Notablemente en los últimos 15 años los bosques de Coahuila se han visto severamente afectados por la invasión de la planta *Tillandsia recurvata*, mejor conocida como heno motita, que siendo una planta epífita se ha convertido en un serio problema de salud para los bosques de esta región (Flores *et al.*, 1995).

T. recurvata es una planta epífita parásita solo de espacio (Castellanos *et al.*, 2009), ya que de su hospedero solo requiere apoyo físico para sostenerse. Sus nutrientes los recibe del polvo y partículas que colecta con sus pelillos. Las raíces de *T. recurvata* no penetran los tejidos de su hospedero, sin embargo, en las zonas que ésta se presenta desarrolla un súber de reacción y de células con contenido obscuro, posiblemente de naturaleza fenólica y como barrera química al establecimiento de enfermedades. Sin embargo Aguilar *et al.* (200), aseguran que cuando la fijación de la epífita es mayor, pueden llegar a la madera y causar una reacción en el número y diámetro de los vasos. De igual forma Páez *et al.*, (2005), señalan que *T. recurvata* probablemente también afecta negativamente la movilización de dióxido de carbono hacia los tejidos internos o a la disipación de calor y luz y que además esta planta además de árboles suele colonizar cables eléctricos y telefónicos.

1.2 Planteamiento del problema

En Coahuila, los recursos forestales maderables están muy por abajo de la importancia económica de los existentes en otras entidades de la república como

Chihuahua, Durango, Oaxaca y Michoacán; sin embargo su importancia radica en lo ecológico, social y científico ya que existen especies endémicas como los pinos piñoneros *Pinus culminicola*, *P. johannis* y las especies de *Picea* que también están enlistadas como especies protegidas. Por tales motivos y con mayor razón, los pocos recursos existentes se deben proteger y conservar (Rodríguez, 1991).

Sin embargo el deterioro de los recursos forestales no cesa, basta señalar el gran impacto negativo que en este mismo año han tenido los incendios los cuales han arrasado hasta este momento de redactar la tesis, con más de 350,000 ha., de pastizales, matorrales y arbolado adulto solo en Coahuila (Boletín informativo de la CONAFOR, 2011); o el ataque de insectos descortezadores que se presentó en los años del 2000 al 2002 los cuales mataron a más 50,000 árboles de Pinos y Oyameles. (Flores, 2001)

Actualmente *Tillandsia recurvata* se presenta como el principal problema parasitológico de salud en las áreas arboladas de esta entidad y los esfuerzos que se han realizado para controlar las poblaciones de heno motita, como regionalmente se le conoce, han resultado insatisfactorios y caros. (Flores *et al* 2005; Coria y Vázquez, 2008; Hernández, 2010; Cisneros, 2010).

Uno de los productos que la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) ha promovido para ser probado para el control del heno motita es el Muérdago Killer, debido a que es un producto orgánico fabricado a base de algas marinas, que pudiera resultar ser la alternativa de solución para detener la población de *Tillandsia recurvata*.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia de Muérdago Killer® al 10% y Sulfato de Cobre para el control de *Tillandsia recurvata* en *Pinus cembroides* Zucc., en aplicaciones de verano.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Determinar la dosis óptima de Muérdago Killer® y Sulfato de Cobre para el control de *Tillandsia recurvata*.

- Evaluar la posible Fitotoxicidad de estos productos en el follaje de *Pinus cembroides* y vegetación asociada.

1.4 Hipótesis

Ho. El Muérdago Killer® y el Sulfato de Cobre controlan en forma similar a *Tillandsia recurvata*.

Ha. Al menos uno de los dos productos en cualquiera de sus dosis es mejor para controlar a *Tillandsia recurvata*.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del *Pinus cembroides* Zucc.

Los bosques de *Pinus cembroides* se distribuyen en las laderas interiores de la Sierra Madre Oriental del noroeste de México. Es una especie originaria de México, su área de distribución abarca desde el oeste de Estados Unidos de América hasta México entre 18° y 32° de latitud norte (Constante *et al.*, 2009).

Es uno de los pinos con mayor distribución en México (19 estados), sus mayores poblaciones las encontramos en: Chihuahua, Durango, Coahuila, Nuevo León, Hidalgo y Zacatecas, su altitud oscila entre 1,350 a 2,800 msnm. Su alta tolerancia a suelos someros, sequia, heladas, altas temperaturas y luz, hace de *P. cembroides* una especie muy atractiva para reforestar zonas áridas (Almaraz, 1992).

Los suelos donde se desarrolla *P. cembroides*, por lo general, son pobres en fertilidad, secos, pedregosos y calizos, de color grisáceo a negro, calcáreos, con pH neutro a alcalino. Esta especie es de alto potencial adaptativo y lento crecimiento. Las bajas temperaturas influyen de manera favorable en el crecimiento del piñonero y en la producción de conos. Los árboles tardan muchos años en fructificar por primera vez, además es una especie que se regenera fácilmente (Almaraz, 1992).

Ríos *et al.*, (2008) recomiendan a *P. pinceana* y *P. cembroides* para reforestación de sitios degradados en las laderas semiáridas de la Sierra Madre Oriental del noroeste de México.

Además representa hábitat para la fauna silvestre, el 90% del volumen de la semilla producida, constituye el alimento básico de muchas aves y mamíferos (Constante *et al.*, 2009). Además de ser conocida por su madera suave, sobresale su fruto comestible, que abastece poco menos del 90% de los piñones conocidos en el mercado debido a su alto valor nutricional, alto porcentaje de grasas y proteínas (Almaraz, 1992).

Aunque *P. cembroides* es una especie no endémica, se encuentra en la Norma Oficial Mexicana 059 de la SEMARNAT en protección especial.

2.1.1 Importancia económica

Su resina es utilizada en impermeabilizantes y como pegamentos de ollas y canastas, su madera suave es utilizada en las construcciones rurales, para fabricación de muebles, estructuras internas de las minas, huertas, postes para cerca y leña, etc. (Almaraz, 1992).

Martínez (1968) y Constante *et al.*, (2009) resaltan que la importancia maderera de *P. cembroides* es mínima, pero el fruto o piñón es de alto valor económico, al constituir 90% de la cosecha de piñones en la república mexicana siendo Nuevo León el estado de mayor productor de piñón. (Almaraz, 1992).

El precio del piñón con cascara en Saltillo osciló de 60 a 80 pesos, mientras que las semillas sin cascara alcanzó hasta \$450.00 el kilogramo (Precio de 2010), lo que representa un ingreso adicional para las familias que habitan en las zonas donde se distribuye naturalmente.

Agrega el mismo autor que en la actualidad no existen plantaciones con fines de de piñón por lo tanto este fruto es solamente un producto de recolección de las poblaciones naturales.

2.1.2 Importancia ecológica

La Sierra Zapalinamé es la fuente de agua más importante para la ciudad de Saltillo, Coahuila y poblaciones aledañas; *Pinus cembroides* Zucc., es la especie dominante, en particular para el ejido Cuauhtémoc. Los bosques de *P. cembroides* poseen importantes funciones ecológicas como la retención del suelo, incremento de la infiltración, el secuestro de bióxido de carbono, hábitat de fauna silvestre, además presenta resistencia a sequias de hasta ocho meses y a las heladas, lo que la hace muy atractiva para reforestar zonas áridas (Navarro *et al.*, 2000).

Es una especie de amplia plasticidad genética y ambiental y eso la hace importante en proyectos de reforestación o restauración de áreas degradadas (Ríos *et al.*, 2008).

2.1.3 Importancia social

El ingreso por la venta de los productos derivados de *P. cembroides*, especialmente de las semillas, representa un ingreso adicional que ayuda a la subsistencia de las familias coahuilenses (Almaraz, 1992).

Gracias a las familias completas dedicadas a la recolección de este fruto, la población de Saltillo puede disfrutar de unos deliciosos piñones crudos, tostados o en otras presentaciones.

2.1.4 Factores de deterioro de los bosques de *Pinus cembroides* Zucc.

Barragán (2007) menciona que algunos de los factores que favorecen el deterioro de los bosques de *P. cembroides* son: el crecimiento de los desarrollos humanos, el desarrollo de fraccionamientos campestres, incendios forestales, explotación del material pétreo y la extracción de tierra de monte. Mientras que Ríos *et al.* (2008) aseguran que las acciones que han afectado a los bosques naturales templados que cubren parte importante de las zonas semisecas y templadas en el norte de México son cambio en uso de los suelos y las sequías.

El crecimiento de desarrollos urbanos

Es el factor de mayor impacto en el norte y noroeste del Área Natural Protegida (ANP) “Sierra Zapalinamé”, donde el crecimiento de la ciudad de Saltillo, llega en algunos puntos casi a los límites mismos del ANP. La urbanización de un área provoca la transformación del suelo, esto causa que haya una disminución en la infiltración (fraccionar y pavimentar los suelos) y altera el flujo de agua hacia los acuíferos subterráneos. Los desmontes para nuevos desarrollos urbanos continúan avanzando impactando gravemente a los escasos recursos naturales y disminuyendo la zona de recarga básica de los acuíferos.

Desarrollo de fraccionamientos campestres.

Se ha revalorizado el suelo en muchas áreas con cubierta forestal arbórea por sus valores estéticos, trayendo como consecuencia la creación de numerosos fraccionamientos campestres y viviendas exclusivas para días de asueto y vacaciones. Estos desarrollos de fraccionamientos campestres ha afectado

principalmente áreas de vegetación boscosa de pino encino y piñonero principalmente.

Incendios forestales

En la sierra Zapalinamé se han presentado incendios forestales frecuentes en los últimos 20 años, no atribuibles a causas naturales, siendo el común denominador los descuidos humanos. Los pobladores del área protegida no utilizan el fuego como herramienta en sus prácticas agropecuarias, los descuidos de paseantes y la introducción de habitantes de las colonias aledañas al área son las causas. La zona norte de la sierra Zapalinamé muestra la mayor incidencia de este tipo de disturbio, reflejo de la presión que ejercen los riesgos de incendios forestales.

Explotación del material pétreo

Aunado al crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Saltillo y Ramos Arizpe, la demanda de materiales para la construcción se ha incrementado de manera significativa, debido a ello las explotaciones de materiales pétreos, gravas y arenas ha aumentado en los últimos 20 años.

Extracción de tierra de monte

Es común en el área encontrar espacios donde se ha extraído la tierra de monte con el fin de ser vendida como abono o suelo para macetas, no se cuenta con datos de volúmenes de extracción, ni tampoco alguna manera de controlar esta actividad.

Cambio en uso de los suelos

En el área de distribución de *P. cembroides* el pastoreo es la principal actividad económica, aunado a las cargas de animales que sobrepasan normalmente la recomendada por agencias gubernamentales, esta actividad interfiere en el deterioro parcial o total de la especie.

Las sequías

Las sequías ocurridas recientemente, asociadas posiblemente con el calentamiento de la tierra han puesto de manifiesto la vulnerabilidad de varias

especies en los ecosistemas del norte de México, dentro de las cuales destacan varias especies de pinos piñoneros.

