

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Evaluación del Método Mecánico para el Control de *Tillandsia recurvata*, en el
Ejido Cuauhtémoc, Saltillo, Coahuila

Por:

ANA ABEL MARTÍNEZ GUEVARA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Evaluación del Método Mecánico para el Control de *Tillandsia recurvata*, en el Ejido
Cuahtémoc, Saltillo, Coahuila

Por:

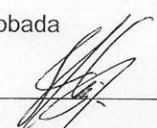
ANA ABEL MARTÍNEZ GUEVARA

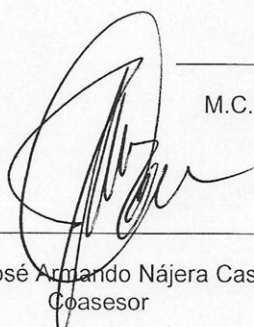
TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

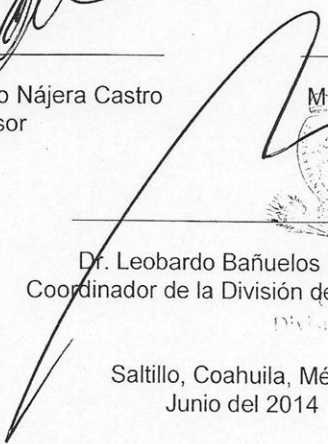
INGENIERO FORESTAL

Aprobada


M.C. Jorge David Flores Flores
Asesor Principal


M.C. José Armando Nájera Castro
Coasesor


M.C. Luis Mario Torres Espinosa
Coasesor


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

Saltillo, Coahuila, México
Junio del 2014

DEDICATORIA

A mis padres: *Cándido Martínez Reséndiz (†) y Gracia Guevara Salinas, por darme la vida y mostrarme siempre y de una manera extraordinaria su inmenso amor a través de sus consejos, sus valores y sus buenos ejemplos que sin duda fueron indispensables para ser lo que soy y lograr lo que he logrado, me siento sumamente orgullosa de ser su hija, gracias por su dedicación y su entrega para hacer de mí una mejor persona, sé que sin ustedes todo esto no sería posible. Padres los amo y me dedicaré a dar lo mejor de mí para no defraudarlos y merecer dignamente la gran bendición que me han dado.*

A mi hermano y mis hermanas: *Toño, Justina, Reina, Lili, Caty e Irene; por ser parte de la maravillosa familia que Dios me dio, gracias por ser mi fuerza y uno de mis motivos para luchar por mis sueños, por contribuir con sus consejos, su cariño y por esas palabras de aliento en momentos difíciles, gracias por enseñarme a ser mejor persona y por compartir momentos de alegría inolvidables, los quiero mucho y siempre seremos esa gran familia.*

A mi abuela paterna: *Hilária, gracias por sus cuidados, por su paciencia, sus consejos y sobre todo su cariño que siempre me brindó para que yo pudiera salir adelante, abuela la amo y gracias por ser mi segunda madre.*

A mis tías (os): *Pascuala, Catarina, Audón y Uriel; gracias por ser parte de mi familia y por en algún momento darme ánimo y tener la confianza en mí y creer en mí.*

A mi sobrino: *Octavio por dar a mí vida tanta alegría y ser un motivo más para ser mejor.*

A Gonzalo: *gracias por tu apoyo incondicional, por tu cariño, respeto y paciencia, por creer en mí y por tantos momentos tan felices que compartimos, siempre cuenta conmigo.*

A mis primos (as): *Adrián, Vicente, Leonel, Martina, Esperanza, Esther nunca olvidaré que en los momentos más difíciles de mi vida siempre estuvieron ahí para escucharme y darme ánimos, gracias por la confianza los quiero mucho y cuentan siempre conmigo. Y en general a todos los demás con quienes siempre compartimos bonitos momentos.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios: *Por permitirme existir en este mundo, por darme la dicha de tener una familia amorosa, por guiarme con su infinita bondad hacia el camino del bien y del éxito. Gracias Dios por cada una de las pruebas difíciles en mi vida y la fuerza para superarlas, por tu amor y tus bendiciones para realizar este trabajo.*

A mi Alma Mater: *la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por brindarme las posibilidades de continuar con mis estudios y cumplir mi sueño profesional.*

A mi asesor principal: *M.C. Jorge David Flores Flores, por su apoyo, empeño, paciencia y dedicación para la realización de este trabajo.*

A mis coasesores: *M.C. José Armando Nájera Castro, M.C. Luis Mario Torres Espinosa, y el Ing. Sergio Braham Sabag por sus aportaciones y observaciones en la asesoría de este trabajo.*

Al técnico forestal Juan y su brigada del Ejido Cuauhtémoc; gracias por su apoyo en el trabajo de campo.

A mis amigas (os): *Migdalia, Miriam, Lolita, Olga, José Luis, Tomás, Juan Carlos, Fermín y Gustavo, por su buena y sincera amistad, por los momentos de alegría y apoyo incondicional en todo momento. A la Sra. Francisca Martínez por su cariño y apoyo en todo momento, Al Señor Félix por su apoyo brindado y el cariño hacia mi familia para la culminación de mis estudios.*

A Ernesto: *por tu cariño y apoyo incondicional, por enseñarme a valorarme y a ver el lado bueno de las cosas, por hacer de mí una mejor persona, por tus consejos, por tu paciencia y sobre todo por ayudarme a superar momentos difíciles de mi vida y por tu cariño incondicional.*

A mis profesores *que contribuyeron en mi formación profesional a lo largo de mi vida, Abel, Simeón, Hilario Félix y Francisco y a todos en general por sus buenos consejos y dar lo mejor de sí mismos para mi formación.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE GRÁFICAS	V
RESUMEN	VI
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Importancia del estudio	1
Objetivo general: Contribuir al conocimiento del manejo integral del heno motita (<i>Tillandsia recurvata</i>).....	2
Objetivos específicos:	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Concepto de poda y aclareo	7
2.3 Descripción general de <i>Tillandsia recurvata</i>	11
2.4 Usos potenciales de <i>Tillandsia recurvata</i>	12
2.5 Impactos nocivos de <i>Tillandsia recurvata</i>	13
2.6 Características generales e importancia de <i>Pinus cembroides</i> Zucc	14
III. MATERIALES Y METODOS	15
3.1 Descripción del área de estudio	15
3.2 Descripción de los tratamientos silvícolas aplicados.....	16
3.3 Diseño experimental y Tamaño de muestra	19
3.4 Variables a medir	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1 Estimación de la reinfestación de motitas por tratamiento	24
4.2 Número total de motitas (chicas, medianas y grandes) por tratamiento.....	26
4.3 Evaluación de la reinfestación en ramas y fustes de hospederos por <i>T.</i> <i>recurvata</i>	28

4.4	Relación de la altura del arbolado con la reforestación del heno motita.....	31
4.5	Relación del diámetro del árbol con la reforestación del heno motita.....	32
V.	CONCLUSIONES	33
VI.	RECOMENDACIONES	34
VII.	LITERATURA CITADA	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Número de árboles correspondientes a cada nivel de aclareo	17
Cuadro 2. Análisis de varianza para la infestación de <i>T. recurvata</i> entre tratamientos	27
Cuadro 3. Prueba de medias de rango múltiple de Tukey para el análisis de varianza anterior	28
Cuadro 4. Promedio de motitas en las diferentes partes del árbol en cada uno de los tratamientos.....	29
Cuadro 5. Análisis de varianza para la re-infestación de <i>T.recurvata</i> entre tratamientos.....	30
Cuadro 6. Prueba de medias de rango múltiple de Tukey para el análisis de varianza anterior	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación entre los tratamientos realizados y el testigo	18
Figura 2. Croquis de las parcelas y distribución de los tratamientos.....	20
Figura 3. Áreas de muestreo dentro del árbol para el conteo de motitas	21
Figura 4. Formato para la toma de datos de campo.....	22
Figura 5. Reinfestación de <i>T. recurvata</i>	24
Figura 6. Clasificación de <i>T. recurvata</i> según el tamaño.....	26

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Reinfestación de <i>Tillandsia recurvata</i> en los diferentes tratamientos	25
Gráfica 2. Número de motas por tratamiento	27
Gráfica 3. Partes del árbol reinfestadas por <i>T. recurvata</i>	29
Gráfica 4. Promedio de motas por árbol en relación a la altura.....	31
Gráfica 5. Promedio de motas por árbol en relación al diámetro.....	32

RESUMEN

En Coahuila los recursos forestales maderables están muy por debajo de la importancia económica de los existentes en otras entidades de la república como Chihuahua, Durango, Oaxaca, Michoacán. Por tales motivos y con mayor razón, los pocos recursos Forestales Maderables existentes en esta entidad se deben proteger los diversos factores bióticos y abióticos que pongan en riesgo a estos recursos. Ante tal situación en el presente trabajo se plantea conocer hasta qué grado se llegan a regular las poblaciones de *T. recurvata* al someterlas a tratamientos de aclareos y podas así como evaluar el efecto de estas para su control. El presente trabajo se realizó en el Ejido Cuauhtémoc, municipio de Saltillo, Coahuila, en un bosque de *Pinus cembroides* Zuuc, altamente infestado por *T. recurvata*. Se utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar con cuatro tratamientos más un testigo, cada uno con cuatro repeticiones; los tratamientos se plantearon de la siguiente manera: T1. Podas al 75% de ramas infestadas de *T. recurvata*; T2. Podas al 100% de ramas infestadas; T3. Aclareo al 15% del arbolado infestado; T4. Aclareo al 30% y el T5. El testigo sin clareo ni podas. Las variables evaluadas fueron: a) efectos de los tratamientos en la reinfestación de *T. recurvata*. b) Partes del árbol con mayor reinfestación; c) Relación de la altura del arbolado con la reinfestación del heno motita; y d) Relación del diámetro del árbol con la reinfestación del heno motita. Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento que resultó más efectivo para el control de *Tillandsia recurvata* fue el tratamiento 1, con un promedio de 13.45 motitas reinfestadas por árbol; y el tratamiento menos efectivo fue el número 2 con un promedio de 24.6 motitas por árbol; la parte del árbol más preferida por *T. recurvata* para reinfestar a un árbol tratado fue el fuste; los árboles con mayor rango de altura y mayor diámetro de fuste fueron los menos reinfestados.

