

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Efectos de la Interacción de Aclareos al 15 y 30 % Más Podas al 75 y 100 % para el Control de *Tillandsia recurvata* en *Pinus cembroides* Zucc

Por:

BRIANDA ALEJANDRA RENTERÍA GARZA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México.

Junio 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Efectos de la Interacción de Aclareos al 15 y 30 % Más Podas al 75 y 100 % para
el Control de *Tillandsia recurvata* en *Pinus cembroides* Zucc.

Por:

BRIANDA ALEJANDRA RENTERÍA GARZA

TESIS

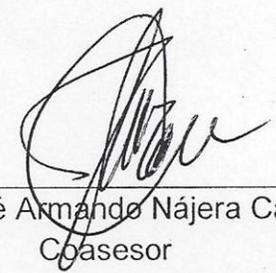
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

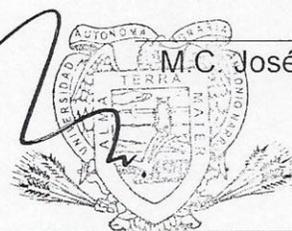
INGENIERO FORESTAL

Aprobada


M.C. Jorge David Flores Flores
Asesor Principal


M.C. Luis Mario Torres Espinosa
Coasesor


M.C. José Armando Nájera Castro
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Junio 2014

DEDICATORIA

A Dios

Por darme salud y permitir que haya llegado hasta esta etapa de mi vida, gracias señor, por las fuerzas que me diste para poder vencer los obstáculos puestos en mí camino.

A Mis Padres

Jacinto Rentería Velázquez y Alejandra Garza Prado

Por la vida tan maravillosa que me han dado y por los esfuerzos que han hecho a lo largo de mi carrera para poder cumplir con mis sueños. Por la confianza que depositado en mí, por el apoyo económico y moral que siempre me han brindado por sus consejos, por estar a mi lado tanto en los momentos lindos como en los difíciles. Este logro es por ustedes y para ustedes que dios me los bendiga siempre.

A Mis Abuelos

Pedro Garza Luna, Catalina Prado Morales, Santos Rentería Vázquez y María Velázquez Medrano por su amor, cariño y por cuidar de mí y mis hermanos cuando éramos pequeños.

A Mis Hermanos (as)

Maycon Arturo, Jacinto Alfonso, Jessica Berenice, Jesús Adrián y Fátima Mariana por formar parte de mi familia y llenar de alegría cada uno de los días de mi vida, sé que siempre contare con ustedes; gracias por estar en los momentos difíciles apoyando a la familia. A mis cuñadas (o) Samanta, Blanca y Héctor por sus consejos.

A Mis Sobrinas (o)

Héctor Yahel, Cesia Yaretzi y Brigitte Yamileth que son la alegría de la familia los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

A Mi Alma Terra Mater Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por abrir sus puertas para poder formarme no solo profesionalmente si no como persona, por todos los buenos y malos momentos que viví y por darme las facilidades y beneficios para realizar mis estudios.

Al departamento forestal por ser parte de mi formación profesional, a los maestros por transmitir sus conocimientos, por su paciencia y comprensión gracias.

M. C. Jorge David Flores Flores por su gran apoyo incondicional a pesar de todo el trabajo que tenía a lo largo del semestre, por estar ahí siempre a pesar de su condición de salud le agradezco enormemente por su valiosa colaboración en la asesoría y desarrollo del presente trabajo.

Al M.C Mario Torres Espinosa por su ayuda indispensable en el trabajo de campo, así mismo por su apoyo en la revisión de esta tesis y contribuciones para mejoramiento de la misma.

Al M.C Armando Nájera Castro por su valiosa participación en la revisión de esta tesis.

Al Ing. Juan Cárdenas Villanueva y a la brigada del Ejido Cuauhtémoc por su apoyo en campo y por su amistad.

A mis amigos (as): Javier, Judith, Edelmira, Felipe, Erik, Ana, Elda, Raúl, Melina y Jorge gracias por brindarme su amistad; por todos los buenos y malos momentos que pasamos juntos.

A mis compañeros de generación de la carrera de Ingeniero Forestal Patricia, Aníbal, Ilse, Enrique, Juan, Gabriel, Rodrigo, Nazaret, Luis Miguel, Santos, Juan García, Eli Abimael, Ángel, Juan estrada, José, Luis, Trinidad y Ana Abel.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Importancia del estudio	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.2 Objetivo general:.....	2
Evidenciar la eficiencia del aclareo y poda para el control de <i>T. recurvata</i>	2
1.3 Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Posición taxonómica de <i>Tillandsia recurvata</i>	4
2.2 Generalidades de <i>Tillandsia recurvata</i>	5
2.3 Condiciones ecológicas para el desarrollo de <i>T. recurvata</i>	7
2.4 Tipos de daños causados por <i>Tillandsia recurvata</i>	9
2.5 Distribución de <i>T. recurvata</i> en México	10
2.6 Usos potenciales de <i>T. recurvata</i>	10
2.7 Métodos de control de <i>Tillandsia recurvata</i>	11
2.7.1 Medidas de Prevención	11
2.7.2 Medidas de Supresión	11
2.8 Trabajos a fines	14
MATERIALES Y METODOS	17
3.1 Localización y descripción del área de estudio	17
3.2 Procedimiento Experimental.	21
3.2.1 Tratamientos Empleados.	21
3.2.2 Diseño Experimental y Tamaño de Muestra.	24
3.2.3 Metodología de evaluación de la reinfestación de <i>T. recurvata</i>	25
RESULTADOS Y DISCUSION.....	30
4.1 Reinfestación de motitas por tratamiento	30

4.2 Preferencia de <i>Tillandsia</i> para reinfestar dentro del árbol.	33
4.3 Relación de la altura del arbolado con la reinfestación del heno motita	34
4.4 Relación de la reinfestación del heno motita con el diámetro del arbolado.	36
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	39
LITERATURA CITADA.....	40
ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas Geográficas de las parcelas	17
Cuadro 2. Relación de árboles derribados por parcela.....	24
Cuadro 3. Formato de Campo.....	28
Cuadro 4. Total de Motitas Cuantificadas en las Unidades de Muestreo de los árboles por tratamiento	30
Cuadro 5. Análisis de Varianza para el Mejor Tratamiento.....	32
Cuadro 6. Prueba de Tukey que muestra el Mejor Tratamiento en cuanto a no haber recibido reforestación.	32
Cuadro 7. Análisis de Varianza para la reforestación de motita.....	34
Cuadro 8. Prueba de Tukey de preferencia de <i>Tillandsia recurvata</i>	34
Cuadro 9. Prueba de Tukey para observar el efecto del rango de altura.....	35
Cuadro 10. Prueba de Tukey para observar el efecto del rango de diámetro.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Motita o bola de <i>Tillandsia recurvata</i>	5
Figura 2. Localización del área de estudio Ejido Cuauhtémoc.	18
Figura 3. Tratamiento 1: Aclareo al 15 % + Podas al 75%	21
Figura 4. Tratamiento 2: Aclareo al 30% + Podas al 75%	21
Figura 5. Tratamiento 3: Aclareo al 15% + Podas al 100%	22
Figura 6. Tratamiento 4: Aclareo al 30% + Podas al 100%	22
Figura 7. Tratamiento 5: Sin Aclareo ni podas (Testigo).....	23
Figura 8. Croquis de la distribución de los tratamientos.	24
Figura 9. Árbol de <i>Pinus cembroides</i> afectado en ramas y fuste por <i>Tillandsia recurvata</i>	26
Figura 10. Utilización de la escalera para el conteo de las borlas en ramas.....	27
Figura 11. Etiqueta con los datos correspondientes al testigo, repetición 4 y árbol 5.....	27
Figura 12. Procedimiento para el conteo de motitas.	28

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Promedio de motitas infestadas por tratamiento.	32
Grafica 2. Lugar preferido de <i>Tillandsia recurvata</i> para re-infestar.	33
Grafica 3. Re-infestación con relación a la altura del arbolado.	34
Grafica 4. Reinfestación con relación al diámetro del arbolado	36

RESUMEN

Tillandsia recurvata hoy en día sigue siendo uno de los problemas fitosanitarios más serios para la salud de *Pinus cembroides* y otros recursos forestales en Coahuila y estados vecinos. Se ha demostrado que su población llega a dañar, incluso a matar a los árboles en que se hospeda, sin que a la fecha se tenga una respuesta satisfactoria a esta afectación el presente trabajo se planteó con los objetivos de evaluar el efecto de aclareo y poda del arbolado para el control de *T. recurvata* así como el grado de recuperación de dicha epífita después de la aplicación de los tratamientos silvícolas y determinar en qué parte del árbol se presenta mayor la re-infestación si como los efectos entre diámetros y alturas del arbolado muestreado. El área de estudio se localiza en el ejido Cuauhtémoc a 45 minutos de la ciudad de Saltillo al sureste de Coahuila; Los tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones en parcelas de 20 X 20 metros, tomando cinco arboles al azar por cada repetición y tratamiento. Para la evaluación de la re-infestación de heno motita se cuantificó el número de motitas chicas, medianas y grandes existentes en un metro lineal alrededor del fuste a la altura del pecho, además las motitas encontradas en un metro lineal de tres ramas principales también a su alrededor. Por otra parte se registraron las medidas dasométricas de altura y diámetro de los arboles muestra para determinar la relación entre dichas variables con la re-infestación de *Tillandsia recurvata*. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: T1. Aclareo al 15 % + Podas al 75%, T2. Aclareo al 30% + Podas al 75%, T3. Aclareo al 15% + Podas al 100%, T4. Aclareo al 30% + Podas al 100% y T5. Sin Aclareo ni podas (Testigo). Los resultados arrojados muestran, que el mejor tratamiento que controló al heno motita y ha evitado en grado mínimo su re-infestación después de dos años de haberse aplicado los tratamientos de aclareo y podas, que el tratamiento II, consistente en aplicar aclareo al 30 % más podas o retiro mecánico de las motitas al 75%; la parte preferida de *Tillandsia* para re-infestar a los arboles tratados fue el tronco y en segundo término las ramas inferiores primarias, además se observa que existe un efecto marcado de las alturas y diámetros de los árboles para la repoblación de *Tillandsia* ya que a mayor altura menor re-infestación y en cuanto a diámetros prefiere hospedarse en árboles que van en un rango de 14.1 a 20 cm.

