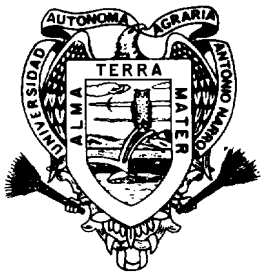
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



EVALUACIÓN DE "MUERDAGO KILLER" PARA EL CONTROL DE *Tillandsia recurvata*, EN UN BOSQUE DE *Pinus cembroides* Zucc. EN SALTILLO, COAHUILA.

TESIS PROFESIONAL

PRESENTADA POR:

EDILBERTO HERNÁNDEZ SANTIAGO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO
JUNIO DE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

EVALUACIÓN DE "MUÉRDAGO KILLER" PARA EL CONTROL DE *Tillandsia recurvata*, EN UN BOSQUE DE *Pinus cembroides* Zucc. EN SALTILLO, COAHUILA.

POR:

EDILBERTO HERNÁNDEZ SANTIAGO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA

M.C. Jorge David Flores Flores
Asesor Principal

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Junio del 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

EVALUACIÓN DE "MUERDAGO KILLER" PARA EL CONTROL DE *Tillandsia recurvata*, EN UN BOSQUE DE *Pinus cembroides* Zucc. EN SALTILLO, COAHUILA.

POR:

EDILBERTO HERNÁNDEZ SANTIAGO

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobado por el comité de tesis:

M.C. Jorge David Flores Flores
Presidente del Jurado

M.C. Jorge Armando Nájera Castro
Sinodal

M.C. Luis Mario Torres Espinosa
Sinodal

Ing. Sergio Braham Sabag
Sinodal

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2010

DEDICATORIAS

A mis padres

Sr. Herminio Hernández López

y

Sra. Ofelia Santiago Hernández

Por el gran amor que me han brindado, por los consejos de aliento recibidos en momentos de desesperación, por el gran esfuerzo que han realizado para brindarme la mejor herencia que se le puede dar a un hijo, que es la educación. Por eso y mucho más mil gracias.

A mi abuelita

María López Hernández (+)

Por los momentos felices que pase con ella, escuchando sus historias y sus buenos consejos.

A mis hermanos

Roque Hernández Santiago (+)

Estela Hernández Santiago

Eleazar Morales Santiago

Por el apoyo moral y económico que me han brindado, por esos momentos felices que pasamos juntos y aunque estén lejos, siempre los llevo en mi mente y en mi corazón, gracias.

A mis tíos

Rafael Hernández López (+), Irma Hernández López, Julia Hernández López, Marcelina Hernández López, Amelia Hernández López, Sofía Hernández López, Dolores Santiago Hernández y Camilo Santiago Hernández.

A mis primos

A todos mis primos en general, que afortunadamente son muchos, con los cuales eh convivido y me han permitido de igual manera tener su amistad y apoyo incondicional.

A mis amigos

Efraín, Juvencio, Rolando, Jesús Oliverio entre otros.

Por ser los amigos más sinceros y haber estado conmigo en las buenas y en las malas y con quienes eh compartido momentos inolvidables.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y el privilegio de terminar una carrera, así como por darme salud a mí y a mi familia durante mi estancia en esta Universidad.

A mi Alma mater por abrirme sus puertas y proporcionarme mayores conocimientos para mi formación profesional.

Al M.C. Jorge David Flores, por su disponibilidad para la dirección de mi tesis, para que ésta quedara de la mejor manera y especialmente por brindarme su amistad.

Al M.C. Jorge Armando Nájera Castro, por su colaboración en este trabajo brindando asesoría técnica, para la realización de la misma.

Al Ing. Sergio Braham Sabag, por brindarme parte de sus conocimientos y su colaboración en el desarrollo de este trabajo, pero sobre todo por su amistad incondicional.

Al M.C. Mario Torres Espinosa, por su ayuda en la revisión del presente trabajo.

Al Ing. Gerardo Gonzales Juárez, Director general del grupo Injecthor de México, por facilitarnos el producto “Muérdago Killer” para la realización de la investigación.

Al Ing. Rodrigo Torres Hernández y la Ing. Norma Torres Hernández por el apoyo recibido durante mi estancia en esta universidad, así como por la recomendación a estudiar en esta universidad.

Al INIFAP, por el financiamiento del proyecto.

A mis amigos y compañeros de la generación CVIII de la carrera de Ingeniero Forestal, por los momentos de convivencia que pasamos juntos.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO i
INDICE DE CUADROS iii
RESUMEN vi
I INTRODUCCIÓN 1
1.1 Importancia del estudio 1
1.2 Planteamiento del problema 1
1.3 OBJETIVOS 2
1.4 HIPÓTESIS 2
II REVISION DE LITERATURA 3
2.1 Importancia del *Pinus cembroides* Zucc. 3
2.1.1 Importancia económica 3
2.1.2 Importancia ecológica 4
2.1.3 Importancia social 4
2.1.4 Factores de deterioro de los bosques de *Pinus cembroides* Zucc 4
2.2 Generalidades de *Tillandsia recurvata* 5
2.2.1 Descripción botánica de la familia Bromeliaceae 6
2.3 Características de *Tillandsia recurvata* 7
2.4 Condiciones ecológicas para su desarrollo 9
2.4.1 Condición de *T. recurvata* en el Ejido Cuauhtémoc, Saltillo, Coahuila 11
2.4.2 Posibles causas de infestación de *Tillandsia recurvata* en el ejido Cuauhtémoc. 12
2.5 Distribución de *T. recurvata* en México 14
2.6 Usos 15
2.7 Métodos de control de *T. recurvata* 15
2.8 Información técnica del Muérdago Killer 16
2.9 Trabajos afines 17
III MATERIALES Y METODOS 19
3.1 Localización y descripción del área de estudio 19
3.3 Procedimiento experimental 21
3.4 Diseño experimental 21
3.5 Variables observadas 22
3.5.1 Grado de afectación del “Muérdago Killer” sobre las borlas de *T. recurvata* 22
3.5.2 Altura 25
3.5.3 Diámetro 26
3.5.4 Peso 26

3.5.5 Determinación del contenido de humedad. 27
3.5.6 Determinación del grado de caída de las borlas de *Tillandsia recurvata* 27
3.5.7 Fitoxicidad del Muérdago Killer 28
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 30
4.1 Grado de afectación de la aplicación de Muérdago Killer sobre *Tillandsia recurvata* 30
4.2 Variación en altura del heno *T. recurvata* a diversas dosis de Muérdago Killer 32
4.3 Variación en diámetro del heno *T. recurvata* a diversas dosis de Muérdago Killer 33
4.4 Variación en peso del heno de motita *T. recurvata* a diversas dosis de Muérdago Killer 35
4.5 Variación en por ciento del contenido de humedad de las motitas de *T. recurvata* a diferentes dosis de Muérdago Killer 36
4.6 Determinación del grado de caída de las borlas de *T. recurvata* a los 30 díasde la aplicación de los tratamientos 38
4.7 Determinación de la fitotoxicidad de “Muérdago Killer” sobre *Pinus cembroides* 39
V CONCLUSIONES 41
VI RECOMENDACIONES 43
VII LITERATURA CITADA 44
A P E N D I C E 47

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Temperaturas del mes de Junio del 2005 al 2009 13

Cuadro 2. Precipitación mensual en los últimos cinco años 13

Cuadro 3. Distribución de los tratamientos en un diseño completamente al azar 22

Cuadro 4. Escala para estimar el grado de afectación del "Muérdago Killer" sobre las borlas de *T. recurvata.* 25

Cuadro 5. Grados de caída de *T. recurvata* 27

Cuadro 6. Escala propuesta por la EWRS (European Weed Research Society), para evaluación de fitotoxicidad en cultivos y transformación a escala porcentual 29

Cuadro 7. Análisis de varianza para el grado tres de afectación del heno motita *T. recurvata* a los treinta días de aplicación de los tratamientos. 30

Cuadro 8. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05) para el grado tres de mortalidad del heno motita *T. recurvata.* 31

Cuadro 9. Análisis de varianza para la altura del heno motita *T. recurvata* a los treinta días de aplicación de los tratamientos. 32

Cuadro 10. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05), para la altura de *T. recurvata.* 32

Cuadro 11. Análisis de varianza para el diámetro del heno de motita *T. recurvata* a los treinta días de la aplicación de los tratamientos. 34

Cuadro 12. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05), para el diámetro de *T. recurvata.* 34

Cuadro 13. Análisis de varianza para el peso del heno motita *T. recurvata* a los treinta días de la aplicación de los tratamientos. 35

Cuadro 14. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05), para el peso de borlas de *T. recurvata.* 35

Cuadro 15. Análisis de varianza para el contenido de humedad del heno motita, *T. recurvata* a los treinta días de la aplicación de los tratamientos. 37

Cuadro 16. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05), para el contenido de humedad de *T. recurvata.* 37

Cuadro 17. Análisis de varianza para el grado de caída del heno motita *T. recurvata,* a los treinta días de la aplicación de los tratamientos. 39

Cuadro 18. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05), para el grado de caída de las borlas de *T. recurvata.* 39

Cuadro 19. Conversión de grados a porcentajes de la caída de las borlas de *T. recurvata.* 39

Cuadro 20. Dosis a aplicar de Muérdago Killer en *Pinus cembroides*, considerando la altura, diámetro medio de copa, y el grado de infestación de *Tillandsia recurvata*. 43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de *Tillandsia recurvata* 5

Figura 2. Infestación de *T. recurvata* en *P. cembroides* del Ejido Cuauhtémoc, Saltillo; Coahuila. 11

Figura 3. Variación de la temperatura del 2005 al 2010. 12

Figura 4. Variación de la precipitación del 2005 al 2010 14

Figura 5. Localización del área de estudio 19

Figura 6. *Tillandsia recurvata* con grado cero de mortalidad.....23

Figura 7. *Tillandsia recurvata* con grado uno de mortalidad.....23

Figura 8. *Tillandsia recurvata* con grado dos de mortalidad 24

Figura 9. *Tillandsia recurvata* con grado tres de mortalidad. 24

Figura 10. Determinación de la altura de *T. recurvata* 25

Figura 11. Determinación del diámetro de *T. recurvata* 26

Figura 12. Determinación del peso de *T. recurvata*.....26

Figura 13. Aplicación de aire con aspersora de motor a la máxima velocidad.....28

Figura 14. Determinación del grado de caída de las borlas de *T. recurvata*. 28

Figura 15. Grado de afectación del heno *T. recurvata* a diversas dosis de "Muérdago Killer", a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.....31

Figura 16. Variación en altura de *T. recurvata* a diferentes dosis de Muérdago Killer al 5 % de concentración, a los treinta días de aplicación de los tratamientos. 33

Figura 17. Variación en diámetro de *T. recurvata* a diferentes dosis de Muérdago Killer al 5% de concentración a los treinta días de la aplicación de los tratamientos. 34

Figura 18. Variación en peso de *T. recurvata* a diferentes dosis de Muérdago Killer al 5% de concentración a los treinta días de la aplicación de los tratamientos. 36

Figura 19. Variación en el contenido de humedad de *T. recurvata* a diferentes dosis de Muérdago Killer al 5% de concentración a los treinta días de la aplicación de los tratamientos. 38

RESUMEN

El heno de motita *Tillandsia recurvata* en los últimos 15 años se ha convertido en un serio problema de salud para las áreas arboladas de Coahuila y muchas otras partes del país y del continente Americano. En Coahuila se estima que existen alrededor de 60,000 hectáreas afectadas de *T. recurvata.* Con el propósito de contribuir al control de este problema se realizo la siguiente investigación con el objetivo específico de probar la efectividad del producto "Muérdago Killer" en aplicaciones de invierno considerando este producto como una alternativa ecológicamente viable por ser de origen biológico. Los tratamientos empleados fueron, 0.500, 0.750, 1.000, 1.250 y 1.500 litros de Muérdago Killer/ árbol con altura promedio de ocho metros y diámetro de copa de 5 metros, además de un testigo a la cual no se le aplicó ningún tratamiento. Las aplicaciones se hicieron el 23 de enero de 2010 utilizando una bomba aspersora manual de mochila, dirigiendo la aspersión específicamente a las motitas de *T. recurvata* tratando de que éstas quedaran a punto de rocío. Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones considerando un árbol como unidad experimental en cada tratamiento, estos árboles seleccionados mostraban el cien por ciento de infestación de heno motita correspondiente a la categoría 6 de Hasworth (1980). Las variables observadas después de la aplicación fueron Grado de Afectación del heno, Peso, Altura, Diámetro, Contenido de humedad, porciento de caída de las borlas y fitotoxicidad hacia el hospedero, las cuales se midieron a los 10, 20 y 30 días después de la aplicación. Los resultados de este estudio revelan que el tratamiento más efectivo para el control del heno *Tillandsia recurvata* fue la dosis dos consistente en 1.500 litros de Muérdago Killer lo cual redujo de manera significativa todos los parámetros en relación a los demás tratamientos. Sin embargo el heno motita no se logro desprender del anclaje del árbol con la sola aplicación del Muérdago Killer requiriéndose del desprendimiento mecánico.

Palabras claves: Muérdago Killer, *Tillandsia recurvata, Pinus cembroides, Dosis*.

I INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del estudio

Los pinos piñoneros son de gran importancia económica, ecológica y social para los habitantes del sur de Coahuila y entidades vecinas. De ellos el hombre obtiene madera para fabricar muebles rústicos. La semilla (piñón) de esta especie es comestible y agradable al gusto, por lo cual se le da el nombre de piñonero, por lo que destaca su importancia como árbol productor de semilla, debido a que proporciona de cerca del 90% de la cosecha de piñones en la república mexicana (Martínez *et. al.* 1948).

Esta especie se localiza en áreas de clima templado seco o semiseco, en las altitudes más bajas, entre los 1800 hasta los 2000 msnm (Flores, 1985).

