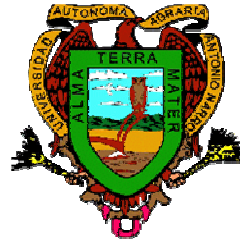


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Respuesta de tres especies forestales a la poda mecánica para
el control del heno *Tillandsia recurvata***

Por:

Ángel Gerardo Chávez Gamboa

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Forestal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Abril de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Respuesta de tres especies forestales a la poda mecánica para
el control del heno *Tillandsia recurvata*.

Por:

Ángel Gerardo Chávez Gamboa

TESIS

Que somete a consideración de H. jurado examinador como un
requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Forestal

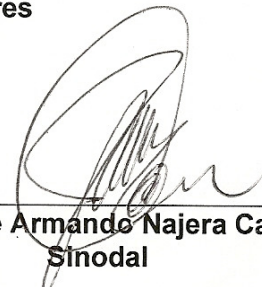
APROBADA



M.C. Jorge David Flores Flores
Presidente del jurado



Ing. Sergio Braham Sabag
Sinodal "ANTONIO NARRO"



M.C. José Armando Najera Castro
Sinodal



D.r. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

División de Agronomía
Coordinación,

DEDICATORIA

A mis padres, sra. Antonia Gamboa Lazos y sr. Ángel Chávez Yáñez que han sido parte imprescindible en mi vida, porque me han guiado y me han dado cariño y apoyo incondicional, que sin duda alguna ha sido inevitable para que yo saliera adelante con mis estudios, y hoy solo resta decirles que ese esfuerzo realizado se refleja al concluir exitosamente este capítulo de mi vida.

A mis Hermanos, Azucena, Genaro y José Antonio, por todos aquellos momentos que hemos compartido juntos y por brindarme su apoyo incondicionalmente en todo momento. Por enseñarme que lo mas valioso en la vida es mantener unidos los lazos de armonía.

A mis amigos, Jorge Luís Velasco, Fredy Trujillo, Juan Ángel López, Joan Ernesto, Amalia Franco, Jesús Martínez, y Andrés Santos, por demostrarme el verdadero significado de la amistad, por haberme escuchado en momentos de angustia y de confusión.

A mis compañeros, en especial a Rosalino López, Paulo Moreno, Juan, Edith López, por haberme brindado apoyo incondicional y demás compañeros que de una u otra manera han sido parte importante en todo este tiempo.

A mis compadres, Jorge Talamantes y Alma Chavira, por su preciada amistad y por los momentos especiales que hemos compartido.

Y muy en especial **A mi hijo** Gerardito, que es para mí un ser maravilloso, porque me trajo felicidad, y con él aprendí a valorar las cosas importantes que tiene la vida.

AGRADECIMIENTOS

Antes que todo quiero agradecerle **a Dios** por prestarme la vida y haberme permitido llegar a esta etapa cuidando mi camino paso a paso durante todo este tiempo.

A mi “Alma Terra Mater” La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por forjarme y darme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales.

Al M.C. Jorge David Flores Flores, de manera muy especial por su valiosa asesoría y enseñanza brindada para que este trabajo quedara lo mejor posible, pero principalmente por su amistad, consejos, paciencia y ayuda en todos los aspectos.

Al M.C. Armando Najera Castro, por sus comentarios, sugerencias y aportaciones para la mejora de este trabajo, pero sobre todo por sus consejos y su amistad.

Al Ing. Sergio Braham Saabag, por su acertada y pronta revisión de este trabajo, así mismo por brindarme su invaluable amistad.

INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Importancia del estudio	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Clasificación taxonómica del heno,	4
2.2 Descripción morfológica	4
2.3 Características de <i>Tillandsia recurvata</i>	5
2.4 Claves para la identificación del genero <i>Tillandsia</i> ,	8
2.5 Condiciones ecológicas para el desarrollo de <i>Tillandsia recurvata</i>	10
2.6 Distribución del heno motita.....	14
2.7 Función ecológica de <i>Tillandsia recurvata</i>	14
2.8 Aprovechamiento del heno.	15
2.9 Métodos de control contra el heno motita	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Descripción del área de estudio	19
3.2 Metodología	22
3.3 Descripción del procedimiento para controlar a <i>Tillandsia recurvata</i>	22
3.4. Descripción de los hospederos estudiados.....	24
3.5 Diseño experimental.	26
3.6 Criterios utilizados para la formación de los bloques	26
3.7 Variables medidas	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1 Porcentaje de reinfestacion por bloques y tratamientos	31
4.2. Análisis de Varianza	32

4.3 Prueba de comparación de medias de Tukey.....	33
4.4. Relación entre la infestacion de heno y altura del los hospederos	35
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
5.1 Conclusiones	37
5.2 Recomendaciones	37
VI. LITERATURA CITADA.	38
VII. ANEXOS.....	41

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Aspectos morfológicos de Tillandsia recurvata.	7
Figura 2. Croquis de ubicación del área de Estudio	20
Figura 3. Poda de árboles infestados.....	23
Figura 4. Troceo de ramas y ramillas	23
Figura 5. Quema del material infestado hasta su incineración.....	23
Figura 6. Después de la poda	24
Figura 7. Diseño de la distribución de los tratamientos	28
Figura 8. División del árbol para su evaluación.....	29
Figura 9: Porcentaje de infestación de cada tratamiento	32
Figura 10: Grafica logarítmica de comparación de infestacion contra altura....	35
Figura 11: Grafica de modelo lineal de comparación de infestacion contra altura	36

INDICE DE CUADROS

Pag.

Cuadro 1: Temperatura media mensual de la estación metereologica Ramos Arizpe	21
Cuadro 2. Distribución de tratamientos en un diseño de Bloques al Azar con cuatro _Tratamientos y tres repeticiones.....	26
Cuadro 3. Calificación del árbol según la sumatoria de los tercios _evaluados.	30
Cuadro 4. Categorías de infestación de heno motita en las diferentes especies estudiadas.	31
Cuadro 5. Transformación a porcentaje de infestación de heno motita	31
Cuadro 6. Análisis de Varianza para la infestación de heno motita.....	33
Cuadro 7. Prueba de comparación de medias de Tukey	34
Cuadro 8. Formato usado en el levantamiento de datos de campo	42
Cuadro 9. Datos originales por bloque.....	43
Cuadro 10. Medias de las especies por tratamiento sin el testigo.	44

RESUMEN

El heno motita *Tillandsia recurvata* en los últimos años se ha convertido en un serio problema de salud para diversos recursos forestales de Coahuila y estados vecinos. Ante tal situación se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la respuesta de tres especies de hojosas forestales a la poda mecánica del heno para su control. Las especies estudiadas fueron *Quercus laceyi*, *Quercus gravesii* y *Juglans microcarpa*. El trabajo se realizó en el Ejido El Cedral, Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones donde los tratamientos fueron las tres especies estudiadas y un testigo para cada especie. La unidad de muestreo fue de dos árboles por tratamiento dando un subtotal de 12 árboles por bloques con un total de 36 árboles en toda el área experimental. La poda del heno se realizó en el otoño de 2004 y consistió en la corta de ramas infestadas con heno además en el desprendimiento mecánico de motitas en el fuste y ramas que quedaron después de la poda; posteriormente se cuantificó el volumen de material podado y se procedió a quemarlo. La evaluación se hizo en el 2008 a cuatro años después de haber realizado el saneamiento. Los resultados revelan que las tres especies estudiadas responden muy satisfactoriamente a las podas de saneamiento para eliminar el heno motita, destacando estadísticamente el nogalillo *Juglans microcarpa* como el menos afectado. Además se demuestra que las clases de infección fueron las más bajas según el método de Hawksworth 1980, por lo que aunado al largo ciclo biológico que tiene el heno motita, es de esperarse que reinfestaciones más altas solo pudieran ocurrir en un periodo no menor a 10 años.

Palabras clave: *Tillandsia recurvata*, Heno, poda mecánica.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del estudio

Tillandsia recurvata es una planta epifita no parásita de la familia Bromeliácea que utiliza ciertos hospederos vivos o inertes, solo como sostén y poder llevar a cabo su crecimiento y desarrollo. Se estima que existen más de 500 especies de este género, (Bonilla et al., 2006; Cabrera, 1995).

Sin embargo este concepto de planta no parasita hoy día deja mucho que desear, porque no solo en México sino que en otros países como en Argentina y Estados Unidos, su presencia ha provocado serios problemas de salud en diversas masas arboladas que ya se ve como un problema fitosanitario que incluso desde hace algunos años se han estado tomando medidas para su control. En este sentido es importante señalar que recientemente Neumann (2004), encontró que los rizoides de *Tillandsia recurvata* segregan una sustancia llamada hidroperoxicicloartano, que actúa como un inhibidor o antibiótico alelopático que provoca la muerte de yemas y la abscisión del follaje, lo cual explica la muerte de las ramas del hospedero.

1.2 Planteamiento del problema

Particularmente en Coahuila, desde el 2004 se han estado realizando una serie de estudios ante la demanda de productores y ejidatarios de atender este problema, por lo que se tomó la iniciativa de realizar un diagnóstico para ver el estado que guarda la “motita”, *Tillandsia recurvata*, en nuestra entidad, teniendo como resultado que esta planta se encuentra afectando a más de 60,000 hectáreas arboladas, incluso en algunos predios como “El Taray”, en la Sierra de Arteaga, y en el ejido “El Cedral”, municipio de Ramos Arizpe, se iniciaron algunas pruebas de saneamiento del arbolado, mediante prácticas de podas de ramas infestadas y el derribo mecánico de la motita, incluyendo la incineración de dicho material.

La CONAFOR como parte del apoyo que brinda para dar solución a este problema, encomendó a la UAAAN, realizar un estudio científico tendiente a generar estrategias, que resulten eficientes, económicas y ecológicamente aceptables, como base para el manejo de las poblaciones de *T. recurvata*.

Ante tal situación se plantea el presente estudio que tiene como finalidad coadyuvar a resolver la problemática planteada.

1.3. Objetivos

1. Evaluar la respuesta de tres especies forestales a la poda mecánica para el control del heno
- 2.- Determinar cual de las especies estudiadas tiene menor reinfestacion de heno a cuatro años de haber sido podada.