PALABRAS CLAVE: *Tillandsia recurvata*, *Pinus cembroides*, poda y aclareo

ABSTRACT

Today, *Tillandsia recurvata* remains one of the most serious phytosanitary health problems in *Pinus cembroides* and other forest resources in Coahuila and neighboring states. It has been shown that its population can damage, even kill the trees where the hay is hosted, to date there is no satisfactory answer to this infestation. The present study was designed with the objective of evaluating the effect of thinning and pruning of trees for the control of *T. recurvata*, and the degree of recovery of such epiphyte after application of silvicultural treatments and determine which part of the tree showed the greatest re-infestation and the effects between diameters and heights of the sampled trees. The study area is located in the "ejido Cuauhtémoc" located 45 minutes from the city of Saltillo, southeast of the state of Coahuila. The treatments were distributed in a completely randomized experimental design with four replications in plots of 20 X 20 meters, taking five random trees for each replicate and treatment. For the evaluation of the re-infestation speck hay, the number of specks small, medium and large existing quantified linear meter around the stem at chest height also the specks found in a meter of three main branches also around them. Furthermore dasometric measures the height and diameter of sample trees were recorded to determine the relationship between these variables with *Tillandsia recurvata* re-infestation. The treatments were: T1. 15% of Thinning + 75% of Pruning; T2. 30% of Thinning + 75% of Pruning; T3. 15% of Thinning + 100 of Pruning; T4. 30% of Thinning + 100% of Pruning; and T5. Without Thinning nor Pruning (control). The result shows that the best treatment that controlled the hay specks and prevented minimally his re-infestation after two years of thinning and pruning treatments had been applied, was the treatment II (T2), of applying the 30% thinning pruning or mechanical removal of specks to 75%; favorite part of *Tillandsia* to re-infest the treated trees was the trunk and secondly lower primary branches, In addition observes that there is a marked effect of the heights and diameters of trees to repopulate *Tillandsia* since the higher re-infestation lower height, and as far as diameters, prefer to stay in trees that are in the range of 14.1 to 20 cm.

KEYWORDS: *Tillandsia recurvata*, *Pinus cembroides*, thinning, pruning.

INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del estudio

Tillandsia recurvata hoy en día sigue siendo uno de los problemas fitosanitarios más serios para la salud del *Pinus cembroides* y otros recursos forestales en Coahuila y estados vecinos. Las pruebas con productos químicos que se han realizado para su control en diferentes partes de México y en otros países como Estados Unidos, Argentina y Brasil, no han dado los resultados satisfactorios que se esperaban, ya que si bien es cierto sus aplicaciones llegan a matar a las plantas de *Tillandsia*, estas no se desprenden del hospedero, incluso al poco tiempo vuelven a regenerar (Flores *et al.*, 2009; Ruiz *et al.*, 2012; Butrón, 2012).

Por otra parte la práctica de las aspersiones al pretender cubrir grandes superficies arboladas, resultaría muy costosa, impráctica y hasta ecológicamente peligrosa ya que la mayoría de los productos han resultado ser fitotóxicos a otras especies que habitan en el bosque del pino piñonero (Muños 2012).

Ante tal situación dentro de las estrategias de control de plantas parásitas y algunas epífitas como el heno, se recomienda la utilización de tratamientos silvícolas a base de podas para eliminar las ramas infestadas. Esta práctica ha resultado muy eficiente para el control de los muérdagos enanos y muérdagos verdaderos, (Flores *et al.* 2007), por lo que las instancias oficiales en materia de sanidad forestal, recomiendan también aplicarlas para eliminar a *Tillandsia recurvata* (CONAFOR, 2007; SEMARNAT, 2010).

1.2 Planteamiento del problema

Tillandsia recurvata a pesar de ser una planta epífita que no roba nutrientes a su hospedero y solo lo toma de sostén, se ha demostrado que su población llega a dañar, incluso a matar a los árboles en que se hospeda, sin que a la fecha se

tenga una respuesta satisfactoria de esta afectación, pero algunas opiniones de expertos atribuye a que *T. recurvata* es capaz de que con sus altas densidades poblacionales llegue a asfixiar a las ramas inhibiendo el intercambio de gases, afectando sus funciones vitales como la fotosíntesis, respiración y transpiración (Torres *et al.*, 2012); otra opinión señala que *T. recurvata* llega a absorber cierto ácido tóxico y metales pesados que se encuentran en el aire como producto de la contaminación ambiental, y que son algunos de estos elementos los que finalmente ocasiona la muerte de las ramas y posteriormente la muerte del árbol Barbosa *et al.* (2004). Otra opinión más, la que señala que los rizoides de *T. recurvata* en sus altas densidades llegan a estrangular las ramas perjudicando el sistema vascular de las mismas provocando su muerte. (Frías *et al.*, 2012).

Por otra parte la explosión poblacional de *T. recurvata* también es motivo de mucha discusión. Algunos atribuyen que esta planta prospera en áreas donde el arbolado es muy denso, mientras otros autores lo relacionan al proceso de desertificación y que los polvos derivados de la erosión eólica al depositarse sobre las grietas de los tallos y ramas, favorece la nutrición de *T. recurvata* (Ramírez *et al.*, 2009).

Ante tal situación se plantea el presente estudio con el propósito de probar la eficiencia de los aclareos y podas para poder regular el crecimiento poblacional de *T. recurvata*.

1.2 Objetivo general:

Evidenciar la eficiencia del aclareo y poda para el control de *T. recurvata*.

Objetivos específicos:

- a. Evaluar el efecto de aclareo y poda del arbolado en el control de *T. recurvata*.
- b. Evaluar el grado de recuperación de *T. recurvata* después de la aplicación de tratamientos de podas y aclareos.

1.3 Hipótesis

Ho: Al menos un tratamiento de aclareo y poda resulta efectivo para el control de *Tillandsia recurvata*

Ha: No existe diferencia significativa entre los niveles de aclareo y poda para el control de *T. recurvata*.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Posición taxonómica de *Tillandsia recurvata*

T. recurvata pertenece a la familia de las bromeliáceas las cuales son hierbas perennes generalmente epifitas. Su tallo suele ser corto, con un rosetón de hojas basales arregladas en espiral y cubiertas de escamas peltadas, de cuyo centro surge luego un escapo vistosamente, bracteado, provisto de una inflorescencia espigada o apanojada. Sus flores son regulares, con un periantio de 6 divisiones en 2 series de semejantes, verde la exterior y petaloide la inferior; un androceo de seis estambres, y un ovario trilobular pluriobulado, ínfero o súpero, sobrepuesto de un estilo tripartido. El fruto es tan pronto seco y trivalvar, con semillas apendiculadas, como carnoso e indehiscente con semillas sin apéndice, de embrión situado en una pequeña cavidad del albumen harinoso, (Conzatti, 1947)

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*

Nombres Comunes para *Tillandsia recurvata*

El nombre común con que se le conoce en México a *Tillandsia recurvata* es heno, motita, gallito, paxtle, paistle, roseta, entre otros nombres (INIFAP, 2009).

2.2 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 esclerénquima 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).



Figura 1. Motita o bola 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 auto fecundan 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 carboxílica 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 carboxílica dando lugar a ácidos C₄ (ácido málico principalmente). Esta adaptación le permite

a la planta de *T. recurvata* que aun caída en el suelo, puede sobrevivir (quedar viva) hasta un periodo de seis meses, llegando a completar su periodo de floración y liberación de semillas, la cual se disemina por el viento y las aves. Esta situación obliga a la necesidad de que en un plan fitosanitario se deban destruir las motitas de heno mediante técnicas físico, químicas y mecánicas.

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).

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 en donde existe gran densidad de arbolado y por consiguiente es difícil la entrada de luz solar; un área con poca corriente del aire debido a la cobertura de copa de los árboles y una alta humedad relativa que se mantiene debido a la poca entrada de luz.

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*, *Quercus*, *Prunus* (Neumann, 2004).

Las motitas de *T. recurvata* 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 (Flores 2009).

Ciclo biológico

Florece en verano generando un número variable de capsulas (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).

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

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.
- Debilita al arbolado, mata ramas de árbol y finalmente mata a todo el árbol.
- Afecta la semillación.
- Afecta el desarrollo del arbolado.
- Causa trastornos fisiológicos.

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 Neumann (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, más 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 principalmente en ocho entidades que son: Michoacán, Guerrero, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Tabasco, Oaxaca y San Luis Potosí, Nuevo León 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. (Neumann, 2004), además se le utiliza como protector de objetos y equipos frailes cuando estos son transportados.

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.

Tillandsia recurvata tiene 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).

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

2.7 Métodos de control de *Tillandsia recurvata*

2.7.1 Medidas de Prevención

- Manejo silvícola del bosque
- Aclareos para reducir la densidad del arbolado
- Eliminar arboles de riesgo
- Fortalecer los predios/sitios y por consiguiente al arbolado
- Realizar monitoreo constante de la población del heno.
- Proteger a consumidores naturales de *T. recurvata*.
- Evitar el transporte de material infestado de *T. recurvata*.

2.7.2 Medidas de Supresión

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 para 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 como también es conocida *Tillandsia recurvata* 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).

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).

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 re infestación 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 re infestaciones más altas solo pudiera ocurrir en un tiempo no menor de 100 años (Chávez, 2009).