Palabras claves: *Tillandsia recurvata*, *Pinus cembroides*, poda, aclareo, reinfestación.

ABSTRACT

In Coahuila timber resources are well below the economic importance of those in other states of the republic as Chihuahua, Durango, Oaxaca, and Michoacán. For these reasons and more so, the few existing forest resources in this state must protect and preserve all biotic and abiotic factors that endanger these resources. In this situation in this paper arises test the efficiency of thinning and pruning to see the extent to which regularly reach populations of *T. recurvata* and evaluate the effect of pruning and thinning to control. This work was done in the Ejido Cuauhtémoc town of Saltillo, Coahuila, in a forest of *Pinus cembroides* Zuuc. highly infested by *T. recurvata*. One for Random Experimental Design was used with four treatments and a control, each with four replications; Treatments were raised as follows: T1. 75% pruning branches infested *T. recurvata*; T2. Pruning 100% of infested branches; T3. Thinning to 15% of infested trees; T4. 30% thinning and T5. The control without thinning or pruning. The variables evaluated were: a) effects of treatments on the reinfestation of *T. recurvata*. b) Parts of the tree with greater reinfestation; c) Ratio of the height of trees with reinfestation speck hay; d) Ratio of the diameter of the tree with the reinfestation speck hay. The results show that the treatment was more effective for the control of *Tillandsia recurvata* was treatment 1, with an average of 13.45 specks reinfested tree; less effective treatment and was number 2 24.6 averaging specks per tree; the part of most preferred to tree by *T. recurvata* reinfest a tree bole was treated; trees with greater range of height and stem diameter increased more were the least reinfested.

Keywords: *Tillandsia recurvata*, *Pinus cembroides*, pruning, thinning, reinfestation.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del estudio

En Coahuila los recursos forestales maderables están muy por debajo de la importancia económica de los existentes en otras entidades de la república como Chihuahua, Durango, Oaxaca, Michoacán; sin embargo su importancia radica en lo ecológico, social y científico ya que existen especies bajo protección y endémicas como *Pinus pinceana*, *P. culminicola*, *P. johanis* y las especies de *Picea mexicana*. y *Pseudotsuga flahaulti*. Por tales motivos y con mayor razón, los pocos recursos forestales existentes en esta entidad se deben proteger y conservar (SEMARNAT, 1999).

Desafortunadamente, el deterioro de los recursos forestales en Coahuila no cesa a pesar de todas las medidas de vigilancia y monitoreos que permanentemente se están realizando por parte de las autoridades estatales, federales, instituciones educativas y grupos ambientalistas. Basta señalar los estragos provocados por incendios, heladas y ataques de insectos descortezadores que del 2010 al 2013 se vieron afectadas más de 500 mil ha arboladas (CONAFOR, 2013).

Aunado a lo anterior habrá que sumar los daños ocasionados por *Tillandsia recurvata* que en los últimos 15 años se ha mostrado como un serio problema de salud para los bosques de pino piñonero, mezquiales y otros recursos forestales de importancia regional (Flores, 2010).

T. recurvata es una planta epífita que parasita solo de espacio ya que de su hospedero solo requiere apoyo físico para sostenerse (Castellanos *et al.* 2009).

Sus nutrientes los recibe del polvo y partículas que colecta con sus pelillos o tricomas. Las raíces de *Tillandsia recurvata* no penetran los tejidos de su hospedero, sin embargo, en las zonas que ésta se presenta, desarrolla un súber de reacción y de células con contenido obscuro, posiblemente de naturaleza fenólica y como barrera química al establecimiento de enfermedades. Aguilar *et al.* (2007), aseguran

que cuando la fijación de la epífita es mayor, pueden llegar hasta la madera y causar una reacción en el número y diámetro de los vasos. De igual forma Páez *et al.* (2005), señalan que *T. recurvata* probablemente también afecta negativamente la movilización de dióxido de carbono hacia los tejidos internos o a la disipación de luz y calor y que además esta planta aparte de árboles suele colonizar cables eléctricos y telefónicos.

Ante tal situación en varias partes de México y otras del Continente Americano se han estado realizando una serie de ensayos tendientes a controlar esta especie nociva, sin que a la fecha los resultados de las investigaciones muestren una total satisfacción de control, ya que si bien es cierto que la mayoría de los productos químicos probados causa la muerte de las motitas, estas no se desprenden del hospedero, incluso en otros casos, la reinfestación de *Tillandsia recurvata* se presenta a los pocos meses. (Valencia *et al.*, 2010; Páez 2005; Neumann *et al.*, 2004).

Por esta razón dentro de las estrategias de control de plantas parásitas y algunas epífitas como el heno, se recomienda la aplicación de tratamientos silvícolas a base de podas para eliminar las ramas infestadas. Esta práctica ha sido muy eficiente para el control de los muérdagos enanos y verdaderos, por lo que las instancias oficiales las recomiendan también aplicar para eliminar a *Tillandsia recurvata*. (CONAFOR, 2009; SEMARNAT, 2009).

En el presente trabajo se plantea probar la eficiencia de los aclareos y podas para ver en qué grado llega a regular las poblaciones de *T. recurvata*.

Objetivo general: Contribuir al conocimiento del manejo integral del heno motita (*Tillandsia recurvata*).

Objetivos específicos:

- a. Evaluar el efecto de poda y aclareo de arbolado el control de *T. recurvata*.
- b. Evaluar el grado de re-infestación de *T. recurvata* en parcelas bajo aclareo y poda

Hipótesis

Ho: Todos los niveles de aclareo y poda tienen la misma eficiencia

Ha: Al menos un nivel de poda y aclareo es más eficiente para el control de *T. recurvata*

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

En la sierra de Arteaga, Coahuila, desde la década de 1960, se identificó a *Tillandsia recurvata* como un problema plaga para los bosques de *Pinus cembroides*, y se inician algunas pruebas con herbicidas para tratar de controlarla. Ramos (1966), probó a los herbicidas Esterón Ten-Ten y el Mata-Arbustos O.S, obteniendo mortalidad del 90 y 100% del pastle o motitas, debido a que los herbicidas fueron disueltos en diesel. De igual forma Cantú (1968) probó los herbicidas Esterón Ten-Ten y Esterón Mata-Arbustos con y sin dilución en diesel, obteniendo también porcentajes de mortalidad muy altos de las motitas de *Tillandsia recurvata*, sin encontrar diferencias significativas entre los tratamientos. El control con estos productos a pesar de que arrojan muy buenos resultados para el control de heno motita, actualmente sabemos que no es recomendable aplicarlos debido a que son altamente tóxicos, que suelen causar daños al follaje del pino piñonero y a hierbas de temporada presentes en el suelo forestal.

Neumann (2004), en la república de Argentina realizó investigaciones para conocer la eficiencia de dos herbicidas formulados a base de cobre, el Cotacuatro clavel al 10% y al 15%, y el Simazina al 2.5% y al 5%, para el control de *Tillandsia*, encontrando que el Cotacuatro clavel en sus dos concentraciones fue el más eficiente para controlar la invasión, sin resultar fitotóxico para el hospedero. En investigaciones realizadas por Beltrán (2009), en San Luis Potosí, México en poblaciones de mezquite, ensayó con varios productos que no son herbicidas comerciales y encontró que el bicarbonato de sodio, en las dosis de 1290 g/15 litros de agua alcanzó una mortalidad del 95% de las motitas.

En Saltillo, Coahuila, se realizaron una serie de ensayos para probar el Muérdago Killer, formulado con tierra de diatomeas y algas marinas, así como los herbicidas Esterón 47 M y el 2.4 D Amina, y los productos Sulfato de cobre pentahidratado y el bicarbonato de sodio, obteniendo que el Muérdago Killer, Así como el sulfato de cobre fueron los que lograron la mayor mortalidad de las motitas, pero sin provocar el

desprendimiento de las mismas de la copa de los árboles (Hernández, 2010; Butrón, 2011; Muñoz, 2011).