1.4. Hipótesis

HO: Todas las especies estudiadas se reinfestan con igual intensidad de Heno motita a los cuatro años de haber sido podadas

HA: Al menos una de ellas se reinfesta con menor intensidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Clasificación taxonómica del heno, (Conzatti 1947).

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

Nombre común: Pastle, gallito, heno motita, hichicome (Sonora), hichiconi (Chihuahua), (Martínez 1979).

El nombre *Tillandsia*, aplicado a este género de la familia Bromeliácea, se deriva del de Elías Tillands un medico y famoso botánico sueco, (Bonilla 2006., et al.).

2.2 Descripción morfológica

Características de la familia Bromeliaceae.

Las Bromeliáceas son plantas perennes generalmente epifitas, cuyo tallo suele ser corto, con un rosetón de hojas basales arregladas en espiral y cubiertas de escamas espeltadas, el cual surge del centro de la planta vistosamente bracteado, provisto de una inflorescencia espigada o apajonada. Sus flores son regulares, con un perianto de seis divisiones en dos series diferentes, de color verde en el exterior y petaloidea la inferior; un androceo de seis estambres y un ovario trilocular pluriovulado, infero o supero, sobrepuesto de un estilo tripartido. El fruto es seco y trivalvar, con semillas apendiculadas, como carnoso e indehiscente con semillas sin apéndice, de embrión situado en

una pequeña cavidad de halbumen harinoso. En México esta familia está representada por siete géneros, divididos en tres tribus, (Conzatti 1947).

Frecuentemente son epifitas y pueden presentar notables adaptaciones frente a la escasez de agua propia de estas situaciones, lo que las capacita para sobrevivir incluso sobre hospederos inertes, (IZCO 1997).

2.3 Características de *Tillandsia recurvata*.

Raíz. Las raíces de *T. recurvata* se originan a partir del periciclo del tallo y crecen directamente hacia abajo dentro del cortex y salen al exterior cerca de la base del tallo, (Fahn 1978).

La raíz es usada principalmente para sostén de la planta, mediante el desarrollo de esclerenquima en la raíz vieja determina la formación de un rígido órgano de sostén, pero la firme fijación depende también del desarrollo de muchas ramificaciones o de las raíces adventicias. los pelos radicales también intervienen en el sostenimiento de la planta al hospedero o al suelo y resultan particularmente eficientes en las plantas jóvenes impidiendo que se desplacen hacia arriba a causa del desarrollo del ápice vertical, (ESAU 1972).

Tallo. Sus tallos son cilíndricos, de 2-4 cm. de largo y diámetro de 1.5-2.5 mm, con vainas blancas, oblongas, de 1-1.2 cm de largo y 4-5 mm de ancho, papiráceas, nervadas, las láminas grises, lineares a filiformes o aciculiformes, involutas, de 2-5 cm de largo, 0.5-1 mm de ancho, densamente gris-lepidotas, acuminadas a atenuadas en el ápice, (Conzatti 1947 y Sánchez 1969).

Los tallos a menudo son gruesos y poseen forma de botella debido a la acumulación de agua, de ellos sale el pedúnculo que sustenta una inflorescencia Terminal, espiciforme, sobre ellas se ubican las flores dispuestas en las axilas de brácteas vivamente coloreadas, (IZCO 1997).

El tallo esta limitado externamente por la epidermis que contiene, aparte de las células epidérmicas típicas, células estomaticas, idioblastos y distintos tipos de tricomas, (Fahn 1978).

El haz del tallo esta rodeado por una capa de células de esclerenquima, la cual proporciona resistencia mecánica a las células que se hayan en el interior del haz, el floema esta situado en la parte anterior, (KIMBALL 1968).

Hoja. Sus hojas son epialámbricas, dísticas, que se separan alrededor del tallo; de vaina ovalada y limbo linear subrollizo grisáceo, con escapito terminal delgado, erguido, bifloro, con una bráctea filiforme y larga en la base, en roseta de 5-10 cm. de alto, 5 cm. de ancho, cespitosas a densamente cespitosas, formando pelotas de 12 a 15 cm. de diámetro, cortamente caulescentes.

Después que la hoja se ha iniciado en el ápice del brote, la intensidad de crecimiento depende del engrosamiento de las células y de sus divisiones, el momento y distribución de estos procesos determina el tamaño y la forma de la hoja así como su estructura interna, (Esau 1972).

Flor. Casi siempre con 1 o 2 flores (rara vez hasta 5), brácteas florales similares a las del escapo pero más pequeñas, casi del mismo largo que los sépalos, son erectas con sépalos lanceolados, de 4 a 9 mm de largo, membranáceos, con 3 o mas nervaduras prominentes, generalmente glabros, libres; pétalos angostos, de aproximadamente 1 cm. de largo, de color lila (rara vez blancos); estambres profundamente inclusos, mas largos que el pistilo (Figura 1), (Rzedowski 1990).



Figura 1. Aspectos morfológicos de *Tillandsia recurvata*.

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

Debido a que pertenece al grupo de las monocotiledóneas se caracteriza por ser una planta de fibras duras con un alto contenido de lignina en sus paredes y una estructura rígida, (Fahn 1978).

Las fibras duras presentan membranas muy lignificadas una textura dura y rígida, (Esau 1972).

Respiración

Los estomas son los órganos fotosintéticos por excelencia y por ello de mayor actividad metabólica, lo que implica el control del régimen hídrico y el intercambio gaseoso de forma especial, los estomas foliares permiten el contacto de los tejidos asimiladores con la atmósfera y la regulación de la perdida de agua, los estomas se encuentran de forma preferente en la cara inferior (abaxial) de las hojas en un numero oscilatorio entre poco mas de 10 por mm², hasta mas de 100 en la misma superficie.

Fotosíntesis

Posee metabolismo CAM (ácido de las crasuláceas), según sus siglas en inglés, está estrechamente relacionado con la fotosíntesis C₄, esto se debe a que la enzima PEP carboxilasa fija CO₂ al añadirlo al PEP dando lugar a los ácidos C₄, la formación de los ácidos está separada especialmente del ciclo de Calvin. Como una parte de su adaptación hacia los hábitats secos, solo abren sus estomas durante la noche por lo que es el único momento en que gran cantidad de CO₂ puede penetrar a la hoja. El CO₂ se fija al combinarse con el PEP carboxilasa dando lugar a ácidos C₄ (ácido málico principalmente). Otros ácidos, tales como el ácido cítrico se derivan del ácido málico, estos ácidos se almacenan en grandes vacuolas de las células fotosintetizadoras. Al salir el sol, los estomas se cierran (impidiendo la pérdida de agua por el calor del día) y la luz dispara la producción de ATP y NADPH, mientras que los ácidos se descomponen para liberar CO₂; (JENSEN 1988).

2.4 Claves para la identificación del género *Tillandsia*, (Conzatti 1947).

Estambres subigualando las uñas de los pétalos; estilo alargado.

- A. Subgénero.....ANOPLOPHYTUM
- B. Flores dísticas; inflorescencia compuesta o simple.
- C. Inflorescencia compuesta; espigas laxas, 2-4 floras.....*Tillandsia gemiflora*
- CC. Inflorescencia simple, densa.
- D. Escapo elongado; brácteas florales 25-40 mm de largo..... *Tillandsia arequitae*
- DD. Escapo corto, en su mayor parte escondido por las hojas; brácteas florales 25-70 mm de largo.....*Tillandsia xiphioides*
- BB. Flores polísticas; inflorescencia simple.
- E. Escamas de las láminas de las hojas asimétricas con lobos basales subpatentes; sépalos escamosos.....*Tillandsia meridionalis*

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

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

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

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

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

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

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

RHIZA

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

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

JJ. Escamas de las hojas con lobos basales divergentes; láminas de las hojas delgadas, encorvadas pero no enrolladas; inflorescencia por lo general digitamente

compuesta.....*Tillandsia streptocarpa*

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

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

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

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

- Subgénero.....DIAPHORANTHEMA
- M. Hojas en más de 2 hileras; escapo desenvuelto, cubierto por sus brácteas; inflorescencia laxa, sinuosa.....*Tillandsia loliacea*
- MM. Hojas en 2 hileras; escapo ausente o en su mayor parte desnudo.
- N. Caule corto, totalmente oculto por las vainas imbricadas de las hojas.
- O. Sépalos libres o igualmente corto-conatos
- P. Láminas de las hojas estrechamente triangulares, mucronadas, 3-5 mm de diámetro; inflorescencia laxa, 1-8-flora.....*Tillandsia myosura*
- PP. Láminas de las hojas lineares, obtusas, no más que 2 mm de diámetro; inflorescencia densa, 1-2- (5) flora.....***Tillandsia recurvata***
- OO. Sépalos muy connatos con el posterior.....*Tillandsia capillaris*
- NN. Caule descubierto entre manojos alternantes de hojas, varios metros de largo..... *Tillandsia usneoides*

2.5 Condiciones ecológicas para el desarrollo de *Tillandsia recurvata*

Hábitat

Crece en diferentes tipos de bosques: pino, encino y abeto, en zonas de humedad relativa alta. Usualmente se encuentra en encinos y todo árbol de clima templado frío, prefiriendo árboles con alta humedad relativa, con baja luminosidad y corteza rugosa. *T. recurvata* es capaz de sobrevivir a temperaturas de congelación, su rango va de -10 °C a 32 °C, es una epífita perenne, su altura es de 15 – 30 cm., su espaciamiento es de 22 – 30 cm., su tolerancia a la exposición al sol es ligera, (Lombardo, 1984).

La literatura revisada revela que el heno prefiere ocupar árboles con mucha humedad, principalmente los que se encuentran al margen de los arroyos, cañones y riveras.

Hospederos.

El heno motita se puede arraigar en cualquier tipo de hospedero vivo o inerte, ya que solamente lo requiere como sostén. Entre los hospederos vivos se le observa principalmente en coníferas, latifoliadas y algunas cactáceas. Se hospeda habitualmente en los géneros: *Pinus*, *Cedrus*, *Cupressus*, *Quercus*, y *Prunus*. Mientras que en hospederos inertes se le puede localizar en materiales inertes como rocas, material vegetal muerto (leñosas) y cables de luz.

Ciclo biológico.

Florece en verano generando un número variable de cápsulas (en algunos casos 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* podremos encontrar 25-30 plantas por metro de rama afectada, (Crow 2000).