Aclareos

De acuerdo con la CONAFOR 2009, señala que los aclareos son cortas hechas en una masa arbórea con el fin de estimular el crecimiento de los árboles que restan y de aumentar la producción de material utilizable durante el turno.

Desde el punto de vista silvícola existen diferentes tipos de aclareos según Daniel (1982), aclareos de selección en los cuales se eliminan todos los árboles de clases de copa dominantes de modo que se liberan con copas codominantes e intermedias; aclareo mecánico, el cual se aplica por surcos en plantaciones y aclareo libre, en el cual la selección de los árboles se realiza sin apegarse a ningún método mencionado anteriormente, la eliminación se hace de acuerdo al criterio técnico, en cuanto a que es mejor para el desarrollo del rodal.

Podas

Según la CONAFOR (2009), se denomina poda al proceso mediante el que se extraen las ramas de los árboles para que el porte de cada uno de ellos sea el más adecuado para el logro de finalidades utilitarias, decorativas o para la producción de frutos y semillas.

Cortas de Saneamiento

Según Daniel (1982), son cortas realizadas con el fin de eliminar los árboles o individuos de alto riesgo que han sido atacados o que se hallan en peligro inminente de ataque por insectos peligrosos u hongos, para impedir que estas plagas se extiendan a otros árboles. Las operaciones realizadas con este propósito no están, necesariamente, limitadas a la extracción de árboles comerciales ni a pies en vuelo principal.

2.8 Trabajos a fines

Investigaciones realizadas por Flores *et al.*, (2009) presentan como objetivo evaluar la respuesta de tres especies forestales a la poda físico-mecánica para el control del heno. El trabajo se realizó en el ejido El Cedral, municipio de Ramos Arizpe, ubicado a 100 kilómetros de la carretera Saltillo-Monclova. Las especies estudiadas fueron *Quercus gravesii*, *Q. laceyi* y *Junghans microcarpa*. La poda de ramas infestadas con heno se hizo con motosierra y con herramienta manual. Se utilizó un diseño de bloques al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos correspondieron a las tres especies podadas y un testigo para cada especie. Para evaluar la reinfestación de heno se utilizó la escala propuesta por Hawksworth (1980). De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que no hubo diferencia significativa entre las especies estudiadas ya que la reinfestación del heno a los cuatro años de haber sido podado fue muy baja en todas ellas, apenas del grado 1 y 2 según la escala de Hawksworth (1980), en comparación con los árboles testigo que registraron infestación del grado 6. Con esto se concluye que la práctica de poda es efectiva para el control del heno en las tres especies estudiadas.

Por otra parte Castellanos *et al.*, (2009) describen a continuación el efecto que provoca la infestación de *Tillandsia recurvata* sobre el éxito reproductivo de *Fouquieria splendens*. El estudio se desarrolló en un matorral micrófilo-espinoso en Peña Blanca, Querétaro. En abril de 2005 se seleccionaron 66 individuos de *F. splendens*, a los cuales se les registró la cobertura, el número de agregaciones de *T. recurvata*, la cobertura promedio de tres agregaciones por cada forofito, el número de panículas, el número de flores con frutos y el número de flores muertas por panícula. El nivel de infestación de *T. recurvata* sobre *F. splendens* estuvo directamente correlacionado con el potencial reproductivo por unidad de área de cobertura del forofito ($r = 0.31$, $P = 0.014$); asimismo, hubo una correlación positiva y significativa entre el nivel de infestación y el número de flores muertas ($r = 0.33$, $P = 0.007$). Sin embargo, no se encontró correlación significativa entre el nivel de infestación y la proporción de frutos producidos por

unidad de área de cobertura de *F. splendens* ($r = 0.05$, $P = 0.71$). Los resultados sugieren la existencia de una compensación reproductiva. Es probable que cuando existen altos niveles de infestación por *T. recurvata*, el forofito de *F. splendens* incrementa la producción de flores para así asegurar que el número de éstas con semillas se mantenga en la misma proporción que tendría si no estuviera infestada.

Otro trabajo importante por mencionar es el realizado por Beltrán *et al.*, (2009) el cual consiste en la búsqueda de nuevas opciones forrajeras para la alimentación de rumiantes y contribuir a un control indirecto de esta epífita; se planteó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la calidad forrajera de *Tillandsia recurvata*, a los posibles cambios estacionales en su composición y determinar la viabilidad para su utilización como planta forrajera para la alimentación de rumiantes en zonas áridas y semiáridas. El estudio se llevó a cabo en tres sitios del Estado de San Luis potosí (Cedral, Ciudad Fernández y Villa Hidalgo). Se colectaron muestras de *Tillandsia recurvata* en cuatro fechas: 1° de Enero (invierno), 1° de Abril (primavera), 1° de Julio (Verano) y 1° de Octubre (otoño), con 4 repeticiones.

Las variables estudiadas fueron materia seca (MS), proteína (P), fibra detergente ácida (FDA), fibra detergente neutra (FDN) y total de nutrientes digestibles (TND).

Los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza en un diseño completamente al azar y prueba de medias Tukey ($p < 0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas para sitio, obteniendo los mayores valores en el sitio Cedral. Los valores de materia seca obtenidos fueron de 47.6 a 61.5 %; de proteína entre 5.7 y 6.6%, de fibra ácido detergente entre 42.9 y 46.0%; fibra neutro detergente entre 71.2 y 75.6% y de total de nutrientes digestibles entre 40.5 y 45.9%, equiparables a los reportados para rastrojo de maíz. En relación a época del año, se encontraron diferencias significativas, registrándose el mayor contenido de proteína y total de nutrientes digestibles durante la primavera. Se concluye que la *Tillandsia recurvata*

puede ser utilizada como un forraje de oportunidad para la alimentación de rumiantes en zonas áridas y semiáridas. Esta epífita pudiera utilizarse durante todo el año, particularmente durante la época de sequía (primavera) como forraje auxiliar cuando el forraje es escaso.

Beltrán *et al.*, (2009) realizaron un trabajo en San Luis Potosí para el control de *Tillandsia recurvata* en el hospedero de mezquite, utilizando varillas con ganchos para el desprendimiento mecánico de las motitas y la aplicación de bicarbonato de sodio llegando a controlar la invasión de *Tillandsia recurvata* hasta en un 98%. Los autores recomiendan realizar una limpia de ramas secas invadidas de *Tillandsia recurvata* mediante el uso de varillas de 3/8, con un gancho en un extremo y posteriormente aplicar bicarbonato de sodio a razón de 66 g/litro de agua. Esta dosis, corresponde a 1 kg de Bicarbonato de sodio por mochila con capacidad de 15 litros. Esta mezcla se esparce directamente sobre las "borlas de *Tillandsia* hasta dejarlas completamente impregnadas. Es muy importante que esta actividad se realice durante el invierno, que es cuando el mezquite no presenta hojas por ser una especie caducifolia. De esta manera, se evita un posible efecto negativo en el follaje del árbol. A pesar del buen control que se obtuvo de *Tillandsia* mediante la mezcla de estas dos técnicas los arboles comenzaron a reinfestarse de nuevo al año de la aplicación.

MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y descripción del área de estudio

El área de estudio se localiza en el ejido Cuauhtémoc al sureste de Coahuila, entre las siguientes coordenadas geográficas:

Tratamientos	Coordenadas Geográficas	
	N	W
I	25°17'34.3"	100° 56'18.1"
II	25°17'39.1"	100° 56'12.3"
III	25°17'29.4"	100° 56'21.0"
IV	25°17'34.7"	100° 56'16.9"
V	25°17'28.8"	100° 56'22.9"

Cuadro 1. Coordenadas Geográficas de las parcelas

El ejido Cuauhtémoc se encuentra a 45 minutos de la ciudad de Saltillo Coahuila por la carretera 54 de donde se desprende una carretera de terracería hacia la izquierda, este ejido pertenece al Sector Cuauhtémoc del Área Protegida Sierra de Zapalinamé. Este sector comprende básicamente la cuenca del valle del mismo nombre, delimitado al Norte por el parteaguas de la Sierra el Pame, al Este, la cañada del escorpión, Oeste por la carretera 54 y al Sur el parteaguas de la Sierra Loma Pelona (UAAAN, 1998).

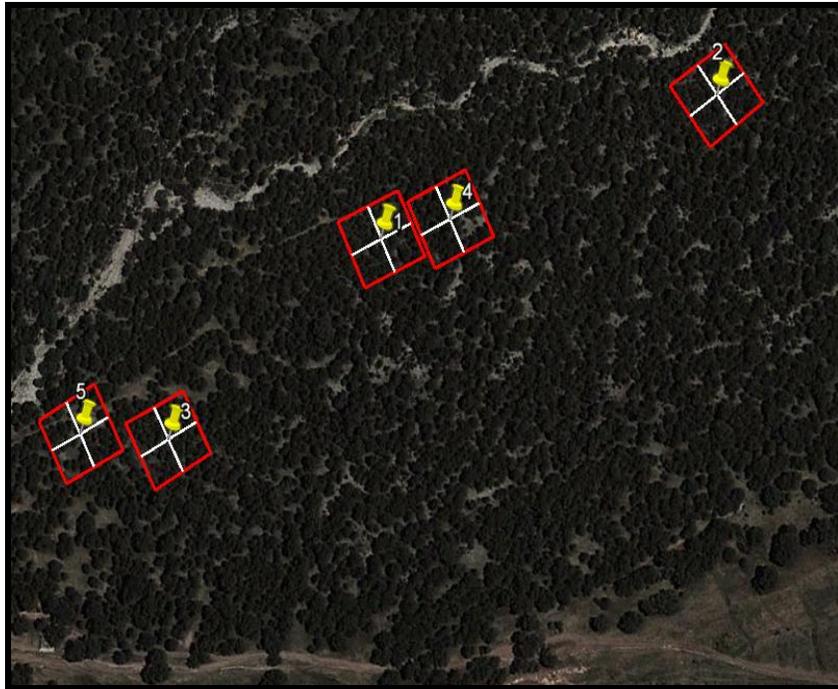


Figura 2. Localización del área de estudio Ejido Cuauhtémoc.