También es importante señalar en el deterioro de *P. cembroides* las siguientes causas:

- Posibles cambios del clima
- Colecta de leña
- Recreación desordenada
- Tala clandestina del arbolado
- Ataque de plagas, enfermedades y plantas parásitas, como es el caso de *Tillandsia recurvata*, que hoy díaes uno de los más grandes problemas que enfrenta este recurso.

2.2 Posición taxonómica de *Tillandsia recurvata*

De acuerdo con Conzatti (1947), la clasificación taxonómica de *T. recurvata* es la siguiente:

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinids

Orden: Poales

Familia: Bromeliaceae

Género: *Tillandsia*

Especie: *recurvata*

2.2.1 Generalidades de *Tillandsia recurvata*

Raíces: el sistema radicular es muy reducido y la estrategia que tiene para absorber minerales y agua es a través de las hojas (Kamila, 2005). Esta planta no tiene una raíz propiamente dicha, sino que posee un sistema de rizoides que le sirven de sostén principal de la planta, mediante el desarrollo de esclerenquima

en la raíz vieja determina la formación de un rígido órgano de sostén, la fijación de *T. recurvata* depende de las ramificaciones de las rizoides adventicias, los pelos radicales intervienen también en el sostenimiento de la planta al hospedero o al suelo (Matuda, 1957).

Hojas: tiene unas estructuras que se denominan tricomas y estas reemplazan a las raíces en la función de absorción (Kamila, 2005). Dístico ordenadas, 3-17 cm de largo, densamente pruinoso-escamosas con escamas cinéreas o ferrugíneas; vainas elíptico-ovadas, delgadas, multinervadas con un margen enervado ancho hialino, con la base extrema glabra, y en lo demás densamente escamosas y con un margen ciliado de escamas alargadas, imbricadas y ocultando completamente el caule; láminas típicamente recurvadas, algunas veces solamente patentes o aun erguidas, lineares, rollizas, de 0.5-2 mm de diámetro, un poco blando con un punto débil (Matuda, 1957).



Imagen 2. Motita o borla de *Tillandsia recurvata*

Inflorescencia: típicamente 1-2 flores o raramente hasta 5 flores, densa; brácteas florales como las brácteas del escapo pero menores, típicamente igualando o más largas que los sépalos pero a menudo distintamente más cortas, varionervadas, densamente escamosas. Flores erguidas, subsésiles. Sépalos lanceolados, usualmente agudos, de 4-9 mm de largo, delgados, con 3 o más nervios prominentes, hasta 13 cm de largo, casi 0.5 mm de diámetro; brácteas del escapo, especies algo escamosos en una proporción creciente de ejemplares. Pétalos estrechos, pálido-violados o blancos. Estambres profundamente inclusos,

superando el pistilo. Cápsula delgadamente cilíndrica, abruptamente corto-picuda, hasta 3 cm (Matuda, 1957).

Fruto: el fruto es una capsula cilíndrica de unos 5 a 25 mm de largo, de dos o más carpelos, con número variable de cavidades y líneas de dehiscencia, abruptamente terminada en un pico corto. En su interior alberga varias semillas de consistencia viscosa (Villarreal, 1994).

Reproducción: se reproducen como otras bromelias también en dos maneras. La primera es la “normal” por polinización y producción de semillas. Estas no se autofecundan y el polen tiene que venir de otra planta de la misma especie. La otra manera es la reproducción de plántulas llamadas “hijuelos”. De la planta madre brotan, muchas veces en el tallo, nuevas plantas. Esto sucede por lo general después de la floración. Una planta puede tener varios hijuelos que pueden ser quitados y desarrollados solos por separado ó dejados junto con la planta madre, para formar una colonia (Páez *et al.*, 2005).

Fotosíntesis: posee metabolismo CAM (ácido de las crasuláceas), según sus siglas en inglés, está estrechamente relacionado con la fotosíntesis C₄, esto se debe a que la enzima PEP carboxilasa fija CO₂ al añadirlo al PEP dando lugar a los ácidos C₄, la formación de los ácidos está separada especialmente del ciclo de Calvin. Como una parte de su adaptación hacia los hábitat secos, solo abren sus estomas durante la noche por lo que es el único momento en que gran cantidad de CO₂ puede penetrar a la hoja. El CO₂ se fija al combinarse con el PEP carboxilasa dando lugar a ácidos C₄ (ácido málico principalmente). Otros ácidos, tales como el ácido cítrico se derivan del ácido málico, estos ácidos se almacenan en grandes vacuolas de las células fotosintetizadoras. Al salir el sol, los estomas se cierran (impidiendo la pérdida de agua por el calor del día) y la luz dispara la producción de ATP y NADPH, mientras que los ácidos se descomponen para liberar CO₂ (Matuda, 1957).

Tillandsia recurvata tienen un papel potencial en la captura de la niebla, probablemente es la fuente principal durante la estación seca, para este momento se apoya de su actividad fisiológica y reproductiva. La capacidad de almacenamiento de las hojas de esta planta, podría tener influencia en la cantidad de agua disponible para la evaporación, pero si esta especie coloniza los bosques

de montaña, el efecto podría ser negativo en la recarga de agua, porque toma hasta 12 horas para alcanzar condiciones de saturación (Guevara *et al.*, 2010).

Algunos nombres comunes que se atribuye a esta planta son: heno motita, gallitos, clavel de aire, musgo, pastle y piñitas.

En la Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-O11 que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de Musgo, Heno y Doradilla.

2. 3 Condiciones ecológicas para el desarrollo de *T. recurvata*.

Crow (2000) señala que las condiciones favorables para que se desarrolle el heno motita son las siguientes:

- Áreas con baja intensidad de luz
- Un área con poca corriente del aire
- Una alta humedad relativa

Dichas condiciones son encontradas bajo el dosel de muchos árboles de sombra. Los árboles suelen desarrollar la mayor parte del follaje en sus extremidades, mientras en la parte interior de la copa está vacía y en los árboles de gran tamaño dentro de las grandes ramas; son los lugares donde se encuentra el hábitat ideal para *Tillandsia recurvata*.

Además Chávez (2009) menciona que el lugar propicio para el desarrollo del heno motita es la sombra y lo fortalece la humedad.

Hospederos

T. recurvata, para su anclaje y reproducción utiliza hospederos orgánicos e inorgánicos, vivos e inertes. Es muy común encontrar a *Tillandsia recurvata* en los siguientes géneros: *Cedrus*, *Pinus*, *Cupressus*, *Ginkgo*, *Celtis*, *prosopis*, etc. (Berti *et al.*, 2004).

Además suelen colonizar las copas de los árboles, rocas e incluso líneas de cable y en estos la única agua disponible, es la que se ha detenido en su superficie y el vapor atmosférico (Guevara *et al.*, 2010).

Actualmente se le ha visto posesionarse en una gran diversidad de hospederos del matorral rosetófilo como mezquite, huizache, palmas y en casi todas las cactáceas; además de especies frutícolas como nogal, manzano y en especies de uso urbano.

Ciclo biológico

Florece en verano generando un número variable de cápsulas (entre 25-35 por planta), las cuales portan en su interior un promedio de 40 semillas cada una. Si consideramos que en caso de presencia abundante de *Tillandsia* podemos encontrar 25-30 plantas por metro de rama afectada.

Su sistema de reproducción es sexual y asexual. La semilla es liberada y diseminada por el viento, aves y otros organismos, que al depositarla sobre la corteza de los árboles o cualquier otra superficie donde pueda arraigar, llega a germinar con gran facilidad. Por otra parte con la fuerza del viento y golpeteo de las ramas, los hijuelos de *Tillandsia* o parte de ellos se desprenden con cierta facilidad y al depositarse en otra rama o cualquier otra estructura forma un nuevo individuo. Estas plantas no toleran el contacto directo del sol, prefiriendo una luz indirecta pero abundante. Dada su estructura anatómica con ramas en roseta y cerosas, ellas llegan a conservar mucha humedad por lo que resisten grandes periodos de sequía y fuertes heladas (Crow, 2000).

Las semillas están contenidas en cápsulas, que abren con la madurez y tienen buena capacidad germinativa, las que son diseminadas luego de la dehiscencia o apertura natural de las cápsulas, principalmente por el viento y por algunos pájaros; además las semillas poseen pelos, característica que se les otorga mayor posibilidad de adherencia a la corteza de los árboles y arbustivas hospedantes, (Crow, 2000).

2.4 Tipos de daños causados por *Tillandsia recurvata*

Tillandsia recurvata se considera una planta epífita debido a que no se alimenta de su hospedero y solo requiere su apoyo físico; sin embargo su presencia en los hospederos de alguna manera está provocando su debilitamiento y muerte. Crow (2010), señala que las fuertes infestaciones de heno en su hospedero pueden causar los siguientes daños:

- Causar sombra a las plantas de menor tamaño
- Dañar a las ramas debido al peso adicional que soporta
- Reducir la producción de nuevos rebrotes al adherirse al hospedero
- Estética ya que se ve empañada la belleza natural del árbol
- Los daños más visibles del heno motita sobre árboles se refleja en el paisaje mismo.

A medida que la planta crece, desarrolla un agarre en la corteza similar a las raicillas las cuales pueden penetrar ligeramente en la corteza pero sin dañar el árbol (Chávez, 2009).

Por otra parte Berti *et al.* (2004), afirma que *T. recurvata* secreta una sustancia alelopática denominada hidroperoxcicloartano a través de sus rizoides, dicha sustancia, según esta autor, provoca la muerte de yemas y abscisión del follaje. Esto explica la muerte de las ramas por un círculo vicioso de aumento de colonización, mas sombra, más efecto alelopático lo que provoca menos yemas y menos follaje para la fotosíntesis. También está comprobado que *T. recurvata* es una especie tan exitosa porque fija nitrógenos atmosférico y posee el ciclo fotosintético CAM que permite absorber CO₂ de noche.

2.5 Distribución de *T. recurvata* en México

Se encuentra en la mayoría de los estados de la república pero se encuentra principalmente en ocho entidades que son: Michoacán, Guerrero, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Tabasco, Oaxaca y San Luis Potosí. Y en el resto del mundo se distribuye desde el sur de los Estados Unidos, Centroamérica y Sudamérica (Matuda, 1957).

2.6 Usos potenciales de *T. recurvata*

Es bien aceptada como planta de ornato, es el hábitat y alimento de muchos insectos, aves, roedores y otros artrópodos y posee propiedades medicinales para combatir problemas respiratorios. Al desprenderse de su hospedero se descompone y fija una buena calidad de nitrógeno al suelo. (Berti, *et al.*, 2004).

En Uruguay en 1997, se logró desarrollar un producto orgánico casero obtenido del *Tillandsia recurvata*, que puede utilizarse en muchas clases de plantas que ayudan a la disminución prolongada del crecimiento, evitar el desarrollo de las malas hierbas, un control del avance de la especie estudiada y lograr un buen manejo de la misma (Mántaras, 2009).

Vázquez (2010), utilizó el heno motita como sustrato para la germinación de semillas de pinus cembroides Zucc. Encontró que el heno motita perfectamente molido, mezclado con Peat Moss, da buen resultado de tal manera que puede ser utilizado como sustrato.

Otros usos que se le puede dar son los siguientes: empaque de objetos delicados y para adornos en la época navideña (Nacimiento de niño dios).