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 ramas, los hijuelos de *Tillandsia* o parte de ellos se desprenden con cierta facilidad y al depositarse en otra rama o cualquier otra estructura forman un nuevo individuo. Esas plantas no toleran el contacto directo con el 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 sequías y fuertes heladas, (Crow 2000).

Las semillas están contenidas en capsulas, que abren con la madurez y tienen buen poder germinativo, 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 son pilosas (poseen pelos), característica que les otorga mayor posibilidad de adherencia a la corteza de árboles y arbustivas hospedantes, (Crow 2000).

A medida que la planta crece, desarrolla un agarre en la corteza similar a raicillas las cuales pueden penetrar ligeramente en la corteza, pero sin dañar el árbol. El lugar propicio para el desarrollo del heno motita lo fortalece la sombra y la humedad.

Daño.

Tillandsia recurvata es una planta epífita, posee fotosíntesis, por eso no es una planta parásita. Solo requieren apoyo físico y no absorbe nutrientes de su hospedero ya que recibe nutrientes del polvo y partículas del ambiente las cuales colecta con sus hojas, (SEMARNAT, 2006).

La competencia entre árboles, los dominados y los afectados por causas antrópicas son algunas causas de invasión y proliferación de *Tillandsia recurvata*. La proliferación de *Tillandsia recurvata*, es indicador de desequilibrio y afecciones de ecosistemas alterados. Prefieren árboles de gran cobertura en sitios de alta humedad relativa pero con baja humedad en el interior del árbol, (Baigorria, 1997).

En los hospederos y las ramas muy cubiertas por esta epífita 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 algunas ramas, además restringe el desarrollo normal de los brotes, produce amensalismo en la regeneración y por consiguiente no se desarrolla.

Está comprobado que a través de sus rizoides secreta hidroperoxicicloartano que actúa como un antibiótico (alelopatía) y provoca la muerte de yemas y abscisión del follaje. Esto explica la muerte de ramas por un círculo vicioso de aumento de colonización - mas sombra - mas efecto alelopático - menos yemas - menos follaje para fotosíntesis. También está

comprobado que esta especie es tan exitosa porque fija nitrógeno atmosférico y posee el ciclo fotosintético CAM que le permite absorber CO₂ de noche, (Neumann, 2004).

Otro efecto dañino que provoca el heno es que tienen hojas cubiertas por tricomas y absorben hasta el 10 % de su peso en agua, y en infestaciones severas llegan a quebrar las ramas de sostén, especialmente en zonas con fuertes vientos, (Neumann, 2004).

Por otra parte estudios recientes realizados en Argentina, Texas y Florida revelan que bajo condiciones de disturbio, *Tillandsia recurvata* se torna extremadamente agresiva, para invadir espacios en árboles, llegando a alcanzar infestaciones tales que cubren prácticamente toda la superficie foliar.

Esta situación provoca para el caso de los árboles vivos una serie de bloqueos que afectan su actividad fisiológica, como la fotosintética, o el intercambio de gases y la interrupción de la evapotranspiración. Bajo estas circunstancias aseguran los investigadores, que los árboles pierden una gran cantidad de agua y vigor, haciéndolos entrar en un estrés hídrico y extremo debilitamiento, que los predispone al ataque de otros organismos y los condena a su muerte a mediano plazo, (Caldiz *et al*, 1989).

Su distribución en el hospedero no es homogénea, la infestación es mayor en el cuarto externo de la mitad superior de la altura y su tamaño medio decrece marcadamente desde el eje (tronco) hacia los extremos superiores.

Las invasiones extremas de *Tillandsia recurvata* permiten pensar que tienen sus orígenes en algún disturbio ecológico, como el abatimiento de los mantos acuíferos, o que la región este sufriendo un cambio micro climático, que obligue a la declinación del arbolado, y por consecuencia a su predisposición y susceptibilidad al ataque de plagas, enfermedades, plantas parásitas, y otros organismos oportunistas. Incluso bajo estas condiciones de disturbio, la presencia de ciertos organismos no parásitos pueden llegar a representar serios problemas para la salud forestal. Tal es el caso del heno-motita,

Tillandsia recurvata, la que en algunas partes del mundo se le considera como un indicador de disturbio y ha logrado causar daños de importancia económica.

2.6 Distribución del heno motita

Se distribuye en el Sur de los Estados Unidos, Centroamérica y Sudamérica. En México se encuentra en la mayoría de los estados, principalmente en Michoacán, Guerrero, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Tabasco, Veracruz, Oaxaca, San Luís Potosí y otros estados más.

En Coahuila desde hace años, el heno motita, *Tillandsia recurvata*, se le reportó como un problema que pudiera estar ocasionando daños a pinos, encinos y otra vegetación de la región, pero debido a la presencia de otros problemas de mayor importancia y al hecho de su condición de planta epifita, no se le ha dado la importancia requerida, aunque se intentó controlarlo a base de productos químicos, (Cantú, 1967).

2.7 Función ecológica de *Tillandsia recurvata*.

La función ecológica de esta planta epifita no está claramente definida. Bajo condiciones normales se sabe que alberga a miles de insectos y otros pequeños organismos, protegiéndolos y sirviéndoles como hábitat para su reproducción y sobrevivencia. De esta forma favorecen la biodiversidad, además aporta grandes cantidades de nitrógeno y otros elementos nutricionales.

De acuerdo con OleGeezer (2005), señala que las principales funciones benéficas de *Tillandsia recurvata* son las siguientes:

A) Protección a la fauna: Es utilizado por algunas especies de aves para hacer sus nidos, algunos otros animales la utilizan para protegerse de los depredadores, también les sirve de alimento.

B) Fijador de nitrógeno: Al caer al suelo y descomponerse fija una cantidad importante de nitrógeno.

C) Medicinal: Es usado en algunos lugares para curar los bronquios, tos, el ungüento hecho con manteca y el heno quemado y molido se usa contra las quemaduras. Además se utiliza para tratar el dolor de espalda, la sífilis, la temperatura, el dolor de muelas, bronquios, la comezón del cuerpo y como antidiurético. Se ha demostrado gran actividad antitumoral, el Dr. Henry Lowe de Jamaica ha solicitado una patente de los E.U. para un extracto de "*Tillandsia recurvata*" que produce la muerte de las células tumorales por apoptosis. Y se ha demostrado que tiene propiedades curativas para el VIH (sida), (Lowe 2008).

D) Ornamental: Es muy usado para adornos principalmente en épocas navideñas, y en algunos lugares para arreglos florales en eventos sociales, (Smith 1977;FAO 1998).

E) Como empaque: es utilizado como relleno Para transportar objetos delicados, una vez fermentado y libre de impurezas.

2.8 Aprovechamiento del heno.

El aprovechamiento del heno está regulado por la NOM-011 RECNAT-1996 que establece algunos criterios legales a los que se debe someter el aprovechamiento de este producto. La norma establece que para su aprovechamiento, no se debe derribar o dañar a las especies arbóreas o arbustivas, ni aprovechar este producto en aquéllas especies que sirven como refugio permanente de especies de fauna silvestre, (SEMARNAT, 1996).

La venta de heno es muy común en diciembre durante las fiestas navideñas. El heno se vende por montón o por kilo (aproximadamente \$15.00 y \$20.00 por kg.) en esta época y solo muy ocasionalmente se encuentra en mercados locales o tiendas de herbolarias.

2.9 Métodos de control contra el heno motita

En cuanto al control del heno motita no se tiene mucha información. En algunos países como Argentina, Texas y La Florida se han realizado algunos estudios sobre el efecto de compuestos químicos a base de cobre pero sus resultados son aún preeliminares. De igual forma se probaron algunos herbicidas pero se reportan daños de fototoxicidad al árbol hospedero, (Bensing et al.1979).

Hay que recalcar que la presencia de *Tillandsia recurvata* no siempre es la causa del deterioro de un árbol. Es necesario analizar en detalle el origen del decaimiento, pudiéndose encontrar otras causas como: ataque de plagas, enfermedades, déficit nutricional, problemas de drenaje, daño por podas mal realizadas, plantación en lugar equivocado, etc. Todo esto coloca al árbol en inferioridad de condiciones lo que facilita la colonización del heno.

En caso de ser necesario hoy existen diferentes métodos de control y si bien no es posible generalizar recetas puesto que cada caso tiene su particularidad, decimos que el control surge de una combinación entre el método mecánico que incluye extracción manual, cepillado, desplazamiento hidráulico, poda de limpieza de ramas muertas invadidas y el control químico por medio de formulaciones de uso específico que controlan el heno, en este último caso, las plantas muertas de clavel quedan adheridas hasta que por biodegradación, lluvias y vientos se desprenden y caen. El efecto no se visualiza en forma inmediata, puede demorar semanas hasta evidenciarse el control. Es importante saber que dado su sistema de propagación seminal, se producen reinfestaciones anuales las cuales hay que monitorear para no ser sorprendidos por nacimientos en masa, (Anaya, 2001).

Las investigaciones a base de podas y extracción mecánica son de reciente establecimiento. Considerando lo anterior a continuación se plasman los resultados de algunas de estas investigaciones en el entendido de que la mayoría de ellas solo se trata de avances de resultados. En lo que respecta al control mecánico mediante podas no se han encontrado estudios que indiquen con precisión la reinfestacion del heno después de las podas, ni la respuesta

de los árboles a este tipo de saneamiento, sin embargo las acciones que se emprenden en el control mecánico son las siguientes:

Retiro manual

El retiro es posible y se puede hacer con éxito en árboles pequeños estando parado en una escalera o trepándose para el caso de árboles grandes, también se puede utilizar un carro con canastilla, si es factible. El procedimiento es arduo y costoso. Se debe tener mucho cuidado en la protección del personal que trepa, así como con el rasgado de las rosetas firmemente adheridas al tallo pues se puede dañar la corteza, abriendo la posibilidad para la entrada de infección secundaria por hongos o insectos, (Kaplan, 2007).

Podas de ramas infestadas

Cuando nos encontramos con árboles en una fase avanzada de decrepitud, con una importante población de *Tillandsia* y mucho material seco, lo más adecuado indudablemente es comenzar con una poda sanitaria o de limpieza. De esta forma baja rápidamente la población de *Tillandsia recurvata*, se disminuye el potencial de reinfestación, se mejora el estado general del árbol y se eliminan riesgos de accidentes, (Pg, 2005).