Clima

El clima del área según Koppen, modificado por García (1973) está clasificado como BSo kw'' (e) que se describe como seco, templado, cálido, semifrío, con una temperatura media anual que 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, la precipitación promedio para la región es de 498 mm, con un régimen de lluvias de verano, tiene una oscilación térmica de entre 7 y 14° C (SPP, 1983b).

Vegetación

En general las comunidades vegetales presentes en las exposiciones Sur y Sureste de la Sierra de Zapalinamé, son matorrales desértico rosetófilo y micrófilo. En las partes altas del macizo montañoso se encuentran Bosques de pino (*Pinus pinceana*, *Pinus cembroides* y *P. greggii*), en los cañones con mayor humedad se localizan Bosques de encino y en las laderas bajas de exposición Norte y Oeste se presenta Matorral Submontano (Arce y Marroquín, 1985; Villarreal y Valdés, 1992).

El tipo de vegetación más abundante 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%. (Barragán, 2007).

Las especies asociadas que se observan en el área de estudio son: *Juniperus fláccida*, *Quercus grisea*, *Opuntia rastrera*, *Agave sp.*, *Nolina cespitifera* y algunas herbáceas.

Fauna

Según Meganck y Carrera (1981), existen especies de gran interés como las que se mencionan a continuación:

Mamíferos

Las especies más importantes que se encuentran son el oso negro *Ursus americanus*, venados cola blanca *Odocoileus virginianus*, el coyote *Canis latrans*, zorra gris *Crocyon cinercoargenteus*, Cacomiztle *Basariscus astutus*, ardillas arbóreas *Sciurus spp.* y terrestres entre otras.

Aves

Zopilotes *Coragyps atratus*, aura *Cathartes aura*, gavilán pechirrufo *Accipiter cooperi*, halcón peregrino *Falco peregrinus*, halcón mexicano *Falco mexicanus*, en la parte baja es común encontrar codorniz escamosa paloma huilota *Zenaida macroura*, entre otras. Además se encuentran otras aves que suman 100 especies desde el minúsculo colibrí *Caolothorax lucifer* el azulejo *Aphalocoma sordida* hasta los grandes cuervos *Corvus spp.*

Suelos

En la región donde se encuentra la Sierra de Zapalinamé los suelos son en su mayoría aluviales de componentes calcáreos arcillosos, originados de depósitos aluviales y fluviales constituidos por gravas, arenas y arcillas, varía en profundidad de unos cuantos a cientos de metros, constituye planicies con

clásticos finos o abanicos aluviales al pie de las sierras. Por su carácter de zona de montaña, abundan los suelos Litosoles y Redzinas, los cuales son suelos pedregosos y someros constituyendo ambos casi en un 80% de la superficie del área (CENTENAL, 1977).

Fisiografía y Topografía

De acuerdo con Barragán (2007), el área pertenece a la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental dentro de la Sub provincia de la Gran Sierra Plegada. Esta cordillera se extiende desde el centro del País hasta la parte Sureste del estado de Coahuila. La zona serrana se encuentra con pendientes abruptas y topografía accidentada. Geomorfológicamente el área conforma un paisaje por seis grandes unidades fisiográficas: cumbres, taludes, pie de monte, valle, abanico aluvial y cañones.

Geología

La región se ubica en la unidad geotectónica más importante del Noreste del país, denominada Provincia Geológica de la Sierra Madre Oriental. Geológicamente el área comprende todo el macizo montañoso de la Sierra de Zapalinamé, siendo un área intensamente plegada y fracturada con una topografía muy accidentada. Las rocas que afloran en el área son en su totalidad sedimentarias marinas de edad jurásico y cretácico provenientes de procesos erosivos hídricos, formando así los depósitos de suelos aluviales característicos de los valles. En la Sierra de Zapalinamé los suelos aluviales ocupan casi un 30%, las rocas calizas características del macizo montañoso un 43%, siendo ambas las unidades geológicas mejor representadas (Muñoz, 1998).

Hidrología

La red hidrográfica a la cual pertenece la Sierra Zapalinamé es a las vertientes del Golfo de México y cuencas cerradas del Norte, región hidrológica 24 "Bravo Conchos", Cuenca hidrológica B y Subcuenca e. Los coeficientes de escurrimiento son del 5 a 10% en casi toda la totalidad del macizo montañoso, 0 a

5% en los fondos de los valles y del 10 a 20% en las zonas más escarpadas. (Barragán, 2007).

3.2 Procedimiento Experimental.

3.2.1 Tratamientos Empleados.

Los tratamientos silvícolas aplicados fueron los siguientes:



Figura 3. Tratamiento 1: Aclareo al 15 % + Podas al 75%



Figura 4. Tratamiento 2: Aclareo al 30% + Podas al 75%



Figura 5. Tratamiento 3: Aclareo al 15% + Podas al 100%



Figura 6. Tratamiento 4: Aclareo al 30% + Podas al 100%



Figura 7. Tratamiento 5: Sin Aclareo ni podas (Testigo).

Los tratamientos silvícolas fueron realizados con el apoyo de un prestador de servicios técnicos forestales quien fuera contratado por el INIFAP. Dicho prestador hizo el estudio técnico respectivo y lo presentó ante la SEMARNAT y la CONAFOR, quienes a su vez autorizaron la solicitud de aclareos y podas mediante un Programa de Manejo Forestal Simplificado para la remoción única en apoyo a la investigación científica.

Los tratamientos se realizaron en el mes de octubre de 2011.

El tamaño de parcelas de cada tratamiento fue de 20 X 20 metros en un bosque de *Pinus cembroides* altamente infestado por *T. recurvata*. Los fustes resultantes de los aclareos fueron puestos a disposición del ejido Cuauhtémoc, quienes participaron en los trabajos de campo, mientras que las ramas fueron acordonadas y colocadas a curvas a nivel para la protección del suelo.

Los derribos del arbolado se hicieron en forma direccional con auxilio de motosierras. El retiro de las motitas en el fuste y algunas ramas principales se hizo mediante el raspado de machetes con la parte no afilada, pero algunas ramas muy infestadas si fueron cortadas con motosierra de la base del fuste.

En el Cuadro 2 se presenta el número de árboles que quedaron en las unidades experimentales después de haber sido aplicados los tratamientos.

Cuadro 2. Relación de árboles derribados por parcela

% de Aclareo	Árboles Totales/Parcelas (20x20)	Árboles Derribados	Árboles Restantes
15	72	10.8	61.2
30	72	21.6	50.4

3.2.2 Diseño Experimental y Tamaño de Muestra.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones, tomando cinco arboles al azar por cada repetición y tratamiento (Figura 3).

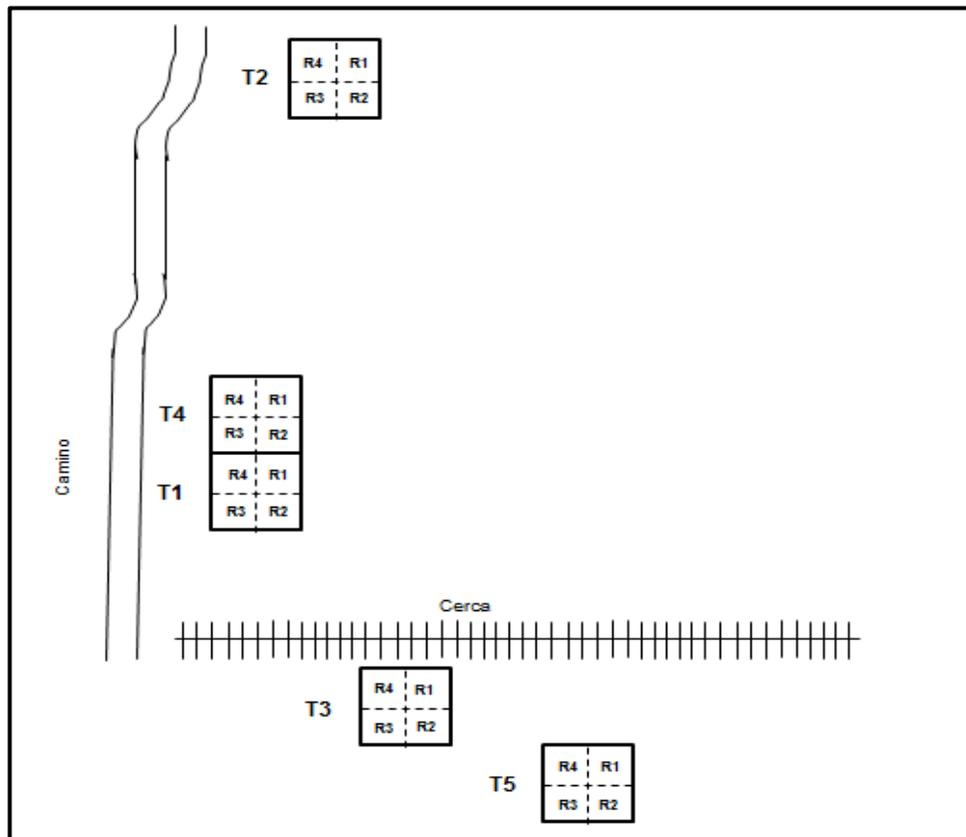


Figura 8. Croquis de la distribución de los tratamientos.

Los árboles muestra fueron marcados con una etiqueta de aluminio con los datos correspondientes a su tratamiento y repetición.

El tamaño de muestra se obtuvo mediante la fórmula siguiente establecida por el manual de sanidad forestal (2010).

$$n = \frac{(IM \bar{x})(A)}{TSM}$$

Dónde:

N= Número de árboles

IM \bar{x} = Intensidad de muestreo (2% de la media de los arboles existentes en cada tratamiento).

A= Superficie total de los tratamientos

TSM= Superficie de cada parcela.