1.2 Planteamiento del problema

Como todo recurso forestal, el *Pinus cembroides* tiene un sinnúmero de problemas que frenan su desarrollo potencial, pero especialmente el heno de motita *Tillandsia recurvata*, que en los últimos 10 años se ha convertido en su principal problema de salud, ya que está ocasionando la muerte de miles de árboles siendo la preocupación fundamental de poseedores de predios forestales, así como de las instituciones gubernamentales e instituciones de educación e investigación, relacionadas a este ramo.

Tillandsia recurvata, que es una planta epifita no parasita, Baigorria, (2007), señala que bajo ciertas condiciones de disturbio ecológico de las masas arboladas, *T. recurvata* se puede convertir en un serio problema de salud, siendo que su presencia en países como México, Argentina y Estados Unidos ha provocado graves daños lo que ha obligado a tomar medidas emergentes para su control. Aunado a lo anterior, Neumann (2004), encontró que los rizoides de *Tillandsia recurvata* segregan una sustancia llamada hidroperoxicicloartano, que actúa como un inhibidor o antibiótico alelopático que provoca la muerte de yemas y la abscisión del follaje, la cual explica la muerte de las ramas del hospedero.

En Coahuila se estima que existen alrededor de 60 mil hectáreas invadidas por *Tillandsia recurvata* (Chávez, 2009).

Desde hace varios años se han realizado diversas investigaciones para el control de heno motita mediante el uso de diversos herbicidas de origen químico, (Cantú 1968), pero estos ensayos revelan que los productos experimentados además de matar a las motitas de *T. recurvata*, también dañan al follaje del hospedero, así como a las plantas que se encuentran en el piso forestal, por lo que no son ecológicamente aceptables como medida de control. Ante tal situación recientemente la CONAFOR, ha estado recomendando realizar pruebas con productos orgánicos como es el caso del "Muérdago Killer", fabricado a base de algas marinas y tierra diatomeas, por lo que este trabajo está enfocado a contribuir con esta línea de investigación, para ver el efecto de éste producto sobre el control de *T. recurvata* y su repercusión en el hospedero.

1.3 OBJETIVOS

1. Determinar la dosis óptima de "Muérdago Killer" para el control de *Tillandsia recurvata,* en aplicaciones de invierno.

2. Determinar el grado de fitotoxicidad del "Muérdago Killer" en el follaje de *Pinus cembroides*

1.4 HIPÓTESIS

Ho: No existe diferencia significativa entre las diferentes dosis de Muérdago Killer para el control de *Tillandsia recurvata*

Ha: Al menos uno de los tratamientos resulta ser diferente.

II REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia del *Pinus cembroides* Zucc.

En las condiciones económicas tan difíciles que se viven en estos días en sector rural, el *Pinus cembroides* adquiere cada vez más relevancia, como el pino piñonero, cuya semilla genera una alta actividad comercial en amplias zonas rurales del país, especialmente en las de clima semiárido. Su recolección abastece más del 90% del mercado nacional, su colecta y venta, proporcionan ingresos a una numerosa cantidad de familias. Aunque no es muy común, su madera suave y de veteado agradable llega a utilizarse en la fabricación de muebles rústicos. También se ha sugerido su uso, en proyectos de recuperación de suelos, en huertos familiares e incluso en la reforestación urbana (Eguilúz *et al*, 1978).

2.1.1 Importancia económica

El pino piñonero juega un papel muy importante para el silvicultor que habita en el sur de Coahuila, donde se localizan las mayores áreas piñoneras de la entidad, ya que de éstas se obtienen diversos productos tales como la comercialización de la semilla conocida como piñón; leña, venta de árboles de ornato, árboles de navidad, postes y otras que se derivan de estas (Domínguez, 2003).

El precio del piñón, osciló entre 40 y 60 pesos por Kg en Saltillo, Coahuila (precio de 1999). Las semillas se comercializan en la misma temporada de recolecta, con cáscara o sin ella. Existen semillas negras, color café claro o amarillas, siendo estás dos últimas las que tienen mejor precio. El precio de la semilla sin cáscara alcanza hasta los $400.00 (Pesos base 1999) en grandes mercados y los $500-550 (pesos base 1999) en mercado muy locales y en época navideña. El uso de *Pinus cembroides* no solo se limita al consumo de su fruto (semillas), también sus ramas se utilizan como forraje para el ganado; el tallo en la construcción de vivienda y éstas dos últimas también como combustible (SEMARNAT, 1999).

2.1.2 Importancia ecológica

El bosque de piñoneros, principalmente de cembroides, provee de forraje para una ganadería extensiva. Algunas de las actividades que comúnmente se llevan a cabo en estos bosques son la de recreación, la cacería, la captación de agua en las cuencas, refugio de fauna silvestre y paisajismo (Belleza escénica), (Cibrián *et. al.* 1997).

2.1.3 Importancia social

Ésta especie de piñoneros tiene importancia social, ya que en el sur del Estado de Coahuila hay muchas poblaciones rurales que dependen de este recurso para obtener satisfactores que aseguren su permanencia o arraigo en sus lugares de origen.

Las actividades de recolección de conos y la obtención de la semilla (piñón) se realiza a nivel familiar, ejidal o de los pequeños propietarios, lo que permite tener mayores ingresos económicos (Domínguez, 2003).

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

El *Pinus cembroides* en esta región, al igual que en otros bosques, son afectados por una serie de factores que interfieren en el deterioro parcial o total, de los cuales pueden mencionarse los siguientes:

- Los incendios forestales
- Desmontes de suelos forestales para uso agrícola
- Explotación irracional
- Obras sociales
- Incidencia de plagas y enfermedades

A *Tillandsia recurvata* lo podemos ubicar dentro de la categoría de plagas y enfermedades, debido a que en el sur del Estado de Coahuila a causado daños a pinos, cedros, encinos y otra vegetación de la región, pero debido a la presencia de

otros problemas de mayor importancia y al hecho de su condición de planta epifita, no se le había dado la importancia requerida (Bocanegra, 1992).

Sin embargo el problema que se observa en estos predios y en otras áreas de la región, es serio y complejo, por lo que para darle una solución adecuada y satisfactoria, se requiere tiempo y mayor información técnico-científica, la cual, ésta última evidentemente es escasa, debido a la poca experiencia que se tiene para regular esta situación.

2.2 Generalidades de *Tillandsia recurvata*

Clasificación taxonómica del heno, (Conzatti, 1947).

División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Subclase: Commelinids
Orden: Poales
Familia: Bromeliaceae
Género: Tillandsia
Especie: recurvata



Figura 1. Morfología de *Tillandsia recurvata*

Sinonimias de *Tillandsia recurvata*

De acuerdo con Matuda (1957), ésta especie ha sufrido modificaciones en su composición taxonómica y fue hasta el año 1902 cuando se le nombró como *Tillandsia recurvata;* pero anteriormente fue conocido con los siguientes nombres.

Renealmia recurvata L. Sp. Pl. 287. 1753.
Tillandsia uniflora H. B. K. Nov. Gen. & sp. 1:290. 1816.
Diaphorantema uniflora Beer, Bromel; 154. 1857.
Diaphorantema recurvata Beer, Bromel. 156. 1857.
Tillandsia monostachys Gillies; Baker. Journ. Bot. 16:239, como sinónimo. 1878.

2.2.1 Descripción botánica de la familia Bromeliaceae

Hierbas epifitas, terrestres o saxícolas, plantas hermafroditas o dioicas (flores funcionalmente unisexuales). Hojas con tricomas peltados absorbentes, la región basal dilatada y envainadora, las láminas alargadas, triangulares a liguladas o casi filiformes, ocasionalmente comprimidas próximamente y subpeciolada o pecioladas. Inflorescencias generalmente terminales (laterales), simples o compuestas, generalmente escapíferas (sésiles), flores 3-meras, sésiles a largamente pediceladas, con brácteas subyacentes diminutas a grandes; sépalos libres o a veces connados, pétalos libres, cortamente connados hasta connados o aglutinados por más de la mitad de su longitud, frecuentemente con un par de apéndices basales o arrugas; estambres 6, en 2 verticilos, libres a variadamente connados o adnados; ovario súpero o ínfero, 3- locular, placentación axial o una baya o cápsula septicida; semillas con o sin apéndices (Utley *et al*., 2001).

El orden Bromeliales contiene una sola familia, la Bromeliaceae, con 46 géneros y aproximadamente 2,000 especies. A esta familia usualmente se le llama la familia de la piña. El Botánico norteamericano Arthur Cronquist ha puesto el orden Bromeliales junto al orden Zingiberales, el cual incluye las familias *Cannaceae*, *Costaceae*, *Heliconiaceae*, *Lowiaceae*, *Marantaceae*, *Musaceae*, *Strelitziaceae* y *Zingiberaceae*, dentro de subclase *Zingiberidae* (Encyclopedia Britannica, 2001). Las bromelias se dividen en tres subfamilias: *Bromelioideae*, *Pitcairniodeae* y *Tillandsioideae*.

La subfamilia *Tillandsioideae* es probablemente la más evolucionada de la tres con adaptaciones especiales para sobrevivir en hábitos xerófitos. Contiene 6 géneros y 1020 especies. La mayor parte de estas especies son plantas epifitas. Son plantas de ovario súpero, fruto en cápsulas y sus semillas son plumosas. Sus semillas son dispersadas por el viento o se adhieren al substrato. *Tillandsia* (540 especies), *Vriesea* (295 especies) y *Guzmania* (158 especies), son los tres géneros de mayor importancia en esta subfamilia (Taxonomy, 2010).

2.3 Características de *Tillandsia recurvata*

Raíces. presentes, la raíz es usada principalmente para sostén de la planta, mediante el desarrollo de esclerenquima en la raíz vieja determina la formación de un rígido órgano de sostén, pero la firme fijación depende también del desarrollo de muchas ramificaciones o de las raíces adventicias, los pelos radicales también intervienen en el sostenimiento de la planta al hospedero o al suelo y resultan particularmente eficientes en las plantas jóvenes impidiendo que se desplacen hacia arriba a causa del desarrollo del ápice vertical, (Matuda 1957).

Hojas. 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)

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

Las Tillandsias se reproducen-como otras bromelias también- en dos maneras. La primera es la “normal” por polinización y producción de semillas. Las Tillandsias 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, 2005).

Fotosíntesis

Posee metabolismo CAM (acido de las crasulaceas), según sus siglas en ingles, está estrechamente relacionado con la fotosíntesis C_4, esto se debe a que la enzima PEP carboxilaxa fija CO_2 al añadirlo al PEP dando lugar a los ácidos C_4, la formación de los ácidos esta 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 Co_2 puede penetrar a la hoja. El CO_2 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 $CO_{2,}$ (Flores, 2009).

2.4 Condiciones ecológicas para su desarrollo

De acuerdo con Páez, (2005), las condiciones en la que debe estar el hospedero para que el heno motita *T. recurvata* pueda infestar al arbolado deben ser las siguientes:

a) Necesita generalmente de clima templado frío.
b) Prefiere árboles con alta humedad relativa y con baja luminosidad, aunque también se desarrolla en ramas y arbustos.
c) Se desarrolla a temperaturas bajas.
d) Prolifera en árboles de corteza rugosa y con alta humedad.
e) Por lo general si se trata de hospederos vivos, en el caso de arboles, éstas deben de estar en malas condiciones (árboles suprimidos, bifurcados, viejos, huecos), para que el heno motita *T. recurvata* pueda invadirlas, de lo contrario el heno no encontrará las condiciones óptimas para hospedarse en ella.

Hospederos

De acuerdo con (Matuda, 1957), Los principales hospederos de *T. recurvata,* son las coníferas, latifoliadas y algunas cactáceas, entre otros. Pero no necesariamente se requiere que el hospedero esté vivo, ya que el heno motita *T. recurvata* no se alimenta de el, sino que el agua y los nutrientes lo absorbe del medio ambiente, a través de los pelillos que se encuentran en sus hojas denominadas tricomas; por tal motivo en muchas ocasiones se pueden ver hasta en los cables de luz, rocas, cercas, etc.

Ciclo biológico

Su desarrollo lo hace en verano, principia su floración en otoño (aunque hay autores que señalan que su floración es todo el año), y comienza a propagarse en invierno. Las semillas están contenidas en capsulas, que abren con la madurez, se dispersan con el viento y la acción de los pájaros, éstas germinarán en cortezas rugosas que contengan humedad y la luminosidad baja requerida (Montaña *et al., 1997).*

A medida que la planta crece, estructura un agarre en la corteza similar a raicillas, las cuales pueden penetrar en la corteza pero sin dañar el árbol. Su lugar propicio lo fortalece la sombra y la humedad. Del árbol donde germina no obtiene agua ni nutrientes, solo le sirve de apoyo, pues se alimenta de minerales y detríticos orgánicos disueltos en el agua atmosférica (Montaña *et al.,* 1997).

Su reproducción básica es a partir de los brotes que nacen junto a la planta madre, (este método se usa para mantener perpetuada la especie en lugares de cultivo propiamente dicho cuando la planta florece definitivamente y pronto se secará (Ceja, 2008).

Tipos de daños

Tillandsia recurvata es uno de los claveles de aire más agresivos desde EEUU. hasta Argentina, está comprobado que a través de sus rizoides secreta hidroperoxicloartano que actúa como un antibiótico (alelopatía), y provoca la muerte de yemas y abscisión del follaje (Neumann, 2004).

Otro efecto dañino de los claveles del aire es que tienen sus hojas cubiertas por tricomas, los cuales pueden absorber hasta el 10 % de su peso en agua necesarios en muchos de los casos para el hospedero y en infestaciones severas llegan a quebrar las ramas de sostén, especialmente en zonas con fuertes vientos (Neumann, 2004).

También se sabe que *T. recurvata* causa al menos un parasitismo de tipo estructural, evidenciado por la afectación en la producción de brotes nuevos, en la arquitectura, crecimiento y la reproducción del hospedero (Páez, 2005).

El parasitismo estructural a su vez causa una disminución importante en la fotosíntesis en las ramas donde se implantan las epifitas, de igual manera la alta incidencia de epifitas es importante en la formación de cambios anatómicos de la corteza lo que disminuye la movilización del CO2, afectando más procesos respiratorios que los fotosintéticos (Montaña *et al.,* 1997).