Modificar el ambiente

Aplicando un aclareo de monte, con lo cual se permite mayor entrada de luz solar y se provoca la deshidratación del heno motita, al elevarse la temperatura y al no haber tanta humedad en el ecosistema ya que esta planta no es muy tolerante a la luz directa. De igual forma habrá menos competencia entre el arbolado, lo que permitirá que exista mayor disponibilidad a luz y nutrientes y por consecuencia tendrán mayor fortaleza.

Control químico

En este campo las investigaciones son más avanzadas, al grado tal de que en algunos países ya se cuentan con productos comerciales con los que se puede controlar la *Tillandsia recurvata*. Sin embargo por ser nuestro tema central las prácticas de control mecánico, solo señalaremos algunos casos de estas investigaciones relativas al control químico. Así en Argentina el control químico más efectivo es con sulfato de cobre pentahidratado al 10 % en agua. El único producto argentino aprobado por SENASA es “Cotacuatro Clavel,” de Ando & Cia. S.A., que lleva incorporado un coadyuvante para disminuir tensión superficial y lograr mayor penetración. Se aplica al 8 - 12 % en agua, preferentemente en dos tratamientos distanciados 45 días en primavera-invierno con temperatura superior a 20° C. Obteniéndose resultados favorables, la *tillandsia* se seca y se desintegra sobre el huésped hasta 6 - 8 meses después del tratamiento. Los restos pueden ser lavados con agua a alta presión, (Baigorria, 1997).

También puede usarse el herbicida SIMAZINA, que es una triazina, al 2.5 – 5%, que afecta a los rizoides de *Tillandsia* sp., pero puede dañar levemente el follaje, especialmente a las perennifolias. También puede afectar raíces de la vegetación subyacente, (Neumann, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

Localización

El presente trabajo se realizó en el ejido El Cedral, en la Sierra de la Paila, en un rodal con una superficie aproximada de 8 has. que se ubican en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, al sureste del estado, (Figura 2).

El área de estudio se encuentra localizada entre las coordenadas geográficas 101°31'25" LW y 25°30'47" LN, (INEGI, 1983).

Topografía

La Sierra de La Paila es una formación montañosa aislada, es parte de la continuación interrumpida de la Sierra Madre Oriental, se eleva desde los 1200 msnm hasta los 2350 m en las partes más altas, esta conformada por una serie de cañones que van del centro a la periferia. En el área de estudio se encuentran algunas laderas bajas, lomeríos, con una altura sobre el nivel del mar aproximadamente de 1700 m., (INEGI,1995).

Geología y suelo

Las rocas dominantes en el área son calizas, del periodo Cretácico, los suelos predominantes son Litosoles y Rendzinas, ricos en materia orgánica, de color pardo oscuro o negro. En los llanos altos y Valles intermontanos se pueden encontrar suelos mas profundos de tipo Xerosol, Castañozem y Feozem. En pendientes pronunciadas dominan los xerosoles haplicos de color claro y textura media y los regosoles calcaricos, (INEGI 1983).

No se presentan corrientes permanentes ni depósitos de agua, solo arroyos en los cañones que drenan el agua durante la época de lluvia.

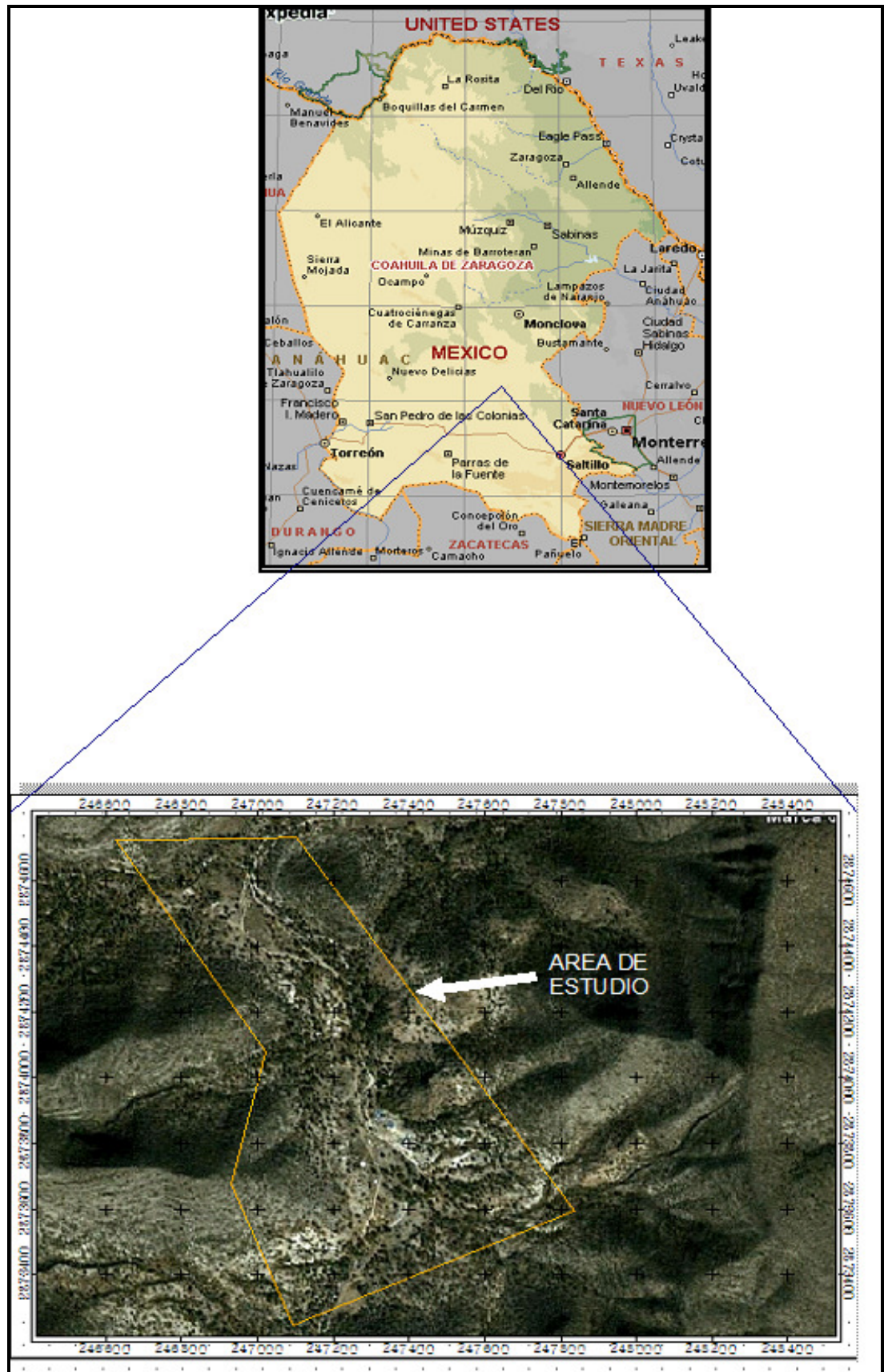


Figura 2. Croquis de ubicación del área de Estudio

Clima

El clima dominante corresponde a un clima seco y semiseco (BS^o, BSi), estos climas se caracterizan por presentar lluvias predominantes en el verano y temperaturas altas, la precipitación promedio anual es de 400 mm y la temperatura media anual es de 20° C, (INEGI 1983).

BS1kw: Se interpreta como clima seco, semiseco templado con un cociente de P/T mayor a 22.9; templado con verano cálido temperatura media anual entre 12 y 18 °C, la del mes más frío entre -3 y 18 °C y la del mes más caliente mayor a los 18 °C; con un régimen de lluvias de verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes mas húmedo de la mitad caliente del año que en el mes mas seco y un porcentaje de lluvia invernal entre 5 a 10.2% de la total anual, (García, 1987).

BSOhw(x'): Se define como seco semicalido con un invierno fresco, temperatura media anual entre 18 y 22 ° C y la del mes mas frío menor a los 18 °C; con un cociente de p/t menor a 22.9. régimen de lluvias de verano, pero con un porcentaje de lluvia invernal menor a 10.2 con respecto a la anual. porcentaje de lluvia mayor a 10.2 % y con un invierno fresco, (García, 1987).

Cuadro 1: Temperatura media mensual de la estación metereologica Ramos Arizpe (García ,1987)

Num.	Estació n	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
05- 029	Ramos Arizpe	11. 6	13. 3	16. 5	19. 5	21. 8	22. 9	22. 6	20. 3	17. 8	13. 4	12. 5	18. 0

Vegetación

La vegetación en la Sierra de La Paila se clasifica en cuatro tipos principales: Matorral desértico chihuahuense, matorral submontano, bosque de encino-pino y zacatal.

Dentro del área estudiada existe una vegetación que corresponde a un bosque de encino-pino y zacatal, encontrándose coníferas de las especies *Pinus arizonica*, *Pinus cembroides*, *Juniperus flaccida*, *Juniperus erythrocarpa*, y algunas hojosas de las especies: *Quercus gravesii*, *Quercus laceyi*, otras especies frecuentes incluyen a *Arbutus xalapensis*, *Garrya ovata*, *Ugnadia speciosa*, *Fraxinus cuspidata* y algunos elementos de matorral submontano, (Villarreal, 1994).

Zacatal. En los suelos profundos se propicia el desarrollo de comunidadaes de gramíneas, en dichos zacatales sobresalen: *Sporobolus tiroides*, *Nassella tenuísima*, *Stipa eminens* y en otras áreas *Bouteloua gracilis*, y *Bouteloua curtipendula* frecuentemente mezcladas con elementos del bosque, (Villarreal, 1994).

3.2 Metodología

El experimento se inició en el otoño del 2004 para lo cual primeramente se establecieron las parcelas de acuerdo al diseño experimental y al tamaño de muestra de cada unidad experimental señalado en la metodología. Inmediatamente después se procedió a realizar el trabajo de saneamiento del Heno motita en cada una de las especies estudiadas, dejando transcurrir tres años para evaluar la posible reinfestacion en estas especies bajo estudio, las cuales fueron tomadas como tratamiento.

3.3 Descripción del procedimiento para controlar a *Tillandsia recurvata*

1. Poda total de ramas afectadas con heno motita: Se podaron las ramas de los árboles infestados de heno, para ello se utilizo machetes, motosierra, hacha, etc. (Figura 3).

2. Desprendimiento mecánico de la motita de fuste y ramas basales: Utilizando machetes y de forma manual se hizo el desprendimiento de la motita

en aquellos árboles que presentaban infestación de heno en los fustes y ramas que no fueron podados para no dañar al árbol.