De esta forma se estimó que el número de árboles por repetición corresponde a cinco individuos, cuya condición fue que fueran accesibles en altura para poder ser muestreados.

3.2.3 Metodología de evaluación de la reinfestación de *T. recurvata*

VARIABLES MEDIDAS

Para la evaluación de la re-infestación de heno motita se cuantificó el número de motitas chicas, medianas y grandes existentes en un metro lineal alrededor del fuste a la altura del pecho, además las motitas encontradas en un metro lineal de tres ramas principales también a su alrededor.

Las motitas pequeñas correspondieron hasta 2 cm de altura y diámetro; las motitas medianas hasta 4 cm y las motitas grandes de 4 cm a más en altura y diámetro. Contando en primera instancia las motitas chicas, luego las medianas y finalmente las motitas grandes. Por otra parte también se registraron las medidas dasométricas de altura, diámetro y cobertura de los árboles muestra.

Todo esto siguiendo la metodología utilizada por Butrón (2011) y Hernández (2010).



Figura 9. Árbol de *Pinus cembroides* afectado en ramas y fuste por *Tillandsia recurvata*.

En el área de estudio primeramente se delimitaron las parcelas para después proceder a dividir estas en cuatro cuadrantes (repeticiones), esto fue con la ayuda de rafia y una cinta métrica; posteriormente se tomaron las coordenadas geográficas del centro de cada una de las parcelas delimitadas, para continuar con la elección de los árboles y evaluación de las variables de cada uno; los arboles evaluados fueron etiquetados con el número de tratamiento, numero de repetición y numero de árbol. Se apoyó de una escalera de madera para auxiliarse en el trepado a los árboles, para marcar las cuatro submuestras de un metro lineal de cada árbol, se utilizó un flexómetro, posteriormente se contabilizaron el número de motas existentes en cada una de las cuatro submuestras, midiendo éstas con una regla y se registraron en un formato. Se levantaron variables dasométricas de los arboles evaluados tales como diámetro normal, altura y cobertura de copa para lo anterior se apoyó de una cinta diamétrica, un clinómetro y cinta métrica.



Figura 10. Utilización de la escalera para el conteo de las borlas en ramas.



Figura 11. Etiqueta con los datos correspondientes al testigo, repetición 4 y árbol 5.

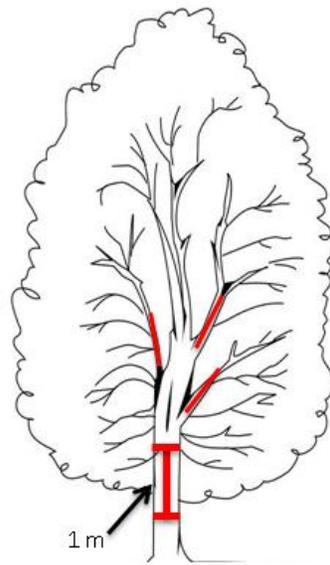


Figura 12. Procedimiento para el conteo de motitas.

	Tamaño de Motitas			Medidas Dasométricas			Observaciones
	CH	M	G	h	g	c	
T_R_A ₁							
Fuste							
Rama ₁							
Rama ₂							
Rama ₃							
T_R_A ₂							
Fuste							
Rama ₁							
Rama ₂							
Rama ₃							
T_R_A ₃							
Fuste							
Rama ₁							
Rama ₂							
Rama ₃							
T_R_A ₄							
Fuste							
Rama ₁							
Rama ₂							
Rama ₃							
T_R_A ₅							
Fuste							
Rama ₁							
Rama ₂							
Rama ₃							
T_R_A ₆							
Fuste							
Rama ₁							
Rama ₂							
Rama ₃							

Cuadro 3. Formato para el registro de datos de campo.

3.2.4 Modelo Estadístico

El modelo estadístico para analizar los datos fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \sum_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Parámetro observado en las diferentes variables medias.

$i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots t$ (número de tratamientos)

$j = 1, 2, 3, 4, \dots r$ (número de repeticiones)

μ = Es el efecto medio de la población

t_i = Es efecto del i -ésimo tratamiento

\sum_{ij} = Es el error del efecto de la j -ésima unidad experimental sujeto al i -ésimo tratamiento.

Con los datos de las variables medidas se realizaron ANVA y pruebas de rango múltiple de medias (Pruebas de Tukey) mediante el paquete estadístico Minitab 16.

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Reinfestación de motitas por tratamiento

En el Cuadro 4 se muestran el número promedio de motitas pequeñas, medianas y grandes cuantificadas por tratamiento y repetición en las unidades de muestreo de los árboles, y como puede observarse en el tratamiento II que corresponde al 30 % de aclareo de árboles infestados más 75 % de poda de ramas hospedantes fue el que obtuvo la menor re-infestación de *Tillandsia*, con un promedio de 88 motitas por árbol; en segundo lugar perteneció al tratamiento I que corresponde al 15 % de aclareo más 75 % de podas con un promedio de 120 motitas por árbol, en tercer lugar correspondió al tratamiento III en el cual se aplicaron aclareos al 15% más podas al 100 % de las ramas infestadas con un promedio de 128 motitas por árbol, en cuarto lugar correspondió al tratamiento IV en el que se aplicaron aclareos al 30 % y podas al 100% con un promedio de 156 motitas por árbol y por ultimo quedo el tratamiento V en el cual no se aplicaron ni podas ni aclareos con un promedio de 339 motitas por árbol. El total de motitas incluye la sumatoria de motitas.

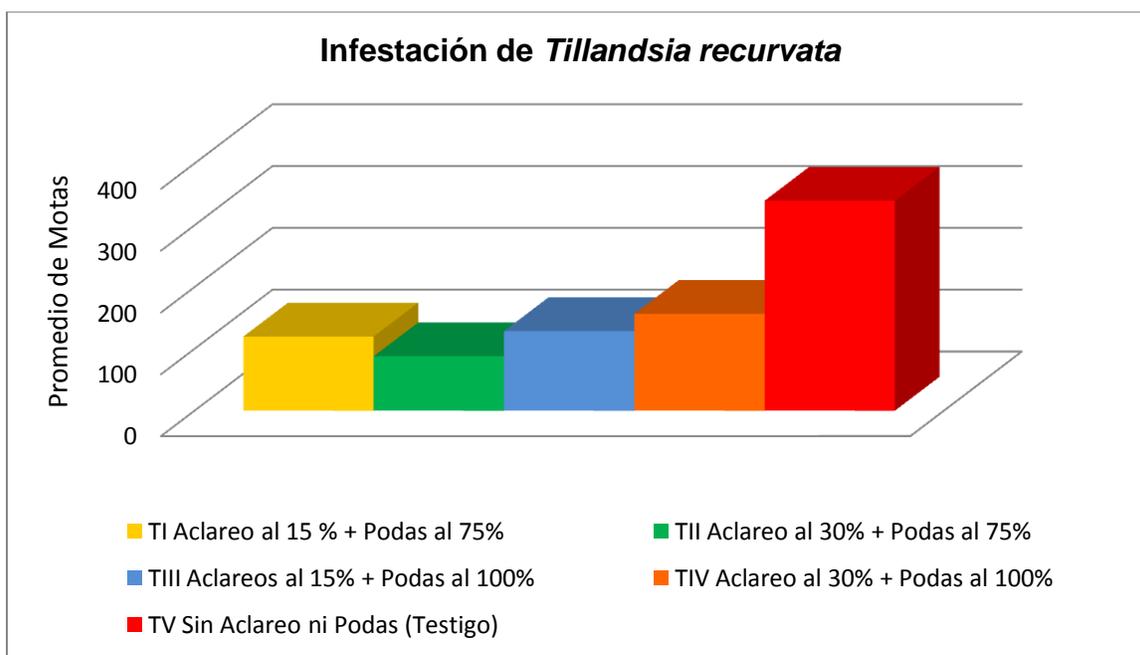
Cuadro 4. Total de motitas cuantificadas en las unidades de muestreo de los arboles por tratamiento

TRATAMIENTOS	RI	RII	RIII	RIV	TOTAL	PROMEDIO
II	109	81	83	79	352	88
I	119	98	119	144	480	120
III	137	112	124	142	515	128.75
IV	247	145	88	147	627	156.75
V	412	470	258	219	1359	339.75

En cuanto al tratamiento testigo es obvio que este haya registrado el mayor número de motitas ya que no recibió ningún tratamiento fitosanitario, pero el tratamiento IV que tuvo el máximo manejo fitosanitario con 30 % de aclareo y el 100 % de podas de ramas infestadas, pareciera resultar técnicamente inconsistente pues es el tratamiento que mostro el mayor número de motitas con respecto a todas las parcelas que recibieron tratamientos fitosanitarios, siendo que fue el tratamiento del que se esperaba la menor reincidencia de *Tillandsia*.

De acuerdo a la Gráfica 1 los resultados obtenidos mostraron diferencia significativa según el análisis de varianza (Cuadro 5) y la prueba de Tukey (Cuadro 6), muestra que todos los tratamientos en los que se aplicó aclareo y podas resultaron más efectivos que el testigo, no obstante que numéricamente el tratamiento II resultó ser el más efectivo ya que obtuvo la menor cantidad de motitas re-infestadas con un promedio de 88 motitas por árbol, y el tratamiento IV obtuvo un promedio de 157 motas por árbol.

Sin embargo, este resultado se puede argumentar si consideramos que todo el bosque donde se realizó el estudio estaba altamente infestado por *T. recurvata* donde la mayoría de los arboles mostraron infestación de grado 5 y 6 según la clasificación de Hanskworth (1980), entonces al quedar los arboles de este tratamiento con mayor aclareo el viento y las aves pudieron haber transportado con facilidad las semillas de *T. recurvata*, en comparación con los otros tratamientos que quedaron más cerrados protegiéndose de la dispersión del heno. Además las partículas de polvo también llegan en forma más rápida y abundante a las estructuras del árbol que según Ramírez (2010) esto favorece a la re-infestación de *Tillandsia* como sucedió en un trabajo científico de saneamiento realizado sobre mezquite en San Luis Potosí, México. Así mismo otros autores mencionan que en el polvo que llega a los árboles llevan nutrientes y minerales que favorecen el desarrollo de *T. recurvata*, Beltrán *et al.*, (2009).