2.7 Métodos de control de *Tillandsia recurvata*

Manual: el primer control puede hacerse por remoción manual de la mayor cantidad de heno. Desde luego este método es el menos dañino en especies caducifolias que en las de follaje perenne (Berti *et al.*, 2004). Puede complementarse con el empleo de un cepillo de fibra que no dañe la corteza. Hay que tener en cuenta que se hace dificultosa la limpieza de absolutamente todo el material, un tratamiento químico complementario puede minimizar esta falla (Kamila, 2005). En ejemplares de gran tamaño y grandes extensiones este método no es muy recomendable, ya que se requerirá de grandes cantidades de agua poder abarcar a todo el arbolado infectado. Existe la posibilidad de que pequeñas plántulas o semillas se pueden quedar adheridas al árbol, las cuales pueden continuar el ciclo. Además de que se requiere mucho tiempo, dinero y esfuerzo.

Método Hidráulico: mediante el empleo de agua a alta presión el clavel del aire es arrancado. Se debe graduar la presión o la distancia de la lanza aplicadora a la zona objetivo, con la intención de no lacerar los tejidos del huésped. Cuando los ejemplares son de hoja persistente, esta metodología se dificulta, y sólo es recomendable para especies caducas en el período de reposo. A los efectos de solucionar fallas inherentes a la aplicación, también puede complementarse con un tratamiento químico posterior (Kamila, 2005).

Mecánico: el control mecánico consiste en podar cada una de las ramas del árbol afectada por *T. recurvata*, troceo de las ramas y ramillas, traslado del material y la incineración de los mismos. Este método es bastante antiestético para el bosque. Además debe tomarse en cuenta que la parte del fuste que no se intervendrá, conservara al heno y pueden permitir el rebrote de la plaga. La reinfestación después de 4 años de haber aplicado las podas ocurre, de manera más baja de acuerdo al método de Hawksworth (1980), por lo que aunado al largo ciclo biológico que tiene el heno motita, es de esperarse que reinfestaciones mas altas solo pudiera ocurrir en un tiempo no menor de 100 años (Chávez, 2009).

Control químico: este método consiste en fumigar con herbicidas a los árboles infectados, recientemente se ha evaluado el control del heno con herbicidas orgánicos; tal es el caso de Muérdago Killer, en dichos estudios se logró matar las borlas de heno pero no se consiguió el desprendimiento en el hospedero; además que reveló que este producto no es tóxico para los hospederos de *Tillandsia recurvata* (Cisneros, 2010; Hernández, 2010).

2.8 Información técnica de los productos

Muérdago Killer®

Esta elaborado a base de tierras de Diatomeas (restos de una diminuta planta unicelular fosilizada, que existió hace 300 millones de años aproximadamente) y polvos minerales. En este caso, Muérdago Killer®, no es un herbicida, es un desecante orgánico selectivo que es biodegradable e inocuo para personas y animales, por no contener ningún producto químico.

Debido a las características físicas y químicas de sus componentes o principios activos, del producto MUERDAGO KILLER® se encuentra clasificado y aprobado dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-037-FITO-1995, en la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de los productos agrícolas orgánicos (Injecthor de México, 2010).

Forma de acción de Muérdago Killer®

1.- Alteración del balance iónico de la membrana plasmática, lo que ocasiona la salida de iones como el potasio.

2.- Alteración del balance iónico en orgánulos celulares y el citoplasma, lo que genera una inhibición en el crecimiento (inhibición de la división celular), alteraciones metabólicas reacciones enzimáticas en la fotosíntesis y en la respiración (Injecthor de México, 2007).

Es decir tiene un sistema de acción directo y que afecta por completo el proceso de respiración, el proceso de fotosíntesis, la generación de un estrés hídrico irreversible, la ruptura y muerte de la membrana celular, imposibilitando así la reacción y recuperación de las células y de la misma planta.

El Sulfato de Cobre o Sulcona®

El Sulfato de Cobre Pentahidratado (II), también llamado sulfato cúprico (CuSO_4), vitriolo azul, piedra azul, caparrosa azul, vitriolo romano o calcantita es un compuesto químico derivado del cobre que forma cristales azules, solubles en agua y metanol y ligeramente solubles en alcohol y glicerina.

El ingrediente activo de Sulfato de Cobre o Sulcona®, su composición porcentual por peso es la siguiente: contenido de cobre metálico 98.23% es de equivalente a 250 grs. de cobre metálico/kg e ingredientes inertes (impurezas y compuestos relacionados) no mas de 1.77% (DEEQ, 2001).

Forma de preparación

Para preparar 200 litros de jugo fungicida, se recomienda disolver 2 kilogramos de Sulcona ® en 180 litros de agua, y mezclar 2 kilogramos de cal en 20 litros de agua aproximadamente; agitar hasta que termine de forma precipitado

azul claro. Este producto no es fitotóxico a cultivos usado en la dosis recomendada (DEEQ, 2001).

2.9 Trabajos afines

Coria y Vázquez (2008), para controlar los muérdagos verdaderos, evaluaron a Muérdago Killer®, en comparación con Estephón® como testigo regional y un testigo absoluto donde se aplicó solamente agua. Se cuantificó el impacto de los tratamientos para el combate de muérdago enano *Arceuthobium globosum* en el área de bosque de *Pinus pseudostrobus*, en San Juan Michoacán. En un segundo experimento se probó la efectividad de Esteron® y agua pura; para el combate de muérdago verdadero en *Psittacanthus calyculatus* en un bosque de encino *Quercus sp.* del paraje “Puerto Tigre”, ubicado en el municipio de Quiroga, Michoacán, México. Logrando desprender al muérdago a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos. En cuanto a la evaluación de la fitotoxicidad los tratamientos de Estephón y Esterón ocasionaron un daño que va de medio a severo, mientras que el Muérdago Killer ocasiono un daño muy ligero.

Hernández (2010), evaluó la efectividad de Muérdago Killer al 5% de concentración durante el invierno, en el control de *T. recurvata* en un bosque de *P. cembroides* Zucc., en el ejido Cuauhtémoc en Saltillo, Coahuila. Los tratamientos empleados fueron 0.500, 0.750, 1.000, 1.250 y 1.500 litros de Muérdago Killer/árbol, además de un testigo a la cual no se le aplicó ningún tratamiento. Las variables observadas fueron Grado de Afectación del heno, Peso, Altura, Diámetro, Contenido de humedad, Porcentaje de caída de las borlas y Fitotoxicidad hacia el hospedero. Sin embargo el heno motita no se consiguió desprender del anclaje del árbol con la sola aplicación del Muérdago Killer requiriéndose del desprendimiento mecánico.

Cisneros (2010), evaluó la efectividad de Muérdago Killer para el control de *T. recurvata* en un bosque de *P. cembroides* Zucc., en la Sierra Zapalinamé en el ejido Cuauhtémoc, durante aplicaciones de invierno. Las 5 dosis a evaluar fueron: 0.500, 0.750, 1.000, 1.250 y 1.500 litros de Muérdago Killer/árbol, además del testigo al cual no se le aplicó ningún tratamiento. Para la aplicación se escogieron los árboles que tenían una infestación del 100% de heno motita

correspondiente a la categoría 6 de Hasworth (1980). Las variables observadas fueron Grado de Afectación, Peso, Altura, Diámetro del heno, Contenido de humedad, porcentaje de caída de las borlas y fitotoxicidad hacia el hospedero. El resultado que se obtuvo en este estudio fue que la dosis más efectiva para el control de *T. recurvata* fue la dosis de 1.500 litros de Muérdago Killer, lo cual redujo de manera significativa todos los parámetros. Aun que no se logró desprender del anclaje del árbol con la sola aplicación del Muérdago Killer requiriéndose del desprendimiento mecánico.

Para estos dos últimos estudios se realizó una prueba que consistió en aplicar aire con una aspersora de motor a la máxima velocidad, en los árboles tratados con Muérdago Killer en sus diferentes tratamientos; para la determinación del grado de caída de las borlas de *T. recurvata*. Logrando un desprendimiento del 23.01%, ya que ni el mejor tratamiento logró desprender a las borlas de *T. recurvata* del anclaje en ramas de *Pinus cembroides*.

Crow (2000), afirma que algunos fungicidas que están hechos a base cobre pueden acabar con el heno motita. Kocide 101®, 4.5LF, DF, y 2000 son fungicidas que actualmente se recomiendan para el control del heno. Este fungicida debe ser aplicado en primavera (marzo y abril) cuando el heno tiene activo su crecimiento, y todas instrucciones de etiqueta deben ser seguidas cuidadosamente. Aunque el heno puede que se logre matar, no se logrará desprender del árbol inmediatamente. Se caerá durante un año o dos. La aplicación del producto puede ser un problema mismo que aumenta con el tamaño de los árboles a tratar. Kocide® podría ser perjudicial para las plantas ornamentales. Debajo de los árboles rociados el producto podría reaccionar con superficies de metal como (automóviles, techo, etc.). Además deja una mancha azul (hongos de cobre) en las superficies con las que hace contacto, al momento de rociar se recomienda poner atención cerca de edificios o otras superficies.

Hernández (2010), evaluó la efectividad de Muérdago Killer al 5% de concentración durante el invierno, en el control de *T. recurvata* en un bosque de *P. cembroides* Zucc., en el ejido Cuauhtémoc en Saltillo, Coahuila. Los tratamientos empleados fueron, 0.500, 0.750, 1.000, 1.250 y 1.500 litros de

Muérdago Killer/árbol, además de un testigo a la cual no se le aplicó ningún tratamiento. Las variables observadas fueron Grado de Afectación del heno, Peso, Altura, Diámetro, Contenido de humedad, porcentaje de caída de las borlas y fitotoxicidad hacia el hospedero. Los resultados indican que el producto sí mató a las borlas de *T. recurvata* pero no se logró desprender del anclaje del árbol con la sola aplicación del Muérdago Killer requiriéndose del desprendimiento mecánico.

Cisneros (2010), evaluó la efectividad de Muérdago Killer para el control de *T. recurvata* en un bosque de *P. cembroides* Zucc, en la Sierra Zapalinamé en el ejido Cuauhtémoc, durante aplicaciones de invierno. Las 5 dosis a evaluar fueron: 0.500, 0.750, 1.000, 1.250 y 1.500 litros de Muérdago Killer/árbol, además del testigo al cual no se le aplicó ningún tratamiento. Para la aplicación se escogieron los árboles que tenían una infestación del 100% de heno motita correspondiente a la categoría 6 de Hasworth (1980). Las variables observadas fueron Grado de Afectación, Peso, Altura, Diámetro del heno, Contenido de humedad, porcentaje de caída de las borlas y fitotoxicidad hacia el hospedero. El resultado que se obtuvo en este estudio fue que la dosis más efectiva para el control de *T. recurvata* fue la dosis de 1.500 litros de Muérdago Killer, lo cual redujo de manera significativa todos los parámetros. Aun que no se logró desprender del anclaje del árbol con la sola aplicación del Muérdago Killer requiriéndose del desprendimiento mecánico.