3. Troceo de ramas y ramillas: Se trocearon las ramas y ramillas para facilitar su movilización al área de quema y posteriormente se incineraron de manera rápida, (Figura 4).

4. Quema del material hasta su extinción: El material constituido por ramas, ramillas, trozos de árboles muertos, heno motita, fue incinerado totalmente, (Figura 5).

Estas cuatro acciones se consideraron como un solo método de tratamiento en forma integrada, (Figura 6).

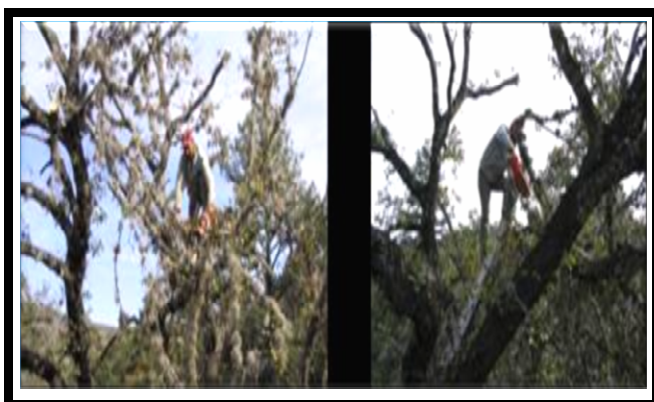


Figura 3. Poda de árboles infestados



Figura 4. Troceo de ramas y ramillas



Figura 5. Quema del material infestado hasta su incineración



Figura 6. Después de la poda

3.4. Descripción de los hospederos estudiados

Quercus laceyi

Se distribuye en el centro y oeste de Texas, en México a través de la Sierra Madre Oriental en Coahuila, Nuevo León y probablemente en Tamaulipas; en Coahuila se encuentra ampliamente distribuido en la Sierra del noroeste y centro, desde la Sierra del Carmen, del Pino, de San Marcos hasta la Sierra de la Paila en forma aislada se encuentra en poblaciones en la Sierra de Zapalinamé y de la Concordia. Es una especie propia del bosque de Pino-encino, así como del bosque de encino, asociándose con especies de *Quercus gravesii*, *Q. inviganata*, *Q. mohriana*, *Q. grises*, *Q. muehlenbergii*, *Q. emoryi*, *Q. hypoleucoides*, *Rhus virens*, *Garrya ovata*, *Juniperus flaccida*, *Pinus arizonica* var. *Stormiae*, *P. remota*, *P. pinceana*, *Arbutus xalapensis*, *Cercis canadensis*, *Prunus serotina*, *Tilia mexicana*, *Dodonea viscosa*, *Acer grandidentatum*, *Ungnadia speciosa*, *Fraxinus berlanderiana*, *Pistacia texana*, *Diospyros texana*, en cañones húmedos asociado con *juglans microcarpa*, (Encina 1996).

Crece en altitudes entre 1100-2500 m.s.n.m. sobre laderas con exposición norte, noroeste u oeste y en fondo de cañones húmedos, se presenta en laderas pedregosas con suelos someros, (Encina 1996).

Quercus gravesii

Se distribuye en las montañas del Oeste de Texas hasta Coahuila encontrándose en la mayoría de las montañas del norte, noroeste y centro del estado (Sierra del Carmen, de la Encantada, del Burro, de la Madera, de la Gloria, de la Paila) y en forma aislada se distribuye en la Sierra de Zapalinamé, al sureste del estado. Crece en el bosque de Pino-encino asociándose con las siguientes especies *Quercus laceyi*, *Q. hypoleucoides*, *Q. grises*, *Q. emoryi*, *Q. invaginata*, *Q. mohriana*, *Q. muehlenbergii*, *Pinus arizonica* var. *Stormiae*, *P. strobiformis*, *P. remota*, *Juniperus flaccida*, *J. deppeana*, *Pseudotsuga menziessii*, *Cupressus arizonica*, *Prunus serotina*, *Hacer grandidentatum*, *Arbutus xalapensis*, *Garrya ovata*, *Carcis canadensis*, *Rhus virens*, *Comus stolonifera*, *Lleucaena retusa*, *Fraxinus berlanderiana*, en lugares con abundante humedad se encuentra asociado con *Ungnadia speciosa*, *Prunus serotina*, *Juglans microcarpa*, *J. mollis* y *Tilia mexicana*, (Encina 1996).

Se desarrolla en elevaciones entre 1400-2500 msnm, sobre laderas medias y altas, con exposición norte y noroeste, en valles intermontanas o al lado de arroyos en cañones húmedos , (Encina 1996).

Juglans microcarpa

Se caracteriza por ser árboles de flores agrupadas en amentos solitarios sésiles o casi sésiles, el fruto es seco, indehiscente; estos árboles habitan principalmente en climas templados de los estados Unidos y algunos Estados de la Republica Mexicana, son muy abundantes en la Sierra Madre Occidental así como en las regiones Sub-tropicales, siendo susceptibles de cultivarse en diversas zonas desérticas, así como en los valles centrales de México, (Zarzoza 1987).

3.5 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones, tres tratamientos y un testigo. Los tratamientos correspondieron a las tres especies de hospederos del heno motita: *Quercus laceyi*, *Quercus gravesii*, *Juglans microcarpa*, dejando un árbol testigo para cada especie estudiada. En cada repetición se tomó como unidad de muestreo a tres árboles por tratamiento y un testigo por especie, dando un total de 12 árboles por repetición. De esta forma el área experimental total consto de 36 árboles (cuadro 2)

Cuadro 2. Distribución de tratamientos en un diseño de Bloques al Azar con cuatro Tratamientos y tres repeticiones.

TRATAMIENTO	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
(T1). <i>Quercus gravesii</i>	T1,a1,a2,a3	T2,a1,a2,a3	T3,a1,a2,a3
(T2). <i>Quercus laceyi</i>	T3,a1,a2,a3	T4,a1,a2,a3	T2,a1,a2,a3
(T3). <i>Juglans microcarpa</i>	T2,a1,a2,a3	T1,a1,a2,a3	T4,a1,a2,a3
(T4). <i>Testigo</i>	T4,sp1,sp2,sp3	T3,sp1,sp2,sp3	T1,sp1,sp2,sp3

T1= Tratamiento 1; a1=árbol uno; sp1= Especie 1

La unidad experimental para cada tratamiento de cada bloque consistió de tres plantas, de esta forma el tratamiento 1, que fue *Quercus gravesii*, tuvo tres plantas en el bloque I, tres en el bloque II y tres en el bloque III; Los tratamientos 2 y 3, *Quercus laceyi* y *Juglans microcarpa*, igualmente tuvieron el mismo numero de plantas y el tratamiento 4 (testigo), tuvo tres plantas en cada bloque pero una de cada especie.

3.6 Criterios utilizados para la formación de los bloques

La formación de los bloques se hizo mediante rodales que contaban con condiciones físicas y ambientales diferentes, como son: cobertura vegetal, topografía, condiciones de humedad, además considerando la distribución y el número de individuos por especie existentes en el área de estudio.

De esta forma se lograron establecer solo tres rodales que contaban con el número de plantas necesarias de cada especie para establecer el proyecto, ya que una de las especies estudiadas solo contaba con un mínimo de individuos a comparación de las otras dos que se encontraban con mayor número de individuos en el sitio de estudio. Finalmente cada rodal fue considerado como un bloque en donde existían al menos cuatro plantas de cada especie.

Es importante aclarar que estas especies se encuentran ampliamente distribuidas alrededor del sitio experimental pero muy aisladas unas de otras, lo que dificultó la conformación de rodales o bloques con mayor número de plantas como unidades de muestreo.

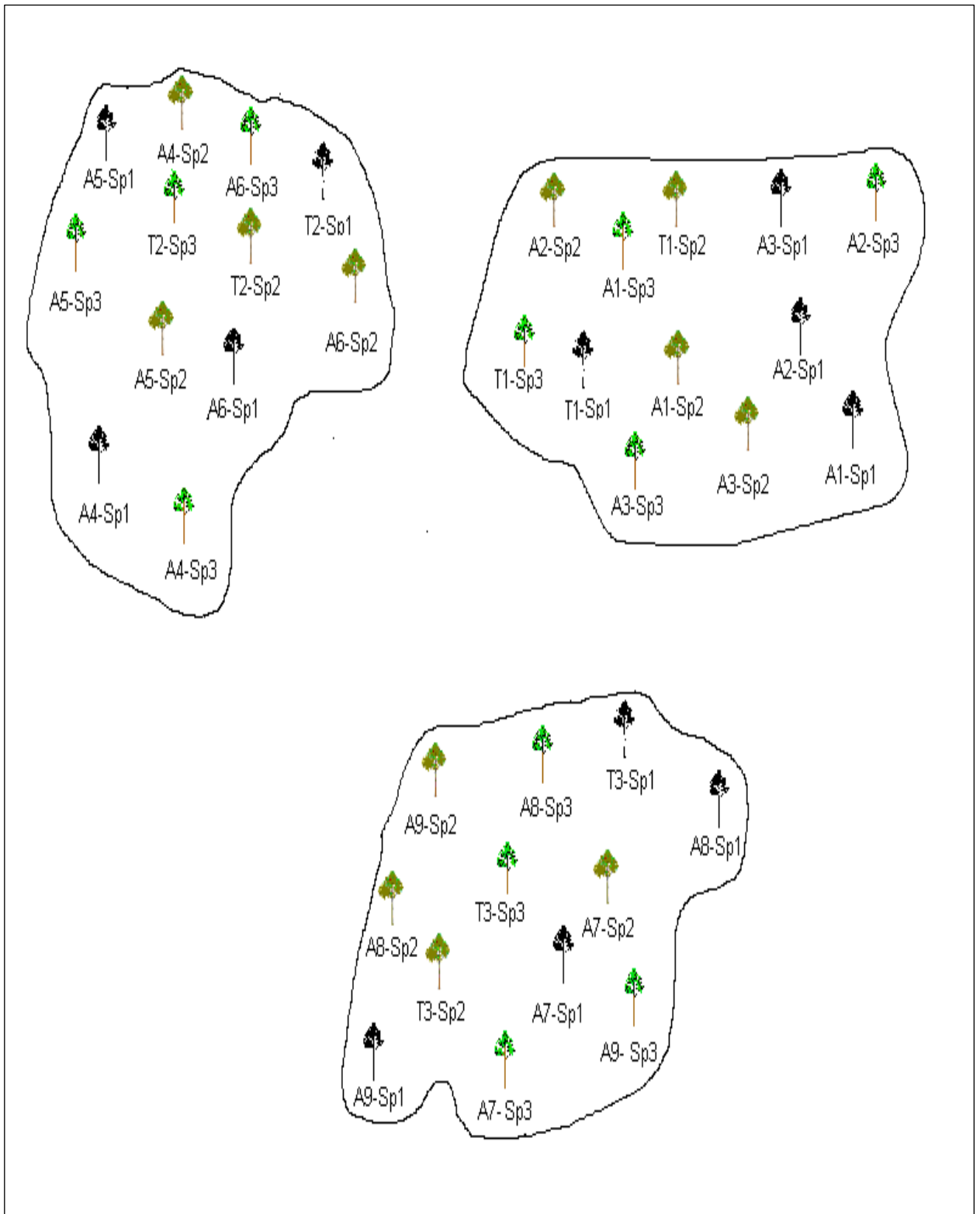


Figura 7. Diseño de la distribución de los tratamientos

3.7 Variables medidas

1. Infestación del Heno motita antes del tratamiento aplicado.
2. Reinfestacion del heno cuatro años después de haberse aplicado el tratamiento de poda.