Algunas otras estrategias indirectas para controlar *T. recurvata* han sido el darle algún aprovechamiento a esta planta que implique su fuerte demanda y extracción, tal es el caso del trabajo realizado por Rodríguez (2013), quien evaluó el uso de *Tillandsia recurvata* como composta o sustrato alternativo para la germinación y desarrollo de plántulas de *Pseudotsuga menziesii*. Para este trabajo empleo un diseño completamente al azar teniendo cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno, los tratamientos fueron: 1) composta de *T. recurvata* al 100%, 2) composta de *T. recurvata* al 50% más sustrato base (perlita, vermiculita, Peat moss y 160 gr de osmocote al 50%), 3) composta de *T. recurvata* al 25% más sustrato base al 75%, y el testigo al 100% de sustrato. Con esto se evaluó el porcentaje de germinación, porcentaje de mortalidad, altura de la planta, diámetro del cuello, masa radicular, masa aérea y numero de raicillas blancas. Los resultados de germinación y desarrollo no mostraron diferencias entre los tratamientos evaluados lo que significa que *T. recurvata* no tiene influencia directa en estos parámetros. De igual forma se pueden señalar los trabajos realizados por Espinoza (2012) que encontró buena aplicación de *T. recurvata* como composta en el cultivo de maíz bajo acolchado plástico y riego por goteo. Recientemente Lowe *et al.* (2012), han descubierto propiedades anticancerígenas de *T. recurvata* y Valencia *et al.* (2010), sugieren que *T. recurvata* se puede utilizar como un buen indicador para la evaluación de metales pesados en el ambiente.

Como se puede ver el control químico de *Tillandsia recurvata* ha sido un tema estudiado en diferentes lugares del Continente Americano, sin que se tenga una completa satisfacción, ya que si bien es cierto que la mayoría de los productos matan a las motitas, éstas no se desprenden del hospedero y además en la mayoría de los casos surge una reinfestación de la *Tillandsia*, a más tardar a un año de aplicados los tratamientos.

La búsqueda de solución a este problema mediante otros métodos de control ha sido poco estudiada. Chávez (2009) en Saltillo, Coahuila, observó la respuesta de tres especies nativas a la práctica de poda de ramas infestadas con *Tillandsia recurvata*, y encontró que el nogal silvestre *Juglans microcarpa*, fue el que menos se reinfestó de *Tillandsia* a los cuatro años de haberse practicado las podas.

En virtud de las pocas alternativas que existen para regular las poblaciones de *Tillandsia recurvata*, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), recomienda en todo aquel programa donde autoriza el saneamiento contra *Tillandsia recurvata*, solamente el uso de podas de ramas infestadas, el desprendimiento mecánico de las motitas y el manejo integral del material podado (CONAFOR, 2009).

En forma comparativa se puede destacar los métodos de control que son utilizados para el control de los muérdagos en México y en otras partes del continente americano. En resumen las estrategias de control del muérdago son: Medidas Biológicas, en donde se han observado algunos insectos de los órdenes Coleóptera, Lepidóptera y Homóptera, alimentándose de las hojas o tallos del muérdago. Las Medidas Mecánicas, que al parecer son las más frecuentes para el control de los muérdagos, incluyen el corte de las plantas del muérdago mediante herramienta apropiada (tijeras o sierras con mangos telescópicos), ya sea que estén hospedando las ramas o el fuste de los árboles. Otro método importante utilizado para el control de los muérdagos es la aplicación de herbicidas ya sea en forma de aspersion o inyectados en el tronco de los árboles; este método se aplica bajo muchas consideraciones técnicas y normativas debido al peligro que supone para el resto de la flora y fauna. Finalmente las Medidas Silvícolas son la base fundamental para el control de los muérdagos. Sus estrategias se fundamentan en recuperar las masa afectadas con el fin de evitar su deterioro progresivo que está terminando con la muerte del arbolado existente en ellas; evitar, o al menos reducir, el avance del hemiparásito en zonas de reciente aparición y disminuir la producción y dispersión de propágulos para evitar su llegada a nuevas zonas. (Hernández *et al.*, 2001; Coria *et al.*, 2010; CONAFOR, 2009).

De igual forma en la vegetación urbana, también es muy común el uso de las podas para retirar esta planta epífita de los árboles, tanto en las áreas públicas como en las propiedades privadas.

2.2 Concepto de poda y aclareo

Aclareo

De acuerdo con Rivas (2001), el aclareo es una técnica muy parecida al preaclareo, pero se realiza después y cuando los árboles son adultos, de mayor diámetro (de 10 a 50 centímetros). Sirve para continuar con la distribución y mejoramiento de la población de árboles, iniciadas con los preaclareos.

Al principio, los árboles tienen espacio suficiente para crecer. Pero, con el tiempo, sus copas crecen, se hacen más anchas y cierran el paso a la luz; entonces, comienza una competencia muy fuerte entre los árboles, por los nutrientes, agua y luz. Los árboles más fuertes y mejor desarrollados son los que ganan estos recursos; los otros árboles no logran un buen desarrollo, y por lo tanto, no muestran el vigor y la fortaleza de los dominantes.

Propósitos del aclareo

Los aclareos sirven para que los bosques y selvas puedan seguir produciendo bienes y materias primas. Al realizar estas actividades, también conocidas como Tratamientos o Manejo Silvícola, se contribuye a controlar:

- A) Las especies de árboles que se quieren para el terreno, según lo que se señale en el plan de manejo
- B) La cantidad de árboles en el terreno
- C) La duración del “turno” o el tiempo que duran los árboles en madurar, para poder cultivarlos

D) La aparición de plagas, enfermedades, malezas e incendios forestales además, estas técnicas permiten que se distribuyan mejor los árboles en el terreno, para que no haya partes vacías o improductivas

Como seleccionar los árboles que se deben cortar

Tomar en cuenta lo siguiente:

- A) Cuáles árboles compiten más por los recursos: agua, luz solar y nutriente.
- B) La salud de los árboles: si presentan alguna enfermedad o plaga, o si son susceptibles a ellas
- C) La condición y calidad del fuste o tronco: los árboles con el fuste o tronco más recto son los mejores. Los chuecos y torcidos tienen muy bajo valor comercial.

Importante: una vez que un árbol ha sido dejado atrás en la competencia por los recursos, es muy difícil que pueda ser “reactivado” o “reanimado”. Es mejor enfocar nuestra atención y esfuerzos en los mejores árboles.

Cuando, en un terreno, hay distintos tipos de árboles, es recomendable tomar en cuenta los siguientes aspectos, para saber cuáles árboles serán cortados en el preaclareo o aclareo:

- A) El valor del árbol: valor biológico, en el caso de los árboles padre o semilleros, que aseguran árboles de mejor calidad y la regeneración del bosque; valor económico, según la especie del árbol, sobre todo las que tengan mayor valor comercial.
- B) La velocidad de crecimiento en altura: los árboles que crecen más altos y fuertes, darán madera de mayor calidad y valor comercial; hay que seleccionar las especies que crecen mejor y más rápido.

Una vez que se haya aplicado un preaclareo o aclareo, se verá que baja temporalmente la productividad por hectárea, pues los árboles que quedan no utilizan completamente el terreno.

Pasado algo de tiempo, los árboles expanden sus copas y las raíces crecen; así, aprovechan mejor la luz, el agua y los nutrientes del suelo.

El éxito de la aplicación del preaclareo o aclareo en tu terreno depende de tres elementos: de la cantidad de árboles existentes, de la época del año en que se realiza y de la clase de árboles que hayas liberado.

Poda

Es el corte de las ramas del fuste o tronco, mediante un corte completo y limpio, con el uso de las herramientas adecuadas. El principal objetivo de la poda es evitar la formación de nudos muertos, y reducir y concentrar los nudos vivos en una parte específica del árbol, y mejore la calidad de la madera

Es muy útil, pues apoya la prevención y control de incendios forestales, al reducir el tamaño de las copas de los árboles (CONAFOR, 2009).

Tipos de podas

El primero es la poda natural. Es el tipo de poda causada por la naturaleza, por el efecto de “sombreado”, que las ramas superiores tienen sobre las de abajo o inferiores. La intensidad de la poda natural será de acuerdo a tres factores: el comportamiento de la especie, ya que la poda será más temprana en especies que son más dependientes de la luz solar la calidad del terreno, ya que la poda es más lenta en lugares donde la calidad del suelo es menor la densidad, pues a mayor cantidad de árboles en el terreno, mayor será la poda natural.

La poda natural sigue por lo general estos pasos:

- A) La rama pierde hojas
- B) La rama muere

- C) La rama se desprende. En caso de no desprenderse, puede dejar nudos muertos, que perjudican la calidad de la madera. En ese caso, se puede considerar la aplicación de la poda artificial
- D) El árbol cicatriza el lugar donde se desprendió la rama

La poda artificial se realiza cortando las ramas bajas, vivas o muertas de un árbol en pie, para dejar el tronco libre de nudos.

Por lo general, la poda artificial se realiza cuando el árbol ha sobrepasado la altura o longitud de la primera troza, que es entre 2 y medio y tres metros. La mejor época para la aplicación de podas es otoño e invierno, épocas en las que baja el ritmo de crecimiento del árbol. La poda de ramas secas o vivas de 2 centímetros de diámetro o menos, se puede realizar sin problemas en cualquier época del año, puesto que la cicatrización es rápida. En ramas verdes de mayor grosor, es aconsejable aplicar la poda al final del invierno.

Importante: por razones prácticas, se recomienda aplicar el aclareo primero y la poda después, para evitar el riesgo de que algún árbol podado sufra daños durante el corte de otros árboles y se tenga que cortar también.