Grafica 1. Promedio de motitas presentes en árboles muestreados por tratamiento.

Cuadro 5. Análisis de Varianza para el Mejor Tratamiento.

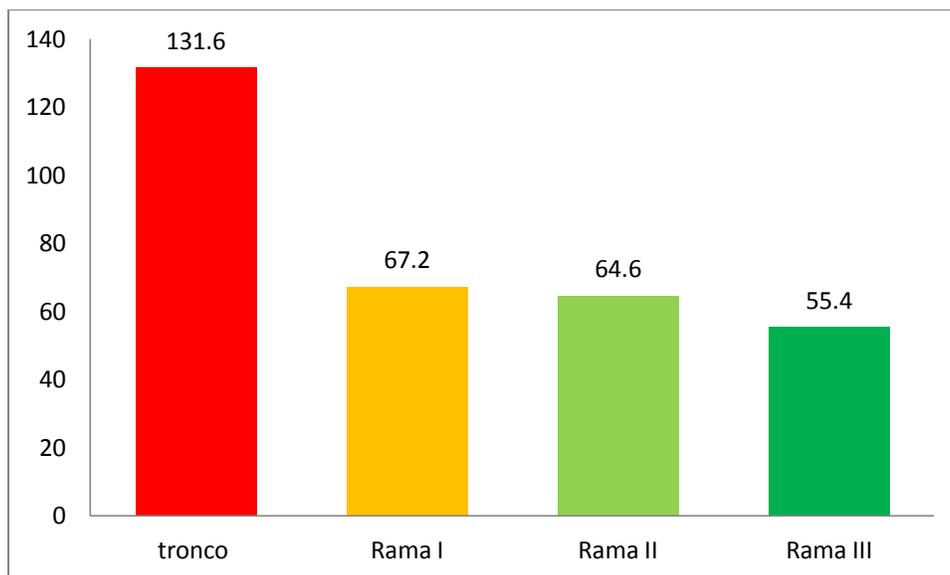
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	4	159440	39860	10.18	0.000
Error	15	58758	3917		
Total	19	218199			

Cuadro 6. Prueba de Tukey que muestra el Mejor Tratamiento en cuanto a no haber recibido reinfestación.

Tratamientos	Media	Agrupación
II	88	B
I	120	B
III	128.75	B
IV	156.75	B
V	339.75	A

4.2 Preferencia de *Tillandsia* para reinfestar dentro del árbol.

En la Gráfica 2, se observa que la reinfestación de *Tillandsia recurvata* con motitas pequeñas se presenta mayormente en los fustes de los árboles, con 131.6 motitas en promedio por tratamiento; posteriormente se re-infestan las ramas primarias inferiores con un promedio de 67.2 motitas de los árboles hacia la parte de arriba, con un promedio de 64.6 y 55.4, esta afectación es una generalidad para todos los tratamientos. La anterior situación se atribuye a que en los fustes de los árboles la corteza es más gruesa y con mayores grietas para que las semillas de motitas al ser diseminadas por el viento se adhieran con mayor facilidad al hospedero; además de que el fuste recibe la mayor cantidad de polvo y menor cantidad de luz directa permitiendo conservar mayor humedad que en las ramas y follaje de la parte alta del arbolado.



Grafica 2. Lugar preferido de *Tillandsia recurvata* para reinfestar.

El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa para esta variable (Cuadro 7), mientras que la prueba de Tukey (Cuadro 8) confirma que

Tillandsia recurvata muestra diferencia para instalarse inicialmente en los fustes de los árboles.

Cuadro 7. Análisis de Varianza para la re-infestación de motita.

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	5590	1863	7.35	0.003*
Error	15	3801	253		
Total	18	9391			

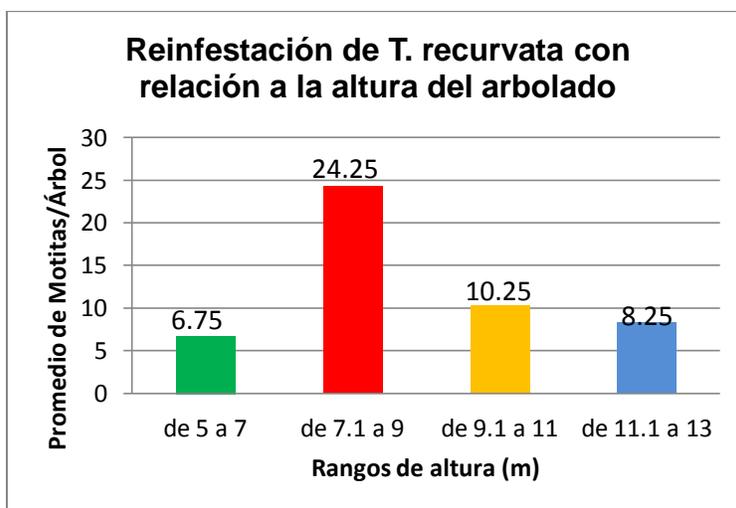
*Significativo ($P \leq 0.05$).

Cuadro 8. Prueba de Tukey de preferencia de *Tillandsia recurvata*

Partes del Árbol	Media	Agrupación
TR	103.00	A
R1	67.20	B
R2	64.60	B
R3	55.40	B

*Los valores agrupados por una misma letra son iguales estadísticamente

4.3 Relación de la altura del arbolado con la reinfestación del heno motita



Grafica 3. Reinfestación con relación a la altura del arbolado.

En la Grafica 3 se muestra que en el área experimental la reinfestación de *Tillandsia recurvata* se presenta con mayor abundancia en arbolado que va en rangos de altura de los 7.1 a 9 metros (columna color rojo) con un promedio de 24.25 motitas por árbol, siendo que los rangos que presentaron menor reinfestación fueron el de 5 a 7 metros y el de 11.1 a 13 metros de altura. Estos resultados demostraron ser estadísticamente significativos según la prueba de Tukey que se muestra en el Cuadro 9.

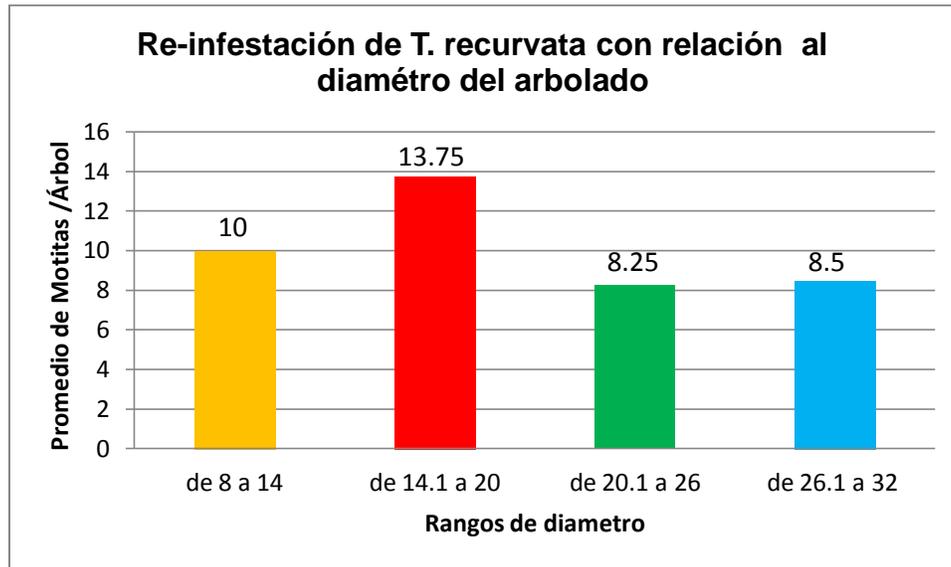
Esta situación obedece en primer instancia, a que los arboles de menor altura son los más susceptibles a recibir las semillas de *Tillandsia* procedente de los arboles más altos ya que esta cae por gravedad y por otra parte los arboles más altos la parte superior de la copa es la que recibe mayor intensidad de luz solar que de acuerdo a Crow (2000) es un factor que desfavorece el establecimiento de las motitas de *Tillandsia*.

Cuadro 9. Prueba de Tukey para observar el efecto del rango de altura

Rango de Altura	Media	Agrupación*
7.1-9	203	A
9.1-11	122.25	B
5-7	22.5	C
11.1-13	8.25	C

*Los valores agrupados por la misma letra son iguales estadísticamente con un nivel de probabilidad del 5 %.

4.4 Relación de la reinfestación del heno motita con el diámetro del arbolado.



Grafica 4. Reinfestación con relación al diámetro del arbolado.

En la Gráfica 4 se muestra que en el área de estudio la reinfestación de *Tillandsia recurvata* se presenta con mayor frecuencia en diámetros que van en el rango de 14.1 a 20 cm (columna color rojo) con un promedio de 180.5 motitas por árbol, mientras que los arboles menos infestados fueron los que tuvieron diámetros mayores que se encuentran en el rango de 20.1 a 26 cm.

Estos datos resultaron ser estadísticamente significativos según la prueba de Tukey a un nivel de probabilidad del 5% (Cuadro 10).