La infestación del Heno antes del tratamiento se midió utilizando el Método propuesto por Hawksworth 1980, el cual consiste en dividir visualmente el árbol en tres partes, las cuales corresponden al tercio superior de la copa, a la parte media del árbol y finalmente al tercio inferior del árbol (Figura 8)

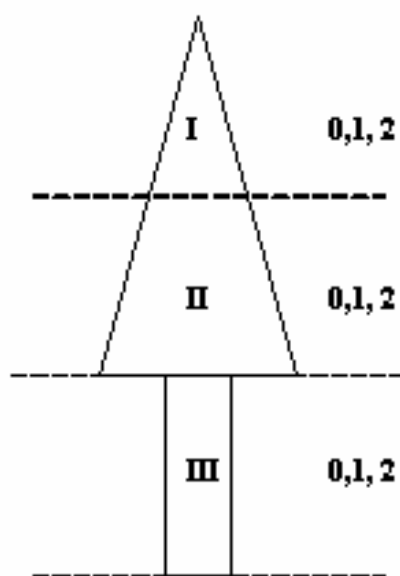


Figura 8. División del árbol para su evaluación (Hawksworth 1980)

A cada uno de los tercios se le da el valor de cero, uno o dos. El valor cero se asigna cuando el tercio evaluado no presenta nada de heno; el valor uno se otorga cuando exista del 1% al 50 % de infestación del tercio y el valor dos cuando el tercio presenta el 51% al 100 % de infestación. Finalmente la sumatoria de la infestación de los tres tercios da la infestación general del árbol. En el caso particular de este estudio a cada nivel de infestación se le dio un valor en porcentaje con el objeto de hacer factible los análisis estadísticos (cuadro 3).

Cuadro 3. Calificación del árbol según la sumatoria de los tercios evaluados.

CALIFICACION	CATEGORIA	% DE INFESTACION
0	Muy sano	0 %
1	Sano	16.66 %
2	Leve	33.33 %
3	Medio	50 %
4	Regular	66.6 %
5	Fuerte	83 %
6	severo	100 %

A todos los árboles por igual se les eliminó el heno-motita con el mismo mecanismo, consistente en podar ramas altamente infectadas, raspar con machete los tallos y ramas gruesas; se incineraron las ramas y heno motita tirado.

Se procedió a tomar las alturas de los árboles utilizando la pistola Haga, con el fin de verificara si existe relación en la infestacion de heno y la altura de los árboles.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuatro años después de haber establecido las parcelas de experimentación, se realizó otra visita al área de estudio, donde se procedió a registrar datos del grado de infestación de heno motita de acuerdo a la metodología de Hawksworth (1980) , para tal fin.

Cuadro 4. Categorías de infestación de heno motita en las diferentes especies estudiadas.

Tratamientos	REPETICIONES			Promedio
	R I	R II	R III	
Testigo	6	6	6	6
<i>Quercus gravesii</i>	2	1	1	1.3
<i>Quercus laceyi</i>	1.5	1	1	1.1
<i>Juglans microcarpa</i>	1	1	0	0.6

Cuadro 5. Transformación a porcentaje de infestación de heno motita

Tratamientos	REPETICIONES			Porcentaje de área dañada
	R I	R II	R III	
Testigo	100	100	100	100
<i>Quercus gravesii</i>	15	5	5	8.3
<i>Quercus laceyi</i>	8	5	5	6.0
<i>Juglans microcarpa</i>	5	5	0	3.3

4.1 Porcentaje de reinfestación por bloques y tratamientos

En la Figura 9, se muestra que el bloque I, fue donde se presentó la mayor incidencia de heno, debido tal vez a la mayor humedad y a la mayor densidad del arbolado presente en este bloque, siendo precisamente el *Quercus gravesii* quien mostró infestaciones de heno de clase dos en

promedio. Los otros dos bloques se encontraban con menos cobertura vegetal y más retirados del arroyo que provee de humedad.

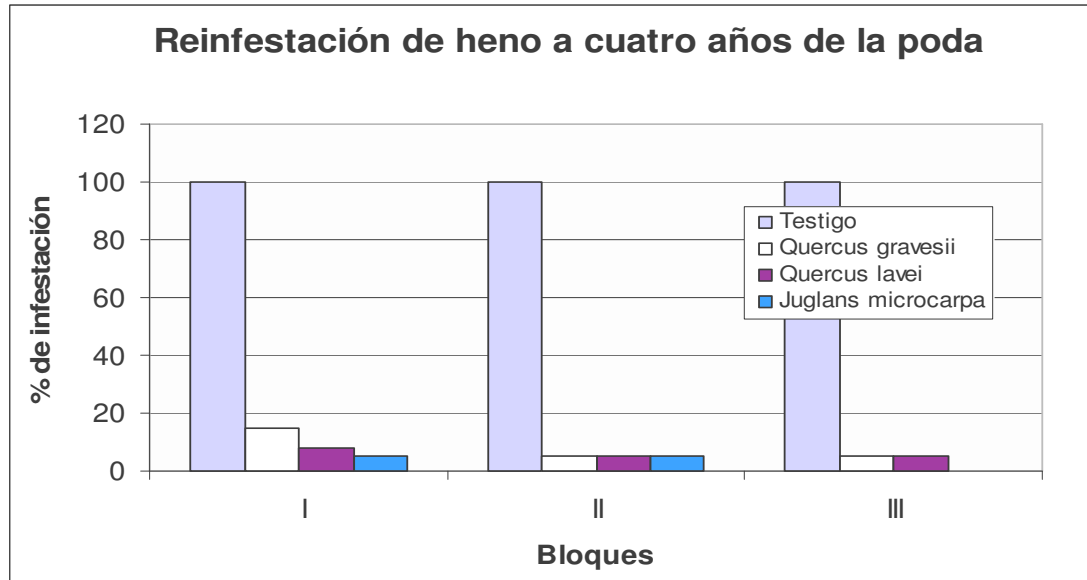


Figura 9: Porcentaje de infestación de cada tratamiento

4.2. Análisis de Varianza

De acuerdo al análisis de varianza (cuadro 6), realizado con las medias de infestación de heno, se revela que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos o especies estudiadas, siendo que *Juglans microcarpa* fue la que menor reinfestación de heno presentó después de los cuatro años de haber aplicado los tratamientos de saneamiento. Sin embargo esta diferencia que se muestra en forma tan notoria, se debe fundamentalmente al comparar la reinfestación de las especies saneadas contra las plantas testigo que no fueron saneadas, mismas que presentaron el 100% de infestación de heno motita en contraste con la poca reinfestación que presentaron las especies saneadas. Es importante señalar que entre los tratamientos 1,2 y 3 también se presenta diferencia estadística pero con menor significancia que la que existe entre las especies saneadas y los testigos. De hecho *Juglans microcarpa* es diferente estadísticamente a las dos especies de *Quercus*, pero entre estas dos no hay diferencia estadística.

El análisis de varianza revela que no existe diferencia significativa entre bloques, solo se muestran diferencias numéricas, esto a pesar de que a nivel de campo si se observo diferencia física, microambiental y de densidad de arbolado entre los bloques o rodales formados. Esta situación se atribuye tal vez a que la infestacion del heno ya era tan abundante que estaba diseminada en toda el área de estudio, sin mostrar preferencia a ninguna condición ecológica en particular.

Cuadro 6. Análisis de Varianza para la infestación de heno motita

ANALISIS DE VARIANZA					
F.V	GL	SC	CM	FC	P>F
Tratamiento	3	48.7033	16.2344	118.5482	0.001
Bloques	2	0.2316	0.1158	0.8458	0.523
Error	6	0.8216	0.1369		
Total	11	49.7566			

FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; SC= Suma de cuadrado; CM=Cuadrado medio; FC=F calculada; P>F= Probabilidad de cometer error tipo I al rechazar Ho.

4.3 Prueba de comparación de medias de Tukey

Por su parte en la prueba de Tukey (cuadro 7) se indica que la reinfestacion de heno fue muy superior en los árboles testigo para todas las especies bajo estudio y resultan similares las dos especies de *Quercus*, mostrándose *Juglans microcarpa* como la especie menos afectada y estadísticamente diferente a las otras dos especies.

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias de Tukey

PRUEBA DE TUKEY		
TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION
Testigo	6	a
<i>Quercus gravesii</i>	1.33	b
<i>Quercus laceyi</i>	1.1	b
<i>Juglans microcarpa</i>	0.6	c

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes;
 Nivel de significancia= 0.05; Tukey = 1.0469

Los resultados obtenidos revelan que la práctica de poda fitosanitaria resulta muy efectiva para controlar las poblaciones del heno, al menos en estas tres especies de hojosas estudiadas. Esto se atribuye fundamentalmente a la rápida respuesta de la regeneración del nuevo follaje, el cual al no estar afectado por el heno motita mostró una gran capacidad fotosintética impactando positivamente en el nuevo vigor de los árboles podados. Esto confirma lo que algunos autores señalan en el sentido de que la alta infestación del heno motita bloquea la actividad fotosintética de las plantas atacadas y el intercambio de gases, a lo que le llaman la asfixia de las plantas. Así es que el éxito de este trabajo se debe fundamentalmente a la buena respuesta que tienen las hojosas al tratamiento de podas. También el éxito se le puede atribuir, a la buena época en que se hicieron las podas (finales de otoño) y al tratamiento integral que se realizó para eliminar al heno motita de los hospederos estudiados.