Antes de aplicar un plan de podas, debes considerar estos elementos:

- A) Necesidad de la poda
- B) Herramienta adecuada para podar
- C) Terreno a podar (tipo, características, ubicación)
- D) Tiempo que llevará recuperar la inversión en las podas
- E) Efecto de la poda en el valor de la madera
- F) Efecto de la poda en el control de las plagas y enfermedades de los árboles

2.3 Descripción general de *Tillandsia recurvata*

De acuerdo con Matuda (1957), *Tillandsia recurvata* es una planta epífita perteneciente a la familia bromeliáceae. El género *Tillandsia* agrupa a más de 500 especies. Son hierbas perennes que se posan en cualquier tipo de hospedero orgánico o inorgánico, vivo o muerto. Sus raíces son rudimentarias llamadas rizoides que son usadas principalmente para el sostén de la planta y su fijación depende del desarrollo de muchas ramificaciones o raíces adventicias. Los pelos radicales también intervienen en el sostenimiento de la planta al hospedero y resultan particularmente eficientes en las plantas jóvenes. Sus hojas son alargadas con la base dilatada, alargada y recurvada que contienen tricomas densamente peltados que le sirven para absorber la humedad, polvo y nutrientes provenientes del aire. Sus flores son erguidas, subsésiles, con sépalos lanceolados, estambres profundamente inclusos superando al pistilo y cápsula seminal cilíndrica y delgada; la motita de *Tillandsia* puede presentar de dos a cinco flores. Su fruto o semilla es muy pequeña que se encuentra en una cápsula cilíndrica de unos 5 mm de largo, con dos o más carpelos y terminada en un pico corto. La cápsula puede albergar varias semillas de consistencia viscosa, (Villarreal, 1994).

Las Tillandsias se reproducen de dos maneras. La primera es sexual mediante la polinización y producción de semilla, siendo que la polinización tiene que provenir de otras plantas. La otra manera de reproducción es asexual mediante la generación de hijuelos que nacen de la base de la *Tillandsia* madre, llegando a formar una colonia amacollada o a veces plantas independientes (Páez 2005).

Tillandsia recurvata al igual que muchas otras plantas del desierto y semidesierto posee un metabolismo CAM que según sus siglas en inglés está estrechamente relacionada con la fotosíntesis C₄, esto se debe a que la enzima PEP carboxilasa fija CO₂, dando lugar a los ácidos C₄; la formación está separada especialmente del ciclo de Calvin. Como una forma adaptativa a los hábitats secos *T. recurvata* sólo abre sus estomas durante la noche lo que le permite perder menor humedad durante el día y asimilar gran cantidad de CO₂, motivo por el cual las motitas de *Tillandsia* aun caídas en el suelo siguen vivas hasta seis meses, llegando a producir semilla que es

diseminada por el viento y los pájaros; esta situación obliga a que cuando se hacen saneamientos a base de podas de ramas infestadas, las motitas deberán destruirse a través de algún mecanismo químico, físico o mecánico (Flores, 2009).

El heno motita para desarrollarse requiere de condiciones como lugares con alta densidad de arbolado, prefiriendo aquellos árboles que tengan una humedad relativa alta, baja luminosidad y corteza rugosa, se hospeda con facilidad en lugares con alto impacto. Esta planta epifita necesita de clima templado frío, sobrevive a temperaturas de congelación que van en un rango de -10 °C a 32 °C. (Páez 2005).

2.4 Usos potenciales de *Tillandsia recurvata*

De acuerdo con Neuman (2004), las Tillandsias tiene algunas funciones benéficas tales como: fijación de nitrógeno cuando las motitas caen al suelo y entran en un proceso de descomposición, sirve de hábitat y alimento para muchos insectos, roedores, artrópodos y las aves lo utilizan para fabricar sus nidos, las motitas también son usadas en la decoración de nacimientos en épocas navideñas, se utilizan para hacer manualidades, arreglos florales para decorar salas y oficinas, también se usa como amortiguador contra golpes en el transporte de objetos delicados.

Esta planta epifita también posee propiedades curativas en cuanto a problemas del sistema respiratorio, la planta se utiliza en infusión para la tos, bronquitis, dolor de espalda y como antiabortiva, ayudando también en el tratamiento de la sífilis, dolor de muelas, comezón en el cuerpo y regulación de la orina.

Lowe (2008) y Lowe *et al.* (2012), recientemente han encontrado que extractos a base de *T. recurvata* tienen buenas propiedades para curar tumores cancerígenos, recientemente el Dr. Lowe patentó su aplicación en Estados Unidos de Norteamérica.

Por otra parte algunos investigadores han utilizado a las motitas de *Tillandsia recurvata* para medir las concentraciones de metales pesados en la atmósfera urbana y a nivel de carretera, tales como Cobalto (Co), Fierro (Fe), Manganeso (Mn),

Zinc (Zn), Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Níquel (Ni), emisiones procedentes de las industrias y vehículos, uso de la tierra y actividades antropogénicas. (Figueredo *et al.*, 2001; Pignata *et al.*, 2002). De igual forma Raya y Aguirre proponen a *Tillandsia recurvata* como modelo de planta en la acumulación de Silicio. Muchos de estos elementos son utilizados como micronutrientes de los cultivos agrícolas, pero algunos otros como el plomo son contaminantes atmosféricos de gran peligro para la salud de los seres vivos.

2.5 Impactos nocivos de *Tillandsia recurvata*

Chaves (2009), menciona que en los hospederos y las ramas muy cubiertas por *Tillandsia recurvata* sombrean la vegetación subyacente e interceptan la luz para la fotosíntesis, además le impiden al hospedero el intercambio de gases, cuando es muy denso ocurre rotura de ramas, restringe el desarrollo normal de los brotes, produce amensalismo en la regeneración y por consiguiente no se desarrolla.

Por otra parte se ha demostrado que *Tillandsia recurvata* segrega a través de sus rizoides una sustancia llamada hidroperoxicicloartano, que actúa como un inhibidor o antibiótico que provoca la muerte de yemas y la abscisión del follaje, lo cual explica la muerte de las ramas del hospedero (Cabrera, 1995).

Esta epífita causa al menos un parasitismo de tipo estructural, evidenciado por la afectación en la producción de brotes nuevos, en la arquitectura, el crecimiento y la reproducción de los forófitos (Páez *et al.*, 2005).

En diversos estados del centro y norte de México a *Tillandsia recurvata* se le reporta como un verdadero problema de salud, afectando a más de veinte hospederos de coníferas, árboles de hoja ancha, vegetación arbustiva de zonas áridas y en arbolado urbano; además de causar trastornos fisiológicos en las plantas con muerte de ramas y árboles completos se debe agregar la mala estética que presentan los árboles infestados por esta planta epífita (Flores, 2010).

Flores *et al* (2014), mencionan que *Tillandsia recurvata* tiene un efecto negativo directo sobre *Prosopis laevigata*, ya que aunque aumenta la materia orgánica y nutrientes en los suelos de monte bajo, esta libera compuestos aleloquímicos que actúan para reducir el crecimiento del mezquite.

2.6 Características generales e importancia de *Pinus cembroides* Zucc

Pinus cembroides Zucc. es conocido como piñón, pino, piñonero y se considera como una especie originaria de México. Se dice que el piñonero posee un alto potencial adaptativo y es de lento crecimiento, las bajas temperaturas influyen favorablemente sobre el crecimiento del piñonero y la producción de conos y se regenera fácilmente. El *P. cembroides* Zucc. sirve para efectos de restauración ya que evita la erosión y favorece la infiltración de agua, restableciendo mantos acuíferos. Por estas virtudes el pino piñonero es considerado apto para reforestar zonas áridas y semiáridas (CONAFOR, 2000).

El piñonero se extiende a los Estados Unidos y al sureste de Nuevo México, Arizona y sur de Texas. En México es la especie de mayor distribución del grupo de los piñoneros, que se extiende por casi todo el Norte y Centro de la República Mexicana (Rzedowski, 1978).

De acuerdo con Jarillo (2004), *Pinus cembroides* Zucc. destaca su importancia como árbol productor de semillas de piñón ya sea para consumo o venta. Esta especie proporciona poco más del 90% de la cosecha de piñones en la República Mexicana. También destacan otros usos para esta especie como obtención de leña para combustible, madera y venta de árboles de navidad. La importancia ecológica del piñonero es que al tener un gran potencial adaptativo y resistencia en condiciones climáticas extremas, esto lo hace apto para la reforestación de las zonas áridas, secas y erosionadas de México (Francoise, 1977).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en el Ejido Cuauhtémoc, municipio de Saltillo, Coahuila que se localiza entre las coordenadas geográficas 25° 17 00 latitud Norte y 100° 56'11" longitud Oeste, con una altitud de 2300 msnm (Barragán, 2007).

El clima del área según Koppen, modificado por García (1973), se clasifica como BSo Kw (e) que se describe como seco, templado, cálido, semifrío con una temperatura media anual que va entre 5 y 12 °C , la mínima de -3° C y la máxima mayor a los 18 °c. La precipitación promedio para esta región es de 498 mm con régimen de lluvias de verano (SPP, 1983b).

De acuerdo con Barragán (2007) el tipo de vegetación más abundante en el área es el bosque de pino que ocupa el 14% de la superficie total del área protegida; el bosque piñonero 12.54% y el bosque de piñonero con matorral xerófilo tan solo 9.55%.