2.4.1 Condición de *T. recurvata* en el Ejido Cuauhtémoc, Saltillo, Coahuila

En las observaciones personales realizadas en esta región se detecto que hay gran infestación en el arbolado, en la mayoría de los casos hasta los dos tercios de la parte baja del árbol (Figura 2), debido a que hay mayor concentración de humedad, de igual manera se encontró mayor incidencia en arboles viejos y en algunos casos en individuos jóvenes en malas condiciones (arboles suprimidos, delgados, bifurcados, huecos, etc.). Por el contrario los individuos jóvenes y en buenas condiciones presentaban menos susceptibilidad a la presencia del heno *T. recurvata,* ya que estas no encontraban condiciones optimas para su asentamiento.

Otra observación relevante que se puede mencionar es que casi todas las especies arbóreas presentes en el área son dañadas, excepto *Juniperus fláccida* que aunque se localiza bajo especies hospederas de *T. recurvata,* esta se encuentra en muy buenas condiciones, tal vez porque tenga alguna sustancia alelopática que impide que las borlas prosperen sobre ella.

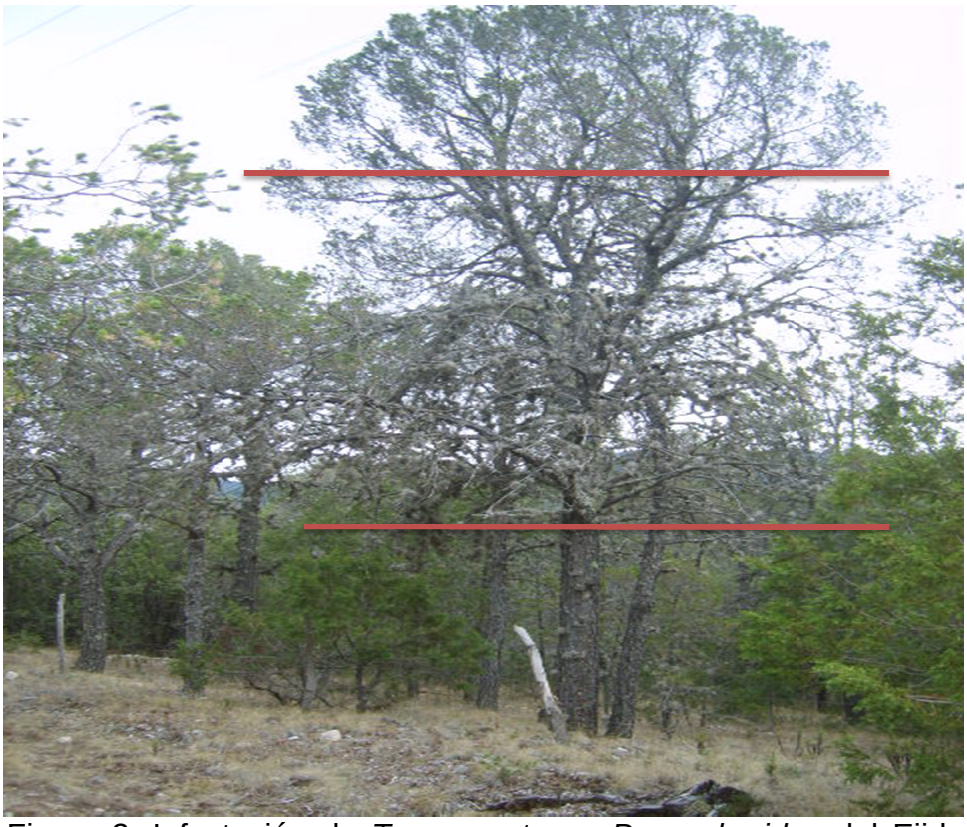


Figura 2. Infestación de *T. recurvata* en *P. cembroides* del Ejido Cuauhtémoc, Saltillo; Coahuila.

2.4.2 Posibles causas de infestación de *Tillandsia recurvata* en el ejido Cuauhtémoc.

Temperatura

De acuerdo con Flores (2009), uno de los factores que más han influido en la acentuación de la infestación de *T. recurvata* en los arbolados localizados en Saltillo, es el cambio climático que se ha venido presentando en la región, lo cual tiene como consecuencia el abatimiento de los mantos acuíferos particularmente en la sierra de Zapalinamé así como el secado de los chorros y estanques del ejido Cuauhtémoc. Aunado a lo anterior esta afirmación se puede apoyar en el cambio de temperaturas máximas y mínimas que se han venido presentando en los últimos años, (Figura 3).

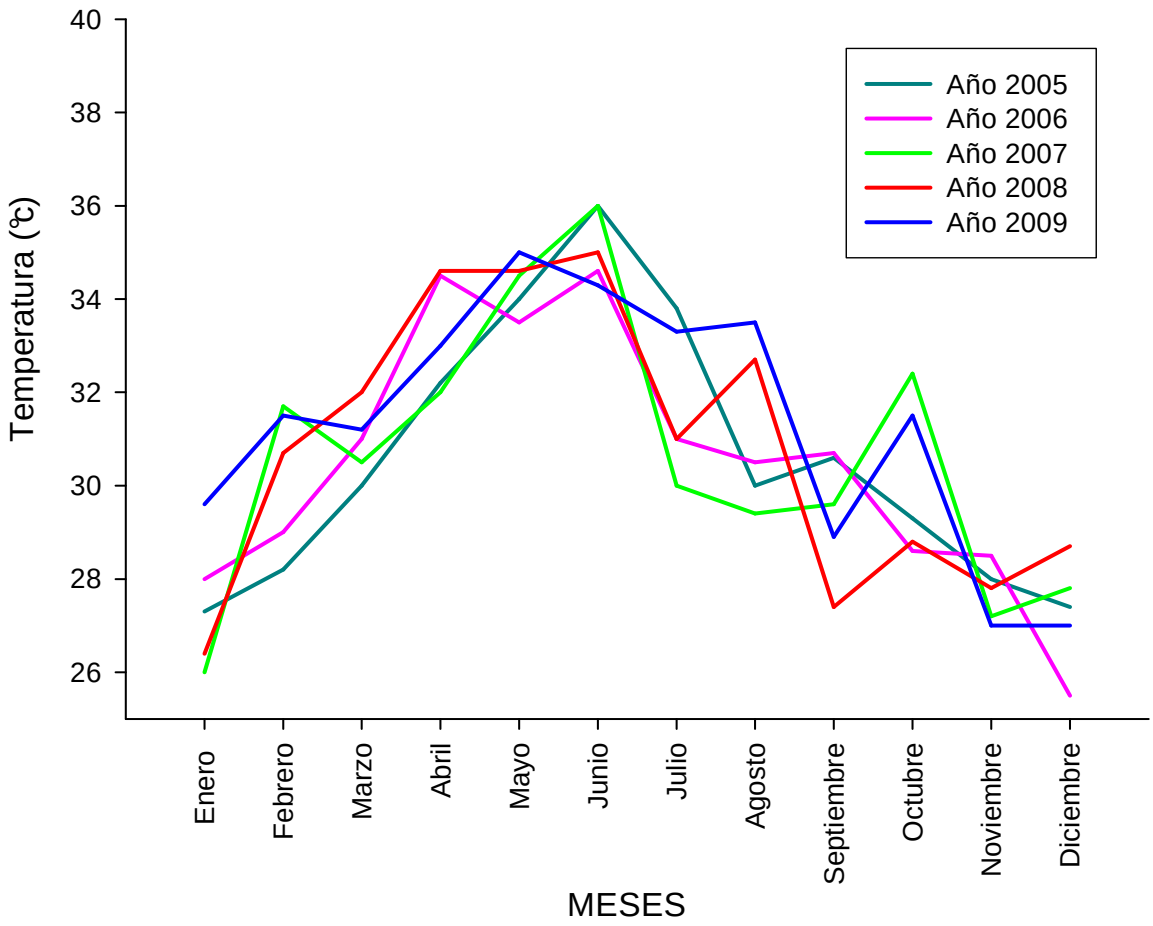


Figura 3. Variación de la temperatura del 2005 al 2010.

Las temperaturas más altas fueron registradas en el mes de junio del 2005 y del 2007, lo cual causo la muerte de varios árboles de diversas partes de la región de Coahuila, aunado a la sequia los arboles son más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades tal como ocurrió en el Ejido Cuauhtémoc con la *Tillandsia recurvata,* ya que fue en estos años cuando se manifestó mayor grado de infestación de estas epifitas sobre el arbolado de *P. cembroides* localizado en ésta zona, (Cuadro 1).

Cuadro 1. Temperaturas del mes de Junio del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	36	34.6	36	35	34.3
Mínima	10.4	9	11	11.4	10
Media	27.3	26.7	27.8	26	26

Fuente: CONAGUA (2010)

Precipitación

Otro de los factores que tiene influencia directa en la infestación por *T. recurvata* en bosques de *P. cembroides* en el ejido Cuauhtémoc es la precipitación, como se puede observar en la figura 4, en el mes de julio que se supone debe ser el mes más lluvioso, en el 2009 el nivel de precipitación fue muy escasa a comparación con los otros años.

Es importante mencionar que cuando los árboles son sometidos a altos niveles de estrés hídrico, éstos son muy propensos al ataque de plagas y enfermedades, es por ello que se toma en consideración éste parámetro.

Cuadro 2. Precipitación mensual en los últimos cinco años

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
precipitación 2005 (mm)	13.7	44.8	5.1	3.5	37.7	5.1	115.9	57	56.4	67	5.6	0
Precipitación 2006 (mm)	20.6	0	4.8	12	14.8	56.8	77.4	213.2	98.2	19.7	0	32
Precipitación 2007 (mm)	13.2	0.2	9.5	14	31.1	102.3	184.7	129.1	59	9.6	6.1	0
Precipitación 2008 (mm)	0.8	0	1.2	18.2	44.6	86.5	113.1	149.8	86	14	0	1.8
Precipitación 2009 (mm)	0.6	0	13	0.7	57.4	113.6	12.8	131	142.1	24.8	16.9	20.6

Fuente: CONAGUA (2010)

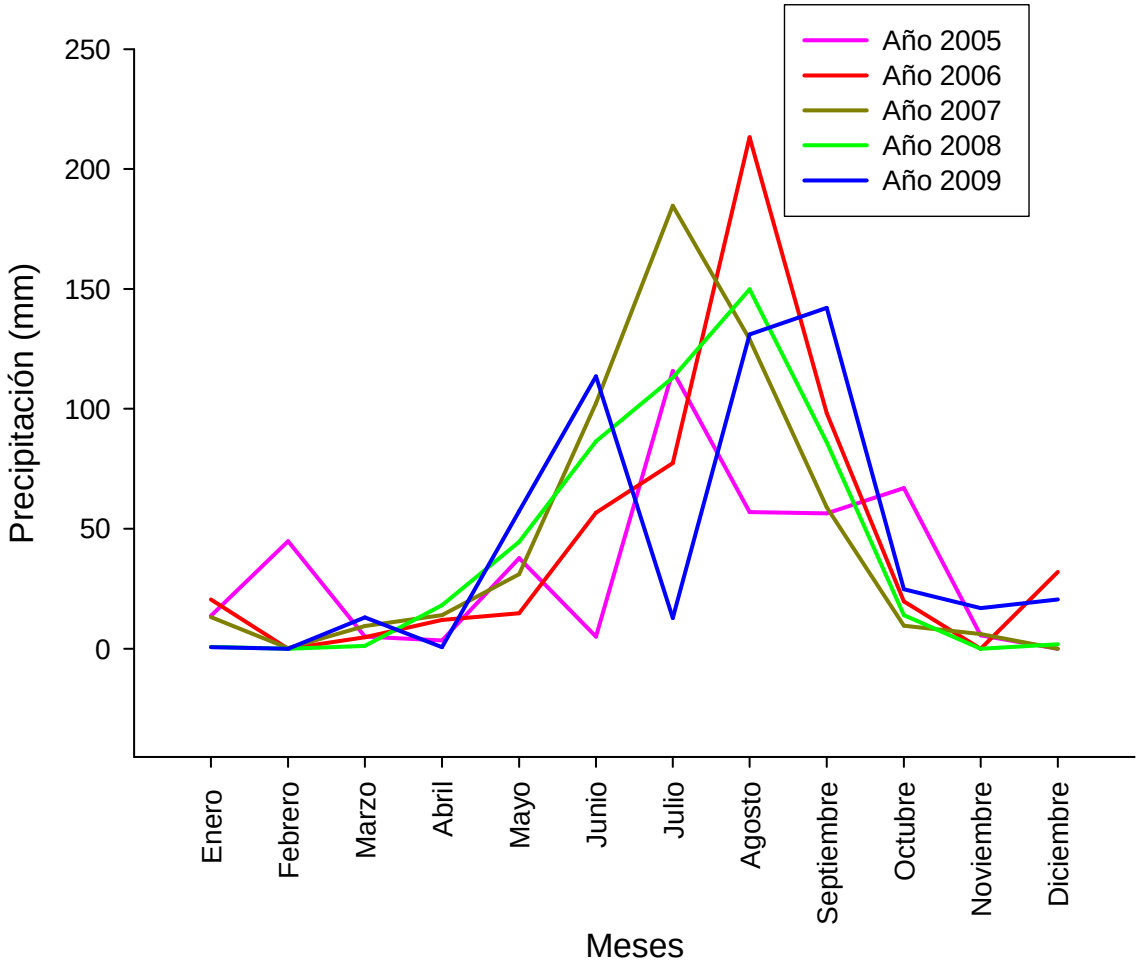


Figura 4. Variación de la precipitación del 2005 al 2010

2.5 Distribución de *T. recurvata* en México

Matuda (1957), alude que en México, *T. recurvata* tiene presencia en los estados de: Coahuila, Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Nuevo León y San Luis Potosí. Pero principalmente en el estado de Coahuila, en los últimos años la *T. recurvata* ha provocado serios daños e incluso la muerte a los arbolados establecidos en los diversos ejidos con que cuenta el estado, es por ello que diversas instancias gubernamentales están apoyando para los estudios en esta línea de investigación.