Para estos dos últimos estudios se realizó una prueba que consistió en aplicar aire con una aspersora de motor a la máxima velocidad, en los árboles tratados con Muérdago Killer en sus diferentes tratamientos; para la determinación del grado de caída de las borlas de *T. recurvata*. Logrando un desprendimiento del 23.01%, ya que ni el mejor tratamiento logró desprender a las borlas de *T. recurvata* del anclaje en ramas de *Pinus cembroides*.

Crow (2000), afirma que algunos fungicidas que los fabricados a base cobre pueden acabar con el heno motita. Kocide 101®, 4.5LF, DF, y 2000 son fungicidas que actualmente se recomiendan para el control del heno. Estos fungicidas deben ser aplicados en primavera (marzo y abril) cuando el heno tiene activo su crecimiento, y todas instrucciones de etiqueta deben ser seguidas cuidadosamente. Aunque el heno puede que se logre matar, no se lograra

desprender del árbol inmediatamente. Se caerá durante un año o dos. La aplicación del producto puede ser un problema mismo que aumenta con el tamaño de los árboles a tratar. Kocide® podría ser perjudicial para las plantas ornamentales. Debajo de los árboles rociados el producto podría reaccionar con superficies de metal como (automóviles, techo, etc.). Además deja una mancha azul (hongos de cobre) en las superficies con las que hace contacto, al momento de rociar se recomienda poner atención cerca de edificios o otras superficies.

Berti (2004), Comparó la eficiencia de 2 agroquímicos, Cotacuatro Clavel un producto orgánico a base de sulfato de cobre pentahidratado y Simazina a base de 2, 4 diamina; para el control de *Tillandsia aeranthos*. Se encontraron diferencias en el grado de reducción del crecimiento y del avance de la senescencia de los claveles tratados, con los diferentes productos y dosis ensayadas. El Cotacuatro Clavel presentó resultados indicativos de una mayor eficacia para controlar la invasión. A su vez, este tratamiento produjo una disminución no significativa de clorofila, a diferencia de lo que sí ocurrió con Simazina.

Beltrán *et al.* 2009, Generan una tecnología para controlar a las poblaciones de *T. recurvata* presentes en las Mezquiteras (*Prosopis glandulosa*) de zonas áridas y semiáridas de San Luis Potosí. Con esta tecnología es posible disminuir la mortalidad y reactivar el desarrollo del arbolado que actualmente se encuentra invadido permanentemente por esta planta epífita. Se propone una limpieza inicial con el uso de varillas con gancho y la aplicación de Bicarbonato de sodio disuelto en agua a razón de 66 g/litro, aplicado con mochila aspersora de boquilla regulable.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y descripción del área de estudio

El área de estudio se localiza en el ejido Cuauhtémoc al sureste de Coahuila, dentro de la sierra de Zapalinamé en el paraje la majada, entre las coordenadas $101^{\circ} 03' 23''$ de longitud oeste y $24^{\circ} 18' 56''$ de latitud norte, a una elevación de 2,392 msnm.

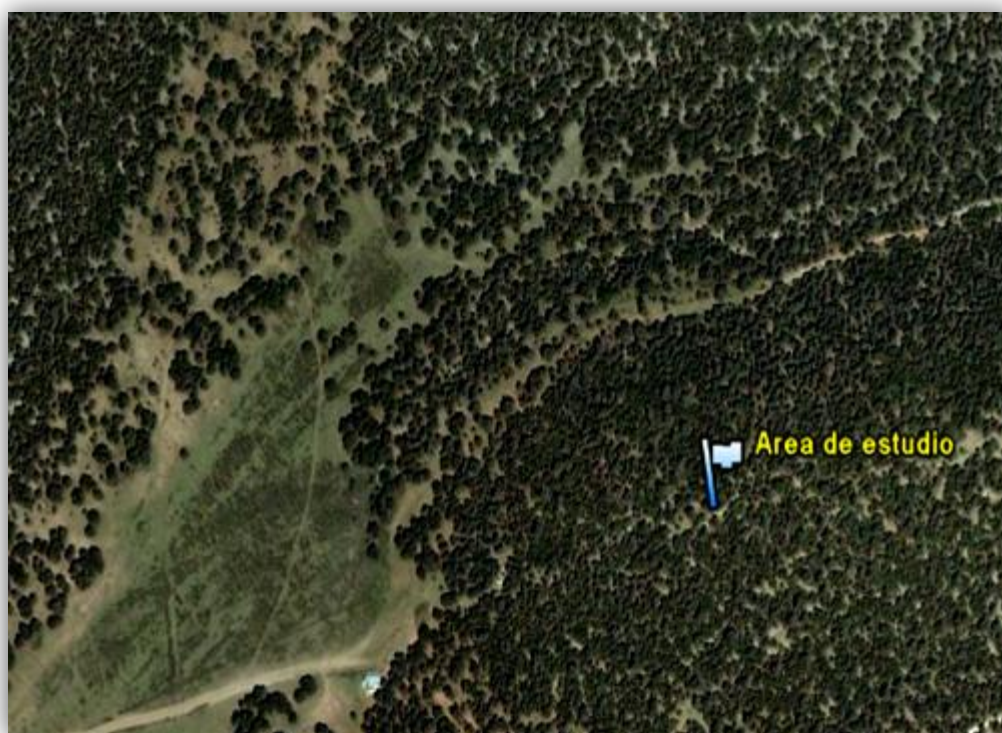


Imagen 2. Área de estudio en el ejido Cuauhtémoc dentro de la Sierra Zapalinamé.

Este ejido fue dotado por resolución presidencial el 2 de noviembre de 1993, con una superficie de 814.40 hectáreas, para un total de 48 ejidatarios; tubo una ampliación el 23 de junio de 1941 con 6,395 has (Barragán, 2007).

A continuación se describe el marco físico de la Sierra Zapalinamé, de acuerdo con Barragán (2007).

Clima

La Sierra de Zapalinamé se caracteriza por tener un clima semiárido en las partes bajas de la zona y templado en las altas. El clima del área según Koopen, modificado por García (1987), está clasificado como BSo Kw" (e) que se describe como seco, templado cálido, semifrío, con su temperatura media anual oscila entre 5 y 12°C, la del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente mayor a 18°C, con oscilación térmica de entre 7 y 14°C. La precipitación promedio para la región es de 498 mm y existe una variedad considerable entre la cantidad de lluvia y la distribución anualmente.

Derivado del cambio climático tenemos las temperaturas extremas presentadas durante los últimos años, las cuales han favorecido la acentuación de *T. recurvata* no solamente en las Saltillo; sino también en las zonas boscosas de todo el estado de Coahuila (Flores *et al*, 1995).

A continuación se presentan las temperaturas extremas registradas durante los últimos 11 años en la región del ejido Cuauhtémoc (Cuadro. 1).

Cuadro 1. Temperaturas extremas registradas en los últimos 11 años.

Temperaturas		
años	Mínimas	máximas
2000	-3.3	35.2
2001	-5.4	35
2002	-5.5	37.1
2003	-4	38
2004	-6.6	36.5
2005	-1.8	36
2006	-5.8	34.5
2007	-5.5	36
2008	-7	35
2009	-4	35
2010	-8.5	35.5
2011	-14.4	41.5

Fuente: Departamento de Hidrología y Climatología de la UAAAN.

En la Figura anterior se observan las temperaturas más altas de los últimos 11 años, podemos observar que en el año 2011 se presentó la temperatura más alta con 41.5°C, mientras que la temperatura más baja la se presentó en mismo año con -14 °C. Esta situación resulta ser un fenómeno nuevo para los habitantes de Saltillo, Coahuila, ya que nunca antes habían experimentado tal condición, incluso a la ciudad de Saltillo por su agradable temperatura se le conocía la ciudad del clima ideal.

Las lluvias son conectivas y coinciden con los meses más calientes del año. El periodo de octubre-abril que es la temporada de sequía tiene una variación mensual de 6 y 36 mm y los meses húmedos (mayo-septiembre) el promedio mensual es de 78 mm. Debido a la baja humedad que existe en el área el clima que se presenta principalmente es árido, hacia la parte sur es semiárido y sureste llega a subhúmedo.

Vegetación

En general la cubierta vegetal en exposición sur, está representada por matorrales rosetófilo y micrófilo, mientras que en las partes altas está integrada por bosque de Pino y Oyamel; en los cañones se presenta bosque de encino y laderas bajas de exposición noreste crece el matorral submontanos de rosáceas. El tipo de vegetación más abundantes en el área son el bosque de pino que ocupa el 14% de la superficie total del área protegida, el bosque de piñonero con 12.54% y el bosque de piñonero con matorral xerófilo tan solo 9.55%.

Mientras que para el área estudiada es un bosque de pino piñonero, asociados con *Juniperus fláccida*, misma que se encuentra en la categoría de Bosque de pino piñonero con matorral encino y/o Junípero; la cual ocupa el 12.54% de la superficie total de la Sierra Zapalinamé.

Para tener un conocimiento más amplio sobre la estructura del arbolado de *P. cembroides* del área estudio se calcularon las siguientes variables: Altura, Diámetro, Cobertura, edad del árbol (Joven, Adulto y Maduro) estructura del bosque (Joven, Maduro y Sobremaduro) y las especies asociadas; con ayuda de instrumentos de medición como pistola haga, cinta diamétrica, GPS y cinta

métrica; también se contabilizaron el número de árboles y renuevos existente en las parcelas.

La densidad del arbolado de *Pinus cembroides* en el ejido Cuauhtémoc es de 2,242 árboles por hectárea y está compuesto por árboles jóvenes con una altura promedio de 6.42 m, diámetro de 12.22 cm y una cobertura de copa de 2.7 m; mientras que el 9% son árboles maduros y solo el 2% son sobremaduros. El bosque de *Pinus cembroides* está asociado con especies como *Juniperus fláccida*, *Quercus grisea*, *Opuntia rastrera*, *Agave striata*, *Nolina cespitifera* y hierbas anuales.

Fauna

Históricamente se menciona a la “Boca de San Lorenzo” como famosa por la cantidad de osos y leones que en esa área habitaban; y debido al deterioro del hábitat por diferentes factores muchas especies han desaparecido; sin embargo podemos encontrar especies de gran valor estético y/o cinegético y otros por su carácter único.

Algunas de las especies de aves y mamíferos que forma parte de la fauna de la sierra Zapalinamé son las siguientes: codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), aura (*Cathartes aura*), aguililla de cola roja (*Buteo jamaicensis*); oso negro (*Ursus americanus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), coyote (*Canis latrans*), entre otros.

Geología

La sierra Zapalinamé se ubica en la unidad geotectónica llamada Provincia Geológica de la Sierra Madre Oriental. En su totalidad la sierra presenta rocas de tipo sedimentarias del jurásico y creácico que provienen de procesos erosivos hídricos. En la sierra los suelos aluviales ocupan casi el 30%, las rocas calizas ocupan el 43%; siendo ambas las unidades geológicas mejor representadas y en menor porcentaje existen lutitas, brechas, travertino, materiales tipo arcilloso, clásico y carbonatado.