Dentro de la fauna existen especies de mamíferos de gran importancia como lo son, el oso negro (*Ursus americanus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Crocyon cinercoargentus*), cacomiztle (*Basariscus astutus*), ardillas arbóreas *Sciurus spp.* y terrestres entre otros.

En cuanto a aves se refiere se pueden encontrar 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.

El área de estudio pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental dentro de la subprovincia 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, (Barragán, 2007).

Geológicamente el área comprende todo el macizo montañoso de la Sierra de Zapalinamé, los suelos aluviales ocupan casi un 30%, las rocas características del macizo montañoso un 43%, siendo las dos las unidades geológicas mejor representadas (Muñoz, 1998).

3.2 Descripción de los tratamientos silvícolas aplicados

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 silvícolas aplicados fueron los siguientes:

T1. Podas al 75% de ramas infestadas de *T. recurvata*

T2. Podas al 100% de ramas infestadas

T3. Aclareo al 15% del arbolado infestado

T4. Aclareo al 30%

Testigo. Sin Aclareo ni podas

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 utilizadas en obras para protección del suelo. El derribo del arbolado se hizo en forma direccional con el auxilio de motosierras, mientras el retiro de las motitas se hizo mediante la técnica del raspado con machetes por el lado que no tiene filo, pero en las ramas altamente infestadas si fueron cortadas del árbol.

En cada unidad experimental de 20X20 m antes del aclareo, existía un promedio 72 árboles, y al realizar el 30% de aclareo se eliminaron 22 árboles quedando en estas parcelas 50 árboles; para el caso de las parcelas donde se aplicó el aclareo del 15% se eliminaron 11 árboles quedando un promedio de 61 (cuadro 1).

Cuadro 1. Número de árboles correspondientes a cada nivel de aclareo

INTENSIDAD DE ACLAREO	DENSIDAD PROMEDIO EN 400 M ²	No. DE ÁRBOLES ELIMINADOS	No. DE ÁRBOLES EN PIE
30%	72	21.6 = 22	50
15%	72	10.9 = 11	61

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

El estudio se estableció en un bosque altamente infestado con *Tillandsia recurvata* con categorías de cinco y seis según la clasificación de Hawksworth (1980); sin embargo en la evaluación de variables ya no se utilizó este método de clasificación en virtud de que se cuantificaron las motitas por tamaño, y esto se hizo en cuatro metros lineales de cada árbol muestra.

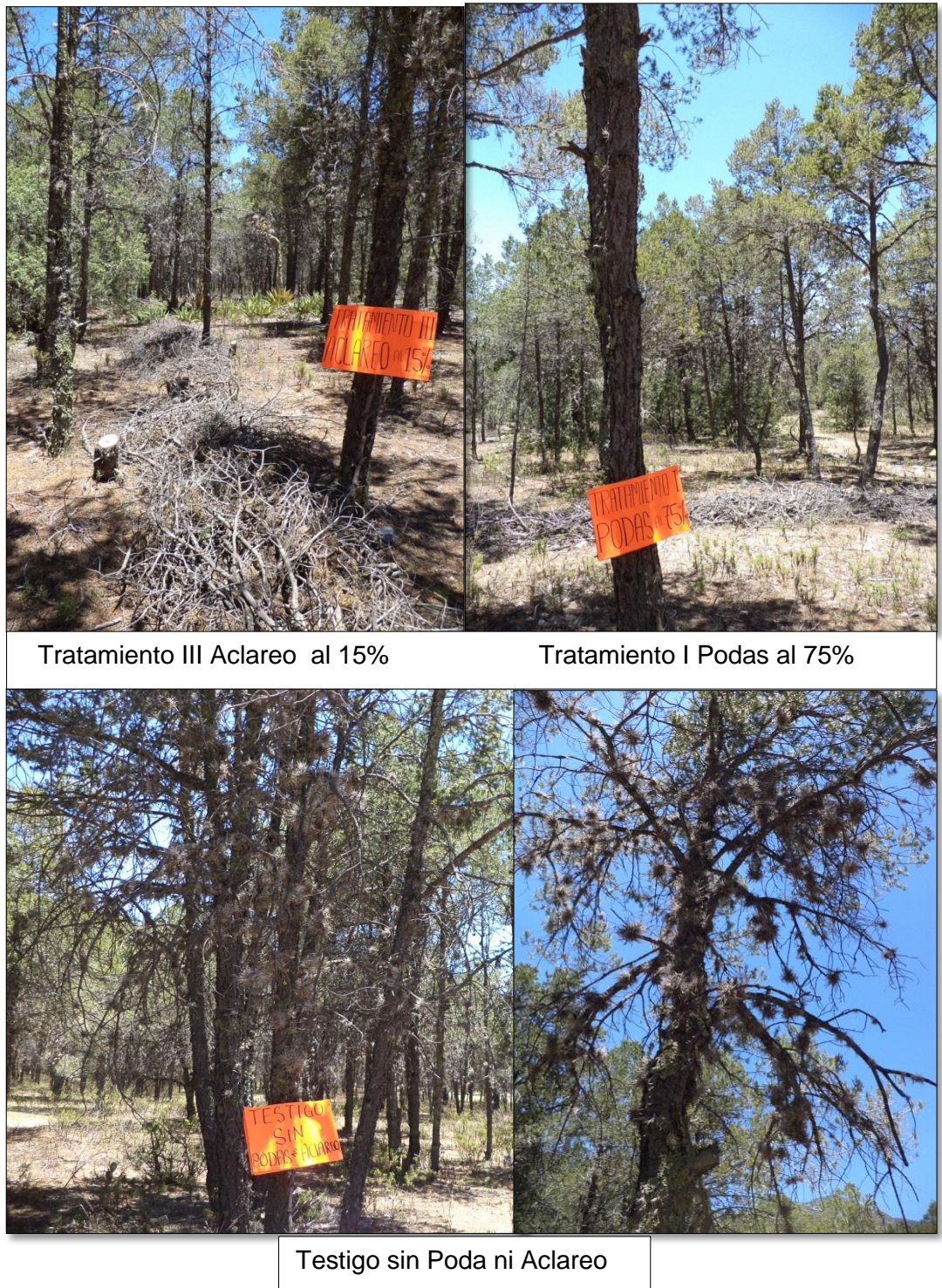


Figura 1. Comparación entre los tratamientos realizados y el testigo

3.3 Diseño experimental y Tamaño de muestra

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. Las unidades experimentales fueron de 20 X 20 metros, tomando seis árboles al azar por cada repetición. (Fig. 1). Los árboles muestra fueron marcados y etiquetados con los datos correspondientes a su tratamiento y repetición.

El tamaño de muestra se obtuvo mediante la fórmula sugerida por la CONAFOR (2009), publicada en el Manual de Tratamientos Fitosanitarios. La fórmula es la siguiente:

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

Dónde:

N= Número de árboles

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

A= Superficie total de los tratamientos

TSM= Superficie de cada parcela.

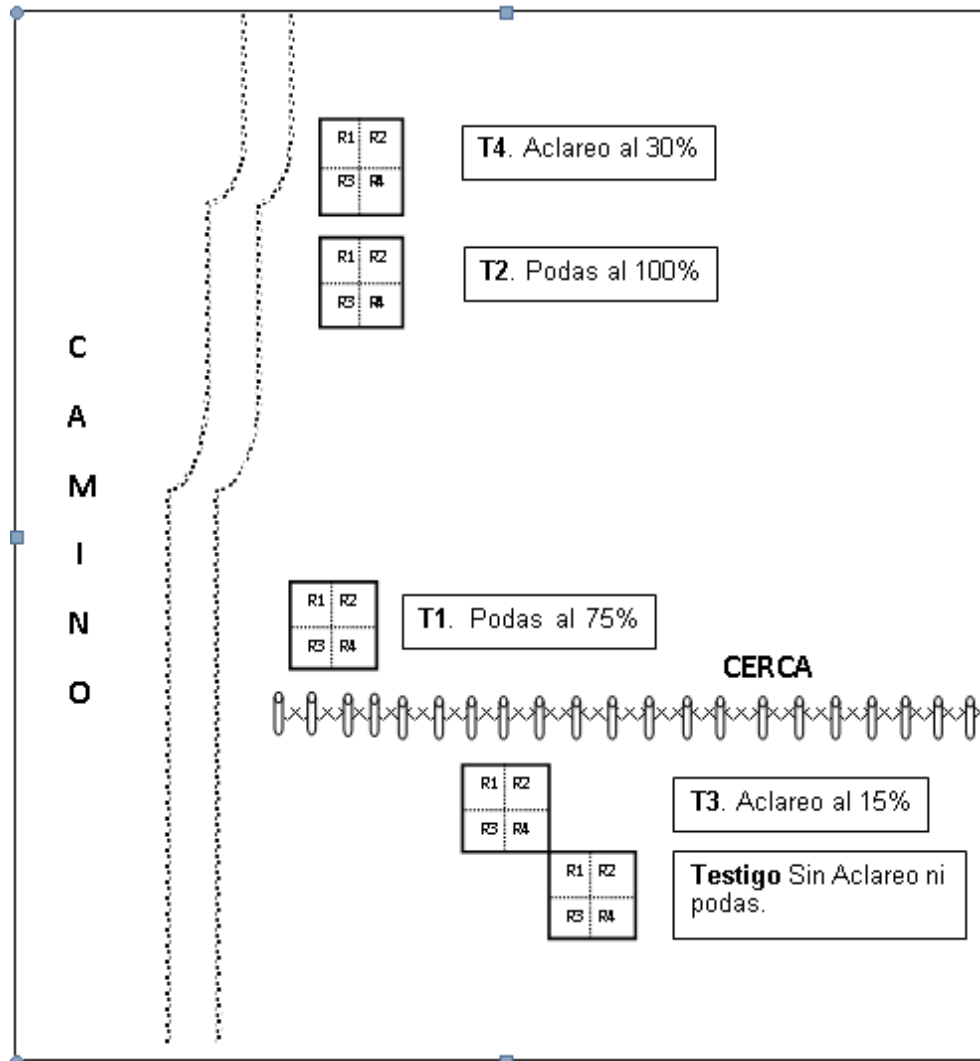


Figura 2. Croquis de las parcelas y distribución de los tratamientos.