2.6 Usos

De acuerdo con Neumann (2004), los usos principales que se le da al heno motita *T. recurvata*, son los siguientes.

Es el hábitat y alimento de muchos insectos, aves, roedores y otros artrópodos.

Fija nitrógeno, el cual sucede al caerse del hospedero se descompone y por ultimo fija una buena cantidad de nitrógeno al suelo.

Es usado como empaque en el transporte de objetos delicados, como es el caso de vidrio, objetos hechos de barro, aluminio, entre otros; a los cuales les sirve de amortiguamiento contra los golpes.

Es utilizado como adorno en periodos navideños y eventos religiosos.

Es bien aceptada como planta de ornato.

Tiene propiedades medicinales para combatir problemas respiratorios.

2.7 Métodos de control de *T. recurvata*

Kaplan (2007), menciona que el control mecánico consiste en la extracción manual de las malezas y puede complementarse con el empleo de un cepillo de fibra que no dañe la corteza. Obviamente, cuando se trata de grandes extensiones y de ejemplares de gran tamaño esta alternativa requiere de mucho tiempo y altos costos, además de los riesgos para un operario que no emplea la técnica de trepa de árboles.

Hay que tener en cuenta que se hace dificultosa la limpieza de absolutamente todo el material, ya que pueden quedar semillas adheridas o pequeñas plántulas que no se aprecian visualmente y continúan el ciclo. Un tratamiento químico complementario puede minimizar esta falla. En el caso de la *T. usneoides* o barba de monte es imprescindible realizar una limpieza manual cuando el ataque es

importante, ya que al formarse unas densas cabelleras, éstas difícilmente se mojan interiormente con la pulverización química (Kaplan, 2007).

Nuevamente Neumann (2004), establece que el método Hidráulico en combinación con la aplicación previa con un producto orgánico que pudiera ser Muérdago Killer, es efectivo en el control de *Tillandsia recurvata,* ya que al asperjar el agua a alta presión, el clavel del aire es arrancado del hospedero. Se debe graduar la presión o la distancia de la lanza aplicadora a la zona blanco, a los efectos 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.

Neuman (2004), señala que respecto al método químico las investigaciones están muy avanzadas ya que en varias pruebas realizadas, estos productos han dado resultados satisfactorios, tal es el caso del sulfato de cobre pentahidratado y el "cotacuatro clavel" que es un producto argentino aprobado por senasa, cabe mencionar que el producto causa la muerte de *T. recurvata* pero estas siguen adheridas al hospedero, por lo cual se recurre al control mecánico que es la aplicación de agua a alta presión para que las borlas se caigan del hospedero.

2.8 Información técnica del Muérdago Killer

El producto es conocido como Tierra de Diatomeas y polvos minerales o Muérdago Killer®, lo cual es una mezcla de productos orgánicos, elaborado a base de tierra de diatomeas, polvo de roca de sal de potasio, polvo de roca de magnesio y polvo de roca de fosfato natural.

El Muérdago-Killer® es un producto orgánico que actúa como desecante; produce alteración en la respiración, en la permeabilidad de la membrana celular, alteración de la fotosíntesis, inhibición de la división celular e inhibición de la síntesis de clorofila (Injecthor de México, 2007).

Forma de acción del 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 organélos 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).

2.9 Trabajos afines

Desde 1966 en el estado de Coahuila el heno de motita *Tillandsia recurvata,* ha presentado serios problemas de salud en diversas especies de los géneros *Pinus*, *Quercus* y *Juníperus,* así como de otras especies forestales, arbustivas y arbóreas para lo cual se realizo la prueba de 2 herbicidas, el Esteron Ten-Ten y el Mata-arbustos O.S donde los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios, ya que los herbicidas diluidas en diesel habían ocasionado la destrucción de las plantas en proporciones de 90 y de 100 por ciento, respectivamente (Ramos, 1966).

Cantú (1968), realizo otra investigación sobre el control de *T. recurvata* en *Pinus* de la sierra de Arteaga mediante el uso de herbicidas como el Esteron Ten-Ten y el Esteron mata-arbustos obteniendo resultados similares al trabajo realizado por Ramos (1966), en la que el Esteron mata-arbustos y el Esteron Ten-Ten arrojaron resultados del 95 y 90% de daño en las borlas de *T. recurvata* y las diluciones como el diáfano y el diesel no mostraron diferencias significativas.

Es importante mencionar que aunque éstos productos arrojaron muy buenos resultados para el control del heno motita *T. recurvata,* no es recomendable aplicarlos debido a que son altamente tóxicos y causan daños severos tanto al follaje del hospedero y a los insectos benéficos presentes en el área.

De acuerdo con Neumann (2004), quien realizó investigaciones sobre la eficiencia de dos agroquímicos el cotacuatro clavel al 10 % y al 15% y Simanzina al 2.5 % y al 5% para el control de *Tillandsia aeranthos* , en el cual encontró diferencias en el grado de reducción del crecimiento y del avance de la senescencia de los

claveles tratados con los diferentes productos y dosis ensayados, presentando mejores resultados el cotacuatro clavel para controlar la invasión, a su vez este tratamiento produjo una disminución no significativa de clorofila en Cedrus deodora, a diferencia de lo que si ocurrió con Simanzina.

Investigaciones realizadas por Beltrán (2009), en san Luis Potosí en poblaciones de mezquite, se obtuvo muy buenos resultados en la mortalidad del heno motita *T. recurvata* mediante la determinación del peso, diámetro y altura de las borlas de *T. recurvata*, en donde el tratamiento que dio mejores resultados fue el bicarbonato de sodio, en las dosis de 1290 g/15 litros de agua, alcanzándose un control (mortandad) del 95%.

Otro de los trabajos que es importante mencionar es el realizado por Chávez (2009), que consiste en ver la respuesta de tres especies forestales a la poda mecánica. Las especies estudiadas fueron *Juglans microcarpa*, *Quercus gravesii, Quercus laceyi,* los cuales respondieron satisfactoriamente a las podas aplicadas, destacando estadísticamente *Juglans microcarpa*. Respecto a la reinfestación de heno a cuatro años del saneamiento muestran que las clases de infección fueron las más bajas según el método Hawksworth (1980). Pero el inconveniente que tiene este método es el alto costo en mano de obra y tiempo de trabajo.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y descripción del área de estudio

El área de estudio se localiza en el sureste de Coahuila dentro de la sierra de Zapalinamé en el ejido Cuauhtémoc, entre las coordenadas 101º 03’ 23’’ y 100º 54’ 49’’ de longitud oeste y 24º 18’ 56’’ a 25º 15’ 16’’ de latitud norte, a una elevación de 2,300 msnm en la parte baja y a 2800 msnm en la parte más alta del ejido (INEGI, 2000).

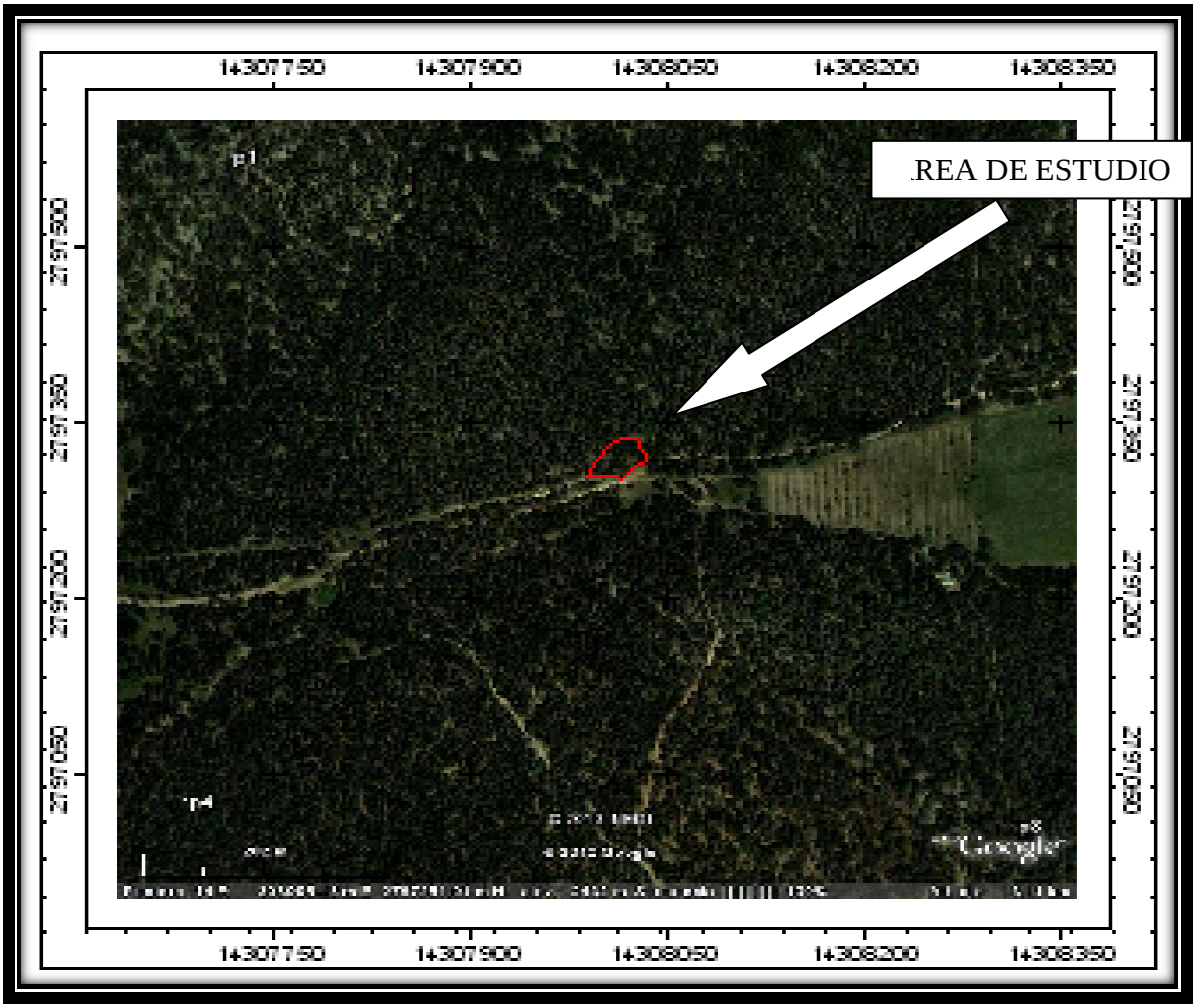


Figura 5. Localización del área de estudio

Clima

El clima se clasifica como BSow'' (e) con una temperatura media anual de 5 a 12ºc; la temperatura del mes más seco es mayor a 18ºc, con un régimen de lluvias de verano; aunque también puede presentarse lluvias invernales. El promedio de precipitación para la región sureste es de 550 mm (Megank, 1981).

Vegetación

En esta región podemos observar un bosque de pino piñonero, dominado principalmente por *Pinus cembroides;* en exposiciones sur y sureste podemos encontrar matorral rosetófilo y por encima de 2,600 m domina un matorral de encino arbustivo y matorral de manzanita (Barragán, 2007).

Fauna

La "boca de San Lorenzo", ah sido muy famosa por la cantidad de osos y leones que en esa área habitaban; y debido a los constantes cambios en los usos de suelo se han perdido y deteriorado el hábitat de una gran parte de la fauna representativa del lugar y muchas especies han desaparecido; sin embargo, aun existen especies de gran interés, algunos por su valor estético y/o cinegético y otros por su carácter único (Megank, 1981).

Entre los mamíferos que podemos encontrar están el oso negro, venado cola blanca, coyote, zorra gris, ardillas arbóreas y terrestres, comadreja, zorrillos, liebres y ratones (Megank, 1981).

Geología

Se ubica en la unidad geotectónica llamada provincia geológica de la Sierra Madre Oriental. En su totalidad la región presenta rocas de tipo sedimentarias del Jurásico y creático que proviene 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 de tipo arcilloso, clástico y carbonatado (Barragán, 2007).

Fisiografía y topografía

El área pertenece a la sierra madre oriental, ésta 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), (Barragán, 2007).

Suelos

Los suelos que se presentan en el área la mayoría 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. En los valles son aluviales profundos con buen drenaje y de fertilidad moderada a alta. Debido a que es una zona montañosa los tipos de suelo que más predominan son los Litosoles y las Rendzinas (Barragan, 2007).

3.3 Procedimiento experimental

El experimento se inició el 23 de enero de 2010, donde primeramente se hizo un recorrido para seleccionar el área de estudio, cerciorándose de que los árboles estuvieran altamente infestados por *Tillandsia recurvata*, de acuerdo a la clasificación de Hawksworth (1980).

Posteriormente se procedió a marcar las unidades experimentales de acuerdo al diseño experimental previamente establecido y a la aplicación de los tratamientos propuestos.

3.4 Diseño experimental

El trabajo se estableció en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones, donde se distribuyeron en forma aleatoria cinco tratamientos y un testigo por repetición. Los tratamientos aplicados fueron: Tratamiento 1 (0.500 lts.), Tratamiento 6 (0.750 lts.), Tratamiento 4(1.000 lts.), Tratamiento 3 (1.250 lts.), Tratamiento 2 (1.500 lts.) de Muérdago Killer, y un tratamiento testigo sin ninguna aplicación (Cuadro 3). La unidad de muestreo fue de un árbol por tratamiento, sumando un total de 24 árboles en el área experimental.