Fisiografía y topografía

El área pertenece a la Cordillera Sierra Madre Oriental, esta cordillera se extiende desde el centro del país hasta la parte sureste del estado de Coahuila, y ubicada en la subprovincia de la Gran Sierra Plegada. La sierra incluye anticlinales (elevaciones plegadas) y sinclinales (valles y planicies).

La sierra es un área fracturada, presenta una topografía accidentada, donde las anticlinales muestran perfiles en forma de (crestas) aserrados debido a la intensidad del plegamiento que existe en el área. La orientación de los pliegues transversales es de este a oeste, donde las altitudes van de 1,590 a 2,200 msnm donde las altitudes de 1,590 msnm se encuentran en el pie de monte, los 2,200 msnm en valles intermontanos, y 3,140 msnm en el cerro el penitente. Geomorfológicamente el área conforma un paisaje compuesto por seis grandes unidades fisiográficas: cumbres, taludes, pie de monte, cañones, abanicos aluviales y valles.

Suelos

La mayoría de los suelos que se presentan son de tipo aluviales, de componentes calcáreos arcillosos, constituidos por gravas, arenas y arcillas sin consolidar su espesor, de profundidad variable y constituyen planicies con abanicos aluviales al pie del macizo.

Debido a que la zona es montañosa los tipos de suelos que más predominan son los Litosoles y las Rendzinas, los cuales son suelos pedregosos y someros dominan las laderas de la sierra en las exposiciones Norte y Sur ocupando un porcentaje de ocupación casi entre las dos de 79% de la superficie del área. Los Regosoles ocupan un 4% de la superficie de la sierra y se presentan en la exposición Norte y en un área más extensa en el cañón de San Lorenzo. También podemos encontrar Xerosoles que ocupan el 8% de la superficie del área; estos suelos predominan en los pies de monte de las exposiciones norte de la sierra y en los valles vertientes del este. Mientras que el Feozem ocupan el 4% de la superficie del área, los de menor ocupación son los suelos de Castañozem y Yermosol entre los que ocupan el 5% de la superficie y se encuentran en las áreas de menor onduladas normalmente adyacentes a laderas montañosas.

3.1.1 Estructura del arbolado.

Para tener un conocimiento más amplio sobre la estructura del arbolado de *P. cembroides* del área estudiada; se calcularon las siguientes variables: Altura, Diámetro, Cobertura, Edad del árbol (Joven, Adulto y Maduro) Estructura del bosque (Joven, Maduro y Sobremaduro) y las Especies asociadas; con ayuda de instrumentos de medición como: pistola tipo haga, cinta diamétrica, GPS y cinta métrica; también se contabilizaron el número de árboles y regeneración existente en las parcelas.

La densidad del arbolado de *Pinus cembroides* en el ejido Cuauhtémoc es de 2,242 árboles por hectárea; 2,000 son árboles jóvenes (89%) con altura promedio de 6.42 m, diámetro de 12.22 cm y una cobertura de copa de 2.7 m; mientras que el 200 (9%) son árboles maduros y solo 42 (2%) son sobremaduros.

En el área de estudio la mayor parte del arbolado infestado son árboles jóvenes, suprimidos y bifurcados. Dentro del árbol, el mayor grado de infestación se concentra en la parte media de este; es decir si dividimos al árbol visualmente en tercios (Hawksworth, 1980), en el segundo tercio del árbol se encuentra concentrada *T. recurvata*.

Bajo el dosel del bosque de *P. cembroides* en el ejido Cuauhtémoc se encuentran algunos ejemplares de *Juniperus fláccida*, *Quercus grisea*, *Opuntia rastrera*, *Agave striata*, *Nolina cespitifera* y hierbas anuales. Se observó que *Juniperus fláccida* no presentan ataques de heno motita, por lo contrario están en excelentes condiciones, lo que realmente es sorprendente y nos hace inferir que el *Juniperus* presenta alguna sustancia alelopática que impide el anclaje del heno.

Gracias a la información obtenida las posibles causas de infestación de *T. recurvata* en el ejido Cuauhtémoc, la infestación se atribuye probablemente a la alta densidad del arbolado, es decir no es posible una buena aeración; así como la penetración de la luz entre los árboles; aunado a las temperaturas extremas derivadas del cambio climático.

En el área de estudio existe muy buena regeneración, se contabilizaron 2,300 plántulas por hectárea; a pesar de que las cotorras se alimentan del piñón

del predio; lo que verdaderamente afecta la regeneración es la compactación del suelo que origina la práctica de la ganadería y la extracción de la tierra de monte.

3.2 Procedimiento experimental

Selección del área de estudio

Primeramente se hizo un recorrido en el ejido Cuauhtémoc para seleccionar un grupo de árboles homogéneos, que estuvieran altamente infestados con grado de afectación 6, según la metodología propuesta por Hawksworth (1980), para evaluar muérdagos enanos la cual consiste en dividir de manera visual al árbol en tres tercios.

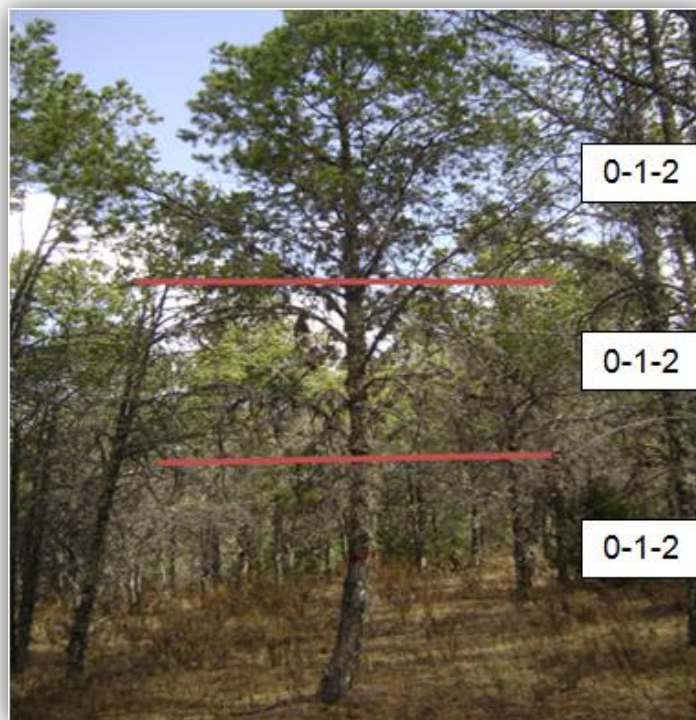


Imagen 3. Método de Hankworth (1980), para evaluar la infestación de *T. recurvata* en el ejido Cuauhtémoc, Saltillo; Coahuila.

De esta forma cada uno de los tercios puede llegar a tener los siguientes valores:

Valor 0= si no tiene infestación visible.

Valor 1= si la infestación es hasta el 50% de cada tercio.

Valor 2= si la infestación es más del 50% en cada tercio.

Por ejemplo si el tercio superior tiene poca infestación o menor de 50% de heno se da valor 1; si el tercio medio tiene más del 50% el valor es 2, y si el tercio inferior la infestación también es mayor del 50% igualmente se da valor 2, sumando un valor de 5, de un total de 6 puntos que sería la máxima categoría de infestación.

Una vez seleccionado el área de estudio se procedió de manera aleatoria a marcar las unidades experimentales de cada repetición y en cada una de las unidades se escogieron dos árboles, los cuales fueron marcados con una pintura degradable para ser asperjados con el tratamiento que correspondiera según la distribución aleatoria del diseño experimental.

3.2.1 Tratamientos y Diseño experimental

Para la evaluación de los productos Muérdago Killer (MK) al 10% y Sulfato de Cobre en aplicaciones de verano, se utilizó un diseño experimental completamente al azar; con 5 tratamientos, 4 repeticiones y una unidad de muestreo de 2 árboles, resultando un total de 40 árboles en el área experimental de cada producto.

Los tratamientos para MK al 10 % fueron:

T1: Un litro de MK al 10% por árbol, con una aplicación

T2: Un litro de MK al 10% por árbol, con dos aplicaciones

T3: 50% de MK + 50% de agua por árbol, con una aplicación

T4: 50% de MK +50% de agua por árbol, con dos aplicaciones

T5: Testigo sin aplicación

En los tratamientos 2 y 4 que incluían dos aplicaciones, la segunda se hizo a los 20 días después de la primera aplicación

Cuadro 2. Distribución de los tratamientos de Muérdago Killer en un diseño completamente al azar.

RI	RII	RIII	RIV
T1	T5	T2	T3
T2	T3	T4	T1
T5	T2	T1	T5
T3	T4	T5	T4
T4	T1	T3	T2

Al igual que el Muérdago Killer, para el Sulfato de Cobre se utilizó un diseño totalmente al azar, con 2 árboles por tratamiento y con cuatro repeticiones. En los tratamientos que incluían dos aplicaciones, la segunda se hizo a los 15 días después de la primera aplicación. En total el área estudiada cuenta con un total de 40 árboles (Cuadro 3).

Los tratamientos para Sulfato de Cobre fueron:

T1: 7.5 gr/litro de agua por árbol, con una aplicación

T2: 7.5 gr/litro de agua por árbol, con dos aplicaciones

T3: 15 gr/litro de agua por árbol, con una aplicación

T4: 15 gr/litro de agua por árbol, con dos aplicaciones

T5: Sin ninguna aplicación.

Cuadro 3. Distribución de los tratamientos de Sulfato de Cobre en un diseño completamente al azar.

R I	R II	R III	R IV
T2	T2	T4	T5
T1	T5	T5	T1
T5	T3	T1	T2
T4	T4	T3	T4
T3	T1	T2	T3

3.2.2 Aplicación de los tratamientos

Para la aplicación de cada uno de los tratamientos, en ambos casos se utilizó una bomba aspersora manual de mochila, con una capacidad de 10 litros y un alcance de 4 metros de altura del producto asperjado. Las dosis fueron preparadas de manera individual en cubetas de plástico con una capacidad de 8 litros. Para el Muérdago Killer se utilizó un adherente a base de aceite.

En la aplicación de los productos se procuró cubrir fundamentalmente las borlas de heno que se encontraban en el hospedero (*P. cembroides*).



Imagen 4. Aplicación de los tratamientos de MK y SC.

Las aplicaciones se hicieron durante el verano que es cuando ocurre el máximo crecimiento vegetal. Las primera aplicación se hicieron el día 28 de mayo de 2010 y la segunda aplicación se hizo el día 17 de junio del mismo año.

3.3 Variables observadas

Las variables medidas para evaluar el efecto de los productos sobre las motitas de *T. recurvata* fueron:

- a. Porcentaje de mortalidad de las motitas
- b. Grado de afectación en altura, diámetro y peso de las motitas

3.3.1 Evaluación del porcentaje de mortalidad de las motitas

Para evaluar el porcentaje de mortalidad de las motitas se realizó mediante una escala arbitraria tipo Licker modificada para este estudio (Hernández *et al.*, 1998). A esta escala se le otorgaron los valores de valor 0 al 4, donde:

Valor 0= Motitas sin daño, vivas, color blanco cenizo, bien hidratadas, de textura flácida.