3.4 Variables a medir

a) Efectos de los tratamientos en la reinfestación de *T. recurvata*

Para tal efecto se cuantificó el total de motitas pequeñas presentes en los árboles de cada tratamiento y repetición y con los resultados obtenidos se hicieron los análisis de varianza y prueba de Tukey, graficando además estos resultados para hacerlos más entendibles.

b) Partes del árbol con mayor reinfestación

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. Estas mediciones se hicieron con una regla graduada en cm.

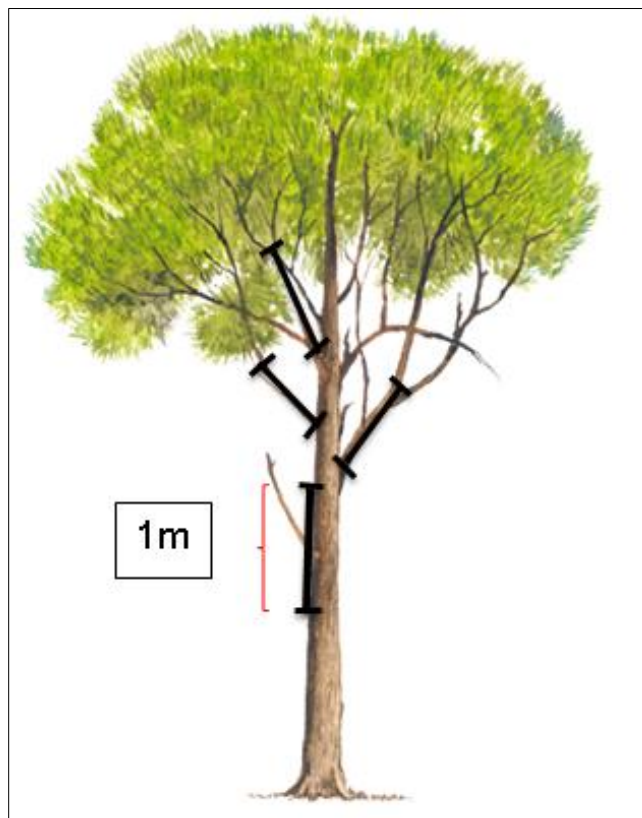


Figura 3. Áreas de muestreo dentro del árbol para el conteo de motitas

c) Medidas Dasométricas

Por otra parte también se registraron las medidas dasométricas de altura, diámetro y cobertura de los árboles muestra. Para tal fin se utilizó, clinómetro, cinta diamétrica y un flexómetro. Esta información fue utilizada para determinar si existe correlación entre estos parámetros y la reforestación de heno motita.

Todos los datos obtenidos en campo fueron registrados en el siguiente formato:

	Tamaño de Motitas			Medidas Dasométricas			Observaciones
	CH	M	G	h	d	c	
T_R_A₁							
Fuste							
Rama ₁							
Rama ₂							
Rama ₃							
T_R_A₂							
Fuste							
Rama ₁							
Rama ₂							
Rama ₃							
T_R_A₃							
Fuste							
Rama ₁							
Rama ₂							
Rama ₃							
T_R_A₄							
Fuste							
Rama ₁							
Rama ₂							
Rama ₃							
T_R_A₅							
Fuste							
Rama ₁							
Rama ₂							
Rama ₃							
T_R_A₆							
Fuste							
Rama ₁							
Rama ₂							
Rama ₃							

Figura 4. Formato para la toma de datos de campo

El modelo estadístico para analizar los datos estadísticamente 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_{ij} = Es el efecto del i -ésimo tratamiento

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

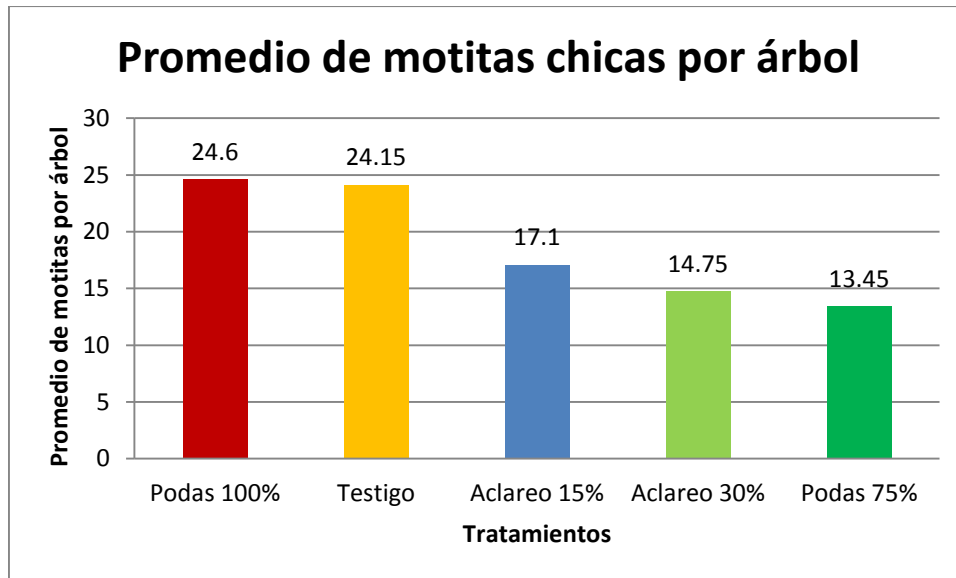
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estimación de la reinfestación de motitas por tratamiento

En la Gráfica 1 se muestra el promedio de motitas chicas producto de la reinfestación, contabilizadas en los árboles a dos años de haber aplicado los tratamientos, y como se puede observar, el Tratamiento 1, que corresponde a podas del 75% de ramas infestadas fue el que presentó la menor reinfestación con un promedio de 13.5 motitas por árbol. En segundo lugar resultó el Tratamiento 4 que consistió en hacer aclareo del 30% de árboles afectados el cual presentó un promedio de 14.7 motitas por árbol. El Tratamiento 2, que consistió en aplicar podas al 100% de las ramas infestadas, fue el que presentó la mayor reinfestación de *T. recurvata* con un promedio de 24.6 motitas por árbol.



Figura 5. Reinfestación de *T. recurvata*



Gráfica 1. Reinfestación de *Tillandsia recurvata* en los diferentes tratamientos

Esto implica que al eliminar el 100% de las ramas infestadas no favorece el manejo de esta planta epífita puesto que los árboles se reinfestan más fácilmente, revelando estos datos que el mejor tratamiento es el 1 que incluyó el 75% de podas. Esta situación en la que el Tratamiento 2, obtuvo una gran reinfestación a pesar de haber recibido un buen manejo fitosanitario a base de podas del 100% de ramas infestadas, se puede atribuir a que al podarse las ramas el árbol queda más descubierto y expuesto a recibir mayor cantidad de nutrientes y minerales provenientes del polvo de los caminos y áreas desprovistas de vegetación, favoreciendo así el desarrollo de *T. recurvata* tal como se reporta en un trabajo similar que se realizó en San Luis Potosí en un monte de mezquital (Beltrán *et al*, 2009).

Por otra parte los tratamientos que incluyen aclareos al 15 y 30% de aclareo resulta la reinfestación de motitas es muy similar entre ellos, pero tienen menos reinfestación que en los tratamientos donde se aplicaron podas, es probable que esta poca diferencia se deba que al hacer una reevaluación a un tiempo más largo, digamos cinco años las diferencias de reinfestación sean más notorias ya que desde el punto

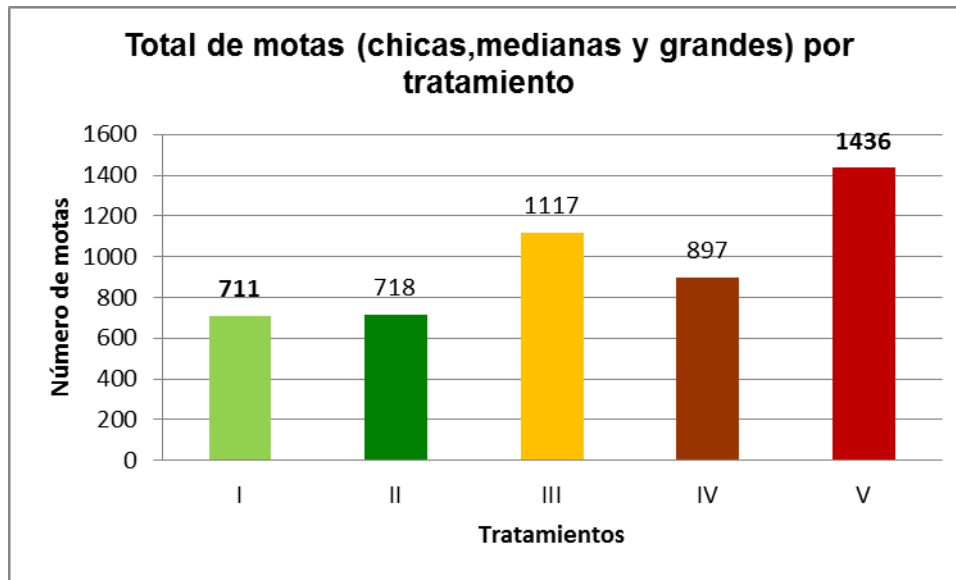
de vista físico ambiental si se observa a nivel de campo efectos de mayor entrada de luz entre un tratamiento y otro.