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

Tratamientos (Litros.)	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4
1.- 0.500	T5 A6	T3 A12	T2 A18	T4 A24
2.- 0.750	T1 A1	T2 A 7	T3 A13	T6 A19
3.- 1.000	T3 A3	T1 A 9	T5 A15	T1 A21
4.- 1.250	T4 A4	T6 A10	T6 A16	T2 A22
5.- 1.500	T6A5	T5A11	T1A17	T3A23
6.- Testigo (Sin aplicación)	T2A2	T4A8	T4A14	T5A20

T1= Tratamiento 1; A1= árbol 1

Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron con aspersoras manuales de mochila, con una capacidad de 10 litros y con un alcance de hasta 4 metros de altura del producto asperjado. Las dosis que se utilizaron como tratamientos se prepararon individualmente en cubetas de 8 litros combinando el producto "Muérdago Killer" con un adherente; cada tratamiento se aplicó una sola vez en las cuatro repeticiones procurando cubrir fundamentalmente las Tillandsias que se encontraban localizadas en el tercio inferior del árbol, (ramas inferiores y fuste). Las aplicaciones se realizaron en invierno cuando las plantas estaban en dormancia con el objeto de ver el efecto del producto en este periodo.

3.5 Variables observadas

Una vez aplicado los tratamientos se realizaron tres muestreos, a los diez, quince y treinta días después de aplicados, para determinar el efecto de "Muérdago Killer" sobre la población del heno de motita *Tillandsia recurvata*, donde las variables observadas fueron las siguientes:

3.5.1 Grado de afectación del "Muérdago Killer" sobre las borlas de *T. recurvata*

Se realizo una evaluación para determinar el grado de mortalidad de *Tillandsia recurvata*, en la cual se colectaron 10 borlas de cada tratamiento y de cada repetición dándoles un valor de 0 a 3 para determinar su grado de afectación.

Se registraron las variables: Textura, color y turgencia de las borlas y en base a ello se le asignaron los grados mencionados en el cuadro 4.

En las figuras (6,7,8 y 9) se pueden observar las características correspondientes a cada uno de los grados de afectación del producto Muérdago Killer al 5 % de concentración a diferentes dosis aplicados sobre las borlas del heno motita *T. recurvata.*



Figura 6. *Tillandsia recurvata* con grado cero de mortalidad



Figura 7. *Tillandsia recurvata* con grado uno de mortalidad



Figura 8. *Tillandsia recurvata* con grado dos de mortalidad



Figura 9. *Tillandsia recurvata* con grado tres de mortalidad.

Cuadro 4. Escala para estimar el grado de afectación del “Muérdago Killer” sobre las borlas de *T. recurvata.*

Grado de afectación de *T. recurvata*	Afectación (%)	Características
0	0%	Borlas completamente vivas, hidratadas, colores blancos cenizos, muy turgentes y rizoides fuertemente adheridos al hospedero.
1	1-25%	Borlas vivas con color blanco cenizo, diferenciándose del grado 0 ya que las puntas de sus hojas se tornan color café claro debido a quemaduras causadas por el Muérdago Killer.
2	26-50%	Borlas aun vivas color café oscuro, follaje muy deshidratado y algo quebradizo sin desprenderse del hospedero.
3	51-100%	Borlas color negro, completamente deshidratado, quebradizo y colapsado de fácil desprendimiento al contacto físico de un objeto.

3.5.2 Altura

La medición de la altura de las borlas se hizo mediante un vernier midiendo desde la punta de los rizoides, hasta la punta de la hoja central, tal como se muestra en la figura 10.

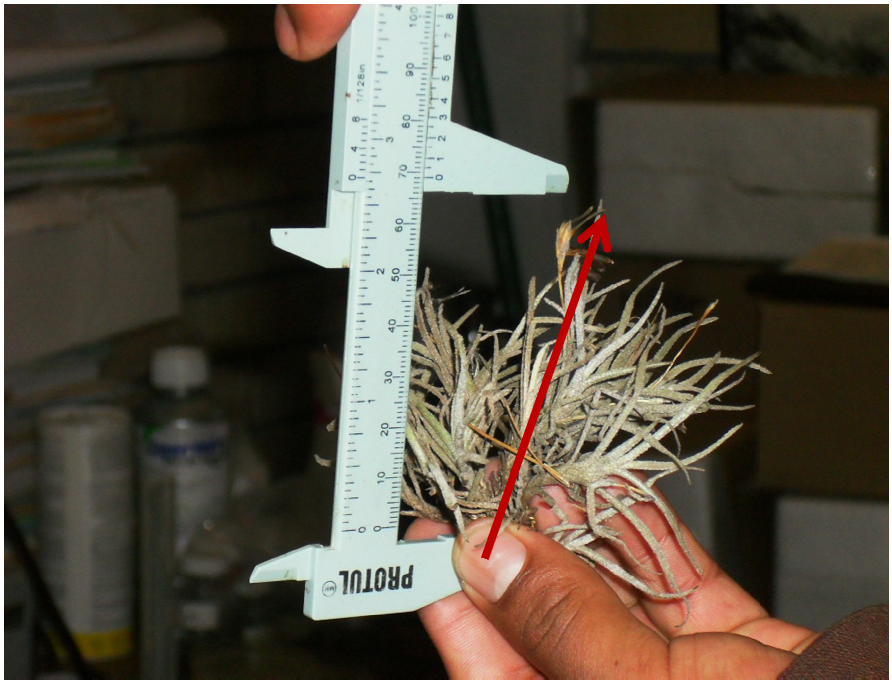


Figura 10. Determinación de la altura de *T. recurvata*

3.5.3 Diámetro

Utilizando el vernier se tomaron dos lecturas en cruz de punta a punta de las borlas y se obtuvo el promedio del diámetro, esto con la finalidad de tener datos más exactos respecto a esta variable (figura 11).

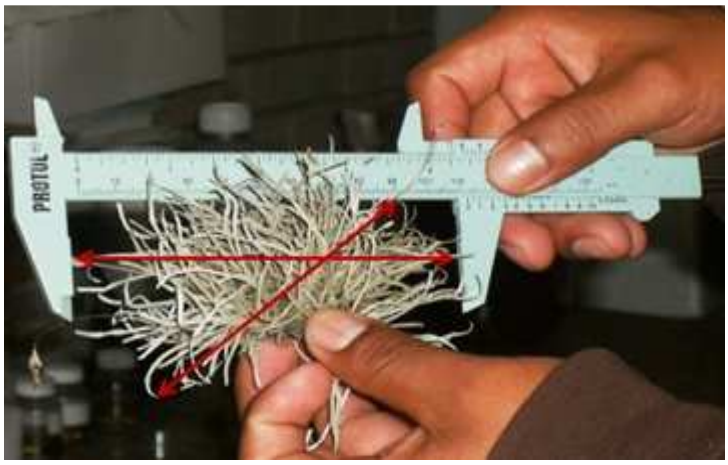


Figura 11. Determinación del diámetro de *T. recurvata*

3.5.4 Peso

Esta variable se determino mediante el uso de una balanza Tor-rey, la cual una vez puesta la bolsa sobre ella se calibro a cero y así se obtuvo el peso exacto de las borlas. El peso se estimo tomando grupos de 10 borlas de cada muestra, en donde el testigo se tomo como peso verde mientras que a las borlas tratadas con las diferentes dosis se consideraron como peso anhidro.

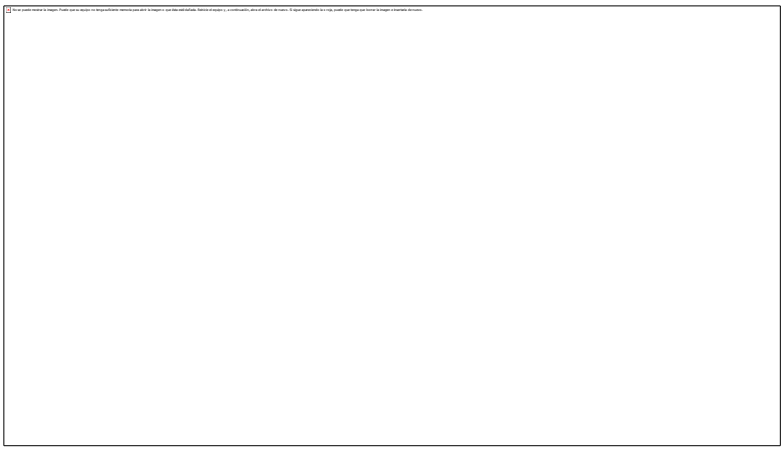


Figura 12. Determinación del peso de *T. recurvata*

3.5.5 Determinación del contenido de humedad.

Se obtuvo el promedio del peso de las borlas por tratamiento a través del programa Excel, con los datos obtenidos se aplico la siguiente fórmula:

$$\%CH = \frac{(Pv - P0)}{P0} * 100$$

Donde:

% CH= Por ciento contenido de humedad

Pv= Peso verde

P0= Peso seco

3.5.6 Determinación del grado de caída de las borlas de *Tillandsia recurvata*

La prueba para la determinación de la caída se llevo a cabo el día 27 de febrero del año 2010, un mes después de la aplicación de los tratamientos. La prueba consistió en determinar el grado de caída de las borlas en los árboles tratados con diferentes dosis de Muérdago Killer mediante la aplicación de aire con una aspersora de motor a la máxima velocidad. Los diferentes grados de caída se presentan en el cuadro 5:

Cuadro 5. Grados de caída de *T. recurvata*

Grado de caída	Categoría	Caída (%)
0	nada	0%
1	muy poco	20
2	poco	40
3	regular	60
4	mucho	80
5	todo	100



Figura 13. Aplicación de aire con aspersora de motor a la máxima velocidad



Figura 14. Determinación del grado de caída de las borlas de *T. recurvata*.

3.5.7 Fitoxicidad del Muérdago Killer

Para la determinación de la fitotoxicidad del producto Muérdago Killer sobre el hospedero de *T. recurvata,* se realizo una observación en el follaje de *Pinus cembroides* y se utilizo la escala EWRS (European Weed Research Society), para determinar el daño causado por el producto en *P. cembroides* (Cuadro 6).

Cuadro 6. Escala propuesta por la EWRS (European Weed Research Society), para evaluación de fitotoxicidad en cultivos y transformación a escala porcentual

Valor puntual	Efecto sobre el cultivo	Fitotoxicidad al cultivo (%)
1	Sin efecto	0
2	Síntomas muy ligeros	1.0-3.5
3	Síntomas ligeros	3.5-7.0
4	Síntomas sin daños en rendimiento	7.0-12.5
5	Daño medio	12.5-20
6	Daños elevados	20-30
7	Daños muy elevados	30-50
8	Daños severos	50-99
9	Muerte completa	100

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Grado de afectación de la aplicación de Muérdago Killer sobre *Tillandsia recurvata*

En el Cuadro 7, se muestran los resultados del análisis de varianza para el grado de afectación de “Muérdago Killer” sobre las borlas de *T. recurvata*, y como se puede observar, existen diferencias altamente significativas para el grado de afectación del heno de motita *T. recurvata,* en las diversas dosis de “Muérdago Killer” aplicadas, resultando el tratamiento dos consistente en la aplicación de 1.5 litros de Muérdago Killer/ árbol ser el más efectivo para la desecación de las borlas de *T. recurvata* con un 60% de borlas afectadas en grado tres, es decir borlas color negro, completamente deshidratado, quebradizo y colapsado de fácil desprendimiento al contacto físico de un objeto. Este tratamiento resultó ser superior al resto de los tratamientos según la Prueba de Tukey (Cuadro 8).

Los tratamientos que le siguieron en efectividad fueron el tres y cuatro con 1.250 y 1.000 litros/ árbol, respectivamente con 42 % y 12% de afectación sobre el heno motita *T. recurvata*.

Es importante señalar que ni el mejor tratamiento para el control del heno en éste estudio, logro desprenderlo del anclaje de ramas y fustes a las motitas, por lo que se consideró necesario la aplicación de una fuerza física ocasionada por el viento por lo cual se utilizó una aspersora motorizada.

Cuadro 6. Análisis de varianza para el grado tres de afectación del heno motita *T. recurvata* a los treinta días de aplicación de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	134.333344	26.866669	138.1717	0.001
Error	18	3.499992	0.194444		
Total	23	137.833336			

C.V.= 23.01% ** = Altamente significativo

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05) para el grado tres de mortalidad del heno motita *T. recurvata*.

Dosis (Litros/ árbol)	Afectación Media (%)	Agrupación
1.500	60	A
1.250	42.5	B
1.000	12.5	C
0.750	0	D
Testigo	0	D
0.500	0	D

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.
Nivel de significancia = 0.05

Complementando el análisis de varianza y la prueba tukey, en la (Figura 15) podemos observar de manera más evidente los resultados de la eficiencia de los tratamientos en la afectación del heno motita, mostrando en el eje de la X los diferentes grados de afectación del heno a diversas dosis utilizadas como tratamientos y en el eje de la Y el por ciento de afectación ocasionado sobre la desecación de la *T. recurvata.*

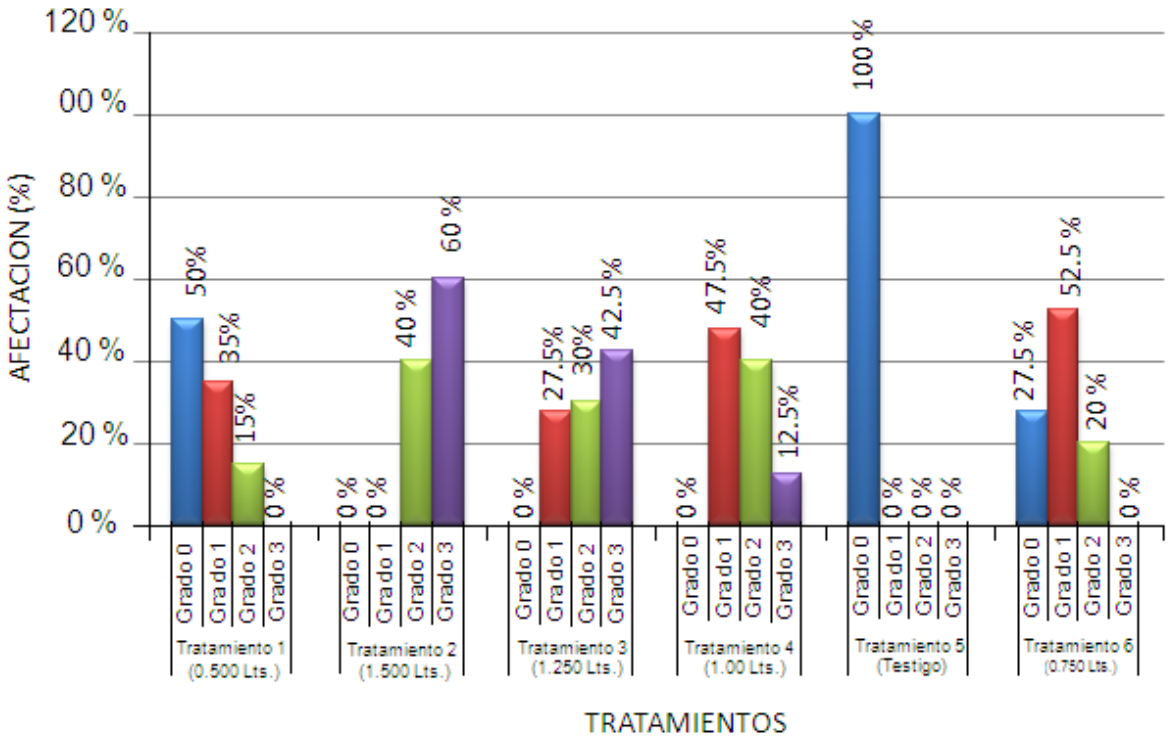


Figura 15. Grado de afectación del heno *T. recurvata* a diversas dosis de “Muérdago Killer”, a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