Valor 1= Motitas con daño ligero, vivas, color blanco cenizo, hidratadas, textura flácida, pero con quemaduras cafés en las puntas

Valor 2= Motitas con daño fuerte, motitas semi-muertas, de color café-oscuro, deshidratadas, de textura dura y quebradiza, sin desprenderse del hospedero.

Valor 3= Motitas muertas, de color negro, deshidratadas, de textura dura y quebradiza, sin desprenderse del hospedero.

Valor 4= Motitas muertas, de color negro, deshidratadas, de textura dura y quebradizas con desprendimiento del hospedero.

Para tal efecto, a nivel de campo se hizo el análisis de 10 motitas tomadas al azar en cada uno de los árboles utilizados para cada tratamiento con un total de 80 motitas por tratamiento, considerando dos árboles por unidad y cuatro repeticiones. A cada motita del tratamiento correspondiente, se le registraba en una hoja de evaluación el valor asignado según las características que mostrara, de 0, 1, 2, 3 o 4. Esta evaluación se hizo a los 40 días después de aplicados los tratamientos, debido a un imprevisto que impidió que la evaluación se hiciera a los 30 días, tal como se había planeado desde el inicio.

Aclarando que para la evaluación de la mortalidad de las motitas no fue posible utilizar la Escala de Hawksworth (1980), ya que no se desprendieron las motitas de su hospedero, y no aplicaba técnicamente el método.

3.3.2 Evaluación grado de afectación en la altura, diámetro y peso de las motitas

Para evaluar el grado de afectación de los productos probados sobre la altura, diámetro y peso de las motitas de *T. recurvata*, se colectaron 10 motitas al azar de cada árbol muestra por tratamiento y repetición, dando un total de 80 motitas por tratamiento. Estas se colocaron en bolsas de papel estraza, se etiquetaron con número de tratamiento y repetición; en seguida fueron llevadas al laboratorio de Sanidad Forestal de la UAAAN para proceder a medir la altura, diámetro y peso de cada una de las motitas colectadas.

Para determinar el grado de afectación en altura sobre *T. recurvata* se midió en centímetros a las borlas, considerando como límite superior la punta de la hoja central y límite inferior la punta de los rizoides; para esto se ocupó un vernier digital, previamente calibrado. En la Figura 5 se puede observar la medición de las motitas de *T. recurvata*.



Imagen 5. Medición de la altura de *T. recurvata*.

El diámetro de *T. recurvata* se midió con un vernier, las lecturas se tomaron en centímetros; tomado como límites las puntas de las hojas sobresalientes, tal y como se observa en la imagen de abajo.

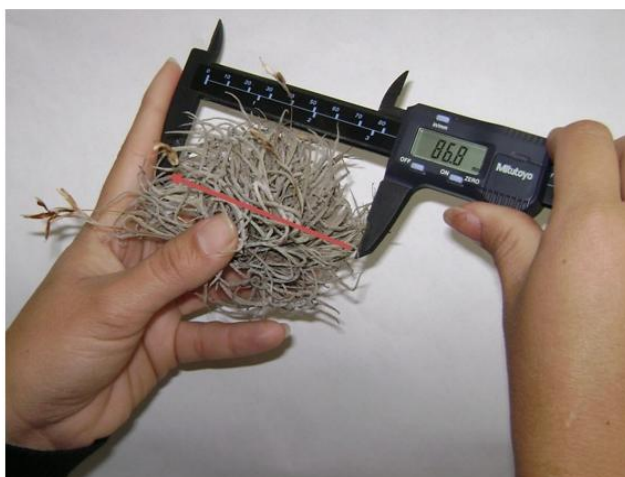


Imagen 6. Medición del diámetro de *T. recurvata*.

Para determinar el peso de las motitas se hizo uso de una balanza Torrey (figura 7), la cual antes de ser utilizada nos cercioramos que estuviera calibrada a cero y así se obtuvo el peso exacto de las borlas. Para esta variable los tratamientos testigos se tomaron como el peso verde de las borlas, mientras que el peso de las borlas que habían recibido los diferentes tratamientos se consideró como peso anhidro.



Imagen 7. Determinación del peso de *T. recurvata*.

Una vez teniendo el peso de todas las borlas, se procedió a determinar la pérdida de humedad, para esto se aplicó una fórmula en el programa Microsoft Office Excel® 2007. Considerando como peso verde el peso promedio de los tratamientos testigos, y el peso anhidro o seco el de las borlas tratadas, para calcular la pérdida de humedad se adaptó la fórmula usada en el cálculo del contenido de humedad.

La siguiente fórmula es para determinar el porcentaje de contenido de humedad:

$$CH(\%) = \frac{(Pv - Po) * 100}{Pv}$$

La fórmula anterior fue adaptada, ya que lo que se busca en este estudio es calcular la pérdida de humedad en las borlas de *T. recurvata*.

La fórmula utilizada en este estudio para calcular la pérdida de humedad en las borlas de *T. recurvata* es la que se observa en seguida.

$$CH(\%) = \frac{(Pv - Po) * 100}{Pv}$$

Donde:

$CH(\%)$ = Por ciento contenido de humedad

Pv = Peso verde

$P0$ = Peso seco

Mientras que para el análisis de varianza de los datos, se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS®) versión 9.1 (SAS®, 1989)

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados derivados del Muérdago Killer

4.1.1 Porciento de mortalidad en las borlas de *T. recurvata*

En el cuadro 4, se observa el porcentaje de mortalidad de las motitas obtenido por los diferentes tratamientos con MK, y como se puede observar el tratamiento 4, que incluye el 50% de MK mas 50% de agua con dos aplicaciones fue el mejor tratamiento, ya que mató al 100% las motitas a los 40 días después de las aplicaciones, pero sin que estas se desprendieran de las ramas. Estas motitas muertas mostraron las siguientes características: color negro, deshidratadas, de textura dura y quebradiza.

En segundo lugar quedo el tratamiento 1 que corresponde a un litro de MK el 10% con una aplicación, logrando un 42.5% de mortalidad, dejando a las motitas color negro, deshidratadas, de textura dura y quebradiza. El resto de los tratamientos casi fue nulo en el grado de mortalidad, pero si lograron hacer un daño en la condición de las motitas. Estos resultados se observan en forma más evidente en la Gráfica 1.

Cuadro 4. Porciento de mortalidad y otros niveles de daños en las borlas de *T. recurvata* con aplicaciones de MK.

CATEGORIA DE AFECTACION					
Nivel de Daño	0 Sin daño	1 Daño ligero	2 fuerte	3 Muerte sin desprendimiento	4 Muerte con desprendimiento
T1 = MK al 10% una aplicación	0	30	27.5	42.5	0
T2 = MK al 10% dos aplicaciones	0	20	65	15	0
T3 = 50% de MK +50% de agua una aplicación	20	30	45	5	0
T4 =50% de MK +50% de agua dos aplicaciones	0	0	0	100	0
T5= Sin aplicación	1	22.5	2.5	0	0

Cuadro 6. Prueba de comparación de medias de Tukey con nivel de significancia de 0.05, en la mortalidad de *T. recurvata* usando Muérdago Killer.

Tratamiento	Dosis	Media	*Agrupación
4	50% de MK +50% de agua con dos aplicaciones	10.00	A
1	un litro de MK al 10%, con una aplicación	4.50	B
3	50% de MK + 50% de agua, con una aplicación	4.25	B
2	un litro de MK al 10%, con dos aplicaciones	1.50	B
5	Testigo sin aplicación	0.00	B

*Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey.

Ahora analizando a las borlas que no murieron, pero que sufrieron daños fuertes, también encontramos diferencias significativas entre tratamientos, siendo el mejor el tratamiento el 4 que refiere a 50% de MK más 50% de agua con dos aplicaciones, este tratamiento afectó en 65% por ciento dejando a las motitas deshidratadas, quebradizas y sin desprenderse del hospedero, color café-oscuro (cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza de las borlas de *T. recurvata* con daño fuerte usando Muérdago Killer.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	110.5000000	27.6250000	5.56	0.0060
Error	15	74.5000000	4.9666667		
Total	19	185.0000000			

C.V. = 89.14 % ** No es significativo

El cuadro de comparación de medias de Tukey (Cuadro 8), para las borlas que sufrieron daño fuerte nos demuestra que el mejor tratamiento fue el tratamiento 2, que refiere a un litro de MK al 10% con dos aplicaciones; para lograr dañar fuertemente al heno motita.

Cuadro 8. Prueba de comparación de medias de Tukey con nivel de significancia de 0.05, en las borlas de *T. recurvata* para evaluar fuerte usando Muérdago Killer.

Tratamiento	Dosis	Media	Agrupación	
2	un litro de MK al 10%, con dos aplicaciones	6.500	A	
3	50% de MK + 50% de agua, con una aplicación	3.000	B	A
1	un litro de MK al 10%, con una aplicación	2.750	B	A
5	Testigo sin aplicación	0.250	B	
4	50% de MK +50% de agua, con dos aplicaciones	0.000	B	

*Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey.

4.1.2 Grado de afectación del Muérdago Killer en la altura, diámetro y porcentaje de humedad de las borlas de *T. recurvata*.

En el Cuadro 8, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza, para el grado de afectación de la altura sobre las borlas de *T. recurvata* usando Muérdago Killer. Se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para esta variable, lo que significa que los diferentes tratamientos aplicados al heno no lograron disminuir la altura de las borlas.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la altura de las borlas de *T. recurvata* a los cuarenta días de aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	0.83409250	0.20852313	0.64	0.6404
Error	15	4.86748125	0.32449875		
Total	19	5.70157375			

C.V= 7.875952 % **No existe diferencia significativa

Respecto a la variable diámetro, el resultado demuestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos en la afectación del diámetro de las motitas, es decir que ninguno de los tratamientos aplicados disminuyó de manera significativa el diámetro de las borlas.

En el Cuadro 9 se observa el resultado obtenido del análisis de varianza en el diámetro empleando Muérdago Killer, donde no se observa diferencia significativa entre tratamientos con respecto al diámetro de las borlas.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el diámetro de las borlas de *T. recurvata* a los cuarenta días de aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	1.89411730	0.47352933	0.53	0.7140
Error	15	13.34266394	0.88951093		
Total	19	15.23678124			

C.V= 10.33687 % **No existe diferencia significativa

En cuanto al peso de las borlas, el análisis de varianza revela que si existe diferencia significativa entre los tratamientos de MK, siendo el tratamiento 1 el que logró reducir hasta en un 31.65% del peso de las borlas. En un segundo grupo de tratamientos que disminuyeron de peso de las borlas quedaron el tratamiento 2 de Muérdago Killer al 10% con dos aplicaciones que redujo 31.47% y el tratamiento 4 con 50% de MK al 10% mas 50% de agua con dos aplicaciones, que disminuyo el 29.91% (Cuadro 11).

Cuadro 10. Análisis de varianza para la pérdida de humedad de las borlas de *T. recurvata* a los cuarenta días de aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	2849.794220	712.448555	12.28	0.0001
Error	15	870.325538	58.021703		
Total	19	3720.119757			

C.V= 37.45035 % ** Existe diferencia significativa

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias de Tukey con nivel de significancia de 0.05, en las borlas de *T. recurvata* para evaluar la pérdida de humedad Muérdago Killer.