4.2 Número total de motitas (chicas, medianas y grandes) por tratamiento

En la Gráfica 2, se puede observar el número total de motitas cuantificadas por tratamiento incluyendo motitas grandes, medianas y chicas (Figura 6); El Tratamiento 5 que corresponde al testigo es el que presenta la mayor infestación por *T. recurvata*, esto resulta obvio puesto que no se aplicó ningún tratamiento silvícola de saneamiento; también se observa que el tratamiento 3, correspondiente a la aplicación de aclareo al 15% presentó una alta infestación por *T. recurvata*, pero el Tratamiento 1 con 75% de podas fue el que presentó menor infestación.



Figura 6. Clasificación de *T. recurvata* según el tamaño



Gráfica 2. Número de motas por tratamiento

El análisis de varianza (cuadro 2) muestra que existe significancia puesto que el valor de $p < 0.05$, lo cual indica que si existe diferencia entre la infestación de *T. recurvata* en los diferentes tratamientos

Cuadro 2. Análisis de varianza para la infestación de *T. recurvata* entre tratamientos

FUENTE	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	4	93628	23407	5.2	0.008
Error	15	67487	4499		
Total	19	161115			

La prueba de Tukey (Cuadro 3) muestra que los tratamientos 1 y 2 fueron los que presentaron menos infestación de *T. recurvata* con un promedio de 177.8 y 179.5 motitas por tratamiento respectivamente, los tratamientos 3 y 4 resultaron ser estadísticamente iguales al tratamiento 5 (testigo), destacando que para esto se tomaron en cuenta las motitas de los tres tamaños (chicas, medianas y grandes).

Cuadro 3. Prueba de medias de rango múltiple de Tukey para el análisis de varianza anterior

TRATAMIENTO	N	MEDIA	AGRUPACIÓN*
V	4	359	A
III	4	279.2	AB
IV	4	224.2	AB
II	4	179.5	B
I	4	177.8	B

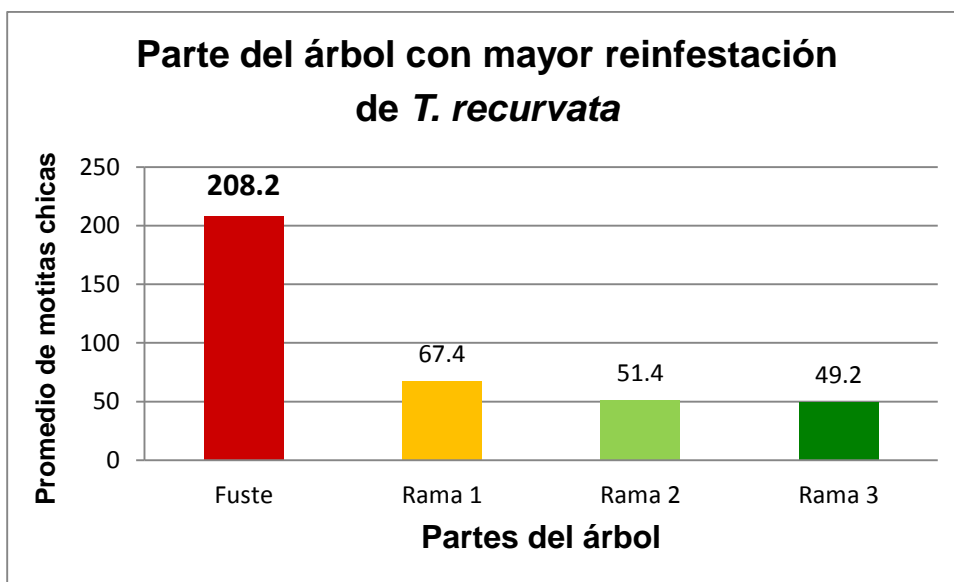
*Los valores agrupados por una misma letra no son diferentes estadísticamente entre sí.

Para este análisis se consideró el total de motitas presentes en el árbol cuantificando motitas chicas, medianas y grandes existentes en el arbolado, y desde este punto de vista es como se observa que los tratamientos 1 y 2 son los que tienen menor infestación esto considerando el total de motitas de los tres tamaños, pero si consideramos exclusivamente las motitas chicas en forma poco justificable, el tratamiento 2 resulta ser el que tiene la mayor reinfestación de *Tillandsia recurvata*, a pesar de que en este tratamiento se le eliminó el 100% de las ramas infestadas, a diferencia del tratamiento 1 que se le aplicó el 75% de podas de ramas infestadas de heno motita, éste fue el que tuvo menor reinfestación de *T. recurvata*.

4.3 Evaluación de la reinfestación en ramas y fustes de hospederos por *T. recurvata*

En la Gráfica 3, se puede observar que la parte del árbol preferida por *T. recurvata* para reinfestar es el fuste en donde se cuantificó un promedio 208.2 motitas; las tres ramas del árbol muestreadas presentan un número similar de motitas, rama 1 con 67.4 motitas, rama 2 con 51.4 motitas y la rama 3 con 49.2 motitas. El hecho de que el fuste haya sido el lugar preferido para que la motita se re-infeste tiene que ver con varios factores: uno de ellos es la rugosidad o mayor apertura de la corteza donde quedan grandes espacios para que el polvo levantado por el viento se deposite en ellos y por otra parte las semillas de *T. recurvata* se adhieran más fuerte al hospedero e incluso con mayor probabilidad de germinación por los nutrientes que ahí encuentran; otro factor es el efecto de la gravedad que pueda hacer que las

semillas de *T. recurvata* tiendan a caer de las partes superiores a la parte baja del arbolado y esto es lo que hace que sea el fuste el primero en reinfestarse.



Gráfica 3. Partes del árbol reinfestadas por *T. recurvata*

En el cuadro 4. Se muestra el promedio de motitas chicas cuantificadas en cada una de las partes del árbol en cada tratamiento, donde se observa claramente que el fuste es la parte donde existe una mayor re-infestación de *T. recurvata* con un promedio de 208.2 motitas chicas que apenas inician su desarrollo vegetativo.

Cuadro 4. Promedio de motitas en las diferentes partes del árbol en cada uno de los tratamientos

Tratamiento	Fuste	Rama2	Rama3	Rama4
T1	117	70	47	35
T2	262	91	60	79
T3	219	47	32	44
T4	192	47	39	17
T5	251	82	79	71
Promedio	208.2	67.4	51.4	49.2

Cuadro 5. Análisis de varianza para la re-infestación de *T.recurvata* entre tratamientos

FUENTE	GL	SC	MC	F	P
Partes	3	81991	27330	22.69	0
Error	16	19270	1204		
Total	19	101261			

El análisis de varianza muestra significancia puesto que el valor de $p < 0.05$ lo cual indica que si existe diferencia en la reinfestación de *T. recurvata* entre las diferentes partes del árbol.

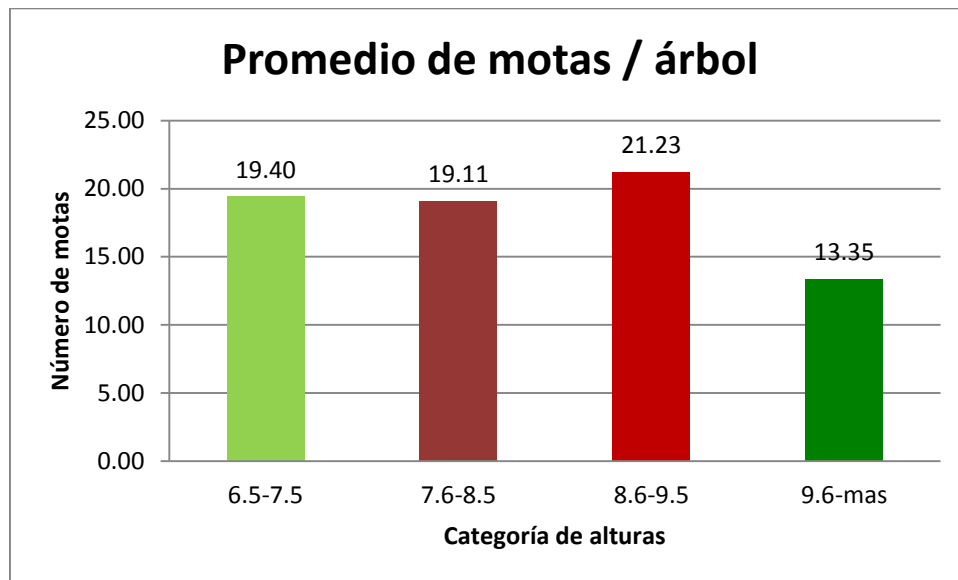
Cuadro 6. Prueba de medias de rango múltiple de Tukey para el análisis de varianza anterior

PARTE DEL ÁRBOL	N	MEDIA	AGRUPACIÓN*
TR	5	208.2	A
R1	5	67.4	B
R2	5	67.4	B
R3	5	49.2	B

*Los valores agrupados por una misma letra no son diferentes estadísticamente entre sí.