4.2 Variación en altura del heno *T. recurvata* a diversas dosis de Muérdago Killer

En el Cuadro 9, se muestran los resultados del análisis de varianza para la altura del heno de motita, en donde se puede observar que hay diferencias altamente significativas, y el tratamiento que manifestó los mejores resultados a la aplicación del "Muérdago Killer" respecto a la disminución en altura de las borlas de *T. recurvata* fue el tratamiento dos, que consiste en 1.500 litros de Muérdago Killer/ árbol, y la altura media de las borlas que fueron tratadas con esta dosis fue de 58.85 mm. Mientras que el testigo tuvo una altura promedio de 91.4 mm. lo cual muestra que efectivamente el producto arroja buenos resultados en cuanto a la reducción en la variable altura de acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey (Cuadro 10).

De acuerdo a su efectividad con respecto a la altura, le siguieron los tratamientos tres y cuatro correspondientes a las dosis de 1.500 y 1.250 Litros de Muérdago Killer/árbol respectivamente, mostrando una altura de 69.8 y 75.6 mm (Cuadro 10 y figura 16).

Cuadro 8. Análisis de varianza para la altura del heno motita *T. recurvata* a los treinta días de aplicación de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	3544.750000	708.950012	28.8968	0.001
Error	18	441.609375	24.533854		
Total	23	3986.359375			

C.V. = 6.26% ** = Altamente significativo

Cuadro 9. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05), para la altura de *T. recurvata.*

Dosis (Litros/árbol)	Altura Media (mm)	Agrupación
Testigo	91.4	A
0.500	90.15	A
0.750	89.3	A
1.000	75.6	B
1.250	69.8	B
1.500	58.85	C

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.
Nivel de significancia = 0.05

Mostrando los resultados de una manera más representativa, en la (Figura 16), se pueden observar las variaciones en altura de las borlas de *T. recurvata,* para las diferentes dosis de "Muérdago Killer" aplicados, y de manera muy evidente se nota la diferencia en altura entre la dosis más alta de 1.500 litros que mostro la menor altura, en relación con el testigo que presento la mayor altura.

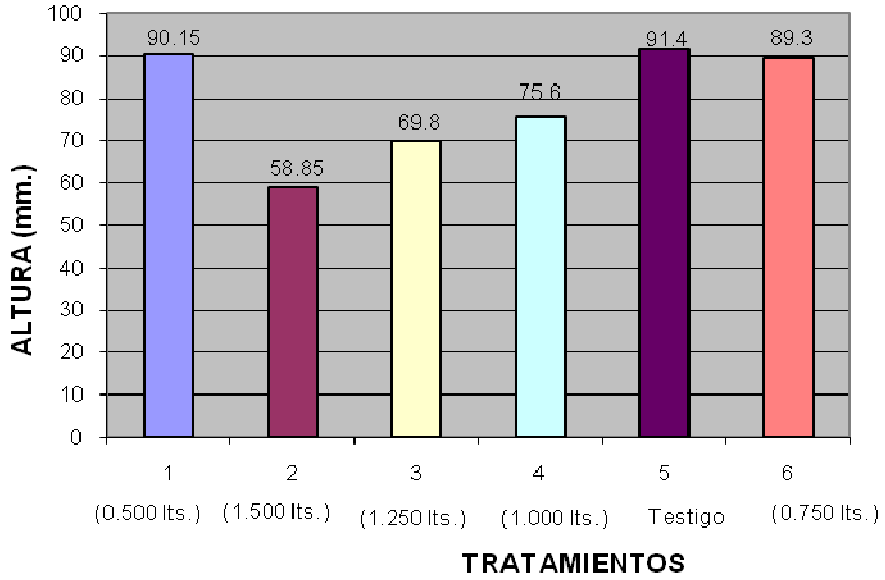


Figura 16. Variación en altura de *T. recurvata* a diferentes dosis de Muérdago Killer al 5 % de concentración, a los treinta días de aplicación de los tratamientos.

4.3 Variación en diámetro del heno *T. recurvata* a diversas dosis de Muérdago Killer

Respecto a la variable diámetro de las borlas de *T. recurvata* a los 30 días de la aplicación de las diversas dosis de "Muérdago Killer" al 5 % de concentración, en el Cuadro 11, se muestran los resultados del análisis de varianza en donde se manifiestan diferencias altamente significativas.

Al igual que en la variable altura la dosis más efectiva en cuanto a la reducción del diámetro fue el tratamiento dos consistente en 1.500 litros de Muérdago Killer/ árbol, mostrando un un diámetro promedio de 94.95 mm. Le siguen en efectividad los tratamientos tres (1.250 Litros de Muérdago Killer) y cuatro (1.00 Litros de Muérdago Killer), con un diámetro de 106.60 mm. y 109.30 mm. Respectivamente ver comparación de medias de Tukey (Cuadro 12).

Cuadro 10. Análisis de varianza para el diámetro del heno de motita *T. recurvata* a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	3344.406250	668.81226	13.3554	0.001
Error	18	901.500000	50.083332		
Total	23	4245.906250			
C.V = 6.25 %		** = Altamente significativo			

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05), para el diámetro de *T. recurvata.*

Dosis (Litros/árbol)	Diámetro Medio (mm)	Agrupación
Testigo	131.5	A
0.500	123.65	AB
0.750	113.65	BC
1.000	109.30	C
1.250	106.60	C
1.500	94.95	D

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.
Nivel de significancia = 0.05

En la (figura 17), se muestra de una manera más evidente la diferencia en diámetro de las borlas de *T. recurvata* a la aplicación de los diferentes tratamientos, en donde podemos ver que la dosis más alta que fue de 1.500 litros de Muérdago Killer/ árbol, fue el más efectivo de los tratamientos en cuanto a la reducción de esta variable, la cual tuvo un diámetro medio de 94.95 mm. Mientras que el testigo, a la cual no se le aplicó ningún tratamiento tuvo un diámetro medio de 131.5 mm.

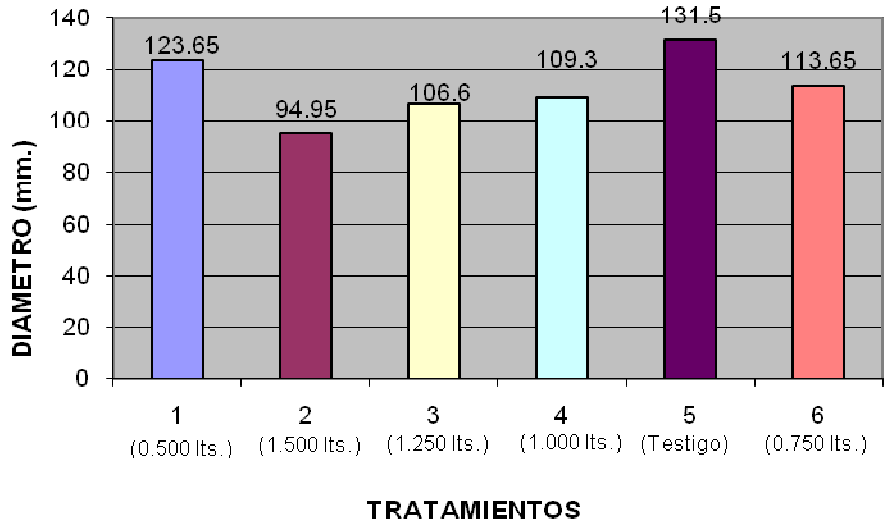


Figura 17. Variación en diámetro de *T. recurvata* a diferentes dosis de Muérdago Killer al 5% de concentración a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

4.4 Variación en peso del heno de motita *T. recurvata* a diversas dosis de Muérdago Killer

En el Cuadro 13, se muestra los resultados del análisis de varianza para la variable peso de las motitas, en la cual se puede observar que hay diferencias altamente significativas en las diversas dosis de "Muérdago Killer" aplicados sobre las borlas de *T. recurvata.*

Los mejores resultados fueron obtenidos por el tratamiento dos que fue la dosis mayor, consistente en 1.500 litros de "Muérdago Killer", la cual arrojo un peso medio por borla de 3.121 grs., mientras que el testigo a la cual no se aplicó ningún tratamiento mostro un peso medio de 5.495 grs. por borla, como se muestra en la comparación de medias de Tukey, (Cuadro 14).

Cuadro 12. Análisis de varianza para el peso del heno motita *T. recurvata* a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	14.24	2.848	65.050	0.001
Error	18	0.88	0.0437		
Total	23	15.02			

C.V. = 4.67 % ** = Altamente significativo

Cuadro 13. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05), para el peso de borlas de *T. recurvata.*

Dosis (Litros/árbol)	Peso Medio (grs.)	Agrupación
Testigo	5.495	A
0.500	4.980	B
0.750	4.793	BC
1.000	4.598	C
1.250	3.912	D
1.500	3.121	E

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.
Nivel de significancia = 0.05

Indiscutiblemente el "Muérdago Killer" si causa efectos severos en cuanto a la desecación de las borlas de *T. recurvata* y debido a ello en la (Figura 18) se nota una diferencia gradual respecto al peso de las motitas de acuerdo con las dosis aplicadas, esto es, a mayor dosis el resultado es un menor peso y por consecuente al testigo a la cual no se le hizo ninguna aplicación las borlas estaban vivas, completamente hidratadas y debido a ello fueron las que mostraron mayor peso.

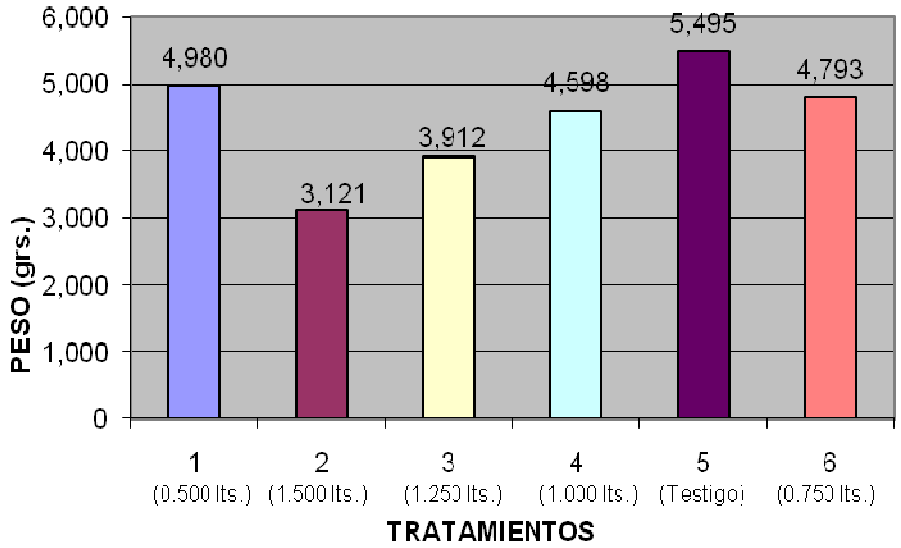


Figura 18. Variación en peso de *T. recurvata* a diferentes dosis de Muérdago Killer al 5% de concentración a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

4.5 Variación en por ciento del contenido de humedad de las motitas de *T. recurvata* a diferentes dosis de Muérdago Killer

En el Cuadro 15, se manifiestan los resultados del análisis de varianza en la cual, al igual que en la variable peso se notan diferencias graduales de acuerdo con las dosis aplicadas, como se mencionó con la variable variación en peso a mayor dosis menor contenido de humedad, y como es de esperarse hay diferencias altamente significativas entre los diversos tratamientos aplicados para el control del heno de motita *T. recurvata*.

Uno de los efectos del "Muérdago Killer" es la desecación de las borlas de *T. recurvata* y como se puede ver en la comparación de medias de Tukey (Cuadro 16), el que presento menor contenido de humedad fue el tratamiento dos correspondiente a 1.500 litros de "Muérdago Killer" con un 56.8062 % contenido de humedad reflejando una diferencia considerable en comparación con los otros cinco tratamientos.

Le siguen en efectividad los tratamientos tres con 1.250 litros de "Muérdago Killer" y cuatro con 1 litro de Muérdago Killer/ árbol, manifestando un 71.2011% y un 83.6852% de contenido de humedad respectivamente.

Cuadro 14. Análisis de varianza para el contenido de humedad del heno motita, *T. recurvata* a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	4716.03125	943.206238	65.0565	0.001
Error	18	260.96875	14.498264		
Total	23	4977			

C.V.= 4.67 % ** = Altamente significativo

Cuadro 15. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05), para el contenido de humedad de *T. recurvata.*

Dosis (Litros/ árbol)	**Media (% CH)**	**Agrupación**
Testigo	100	A
0.500	90.6279	B
0.750	87.2338	BC
1.000	83.6852	C
1.250	71.2011	D
1.500	56.8062	E

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.
Nivel de significancia = 0.05

Es importante mencionar que las borlas testigo a las cuales no se les aplico ningún tratamiento, se tomaron como referencia para el cien por ciento de contenido de humedad, y en relación a esta se fueron obteniendo los demás valores.