Tratamiento	Dosis	Media	Agrupación	
1	Un litro de MK al 10% con una aplicación	30.271	A	
2	un litro de MK al 10%, con dos aplicaciones	30.053	B	A
4	50% de MK +50% de agua, con dos aplicaciones	27.951	B	A
3	50% de MK + 50% de agua, con una aplicación	13.423	B	C
5	Testigo sin aplicación	-0.000	C	

*Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey.

En la grafica 2, se observa de manera más evidente la pérdida de humedad de las borlas de *T. recurvata*, a los 40 días después de la aplicación de los tratamientos de Muérdago Killer.

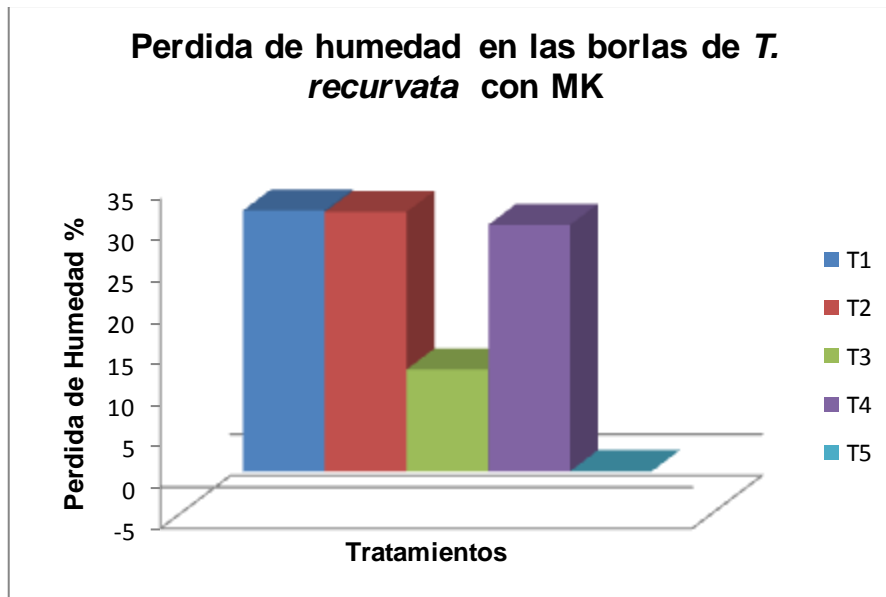


Grafico 2. Perdida de humedad en las borlas de *T. recurvata* con MK.

En relación a los resultados obtenidos con el ensayo del producto Muérdago Killer, para evaluar su eficiencia en el control de *Tillandsia recurvata*, en primera instancia se destaca que el producto al ser mezclado con agua mostro la mayor eficiencia para matar a las motitas de *Tillandsia*, esto probablemente se deba a que el agua permita que el follaje de las motitas absorban con mayor facilidad las partículas de Muérdago Killer, en el entendido de que el producto viene preparado para ser aplicado directamente sin ser diluido en agua.

Por otra parte es necesario señalar que a pesar de que las motitas murieron no se logra el desprendimiento de las mismas, y lo anterior obedece a que los rizoides de las motitas se anclan fuertemente en la corteza del fuste y ramas, confirmando estos resultados con lo obtenido por Beltrán *et al.* 2009, prueba realizada en San Luis Potosí, al probar diferentes productos para el control de *Tillandsia recurvata* en Mezquite (*Prosopis glandulosa*). Lo anterior implica que finalmente se tenga que recurrirse a la poda de ramas infestadas por el heno y el retiro mecánico de las mismas, resultando esto una labor más fácil debido a que las motitas ya están muertas.

Caso contrario ocurre con la aplicación de Muérdago Killer para el control de los muérdagos enanos y verdaderos, en donde Coria y Vázquez (2008), encontraron

que la parte vegetativa de los muérdagos se cae a los 30 días de aplicados los tratamientos, con la consideración de que a los 6 meses se regenera.

Es importante destacar que el efecto de los tratamientos de Muérdago Killer no se mostro en forma inmediata durante los primeros 30 días, por lo que la evaluación se hizo hasta los 40, siendo que todos los tratamientos de Muérdago Killer dañaron en forma fuerte la textura de las motitas, las cuales pudieron haber alcanzado el grado de mortalidad en fechas posteriores al día de la cuantificación.

En cuanto a la época de aplicación del producto Muérdago Killer resulta más eficiente las aplicaciones de verano, ya que la prueba realizada por Hernández en el invierno del 2010, solo alcanzo a matar el 60% de las motitas en comparación con el mejor tratamiento de este experimento que mato el 100% de las borlas.

4.2 Resultados derivados con la prueba del Sulfato de Cobre

4.2.1 Grado de mortalidad en las borlas de *T. recurvata* con Sulfato de Cobre.

En el Cuadro 12 y Grafica 3, se muestra el grado de mortalidad de las borlas usando Sulfato de Cobre, y como se puede observar el mejor tratamiento fue el 1 (7.5 gr/litro de agua y una aplicación) alcanzando un 32,5% de mortalidad de motitas cuyos síntomas fueron motitas muertas, color negro, deshidratadas, de textura dura y quebradiza, sin desprenderse del hospedero. El tratamiento 2 logró matar a las borlas en un 30%. El nivel de daño 2 (Daño Fuerte) fue el que todos los tratamientos alcanzaron en mayor cantidad, es decir motitas semi-muertas, de color café-oscuro, deshidratadas, de textura dura y quebradiza. Este grado de afectación se encuentra próximo a alcanzar el grado de mortalidad de las motitas.

Cuadro 12. Porcentaje de mortalidad y otros niveles de daño en las borlas de *T. recurvata* con aplicaciones de Sulfato de Cobre.

Categoría de afectación					
Nivel de daño Tratamientos	0 Sin daño	1 Daño ligero	2 Daño Fuerte	3 Muerte con desprendimiento	4 Muerte sin desprendimiento
T1 = 7.5 gr/litro de agua y una aplicación	0	40	27.5	32.5	0
T2 = 7.5 gr/litro de agua y dos aplicaciones	0	32.5	37.5	30	0
T3 = 15 gr/litro de agua y una aplicación	0	32.5	47.5	20	0
T4 = 15 gr/litro de agua y dos aplicaciones	0	22.5	62.5	15	0
T5 = Sin aplicación	75	22.5	2.5	0	0

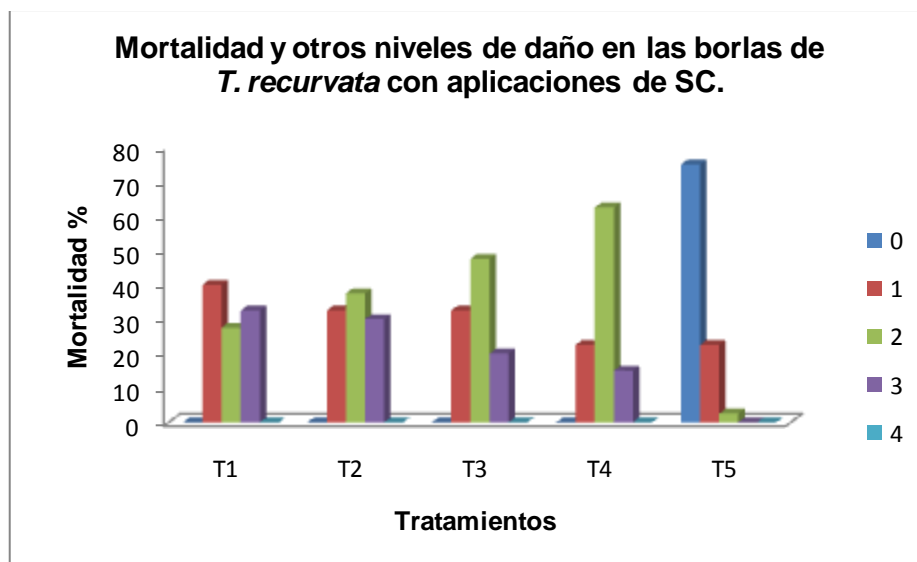


Grafico 3. Porcentaje de mortalidad de las borlas de *T. recurvata* con Sulfato de Cobre.

El resultado del análisis de varianza para la mortalidad del heno motita, con tratamientos a base de Sulfato de Cobre nos demuestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos; dichos resultados los podemos observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 13. Análisis de varianza en la mortalidad de las borlas de *T. recurvata* usando sulfato de cobre.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	27.2000000	6.8000000	1.02	0.4273
Error	15	99.7500000	6.6500000		
Total	19	126.950000			

C.V. = 132.244 % **No es significativo

El análisis de varianza para evaluar daños fuertes muestran que existe diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 14); el tratamiento 4 logró una afectación hasta un 62.5%. Los otros tratamientos que incluyeron sulfato de

cobre también mostraron importantes daños fuertes sobre las borlas de *T. recurvata* pero sin llegar a matar a estas.

Cuadro 64. Análisis de varianza de las borlas de *T. recurvata* con daño fuerte usando sulfato de cobre.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	81.2000000	20.3000000	4.37	0.0154
Error	15	69.7500000	4.6500000		
Total	19	150.9500000			

C.V. = 60.74 %

** Es significativo

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias de Tukey con nivel de significancia de 0.05, en las borlas de *T. recurvata* con daño fuerte usando sulfato de cobre.

Tratamiento	Dosis	Media	Agrupación
4	15 gr/litro de agua y dos aplicaciones	6.250	A
3	15 gr/litro de agua y una aplicación	4.750	B A
2	7.5 gr/litro de agua y dos aplicaciones	3.750	B A
1	15 gr/litro de agua y una aplicación	2.750	B A
5	Testigo sin aplicación	0.250	B

*Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey.

4.2.2 Grado de afectación del Sulfato de Cobre en la altura, diámetro y porcentaje de humedad de las borlas de *T. recurvata*.

Los resultados de análisis de varianza referente al efecto del Sulfato de Cobre sobre la altura de las borlas indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos probados; es decir que ninguno de los 4 tratamientos logró disminuir la altura de las borlas de manera considerable.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la altura de las borlas de *T. recurvata* a los cuarenta días de aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	1.19531920	0.29882980	0.52	0.7217
Error	15	8.60083244	0.57338883		
Total	19	9.79615164			

C.V= 10.95787 %

**No existe diferencia significativa

En el Cuadro 17 se presentan los resultados del análisis de varianza en relación al diámetro de las borlas de *T. recurvata*, a los 40 días después de la aplicación de los tratamientos de Sulfato de Cobre; observándose que no existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

Cuadro 17. Análisis de varianza para el diámetro de las borlas de *T. recurvata* a los cuarenta días de aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	5.44070909	1.36017727	0.35	0.8372
Error	15	57.62453585	3.84163572		
Total	19	63.06524494			

C.V= 22.96379 %

**No existe diferencia significativa

Finalmente el análisis de varianza para ver el efecto del Sulfato de Cobre en la pérdida de humedad en *T. recurvata* (Cuadro 18), indican que hay diferencia significativa entre tratamientos, mientras que la prueba de Tukey indica que fue el tratamiento 2 quien logró reducir el mayor porcentaje de humedad de las motitas.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la pérdida de humedad de las borlas de *T. recurvata* a los cuarenta días de aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	1890.210063	472.552516	3.65	0.0288
Error	15	1944.239016	129.615934		
Total	19	3834.449070			

C.V.= 66.61266 %

** Existe diferencia significativa

Cuadro 19. Prueba de comparación de medias de Tukey con nivel de significancia de 0.05, en la pérdida de humedad de las borlas de *T. recurvata* con daño fuerte usando sulfato de cobre.