4.4 Relación de la altura del arbolado con la reforestación del heno motita

En la Gráfica 4, se puede observar el promedio de motas por árbol en relación a las diferentes categorías de alturas, donde se puede observar que no existe diferencia entre éstas ya que la cantidad de motas es muy similar para las diferentes categorías de alturas, exceptuando aquellos árboles que tienen más de 9.6 m de altura los cuales resultaron con un promedio menor de motitas.

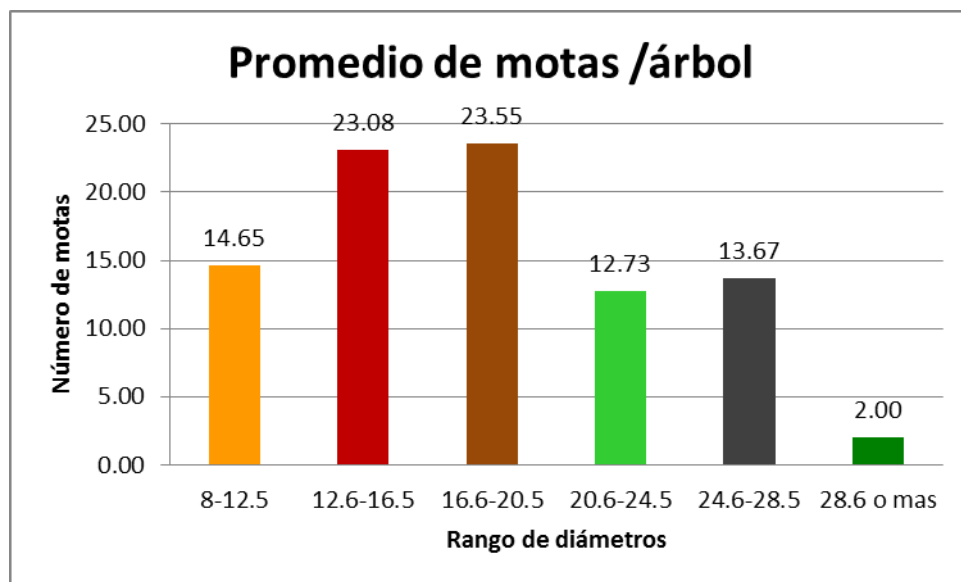


Gráfica 4. Promedio de motas por árbol en relación a la altura

Los árboles que mostraron alturas de 9.6 m a más y que resultaron con menos reforestación de *T. recurvata* evidentemente se debe a que estos árboles de mayor altura reciben mayor luz y *T. recurvata* prefiere áreas sombreadas según las condiciones ecológicas para su desarrollo descritas por Páez (2005).

4.5 Relación del diámetro del árbol con la reforestación del heno motita

En la Gráfica 5, se muestra el promedio de motas por árbol en las diferentes categorías de diámetros; como se puede observar en las categorías de 12.6 a 16.5 cm y 16.6 a 20.5 cm el número de motas por árbol es muy similar siendo también las categorías en donde se presentó mayor reforestación de *T. recurvata*; seguidas por las categorías de 8 a 12, 20.6 a 24.5 y 24.6 a 28.5 cm donde también el número de motas por árbol fue muy similar. La categoría de diámetro con menor reforestación de *T. recurvata* fue la 28.6 o más cm de diámetro, donde se obtuvo un promedio de 2 motitas por árbol. En términos generales en la gráfica se observa claramente que existe una tendencia de que a mayor diámetro menor reforestación de las motitas, lo cual puede deberse a que los arboles de mayores dimensiones requieren mayor espacio y tienden a estar más aislados del resto de la masa forestal, siendo que *T. recurvata* según Páez (2009), prefiere lugares de arbolado denso, sombreado y humedad relativa alta.



Gráfica 5. Promedio de motas por árbol en relación al diámetro.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se tienen las siguientes conclusiones:

- 1) El tratamiento silvícola que resultó más efectivo para el control de *Tillandsia recurvata* y evitar que se reinfestara el árbol fue el que corresponde a la aplicación de podas al 75% de las ramas infestadas con un promedio de 13.45 motitas por árbol. En segundo lugar quedó el tratamiento 4 con 14.75 motitas en promedio por árbol.
- 2) El tratamiento menos efectivo fue el número 2 donde se aplicaron podas al 100% de ramas infestadas con un promedio de 24.6 motitas por árbol
- 3) La parte del árbol más preferida para reinfestar a un árbol tratado fue el fuste.
- 4) Los árboles con mayor rango de altura fueron los menos reinfestados.
- 5) Consecuentemente los árboles con diámetros mayores tienden a ser los menos reinfestados.
- 6) De acuerdo con los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, la que establece que al menos un nivel de poda y aclareo es más eficiente para el control de *T. recurvata*.

VI. RECOMENDACIONES

- 1) Se sugiere que estas parcelas sean de carácter permanente y que sean reevaluadas cada dos años para ver su eficiencia en el control de *T. recurvata* y conocer el comportamiento de los árboles tratados, con relación a la reinfestación de las motitas de esta planta epífita.

- 2) Monitorear mediante estas parcelas permanentes el desarrollo fenológico de las motitas de *T. recurvata* para determinar la velocidad de su crecimiento hasta que llegar a su etapa de reproducción, es decir, conocer su ciclo biológico.

VII. 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 p.
- Beltrán, L.; A. Arredondo, G.; R. Nieto, C. (2009). Evaluación y control de *T. recurvata* en ecosistemas forestales del semidesierto de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. 14pp.
- Castellanos, V. I., Z. Cano. S.y B. Hernández. .L 2009. Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F 199 p.
- Chávez, G. A.G. 2009. Respuesta de tres especies forestales a la poda mecánica para el control de heno *Tillandsia recurvata*. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila. 45 p.
- CONAFOR, 2000. Sistema Nacional de Información Forestal. *Pinus cembroides* Zucc. (1832). Disponible en: Flora (Jena) 15 (2) Beibl.:93. 1832. 5/5 p.
- CONAFOR, 2009. Manual para Beneficiarios de Aclareos y Podas. pp., 8-17. En línea
- Francoise, R.M 1977. Notas sobre el estudio ecológico y fitográfico de los bosques de *Pinus cembroides* Zucc. Ciencia Forestal 10: 49,-58 p.
- 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 de los recursos forestales del sur de Coahuila. Memoria de resúmenes del XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal. Morelia, Michoacán 100-125 p.
- Flores, P. A., Barbosa D. C., Valencia, D. S., Capistran, B. A. y Garcia, F. J. G. 2014. Los efectos directos e indirectos de *Tillandsia recurvata* sobre *Prosopis laevigata* en el desierto de matorral Chihuahua de San Luis Potosí, Mexico. Journal of Arid Enviroments. Volumen 104. 88-95 pp.
- García, E. 1973. Modificaciones para el Sistema de Clasificación Climática Koopen. 1ª Edición UNAM, México D.F. 246 P.
- Jarillo, M.E. 2004. Balance hídrico del suelo en una plantación de tres especies de *Pinus* para la producción de árboles de navidad en Saltillo, Coahuila. Tesis

- Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila. 101 p.
- Lowe, H. I.C., Watson, Ch. T., Badal , S., Ateh, E. N., Toyang, N. J and Bryant, J. 2012. Anti-angiogenic properties of the Jamaican ball moss, (*Tillandsia recurvata* L.) International Research Journal of Biological Sciences. Vol. 1(4). 73-76 pp.
- Matuda, E. 1957. Bromeliaceas y Araceas del Estado de México. Impreso en talleres gráficos de la nación, México D.F. 63p.
- 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.
- 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 Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, Estado de México. 82 p.
- Rzedowski, J. Y. 1978. Vegetación de México, Editorial Limusa, México D.F. 432 p.
- Rzedowski, J. Y. 1990. Flora Fanerogámica del valle de México. Instituto de ecología. A.C. México D.F. 52-65 p.
- SEMARNAT-CONAFOR. (2009).Manual de sanidad Forestal. pp., 26-28. En línea.
- SEMARNAT. 1999. La producción de árboles de navidad en México. Dirección General Forestal. Documento de información al público. 11 p.
- SPP. 1983b. síntesis Geográfica de Coahuila. Dirección General de Geografía e informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 163 p.
- Valencia, D. S., Flores, P., Rodríguez, L. V., Ventura, Z. E. and Jiménez, A. A. R. 2010. Effect of host-bark extracts on seed germination in *Tillandsia recurvata* an epiphytic bromeliad. Journal of Tropical Ecology. 571-581 pp.
- Villarreal, Q. J.A, 1994. Flora vascular de la sierra de la paila Coahuila, Boletín Técnico Informativo. 16(1). : 109-138 p.