En cuanto a la diferencia estadística que se encontró entre los tratamientos se puede considerar que el *juglans microcarpa* presentó menor infestación que las otras especies debido probablemente a que su corteza es menos porosa que la corteza de las otras dos especies de *Quercus*, siendo esto una necesidad vital para el establecimiento de *Tillandsia recurvata*, preferir especies porosas para que su semilla tenga mayor probabilidad de anclaje y prendimiento. Por otra parte la diferencia encontrada entre bloques

definitivamente se establece que se debe a la mejor condición de humedad del bloque ya que se ubicó cerca de un arroyo.

4.4. Relación entre la infestacion de heno y altura del los hospederos

En la Figura 10 y 11, se muestra la relación existente entre la altura del arbolado en cada especie y el nivel de infestacion, y como se puede observar no existe un comportamiento definido del heno para preferir cierto tipo de altura del hospedero. Así para *Quercus gravesii* (línea roja) y *Juglans microcarpa* (línea negra), *tillandsia recurvata* muestra mayor infestacion en árboles de mayores alturas, mientras que para *Quercus laceyi* (línea verde) es todo lo contrario, a menor altura mayor infestacion, lo anterior nos indica que la distribución del heno no tiene que ver con la altura de los hospederos, tal vez se relacione con otro tipo de variables que no fueron contempladas en este estudio.

$$Quercus\ laceyi\ y = -0.3794\ln(x) + 2.0303\ R2 = 0.008; Quercus\ gravesii\ y = 1.4653\ln(x) - 1.5141\ R2 = 0.0293; Juglans\ microcarpa\ y = 0.6624\ln(x) - 1.0369\ R2 = 0.0556$$

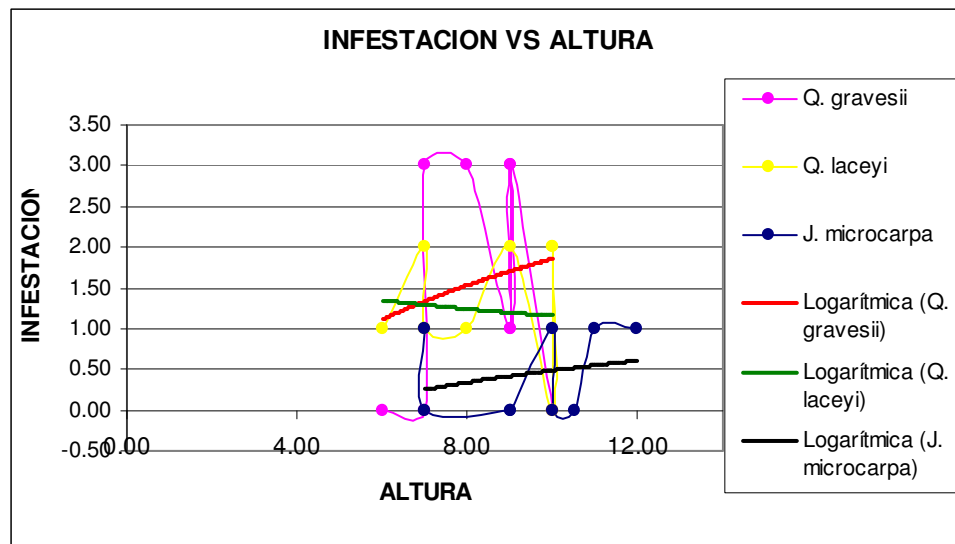


Figura 10: Grafica logarítmica de comparación de infestacion contra altura.

$Quercus laceyi$ $y = -0.0549x + 1.6923$ $R^2 = 0.011$; $Quercus gravesii$ $y = 0.1393x + 0.4098$
 $R^2 = 0.0162$; $Juglans microcarpa$ $y = 0.087x - 0.3816$ $R^2 = 0.0783$

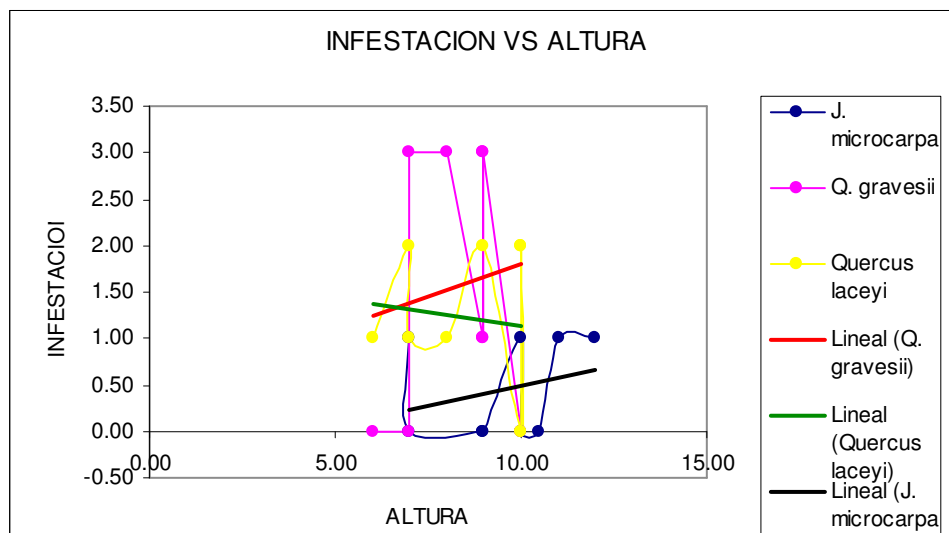


Figura 11: Grafica de modelo lineal de comparación de infestacion contra altura

Finalmente se menciona que el tratamiento de poda mecánica del arbolado bajo estudio arrojó un total de 34.22 m³ de volumen acumulado resultante de las podas consistente en troncos, ramas, ramillas y plantas de heno, material que fue recogido e incinerado para evitar la propagación del heno a otras áreas no infestadas (Figuras 3,4,5,6).

También es importante señalar que el ejercicio de la poda mecánica por árbol para eliminar al heno se realizó en un tiempo promedio de 2.30 hrs. utilizando tres operarios por árbol.

En cuanto a coníferas se refiere, y aunque no fueron estudiadas en este trabajo, tal vez la respuesta no sea tan rápida como es en el caso de las hojosas estudiadas, pero no es de dudarse de que también puedan tener gran eficiencia, considerando que existen estudios en donde se demuestra que las coníferas pueden desarrollarse bien hasta con un 60% de su biomasa aérea podada, (Montoya 1993 y Jara 1982).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir los siguientes puntos:

1. Las tres especies estudiadas responden muy satisfactoriamente a las podas de saneamiento para eliminar el heno motita destacando estadísticamente el nogalillo (*Juglans microcarpa*).

2. La reinfestación de heno cuantificada cuatro años después de haber aplicado las podas de saneamiento, muestran que las clases de infección fueron las más bajas según el método de Hawksworth 1980, por lo que aunado al largo ciclo biológico que tiene el heno motita, es de esperarse que reinfestaciones más altas solo pudieran ocurrir en un tiempo no menor a 10 años.

3. Por lo anterior se concluye que las especies estudiadas responden muy bien al tratamiento de poda y que este tratamiento debe considerarse muy seriamente para los planes de manejo que impliquen el control de heno motita.

5.2 Recomendaciones

1. Realizar este tipo de investigación en especies de coníferas para ver la respuesta de las plantas y la viabilidad económica y ecológica de su aplicación.

2. Realizar investigaciones de manejo silvícola (podas y aclareos) en forma simultánea, enfocadas a la regulación de poblaciones del heno motita.

3. Indagar alternativas viables para el aprovechamiento del heno motita, de tal suerte que el material podado no sea incinerado, sino que sea utilizado en procesos ecológicos socialmente más aceptados.

4. Volver a medir la reinfestación del heno en este arbolado estudiado dentro de cinco o seis años a partir de esta fecha

VI. LITERATURA CITADA.

- Anaya, C. 2001. El clavel del aire. Turf Grass Management, [en línea] Argentina [Fecha de consulta 19 de Feb 2006], Disponible en: <http://www.tgm.com.ar/revistas/revistas/34/clavel-aire.htm>.
- Baigorria, G . 1997 El Clavel del aire, *Tillandsia* spp., y su control. XIII Congreso Latinoamericano de Malezas. Acintacnia, Argentina. 3 p.
- Bensing, D.H., y J. S. 1979. Nutritional Piracy and hos decline: A new perspective on the epiphyte-host relationship. The Journal of the Marie Sel by Botanical Gardens. 231 p.
- Bonilla A., J.D. Burgos., I.Jonson., Y. Morales.,y K. Soto. 2006. Distribución del nido de gungulen, *Tillandsia recurvata*, [En Linea] Universidad de Puerto Rico, [Fecha de consulta. 1 de Mayo de 2007] disponible en: www.inta.gov.ar/salta/info/boletines/desideratum/boletin_desideratum_17.htm.
- Cabrera, G.M. 1995. Hydroperoxycycloartanes from *Tillandsia recurvata*, Revista Científica Journal of Natural Products. V. 58 (12) 1920-1924. 19 p.
- Caldiz. D.O. y J. Belatramo. 1989. Control of the Epiphytic Weeds *Tillandsia recurvata* and *T. aeranthos* with simazine. Forest ecology and Management. 28 p.
- Cantú, B.,C. 1968. El control del heno en los pinos de la Sierra de Arteaga. Tesis Profesional. ESAAN. Saltillo, Coahuila. pp.12-24.
- Conzatti C. 1947. Flora taxonómica Mexicana (plantas vasculares). Tomo II Monocotiledoneas Diferenciadas-Superovaricas e Inferovaricas México, D.F.83-86 p.
- Crow, W.T. 2000. Ball Moss. The Texas Agricultural Extension Service. [en línea] E.U. [Fecha de consulta: 4 de Mayo de 2008] disponible en: <http://agriflifebookstore.org/tmppdfs/viewpdf1206.pdf>
- Encina, D.,J.A.1996. Distribucion y aspectos ecologicos del genero *Quercus* L. (Fagaceae) en el Estado de Coahuila, Mexico. Tesis profesional UAAAN, Coahuila. pp. 52,58
- Esau, K. 1972. Anatomía Vegetal, Editorial Omega, segunda edicion, Barcelona. pp. 240,482,533.
- Fahn, A.1978, Anatomía Vegetal. Editorial Blume, Primera Edición, España. pp.115, 311,224