Tratamiento	Dosis	Media	Agrupación
2	7.5 gr/litro de agua y dos aplicaciones	28.00	A
1	7.5 gr/litro de agua y una aplicación	23.712	B A
3	15 gr/litro de agua y una aplicación	19.831	B A
4	15 gr/litro de agua y dos aplicaciones	113.913	B A
5	Testigo sin aplicación	-0.000	B

*Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey.

Los porcentajes de mortalidad logrados en este trabajo con aplicaciones de sulfato de cobre fueron menores a los encontrados por Belti *et al.* en 2004 en Argentina, tal vez esto se deba a los diferentes hospederos y condiciones en que fueron aplicados los tratamientos. Por ejemplo pudiera ser la mayor humedad que existe en un ecosistema de *P. cembroides* para un ecosistema de *Cedrus spp.* siendo que la mayor humedad existente en el piñonero ayude a que la motita sea más resistente a este producto.

5 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se concluye lo siguiente:

De los dos productos usados Muérdago Killer y Sulfato de Cobre para el control de *Tillandsia recurvata* en *Pinus cembroides*, solo Muérdago Killer con el tratamiento 4 (50% de MK, más 50% de agua y dos aplicaciones) logró matar al heno motita a los 40 días después de las aplicaciones en un 100%, sin que se desprendieran del hospedero. El resto de los tratamientos de Muérdago Killer lograron Daños Fuertes a las motitas en la escala de evaluación, sin que las llegaran a matar.

El mejor tratamiento de Sulfato de Cobre fue el 1 (7.5 gr/litro de agua con una aplicación) alcanzó un 32.5 % de mortalidad de las borlas de *Tillandsia recurvata*, y el resto de sus tratamientos lograron daños secundarios importantes a la textura de las motitas, sin causar su muerte.

La muerte de las motitas y el desprendimiento de su hospedero no se logró conseguir con ninguno de los tratamientos utilizados en este ensayo, motivo por el cual no se cumplen las expectativas que se visualizaron al principio del experimento.

Sin embargo el hecho de que las motitas ya estén muertas resulta una ventaja para lograr en forma mecánica con el auxilio de un instrumento cortante (gancho o espátula) un desprendimiento más fácil de las motitas.

6 RECOMENDACIONES

1. Seguir probando nuevas alternativas que logren matar y desprender a las motitas de *Tillandsia recurvata* de su hospedero.
2. Evaluar tratamientos silvícolas mediante aclareos del bosque, ya que algunos autores relacionan la incidencia de *Tillandsia recurvata* con la alta densidad del arbolado.
3. En este sitio en particular donde se realizó el estudio existen las condiciones optimas para hacer los tratamientos silvícolas antes señalados ya que posee una alta densidad de arbolado y buena regeneración, que asegura con continuidad del bosque, siempre y cuando esta se someta a una area de exclusión tanto de animales domésticos y de personas, evitando cualquier impacto negativo de la actividad antropomórfica.

7 LITERATURA CITADA

- Aguilar S R, T Terrazas, E Aguirre L, M E Huidobro S (2007)** Modificaciones den la corteza de *Prosopis laevigata* por el establecimiento de *Tillandsia recurvata*. Boletín de la Sociedad Botánica de México No. 081. México, DF. pp: 27-35.
- Almaraz B I (1992)** El pino piñonero (*Pinus cembroides* Zucc.) en el estado de Coahuila. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 131 pp.
- Barragán S C A (2007)** “Recopilación de datos biofísicos y socioeconómicos de la Sierra Zapalinamé”. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 54 p.
- Berti R N, Abarza S, J Candotti J, Zambran R, Schimpf J (2004)** Clavel del aire: un parásito estructural y su control. Boletín técnico No. 17 editado por INTA— Estación Experimental Agropecuaria Salta, Universidad Nacional Jujuy. 5 pp.
- Beltrán L S, A Gómez Alberto, R Nieto C A (2009)** Evaluación y control de *T. recurvata* en ecosistemas forestales del semidesierto de san Luis potosí. San Luis Potosí, México. 14pp.
- Castellanos V I, Z Cano S, B Hernández L (2009)** Efecto de *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae) sobre el éxito reproductivo de *Fouquieria splendens* Engelm. (Fouquieriaceae). Revista Ciencia Forestal en México. Nota técnica No.105. México, DF. 224 pp.
- Chávez G A G (2009)** Respuesta en tres especies forestales a la poda mecánica para el control de heno *Tillandsia recurvata*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 53 p.
- Cisneros U P M (2010)** Efectividad de “Muérdago Killer” para el control de *Tillandsia recurvata*, en un Bosque de *Pinus cembroides* Zucc., en Saltillo Coahuila. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 65 p.

- Constante G V, J Villanueva D, J Serano P, E H Cornejo O, S Valencia M (2009)** Dendrocronología de *Pinus cembroides* Zucc., y reconstrucción de precipitación estacional para el sureste de Coahuila. *Revista Ciencia Forestal en México* 34:17-39.
- Conzatti C (1947)** Flora taxonómica mexicana (plantas vasculares). Tomo II Monocotiledoneas Dimeriantadas-Superovaricas e Inferovaricas México, D.F. pp. 83-86.
- Coria A V M, I Vázquez C (2008)** Estudio de evaluación de efectividad biológica de productos para el control de muérdago enano (*A. globosum*) y muérdago verdadero (*P. calycatus*) en San Juan Nuevo, Michoacán. INIFAP. 27 p.
- Crow W T (2000)** Ball Moss. The Texas Agricultural Extension Service. [En línea]. E.U. [Fecha de consulta 6 de abril de 2011] disponible en: <http://agrilifebookstore.org/tmppdfs/viewpdf1206.pdf>
- Diccionario de Especialidades Agroquímicas (DEAQ) 2001.** Ciudad de México, segunda edición. Ediciones PLM.S.A de C.V.
- Flores F J D, A Cruz G, J L Nava M, L M Torres E, Á S Cortes P, U Macías H, G Rodríguez V (1995)** *Tillandsia recurvata* (L). Un fuerte problema de salud en los recursos forestales del sur de Coahuila. Memoria de resúmenes del XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal. Morelia, Michoacán 2005.
- Flores F J D, J L Nava M, F Mancillas (2001)** Situación de los insectos descortezadores en Coahuila. Memoria de resúmenes del XI simposio Nacional de parasitología Forestal. Tapachula, Chiapas.
- García E (1987)** Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana. UNAM. México. 113 p.
- Guevara A E, M Cervantes J, H Suzan A, E González S, L Hernández S, G Malda B, y M Martínez D (2010)** Fog interception by Ball moss (*Tillandsia recurvata*). *Hydrology and Earth System Science Discussions*. 1656-1675 pp.

- Hawksworth F G (1980)** Memoria., 1er simposio nacional sobre parasitología Forestal, Uruapan Michoacán. pp. 239-251.
- Hernández S H (2010)** Efectividad de “Muérdago Killer” para el control de *Tillandsia recurvata*, en un Bosque de *Pinus cembroides* Zucc., en Saltillo Coahuila. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 67 p.
- Injecthor de México (2010)** Desarrollo de Tecnologías para el manejo integrado de plagas. [Fecha de consulta 12 de Enero de 2011] disponible en: <http://www.injecthormexico.com.mx>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010)** Información Básica para la Construcción de la Tasa de Deforestación. Presentación. [Fecha de consulta 17 de Marzo de 2010] disponible en: <http://www.inegi.org.mx/rne/docs/Pdfs/Mesa3/20/FranciscoTakaki.pdf>
- Kamila (2005)** Clavel del aire, una planta que afecta a árboles y arbustos, métodos de control. Red Interactiva de Estudiantes. Argentina. [Fecha de consulta 9 de Febrero de 2011] disponible en: <http://www.tgm.com.ar/revistas/revistas/34/clavel-aire.htm>
- Martínez, M (1948)** Los pinos mexicanos. 2ª. ed. Ediciones Botas. Impreso en México. 356 p.
- Matuda E (1957)** Bromeliáceas y Aráceas del Estado de México. Impreso en talleres gráficos de la nación, México. 63 p.
- Mántaras S (2009)** *Tillandsia recurvata*: un problema una solución. Boletín de la red la vida y la ciencia. [Fecha de consulta 18 de Agosto de 2010] disponible en: <http://lavidaylaciencia.blogspot.com/2009/03/tillandsia-recurvata-un-problema-y-una.html>
- Navarro M S A, L M Torres E, A Cano P, S Valencia M, E H Cornejo O (2000)** Predicción de volúmenes de fuste para *Pinus cembroides* Zucc., En el sureste de Coahuila. Foresta-AN. Nota Técnica No. 3 UAAAN. Saltillo, Coahuila. 16 p.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT (2001) Que determina las especies y subespecies de Flora y Fauna Silvestre Terrestre y Acuáticas en Peligro de Extinción, Amenazadas, Raras y Sujetas a Protección especial y que establece especificaciones para su protección (publicada en el D.O.F de fecha 16 de mayo de 1994).

Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT-011 (1996) Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de Musgo, Heno y Doradilla (publicada en el D.O.F de fecha 23 de Abril de 2003).

Norma Oficial Mexicana NOM-037-FITO (1995) Que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos (publicado en el D.O.F el 23 de octubre de 1995).

Páez G L E, S Aguilar R, T Terrazas, M E Huidobro S, E Aguirre L (2005) Cambios anatómicos en la corteza de *Parkinsonia praecox* (Ruiz et Pavón) Hawkins causados por la epífita *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae). Boletín de la sociedad Botánica de México 077:59-64.

Ríos C E, De Hoogh R, J J Návar C (2008) Ensayos de especies con pinos piñoneros en el noroeste de México. Revista Chapingo, Universidad Autónoma Chapingo. 14:97-104.

Rodríguez U G (1991) Evaluación de la Infestación y Daños causados por el Muérdago Enano *Arceuthobium Vaginatatum* en *Pinus rudis* en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Trabajo de Observación. Estudio y Obtención de Información. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 76 pp.

SAS® Software Inc (1989) Statistical Analysis System SAS/STAT User's
Guide. Version 9.1, Cary, N.C.

Hernández S R; Fernández Collado C; Baptista Lucio P (1998) Metodología de la investigación. México DF. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A de C.V.

Vázquez R D E (2010) Utilización del Heno de Mota *Tillandsia recurvata* L, como Sustrato para la germinación de semillas de *pinus cembroides* Zucc. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 61 p

Villareal Q J A (1994) Flora vascular de la sierra La paila Coahuila, Boletín Técnico Informativo.16 (1):109-138, pp. 110-120.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF EN MEXICO) (2007) [Fecha de consulta 2 de Marzo de 2010] disponible en:
http://www.wwf.org.mx/wwfmex/prog_bosques_deforestacion.php