En la Figura 19, se puede observar una desecación gradual de acuerdo con las dosis aplicadas sobre las borlas de *T. recurvata,* y es muy notoria la diferencia entre la dosis mayor consistente en 1.500 litros de Muérdago Killer/ árbol y el testigo a la cual no se le aplicó ningún tratamiento, ya que como se muestra, el testigo tiene casi el doble de humedad en relación con la dosis mayor de "Muérdago Killer" aplicada sobre las borlas de *T. recurvata,* comprobando con ello la efectividad del producto en la desecación del heno motita.

Pero es importante destacar que aunque las borlas tuvieron una deshidratación importante, esto no quiere decir que las motitas se desprendieron del hospedero, sino que siguieron aferradas a las ramas de las mismas, por lo cual se consideró hacer uso del método mecánico para hacer más efectivo el control de la *Tillandsia recurvata.*

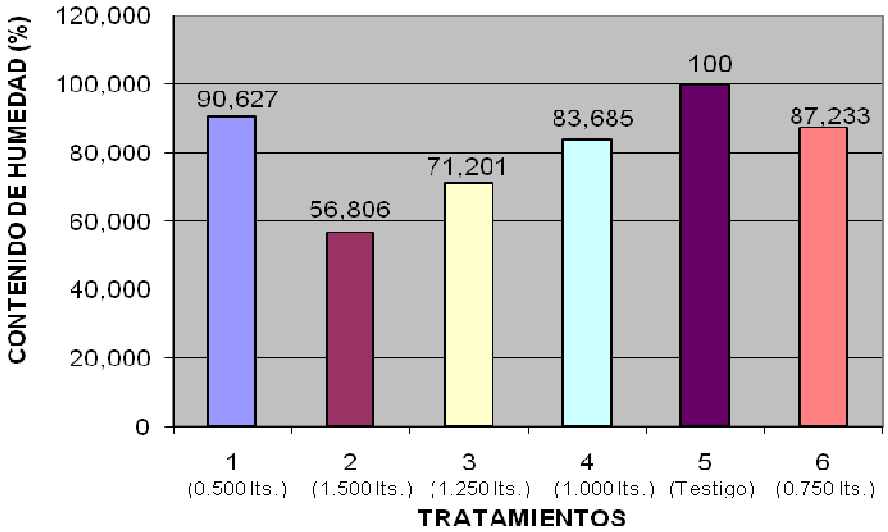


Figura 19. Variación en el contenido de humedad de *T. recurvata* a diferentes dosis de Muérdago Killer al 5% de concentración a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

4.6 Determinación del grado de caída de las borlas de *T. recurvata* a los 30 días de la aplicación de los tratamientos

Respecto al grado de caída de las motitas de *T. recurvata* en el Cuadro 17, se muestran los resultados del análisis de varianza, en la que se manifiestan diferencias altamente significativas entre las dosis aplicadas.

Al igual que en las variables anteriores la dosis mayor consistente en 1.500 litros de Muérdago Killer/ árbol fue el que mostró mayor grado de caída la cual fue de 1.75, ver comparación de Medias de Tukey (Cuadro 18), y en la conversión de grados a porcentajes (Cuadro 19), se puede notar que este grado corresponde a un 35 % de caída de las borlas.

Le siguen los tratamientos tres y cuatro con 1.25 y 1 grados de caída correspondiendo a un 25% y un 20% de caída respectivamente.

Como se puede notar en la dosis mayor, ni aun aplicando el aire los resultados fueron lo más satisfactorios, por lo que se tiene que hacer una combinación con otros métodos como se dijo anteriormente, hacer uso de ganchos metálicos o aspersión con agua, estos métodos pueden proporcionarnos mejores resultados aunque esto implica mayor inversión en tiempo y dinero.

Cuadro 16. Análisis de varianza para el grado de caída del heno motita *T. recurvata,* a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	7.333334	1.466667	5.8667	0.001
Error	18	4.500000	0.250000		
Total	23	11.833334			

C.V. = 54.55 % ** = Altamente significativo

Cuadro 17. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05), para el grado de caída de las borlas de *T. recurvata.*

Dosis (Litros/árbol)	Grado de caída Media	Agrupación
2	1.7500	A
3	1.2500	AB
4	1.0000	BC
6	1.0000	BC
1	0.5000	CD
5	0.0000	D

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.
Nivel de significancia = 0.05

Cuadro 18. Conversión de grados a porcentajes de la caída de las borlas de *T. recurvata.*

Tratamiento	Media (grados)	Media (%)
2	1.75	35
3	1.25	25
4	1	20
6	1	20
1	0.5	10
5	0	0

4.7 Determinación de la fitotoxicidad de "Muérdago Killer" sobre *Pinus cembroides*

De acuerdo a la escala propuesta por la EWRS para determinar el grado de fitotoxicidad de productos químicos en las plantas, se observó que la aplicación del "Muérdago Killer" al 5% de concentración no causo ningún daño al *Pinus cembroides*, habiendo deshidratado en cambio satisfactoriamente a las borlas de *T. recurvata.*

Estos mismos resultados fueron los obtenidos por las investigaciones llevadas a cabo en San Juan Nuevo Michoacán por (Coria, 2008), e incluso el “Muérdago Killer” al 7.5 % de concentración no mostro fitotoxicidad ni en *P. pseudostrobus* ni en *Quercus sp.*

Es importante mencionar que a los 10 y 20 días de aplicados los tratamientos, el producto no mostro ningún efecto o diferencia en las diversas variables observadas, sino que fue hasta los 30 días cuando se hicieron más evidentes las diferencias en cada uno de los tratamientos. Pero aun así, el producto “Muérdago Killer” no mostro los resultados esperados como ocurrió tan eficazmente en Michoacán al ser probado con el muérdago verdadero *P. calyculatus,* en aplicaciones de primavera verano (Coria, 2008); esto puede ser a causa del invierno muy frio ya que las temperaturas fueron de hasta 10° bajo cero en la Sierra de Zapalinamé, inhibiendo así posiblemente el efecto del producto sobre las borlas de *T. recurvata* y que las plantas de *Tillandsia* hayan estado en dormancia con muy poca actividad fisiológica evitando con ello la penetración y absorción de las partícula de “Muérdago Killer”.

V CONCLUSIONES

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

El “Muérdago Killer” en sus dosis más altas si lograron deshidratar a las borlas de *T. recurvata,* e incluso redujo el peso, altura y diámetro de las borlas de manera significativa en comparación al testigo, y el cambio de coloración y estructura física fueron muy notorios, volviéndose muy quebradizos al contacto manual; sin embargo estas por si solas no se lograron desprenderse del hospedero, lo que implicó la necesidad de desprenderlas mecánicamente, lo cual se consigue con suma facilidad en comparación con las motitas testigo o completamente vivas e hidratadas.

La aplicación del “Muérdago Killer” al 5% de concentración durante el invierno, mostró mejores resultados en las dosis más altas que fueron 1.500 y 1.250 litros de Muérdago Killer/árbol, con un 60 y un 42.5% en grado tres de afectación de las borlas de *Tillandsia recurvata* respectivamente.

El tratamiento dos consistente en 1.500 litros de Muérdago Killer/ árbol fue también el que manifestó los mejores resultados para la reducción de la altura de las borlas de *T. recurvata*, la cual fue de 58.85 mm. habiendo diferencia altamente significativa en relación al testigo, a la que no se le aplicó ningún tratamiento mostrando ésta una altura de 91.4 mm.

Respecto a la variable diámetro el tratamiento que presentó los mejores resultados fue la dosis más alta consistente en 1.500 litros de Muérdago Killer/ árbol con un diámetro medio de 94.95 mm mostrando una diferencia altamente significativa en relación a los demás tratamientos.

Referente al peso al igual que en las variables anteriores, el tratamiento dos con 1.500 litros de Muérdago Killer/ árbol, fue el que mostro los mejores resultados con un peso medio de 3.121 grs/ borla, le siguen los tratamientos tres y cuatro con peso medio de 3.912 y 4.598 grs/ borla.

En el contenido de humedad la dosis mayor consistente en 1.500 litros de “Muérdago Killer”, fue el más efectivo en cuanto a la desecación de las borlas del heno motita *T. recurvata* mostrando un 56.806 % contenido de humedad, le siguieron en efectividad los tratamientos tres (1.250 Lts.) y cuatro (1.000Lts.) de Muérdago Killer/ árbol, con un 71.201 % y un 83.685% contenido de humedad respectivamente.

Respecto al grado de caída de las borlas los mejores tratamientos fueron el dos y el tres mostrando un 35 % y un 25% de caída de las borlas respectivamente.

El valor de fitotoxicidad fue de uno, por lo que se considera que los formulados no son fitotoxicos al hospedero y pueden ser utilizados sin causar ningún daño al bosque de *Pinus cembroides*.

VI RECOMENDACIONES

1.- En virtud de que esta prueba se hizo durante el invierno del 2010 donde se registraron temperaturas muy bajas, hasta de 10° ba jo cero, es posible que el efecto del “Muérdago Killer”, se haya enmascarado o no haya funcionado al 100%; por lo que se recomienda que se hagan pruebas durante la primavera y verano, bajo condiciones más activas de la vegetación.

2.- Con el objeto de tener los resultados deseados en aplicaciones comerciales durante el invierno, se recomienda utilizar las dosis mencionadas en el cuadro 20, ya que las dosis deben de ser asignadas de acuerdo a la altura, cobertura y grado de infestación del arbolado.

Cuadro 19. Dosis a aplicar de Muérdago Killer en *Pinus cembroides*, considerando la altura, diámetro medio de copa, y el grado de infestación de *Tillandsia recurvata*.

Tamaño del árbol		Grado de afectación de Muérdago killer sobre *Tillandsia recurvata*			
Altura (metros)	Diámetro de copa (metros)	Grado 0 (No afectado)	Grado 1 (Poco afectado)	Grado 2 (medianamente afectado)	Grado 3 (muy afectado)
1-2	0.50-1	----------	0.500 litros	0.750 litros	1 litro
2-4	1-1.5	----------	0.750 litros	1 litro	1.500 hasta 2 litros
4-6	2-3	----------	1	2 hasta 2.500 litros	De 3 hasta 3.500 litros
6-10	3-5	----------	1.250	De 3 hasta 3.500 litros	De 4 hasta 4.500 litros
10-14	5-7	----------	2 litros	De 5 hasta 5.500 litros	De 6 a 7 litros
Más de 14	Más de 7	----------	3 litros	7 litros	8 litros

3.- Realizar mayor número de evaluaciones para observar si el producto alcanza el grado 3 en el 100 por ciento de las borlas tratadas con “Muérdago Killer”.

4.- Realizar pruebas con mayores dosis de “Muérdago Killer” para determinar si resulta más eficiente para el control del heno motita *T. recurvata.*

VII LITERATURA CITADA

Baigorria, G. 1997. El Clavel del aire, *Tillandsia* spp., y su control. XIII Congreso Latinoamericano de Malezas. Acintacnia, Argentina. 3 p.

Barragán, A.C. 2007. Recopilación de datos biofísicos y socioeconómicos de la Sierra de Zapalinamé. Monografía, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah; México. 54 p.

Bocanegra, A.L. 1992. El piñonero (*Pinus cembroides* zucc.), en el estado de Coahuila, México. Monografía, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila; México. 131 p.

Cantú, B.C. 1968. El control del heno en los pinos de la Sierra de Arteaga. Tesis profesional, Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila; México. 20 p.

Ceja, R. J. 2008. Las plantas epifitas su diversidad e importancia. Departamento de Biología División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana-Itztapalapa. México. 41 p.

Chávez, G.A.G. 2009. Respuesta de tres especies a la poda mecánica para el control de heno *Tillandsia recurvata*. Tesis profesional, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila; México. 48 p.

Cibrián, T.D.; T. J. Méndez M.; R. Campos B.; H.O. Yates III y J. Flores L.1995. Insectos forestales de México. Forest insects of México. (COFAN/NAFC). Publicación No. 6, Primera edición Universidad Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, Estado de México. 453 p.

CONAGUA 2010. Departamento de hidrometría y climatología. Centro de acopio de información de aforos, presas y centro meteorológico de la estación meteorológica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo; Coahuila.

Conzatti, C. 1947.Flora taxonómica Mexicana (plantas vasculares).Tomo II Monocotiledoneas Diperiantadas-Superovaricas e Inferovaricas México, D.F. pp. 83-86.

Coria, A. V. M. 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. 26 p.

Domínguez, C. G. 2003. Evaluación del daño causado por *Retinia arizonensis* Miller (Lepidóptero= Tortricidae), en una plantación de *Pinus cembroides*. Zucc, en el ejido Carneros, Saltillo, Coahuila. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila; México. 60 p.

Eguilúz, P.T. 1978. Los pinos del mundo. Publicación especial No.1. Escuela Nacional De Agricultura, Chapingo, México. 75 p.

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. 2001. Deluxe Edition. CD-ROM.

Flores, F. J.D. (2009). Diagnostico, evaluación y control del heno motita *Tillandsia recurvata*. Primera reunión sobre manejo y control de plantas parasitas SEMARNAT. Cuernavaca, Morelos. 47 p.

Flores, J. B. 2009. Adaptaciones de las plantas vasculares epifitas al ambiente. Facultad de CC. Biológicas, UCM. Seminario de Fisiología vegetal ambiental, 2009. 12 p.

Flores, O. R. 1985. Estudio Florístico-ecológico de *Pinus cembroides* Zucc. en Nuevo León. En memorias del I simposio nacional sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León; México. pp. 121-129.

Hawksworth, F.G. 1980. Memoria, primer simposio nacional sobre parasitología forestal, Uruapan Michoacán. pp. 239-251.