Estos resultados se pueden explicar considerando que la mayoría de los árboles de alturas y diámetros en el área de estudio se encontraban aislados del resto de la población arbórea impidiendo que las semillas de *Tillandsia* llegaran fácilmente a ellos; en este sentido Rivas (2001) señala que cuando se realizan aclareos los árboles que quedan en pie aprovechan más los nutrientes, agua y luz haciéndolos más fuertes y mejor desarrollados, por lo tanto adquieren mayor vigor y fortaleza contribuyendo esta medida silvícola entre otras cosas, a eliminar plagas, enfermedades y plantas parásitas. Sin embargo es importante reconocer que en áreas adjuntas a la de la parcela experimental se observaron muchos

árboles con altas dimensiones dasométricas que estaban severamente infestados por *Tillandsia recurvata*, pero estos árboles se encuentran justamente a orillas de camino pudiendo haber sucedido lo que observaron en San Luis Potosí que el polvo se adhiere más fácilmente a los árboles para favorecer la infestación de *Tillandsia recurvata* (Ramírez, 2009).

Cuadro 10. Prueba de Tukey para observar el efecto del rango de diámetro

Rango de Diámetro	Media	Agrupación*
7.1-9	180.5	A
9.1-11	82.75	B
5-7	81.75	B
11.1-13	9.5	C

* Los valores agrupados por la misma letra son iguales estadísticamente con un nivel de probabilidad del 5 %.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos podemos concluir que:

1. Se acepta la hipótesis nula ya que al menos un tratamiento de aclareo y poda resulta efectivo para el control de *Tillandsia recurvata* y se rechaza la alterna.
2. El mejor tratamiento que controló al heno motita y ha evitado en grado mínimo su reinfestación después de dos años de haberse hecho los tratamientos de aclareo y podas fue el tratamiento II consistente en aplicar aclareo de monte al 30 % más podas o retiro mecánico de las motitas al 75%
3. El tratamiento IV consistente en aplicar aclareos al 30 % más podas de ramas infestadas a un 100% fue el que mostro mayor re infestación de motita debido a las condiciones favorables que presenta para la repoblación de *Tillandsia recurvata*.
4. La parte más preferida de *Tillandsia* para re-infestar a los arboles tratados fue el tronco y en segundo término las ramas inferiores primarias.
5. Se observa que existe un efecto marcado de las alturas y diámetros de los árboles para la repoblación de *Tillandsia* ya que a mayor altura menor re-infestación y en cuanto a diámetros *Tillandsia* prefiere hospedarse en árboles que van en un rango de 14.1 a 20 cm.

RECOMENDACIONES

- 1) Volver a evaluar los tratamientos aplicados considerando los arboles ya marcados dentro de 4 ó 5 años para ver el comportamiento de los árboles tratados.
- 2) Medir el desarrollo cuantitativo de las motitas que han reinfestado los árboles para ver en qué tiempo *T. recurvata* llega a convertirse en un serio problema para las poblaciones de *P. cembroides*.
- 3) Estas parcelas permanentes también podrán servir para realizar estudios de la biología de *Tillandsia recurvata*.

LITERATURA CITADA

- Barragán, S. C. A. 2007. Recopilación de datos biofísicos y socioeconómicos de la Sierra de Zapalinamé. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 61 pp
- Beltran, L. S; A. Arredondo, G; R. Nieto, C. 2009. Evaluación y control de *Tillandsia recurvata* en ecosistemas forestales del semidesierto de San Luis Potosí. México. 14 p
- Butrón, M. 2011. Evaluación de esteron 47*^m y 2,4 d amina, para el control de *tillandsia recurvata* L. en *pinus cembroides* zucc. en el Ejido Cuauhtémoc, Saltillo, Coahuila. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, división de agronomía. México.
- Cabrera, G y Seldes. A. 1995. Hydroperoxycycloartanes from *Tillandsia recurvata*. Journal of Natural Products. 58 (12). pp 1920-1924.
- Castellanos, I; Cano. Z y Hernández. B. 2009 Efecto de *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae) sobre el éxito reproductivo de *Fouquieria splendens* Engelm. (Fouquieriaceae). Facultad de ciencias, Mexico pp 2-8
- CENTENAL, 1977. Cartografía temática (Edafología, Geología, Usos del suelo y Vegetación). Cartas G14C33 y G14C34 Escala 1:50 000. México.
- Conzatti, C. 1947. Flora taxonómica mexicana (plantas vasculares). Tomo II. Monocotiledoneas Diferenciadas-Superovarias e Inferovarias. México, D.F. 83-86 p.
- Chávez, G. A. G. 2009. Respuesta de tres especies forestales a la poda mecánica para el control del heno *Tillandsia recurvata*. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 45 p.
- Crow, W. T. 2000. Ball Moss. The Texas Agricultural Extension Service. Disponible en: <http://agrilifebookstore.org/tmppdfs/viewpdf1206.pdf>

- Daniel, T. 1982. *Principios de Silvicultura*. México: Miembro de la cámara nacional de la industria editorial, reg. Núm. 465
- Flores, F. J. D. A. Cruz. G. J. L. Nava. M. L.M. Torres. E. A.S. Cortes. P.; U. Macías. H. y G. Rodríguez. V. 2005. *Tillandsia recurvata* L. un fuerte problema de sanidad e los recursos forestales del sur de Coahuila. Memoria de resúmenes del XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal. Morelia, Michoacán 100-125 p.
- Flores, F. J.D. 2009. Diagnóstico, evaluación y control del heno motita *Tillandsia recurvata*. Primera reunión sobre manejo y control de plantas parasitas SEMARNAT. Cuernavaca, Morelos. 47 p.
- Flores, J., Torres, M., Najera, J. 2009 Situación del heno de motita *Tillandsia recurvata*, en el estado de coahuila. Memoria del XV congreso nacional de parasitología forestal. Oaxaca. Pp 175-179
- Hawksworth, F.G. 1980. Memoria 1er. Simposio Nacional Sobre Parasitología Forestal, Uruapan Michoacán. 239-251 p.
- Hernández, S. E. 2010. Efectividad de “Muérdago Killer” para el control de *Tillandsia recurvata*, en un Bosque de *Pinus cembroides* Zucc., en Saltillo Coahuila. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 55 p.
- Kamila, P.G. 2005. Clavel del aire, una planta que afecta a árboles y arbustos, métodos de control. Argentina. Disponible en: <http://riie.com.ar/?a=28067>
- Matuda, E. 1957. Bromeliáceas y Aráceas del Estado de México. Impreso en talleres gráficos de la nación, México D.F. 63 p.
- Meganck, R.A. J. Carrera L. F. Rodríguez 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, Coahuila, México. 129 p.
- Muñoz C. G. 1998. Cartografía ecológica, un caso de Estudio: La Sierra de Zapalinamé, en el Sureste de Coahuila. 33-35, 42-49, 59-76 p.
- Neumann, R. 2004. Clavel del aire (*Tillandsia recurvata*) y su control. Trabajo presentado en el XIII Congreso Latinoamericano de Malezas 17,18 y 19 de Septiembre de 1997. Buenos Aires Argentina Boletín Técnico N° 17. Buenos Aires, Argentina. 22 p.
- Norma Oficial Mexicana NOM-011 RECNAT-1996, Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de musgo, heno y doradilla. Diario Oficial de la federación el 23 de abril de 2003. México D.F.
- 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, Estado de México. 82 p.
- Ramirez, R. 2009. Evaluación de técnicas físico-químicas para el control de *Tillandsia recurvata* L. en mezquite de San Luis Potosi. Tesis profesional. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía Mexico.
- Rivas, D. 2013. Poda de árboles maduros. Disponible en: http://www.rivasdaniel.com/Articulos/Poda_maduros.pdf
- Rodriguez, S., Terrazas T., Aguirre E., Huidorbo, M. 2007. Modificaciones en la corteza de *prosopis laevigata* por el establecimiento de *tillandsia recurvata*. Boletín de la sociedad botánica de México. Num 81. pp 27-35
- SPP. 1983b. Síntesis Geográfica de Coahuila. Dirección General de Geografía e informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 163 p.

UAAAN, 1998. Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé. Dirección de Ecología. SEDESOL. Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza. 170 p.

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

ANEXOS

Datos del Tratamiento 1

T1R1 Número de Motas			
Metro 1	CH	M	G
A1	8	3	0
A2	0	0	0
A3	0	8	2
A4	5	0	0
A5	4	2	3

T1R2 Número de Motas			
Metro 1	CH	M	G
A1	8	0	1
A2	5	4	0
A3	2	1	0
A4	0	0	0
A5	2	2	6

T1R3 Número de Motas			
Metro 1	CH	M	G
A1	15	0	0
A2	1	0	0
A3	4	0	0
A4	6	0	0
A5	0	0	0

T1R4 Número de Motas			
Metro 1	CH	M	G
A1	12	8	0
A2	12	0	0
A3	8	0	0
A4	6	0	18
A5	0	0	0

T1R1 Número de Motas			
Metro 2	CH	M	G
A1	3	3	4
A2	0	7	0
A3	0	8	5
A4	0	6	0
A5	3	0	0

T1R2 Número de Motas			
Metro 2	CH	M	G
A1	0	3	5
A2	0	0	3
A3	0	0	1
A4	0	2	0
A5	0	0	5

T1R3 Número de Motas			
Metro 2	CH	M	G
A1	0	0	9
A2	6	0	0
A3	8	0	0
A4	8	0	0
A5	0	5	0

T1R4 Número de Motas			
Metro 2	CH	M	G
A1	0	8	0
A2	6	0	0
A3	8	0	0
A4	0	5	0
A5	8	0	0

T1R1 Número de Motas			
Metro 3	CH	M	G
A1	4	0	5
A2	0	7	0
A3	0	8	4
A4	0	3	1
A5	3	0	6

T1R2 Número de Motas			
Metro 3	CH	M	G
A1	2	1	3
A2	0	0	4
A3	0	5	0
A4	2	0	0
A5	0	1	3

T1R3 Número de Motas			
Metro 3	CH	M	G
A1	0	5	0
A2	6	0	0
A3	9	0	0
A4	11	0	0
A5	0	3	0

T1R4 Número de Motas			
Metro 3	CH	M	G
A1	0	5	0
A2	4	0	0
A3	4	0	0
A4	0	4	0
A5	5	0	0