INEGI. 2000. Carta Topográfica Arteaga. G14 C34. Escala 1:50,000. México.

Injecthor de México (en línea). 2010. Desarrollo de Tecnologias para El manejo integrado de plagas. Consultado 12 de febrero 2010. Disponible en http://www.injecthormexico.com.mx.

Kaplan, J. 2007. Gerencia y control del musgo de la bola, articulo de los Epizine Herbicide Company, España, pp. 20-67.

Martínez, M 1948. Los pinos de México. Ed. Botas. México, D.F. 361 p.

Matuda, E. 1957. Bromeliáceas y Aráceas del Estado de México. Impreso en talleres gráficos de la nación, México. 63 p.

Megank, R.A., J. Carrera L., F. Rodriguez C. y V. Serrato C. 1981. Plan de manejo para el uso múltiple del cañón de San Lorenzo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Organización de los estados Americanos (OEA). Saltillo, Coah. 129 p.

Montaña, C., Dirzo R. y Flores A. 1997. Structural Parasitism of an epiphytic bromeliad upon Cercidium Praecox in an intertropical semiarid ecosystem. Biotropica, Vol. 29. No. 4. pp. 5.

Neumann, R. 2004. Clavel del aire: un parásito estructural y su control, Boletín Técnico Desideratum, Año II - Nº 17, Buenos Aires, Argentina. 5 p.

Páez, G. L.E. 2005. Biología de *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae) y su importancia en aplicaciones prácticas y ecológicas. Tesis profesional. Facultad de Estudios Superiores Itzcala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, Edo. De México. 82 p.

Ramos, G. H. 1966. Tratamiento del pastle (Tillandsia sp.) con herbicidas Esteron Ten - Ten y Esteron Mata Arbustos O.S. Tesis profesional, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila; México. 24 p.

SEMARNAT, 1999. Especies con uso no maderable en bosque de encino, pino y pino-encino. Disponible en http://www. Semarnat.gob.mx/ pfnm/pinuscembroides. HTML.

TAXONOMY, (en línea), 2010. Bromeliad Society International. Consultado el 22 de enero 2010. Disponible en http://www.bsi.org/brom_info/taxonomy.html.

Utley, J.; Burt-Utley, K.; Huft, M. en: Davidse, G.; Sousa, M.; Chater A. (1994), Flora Mesoamericana. Mex. Universidad Nacional Autónoma de México. V. 6, pp. 89-156.

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

A P E N D I C E

Claves para la identificación del genero Tillandsia

De acuerdo con (Espejo-Serna *et al.,* 2002), las claves para la identificación del heno motita *T. recurvata* son los siguientes:

Estambres subigualando las uñas de los pétalos; estilo alongado.

A. Subgénero.....Anoplophytum

B. Flores dísticas; inflorescencia compuesta o simple.

C.Inflorescencia compuesta; espigas laxas, 2-4 floras.....*Tillandsia gemiflora.*

CC.Inflorescencia simple, densa.

D. Escapo elongado; brácteas florales 25-40 mm de largo..... *Tillandsia arequitae.*

DD. Escapo corto, en su mayor parte escondido por la hojas; brácteas florales 25-7mm de largo.....*Tillandsia xiphioides.*

BB.Flores polísticas; inflorescencia simple.

E. Escamas de las láminas de las hojas asimétricas con lobos basales subpatentes; sépalos escamosos.....….....*Tillandsia meridionalis*

EE. Escamas de las láminas de las hojas simétricas, apretadas; sépalos glabros.

F. Pétalos amarillos; brácteas florales inferiores agudas pero no caudadas.

FF. Pétalos blancos o azules; brácteas florales inferiores redondeadas o atenuadas, en su mayor parte setiforme-caudadas.

G. Brácteas florales inferiores atenuadas, entonces caudadas, pálidas; planta acaule o casi; pétalos blancos.....*Tillandsia stricta*

GG. Brácteas florales inferiores redondeadas y repentinamente caudadas, oscuro-rojas; planta caulescente; pétalos oscuro azules.....*Tillandsia aeranthos*

AA. Estambres mucho más cortos que las uñas de los pétalos, superando el estilo muy corto.

H. Láminas de los pétalos suborbiculares grandes, conspicuas. Subgénero.....Phytarrhiza

I. Hojas en más de 2 hileras; escapo cubierto por sus brácteas; inflorescencia usualmente compuesta; pétalos azules.

J. Escamas de las hojas apretadas, subsimétricas; láminas de las hojas robustas, enrolladas; inflorescencia generalmente pinnadamente compuesta.....*Tillandsia duratii*

JJ. Escamas de las hojas con lobos basales divergentes; láminas de las hojas delgadas, encorvadas pero no enrolladas; inflorescencia por lo general digitalmente compuesta.....*Tillandsia streptocarpa*

II. Hojas en 2 hileras; escapo en su mayor parte desnudo; inflorescencia simple.

L. Brácteas florales densamente escamosas, imbricadas..... *Tillandsia crocata*

LL. Brácteas florales glabras o escasamente escamosas, a lo sumo apenas más largas que los entrenudos.....*Tillandsia bandensis*

HH. Láminas de los pétalos estrechas, pequeñas, inconspicuas, inflorescencia simple, pequeña, Subgénero.....Diaphoranthema

M. Hojas en más de 2 hileras; escapo desenvuelto, cubierto por sus brácteas; inflorescencia laxa, sinuosa.....*Tillandsia loliacea*

MM. Hojas en 2 hileras; escapo ausente o en su mayor parte desnudo.

N. Caule corto, totalmente oculto por las vainas imbricadas de las hojas.

O. Sépalos libres o igualmente corto-connatos

P. Láminas de las hojas estrechamente triangulares, mucronadas, 3-5 mm de diámetro; inflorescencia laxa, 1-8-flora.....*Tillandsia myosura*

PP. Láminas de las hojas lineares, obtusas, no más que 2 mm de diámetro; inflorescencia densa, 1-2- (5) flora.....*Tillandsia recurvata*

OO. Sépalos muy connatos con el posterior.....*Tillandsia capillaris*

NN. Caule descubierto entre manojos alternantes de hojas, varios metros de largo.....*Tillandsia usneoides*

Cuadro 1. Numero de borlas de *T. recurvata* afectadas a diversos grados de afectación en el tratamiento uno a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

	Repeticiones					
Grados de afectación	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**Totales**	**MEDIA**
0	5	5	5	5	20	5
1	3	4	3	4	14	3.5
2	2	1	2	1	6	1.5
3	0	0	0	0	0	0

Cuadro 2. Numero de borlas de *T. recurvata* afectadas a diversos grados de afectación en el tratamiento dos a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

	Repeticiones					
Grados de afectación	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**Totales**	**MEDIA**
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	4	4	5	3	16	4
3	6	6	5	7	24	6

Cuadro 3. Numero de borlas de *T. recurvata* afectadas a diversos grados de afectación en el tratamiento tres a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

	Repeticiones					
Grados de afectación	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**Totales**	**MEDIA**
0	0	0	0	0	0	0
1	3	2	3	3	11	2.75
2	3	4	2	3	12	3
3	4	4	5	4	17	4.25

Cuadro 4. Numero de borlas de *T. recurvata* afectadas a diversos grados de afectación en el tratamiento cuatro a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

Grados de afectación	Repeticiones					
	R1	R2	R3	R4	Totales	MEDIA
0	0	0	0	0	0	0
1	4	4	6	5	19	4.75
2	5	4	3	4	16	4
3	1	2	1	1	5	1.25

Cuadro 5. Numero de borlas de *T. recurvata* afectadas a diversos grados de afectación en el tratamiento cinco a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

Grados de afectación	Repeticiones					
	R1	R2	R3	R4	Totales	MEDIA
0	10	10	10	10	40	10
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0

Cuadro 6. Numero de borlas de *T. recurvata* afectadas a diversos grados de afectación en el tratamiento seis a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

Grados de afectación	Repeticiones					
	R1	R2	R3	R4	Totales	MEDIA
0	4	3	2	2	11	2.75
1	4	5	6	6	21	5.25
2	2	2	2	2	8	2
3	0	0	0	0	0	0

Cuadro 7. Variación en altura en (mm), de *T. recurvata* a diversas dosis de Muérdago Killer a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos.

Tratamientos	Repeticiones				
	R1	R2	R3	R4	Media
T1	90.6	92.4	88	89.6	90.15
T2	59.8	63.4	51.2	61	58.85
T3	66	72.8	65	75.4	69.8
T4	79.2	68.2	75.6	79.4	75.6
T6	88.4	93.4	85	90.4	89.3
T5 (Testigo)	90	96.2	82	97.4	91.4

Cuadro 8. Variación en diámetro en (mm), de las borlas de *T. recurvata* a diversas dosis de Muérdago Killer a los 30 días de la aplicación de los tratamientos.

Tratamientos	Repeticiones				
	R1	R2	R3	R4	MEDIA
T1	118.6	132.4	122.2	121.2	123.6
T2	98.2	97.6	84.4	99.6	94.95
T3	110.6	112.2	109.2	94.4	106.6
T4	109	110.4	106.8	111	109.3
T6	115.4	115.4	112.4	111.4	113.65
T5 (Testigo)	124.4	148.8	129	123.8	131.5

Cuadro 9. Variación en peso de las borlas de *T. recurvata* a diversas dosis de Muérdago Killer a los 30 días de la aplicación de los tratamientos.

Tratamientos	Repeticiones				
	R1	R2	R3	R4	MEDIA
T1	4.924	4.956	5.328	4.712	4.98
T2	3.304	2.9	3.1	3.182	3.1215
T3	4.044	3.43	4.28	3.896	3.9125
T4	4.74	4.48	4.598	4.576	4.5985
T6	4.96	4.7	4.702	4.812	4.7935
T5 (Testigo)	5.35	5.46	5.56	5.61	5.495

Cuadro 10. Variación en por ciento contenido de humedad de T. recurvata a diferentes dosis de Muérdago Killer a los 30 días de la aplicación de los tratamientos.

Tratamientos	Repeticiones				
	R1	R2	R3	R4	MEDIA
T1	89.6087	90.1911	96.9604	85.7507	90.6279
T2	60.1274	52.7753	56.4149	57.9072	56.8062
T3	73.5942	62.4204	77.8890	70.9008	71.2011
T4	86.2602	81.5287	83.6761	83.2757	83.6852
T6	90.2639	85.5323	85.5687	87.5705	87.2338
T5 (Testigo)	97.3612	99.3631	101.1829	102.0928	100.00

Cuadro 11. Grado de caída de las borlas de *T. recurvata* a los treinta días de la aplicación de los tratamientos.

	Repeticiones				
Tratamientos	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**MEDIA**
T1	0	0	1	1	0.5000
T2	2	2	1	2	1.7500
T3	1	1	2	1	1.2500
T4	1	0	1	2	1.0000
T6	0	0	0	0	0.0000
T5 (Testigo)	1	1	1	1	1.0000

Cuadro 12. Temperaturas del mes de Enero, del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	27.3	28	26	26.4	29.6
Mínima	-1.6	-2.6	-5.5	-7	-2.2
Media	19.3	17.6	17.2	18.4	19.2

Fuente: CONAGUA (2010)

Cuadro 13. Temperaturas del mes de Febrero, del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	28.2	29	31.7	30.7	31.5
Mínima	-0.2	-5.8	-2	-2.3	-4
Media	18.9	19.2	20.5	20.4	21.5

Fuente: CONAGUA (2010)

Cuadro 14. Temperaturas del mes de Marzo, del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	30	31	30.5	32	31.2
Mínima	2	0.6	-4	-4.2	0
Media	21.7	22.9	21	23.8	21.2

Fuente: CONAGUA (2010)

Cuadro 15. Temperaturas del mes de Abril, del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	32.2	34.5	32	34.6	33
Mínima	0.4	5.5	0.5	4.1	0.4
Media	24.3	26.4	23	24.8	24.3

Fuente: CONAGUA (2010)

Cuadro 16. Temperaturas del mes de Mayo, del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	34	33.5	34.5	34.6	35
Mínima	6.6	10.2	9.2	9	6
Media	24.6	24.9	25.7	26.4	25.6

Fuente: CONAGUA (2010)

Cuadro 17. Temperaturas del mes de Junio, del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	36	34.6	36	35	34.3
Mínima	10.4	9	11	11.4	10
Media	27.3	26.7	27.8	26	26

Fuente: CONAGUA (2010)

Cuadro 18. Temperaturas del mes de Julio, del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	33.8	31	30	31	33.3
Mínima	13	11.8	11	11.7	12.2
Media	24.8	23.1	22.5	23.3	24

Fuente: CONAGUA (2010)

Cuadro 19. Temperaturas del mes de Agosto, del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	30	30.5	29.4	32.7	33.5
Mínima	11.4	11	11.4	12.4	11
Media	21.6	22.8	21.9	24.2	23.6

Fuente: CONAGUA (2010)

Cuadro 20. Temperaturas del mes de Septiembre, del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	30.6	30.7	29.6	27.4	28.2
Mínima	9.2	8.5	10.6	3.5	9
Media	22.3	22.9	21.4	20.2	20

Fuente: CONAGUA (2010)

Cuadro 21. Temperaturas del mes de Octubre, del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	29.3	28.6	32.4	28.8	31.5
Mínima	4.5	1.2	-1	1.6	1
Media	20.3	21.1	22.2	19.4	22.7

Fuente: CONAGUA (2010)

Cuadro 22. Temperaturas del mes de Noviembre, del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	28	28.5	27.2	27.8	27
Mínima	11.5	-1.5	-3	-2.8	0
Media	19.3	18.3	17.4	17.1	16

Fuente: CONAGUA (2010)

Cuadro 23. Temperaturas del mes de Diciembre, del 2005 al 2009

Temperatura	2005	2006	2007	2008	2009
Máxima	27.4	25.5	27.8	28.7	27
Mínima	-1.3	-3	-5.8	-5	-2.3
Media	18.4	17.4	19.3	18.7	19.6

Fuente: CONAGUA (2010)