T1R1 Número de Motas			
Metro 4	CH	M	G
A1	2	0	5
A2	0	4	0
A3	0	6	5
A4	0	4	1
A5	0	4	3

T1R2 Número de Motas			
Metro 4	CH	M	G
A1	0	1	3
A2	2	0	1
A3	3	4	0
A4	2	0	0
A5	2	2	6

T1R3 Número de Motas			
Metro 4	CH	M	G
A1	0	4	0
A2	4	0	0
A3	3	0	0
A4	6	0	0
A5	0	6	0

T1R4 Número de Motas			
Metro 4	CH	M	G
A1	0	4	0
A2	5	0	0
A3	3	0	0
A4	0	2	0
A5	9	0	0

Datos del Tratamiento 2

T2R1	Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G
A1	2	2	0
A2	0	0	0
A3	6	0	0
A4	0	0	4
A5	0	0	5

T2R2	Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G
A1	1	1	0
A2	6	1	0
A3	4	2	0
A4	1	0	0
A5	6	2	0

T2R3	Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G
A1	12	0	0
A2	0	0	0
A3	6	0	0
A4	4	0	0
A5	4	0	0

T2R4	Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G
A1	0	2	0
A2	7	0	0
A3	6	0	0
A4	10	0	0
A5	7	0	0

T2R1	Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G
A1	2	0	2
A2	2	0	0
A3	3	0	1
A4	3	5	0
A5	0	5	0

T2R2	Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G
A1	3	0	0
A2	3	0	0
A3	6	3	0
A4	2	1	1
A5	2	0	0

T2R3	Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G
A1	9	0	0
A2	0	6	0
A3	0	0	0
A4	4	0	0
A5	6	0	0

T2R4	Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G
A1	0	5	0
A2	3	0	0
A3	2	0	0
A4	5	0	0
A5	4	0	0

T2R1	Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G
A1	3	0	0
A2	4	2	3
A3	0	1	0
A4	4	3	2
A5	0	9	0

T2R2	Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G
A1	2	0	2
A2	4	0	0
A3	2	3	1
A4	0	0	2
A5	3	0	0

T2R3	Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G
A1	4	0	0
A2	4	0	0
A3	0	0	0
A4	5	0	0
A5	1	0	0

T2R4	Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G
A1	0	9	0
A2	2	0	0
A3	0	0	0
A4	6	0	0
A5	4	0	0

T2R1	Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G
A1	2	0	0
A2	4	6	0
A3	0	2	0
A4	0	10	0
A5	0	13	0

T2R2	Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G
A1	3	0	0
A2	5	0	0
A3	0	0	2
A4	2	2	1
A5	0	2	0

T2R3	Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G
A1	0	6	0
A2	0	5	0
A3	1	0	0
A4	3	0	0
A5	3	0	0

T2R4	Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G
A1	0	1	0
A2	1	0	0
A3	2	0	0
A4	0	0	0
A5	3	0	0

Datos del Tratamiento 3

T3R1	Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G
A1	5	1	0
A2	4	1	0
A3	4	3	3
A4	6	1	1
A5	0	6	12

T3R2	Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G
A1	1	0	0
A2	1	1	1
A3	9	5	2
A4	8	8	0
A5	7	1	0

T3R3	Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G
A1	2	0	0
A2	7	0	0
A3	13	3	0
A4	7	2	6
A5	11	3	0

T3R4	Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G
A1	20	1	0
A2	10	12	1
A3	6	0	1
A4	10	2	0
A5	6	1	0

T3R1	Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G
A1	3	3	3
A2	4	0	0
A3	5	3	3
A4	3	0	0
A5	4	7	0

T3R2	Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G
A1	7	0	0
A2	3	3	0
A3	6	0	0
A4	6	0	0
A5	4	0	0

T3R3	Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G
A1	7	0	0
A2	0	11	0
A3	6	0	0
A4	4	0	1
A5	5	0	0

T3R4	Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G
A1	4	0	0
A2	3	3	0
A3	0	0	5
A4	2	0	3
A5	0	0	0

T3R1	Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G
A1	4	2	3
A2	3	0	0
A3	3	1	0
A4	4	0	0
A5	0	0	3

T3R2	Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G
A1	5	0	0
A2	3	0	0
A3	4	0	1
A4	3	0	1
A5	4	3	0

T3R3	Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G
A1	8	0	0
A2	0	2	0
A3	3	6	0
A4	1	1	1
A5	4	0	2

T3R4	Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G
A1	8	0	0
A2	4	2	0
A3	3	4	1
A4	2	0	4
A5	0	0	0

T3R1	Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G
A1	4	0	1
A2	3	3	0
A3	5	3	0
A4	3	2	0
A5	3	1	1

T3R2	Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G
A1	3	0	0
A2	3	0	1
A3	4	0	0
A4	3	0	0
A5	2	0	0

T3R3	Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G
A1	3	0	0
A2	0	0	0
A3	7	0	0
A4	5	0	0
A5	3	0	0

T3R4	Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G
A1	1	0	0
A2	9	0	0
A3	5	3	0
A4	0	6	0
A5	0	0	0

Datos del Tratamiento 4

T4R1		Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G	
A1	2	5	6	
A2	0	2	3	
A3	1	0	0	
A4	9	2	0	
A5	9	2	2	

T4R2		Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G	
A1	1	3	2	
A2	0	3	0	
A3	7	2	3	
A4	6	4	5	
A5	3	1	1	

T4R3		Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G	
A1	2	0	0	
A2	5	0	0	
A3	9	0	0	
A4	5	2	0	
A5	0	0	0	

T4R4		Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G	
A1	7	0	0	
A2	17	0	0	
A3	0	0	0	
A4	3	0	0	
A5	0	8	0	

T4R1		Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G	
A1	4	5	10	
A2	0	2	6	
A3	4	6	4	
A4	3	6	0	
A5	3	5	4	

T4R2		Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G	
A1	9	0	0	
A2	3	0	0	
A3	5	0	5	
A4	0	0	4	
A5	1	5	6	

T4R3		Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G	
A1	0	5	0	
A2	3	0	1	
A3	0	4	0	
A4	5	0	0	
A5	4	0	0	

T4R4		Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G	
A1	3	0	0	
A2	1	0	0	
A3	17	7	0	
A4	0	0	8	
A5	0	0	14	

T4R1		Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G	
A1	3	6	10	
A2	2	1	7	
A3	3	2	1	
A4	0	7	8	
A5	6	0	0	

T4R2		Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G	
A1	5	9	0	
A2	4	0	0	
A3	4	0	0	
A4	9	0	0	
A5	3	0	5	

T4R3		Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G	
A1	0	2	0	
A2	1	0	0	
A3	3	0	1	
A4	5	6	0	
A5	0	0	0	

T4R4		Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G	
A1	3	0	0	
A2	4	0	0	
A3	11	0	0	
A4	0	0	8	
A5	0	7	0	

T4R1		Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G	
A1	3	5	5	
A2	4	6	11	
A3	1	4	7	
A4	7	0	2	
A5	5	4	6	

T4R2		Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G	
A1	2	4	3	
A2	0	4	0	
A3	4	0	0	
A4	0	3	2	
A5	0	5	0	

T4R3		Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G	
A1	3	0	0	
A2	7	0	0	
A3	7	0	0	
A4	5	3	0	
A5	0	0	0	

T4R4		Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G	
A1	4	0	0	
A2	2	0	0	
A3	5	0	0	
A4	0	0	9	
A5	0	9	0	

Datos del Tratamiento 5

TeR1		Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G	
A1	7	11	7	
A2	41	10	11	
A3	27	22	17	
A4	5	6	17	
A5	2	5	9	

TeR2		Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G	
A1	16	7	26	
A2	25	22	8	
A3	28	41	16	
A4	24	18	9	
A5	29	0	14	

TeR3		Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G	
A1	0	0	23	
A2	11	0	2	
A3	2	15	0	
A4	17	2	5	
A5	1	15	3	

TeR4		Número de Motas		
Metro 1	CH	M	G	
A1	2	0	6	
A2	0	0	0	
A3	2	2	3	
A4	5	15	0	
A5	2	22	2	

TeR1		Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G	
A1	4	8	11	
A2	10	0	7	
A3	5	6	7	
A4	9	7	5	
A5	0	3	4	

TeR2		Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G	
A1	0	5	7	
A2	4	4	5	
A3	8	8	11	
A4	4	5	9	
A5	4	0	1	

TeR3		Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G	
A1	4	6	4	
A2	1	7	1	
A3	3	10	3	
A4	4	5	12	
A5	2	2	3	

TeR4		Número de Motas		
Metro 2	CH	M	G	
A1	1	1	4	
A2	0	0	0	
A3	1	6	2	
A4	3	8	3	
A5	3	11	1	

TeR1		Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G	
A1	0	3	14	
A2	5	6	3	
A3	3	0	6	
A4	7	0	4	
A5	0	4	5	

TeR2		Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G	
A1	0	4	8	
A2	4	3	7	
A3	3	6	4	
A4	5	0	9	
A5	4	0	3	

TeR3		Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G	
A1	2	1	10	
A2	1	4	4	
A3	2	2	2	
A4	6	11	4	
A5	3	6	4	

TeR4		Número de Motas		
Metro 3	CH	M	G	
A1	3	5	3	
A2	0	0	0	
A3	4	9	4	
A4	8	7	5	
A5	6	8	1	

TeR1		Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G	
A1	0	4	7	
A2	7	0	5	
A3	5	0	7	
A4	0	2	5	
A5	11	15	1	

TeR2		Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G	
A1	7	0	9	
A2	4	0	6	
A3	3	0	10	
A4	0	3	6	
A5	7	0	1	

TeR3		Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G	
A1	1	1	12	
A2	2	4	3	
A3	1	3	1	
A4	8	3	2	
A5	4	1	2	

TeR4		Número de Motas		
Metro 4	CH	M	G	
A1	4	7	5	
A2	0	0	0	
A3	3	4	6	
A4	6	5	2	
A5	3	6	0	