- FAO. 2006. Importancia de Tillandsia, [en línea] [Fecha de consulta: 29 de Abril de 2007],. disponible en:
<http://www.fao.org/DOCREP/006/AD398S/AD398s12.htm>
- Garcia, E. 1987. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen, Editorial Limusa, cuarta edición, Mexico, D.F. 87 p.
- Hawksworth, F.G, 1980. Memoria, primer simposio nacional sobre parasitología forestal, Uruapan Michoacán.pp 239-251.
- INEGI. (Instituto Nacional De Estadística Geográfica e Informática) 1995. Catalogo de Herbario. Tomo II. México D.F. 40 p.
- INEGI, (Instituto Nacional De Estadística Geográfica e Informática) 1983 carta topográfica G14 C12, 1:50,000.
- Izco, J.,et al. 1997. Botanica, Editorial McGraw Hill, primera edicion, España, pp 564,565.
- Jara, I,A. 1982, Poda de Pinares, Boletín tecnico, 20:81, editorial Publicacion de extencion Agropecuaria, España. pp.1-10.
- Jensen, W.A y et al. 1998. Botanica, Editorial McGraw-Hill, segunda edicion, Mexico D.F . pp. 432-437.
- Kaplan.J. 2007, Gerencia y control del musgo de la bola, articulo de los Epizine Herbicide Compañy, España, pp. 20-67.
- Kimball, J.W. 1968, Biología, Editorial Wesley, cuarta edicion. E.U. 284 p
- Lombardo, A. 1984, Flora Montevidensis, tomo III, Monocotiledoneas, Intendencia municipal, de Montevideo, 66 p.
- Lowe, H. 2008. Anti-tumor and anti-inflammatory extracts of plant biomass and their uses".[en línea]. E.U. [Fecha de consulta 8 de Julio de 2008] Disponible en: <http://www.andoycia.com.ar/archivo/claveldelaire/>
- Martínez M. 1979. Catalogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas, Editorial Limusa, México, D.F.pp. 63,64.
- Montoya O.,J.M. 1993. La poda de los arboles forestales, segunda Edicion, Editorial Mundi Prensa, Madrid, España. pp.1-67.
- Neumann, R. 2004 Clavel del aire: un parásito estructural y su control, Boletín técnico Desideratum, Año II - Nº 17, Buenos Aires, Argentina. 5 p.
- OleGeezer, 2005. Información detallada sobre el musgo de la bola, Tillandsia recurvata, [en línea] Argentina, [Fecha de consulta: 29 de Septiembre de 2005]. Disponible en: <http://davesgarden.com/pf/go/2061>

- Pg, K. 2005. , Clavel del Aire, una planta que afecta a arboles y arbustos, métodos de control. [en línea]. Argentina [Fecha de consulta: 13 Abril de 2007]. Disponible en:
http://www.inta.gov.ar/salta/info/boletines/desideratum/boletin_desideratum17.htm
- Rzedowski. J. 1978. Vegetación de México, Editorial Limusa, México D.F. pp. 103-106.
- Sánchez S., O. 1969. Flora del Valle De México. Editorial Limusa, México D.F. pp. 34-39.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) 2006, Norma para el aprovechamiento de *Tillandsia recurvata*. [en línea] [Fecha de consulta: 30 de Abril de 2007]. Disponible en:
<http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/TillandsiaRecurvata.html>.
- Semarnat 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-011 RECNAT-1996 criterios legales a los que se debe someter el aprovechamiento de este producto, no se debe derribar o dañar a las especies arbóreas o arbustivas, ni aprovechar este producto en aquéllas especies que sirven como refugio permanente de especies de fauna silvestre. Diario Oficial de la federación 6 de Marzo de 1996. Mexico. D.F.
- Smith J. P. 1977. Vascular Plant Families. Editorial Eureka, California, E.U. pp. 22- 27, 45.
- Villareal Q., J.A, 1994. Introducción a la botánica forestal, Editorial Trillas, México D.F. pp.34-35.
- Villareal Q., J.A, 1994. flora vascular de la sierra la paila Coahuila, Boletín Técnico Informativo. 16(1): 109-138, pp. 110-120.
- Zarzosa, L., et al. 1987. Botánica Forestal, Editorial Limusa, México, D.F. 58 p.

VII. ANEXOS

Cuadro 8. Formato usado en el levantamiento de datos de campo

PREDIO _____		MUNICIPIO _____		FECHA _____			
COORDENADAS GEOGRAFICAS LN		LN					
LEVANTO: _____		LW					

NO. ARBOL	BLOQUE	TRATAMIENTO (Especie)	ALTURA (m)	INFESTACION DE HENO			
				I	II	III	Σ

Cuadro 9. Datos originales por bloque.

BLOQUE	ARBOL	ESPECIE	ALTURA	INFESTACION DE HENO			
			(m)	I	II	III	Σ
I	1	<i>Juglans microcarpa</i>	12.00	0.00	1.00	0.00	1.00
I	2	<i>Juglans microcarpa</i>	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I	3	<i>Juglans microcarpa</i>	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I	T1	<i>Juglans microcarpa</i>	6.00	2.00	2.00	2.00	6.00
I	1	<i>Quercus gravesii</i>	9.00	1.00	1.00	1.00	3.00
I	2	<i>Quercus gravesii</i>	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I	3	<i>Quercus gravesii</i>	8.00	1.00	2.00	0.00	3.00
I	T1	<i>Quercus gravesii</i>	7.00	2.00	2.00	2.00	6.00
I	1	<i>Quercus laceyi</i>	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I	2	<i>Quercus laceyi</i>	10.00	1.00	1.00	0.00	2.00
I	3	<i>Quercus laceyi</i>	10.00	1.00	1.00	0.00	2.00
I	T1	<i>Quercus laceyi</i>	7.00	2.00	2.00	2.00	6.00
		MEDIAS	9.00				2.42
II	4	<i>Juglans microcarpa</i>	7.00	0.00	0.00	0.00	7.00
II	5	<i>Juglans microcarpa</i>	10.50	0.00	0.00	0.00	10.50
II	6	<i>Juglans microcarpa</i>	11.00	0.00	0.00	1.00	12.00
II	T2	<i>Juglans microcarpa</i>	11.00	2.00	2.00	2.00	17.00
II	4	<i>Quercus gravesii</i>	6.00	0.00	0.00	0.00	6.00
II	5	<i>Quercus gravesii</i>	7.00	1.00	1.00	1.00	10.00
II	6	<i>Quercus gravesii</i>	9.00	0.00	1.00	0.00	10.00
II	T2	<i>Quercus gravesii</i>	6.00	2.00	2.00	2.00	12.00
II	4	<i>Quercus laceyi</i>	10.00	0.00	0.00	0.00	10.00
II	5	<i>Quercus laceyi</i>	9.00	1.00	1.00	0.00	11.00
II	6	<i>Quercus laceyi</i>	6.00	1.00	0.00	0.00	7.00
II	T2	<i>Quercus laceyi</i>	10.00	2.00	2.00	2.00	16.00
		MEDIAS	8.54				10.71
III	7	<i>Juglans microcarpa</i>	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
III	8	<i>Juglans microcarpa</i>	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
III	9	<i>Juglans microcarpa</i>	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
III	T3	<i>Juglans microcarpa</i>	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
III	7	<i>Quercus gravesii</i>	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
III	8	<i>Quercus gravesii</i>	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
III	9	<i>Quercus gravesii</i>	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
III	T3	<i>Quercus gravesii</i>	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
III	7	<i>Quercus laceyi</i>	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
III	8	<i>Quercus laceyi</i>	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
III	9	<i>Quercus laceyi</i>	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
III	T3	<i>Quercus laceyi</i>	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
		MEDIAS	8.66667				8

Cuadro 10. Medias de las especies por tratamiento sin el testigo.

ARBOL	ESPECIE (TRATAMIENTO)	ALTURA	INFESTACION DE HENO			
		(m)	I	II	III	Σ
7.00	<i>Juglans microcarpa</i>	7.00	0.00	0.00	1.00	1.00
4.00	<i>Juglans microcarpa</i>	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.00	<i>Juglans microcarpa</i>	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.00	<i>Juglans microcarpa</i>	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.00	<i>Juglans microcarpa</i>	10.00	0.00	1.00	0.00	1.00
2.00	<i>Juglans microcarpa</i>	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	<i>Juglans microcarpa</i>	10.50	0.00	0.00	0.00	0.00
6.00	<i>Juglans microcarpa</i>	11.00	0.00	0.00	1.00	1.00
1.00	<i>Juglans microcarpa</i>	12.00	0.00	1.00	0.00	1.00
	PROMEDIO	9.50	0.00	0.22	0.22	0.44
4.00	<i>Quercus gravesii</i>	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.00	<i>Quercus gravesii</i>	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	<i>Quercus gravesii</i>	7.00	1.00	1.00	1.00	3.00
3.00	<i>Quercus gravesii</i>	8.00	1.00	2.00	0.00	3.00
8.00	<i>Quercus gravesii</i>	9.00	0.00	1.00	0.00	1.00
7.00	<i>Quercus gravesii</i>	9.00	1.00	1.00	1.00	3.00
6.00	<i>Quercus gravesii</i>	9.00	0.00	1.00	0.00	1.00
1.00	<i>Quercus gravesii</i>	9.00	1.00	1.00	1.00	3.00
2.00	<i>Quercus gravesii</i>	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	PROMEDIO	8.22	0.44	0.78	0.33	1.56
6.00	<i>Quercus laceyi</i>	6.00	1.00	0.00	0.00	1.00
7.00	<i>Quercus laceyi</i>	7.00	1.00	1.00	0.00	2.00
8.00	<i>Quercus laceyi</i>	7.00	0.00	1.00	0.00	1.00
9.00	<i>Quercus laceyi</i>	8.00	0.00	1.00	0.00	1.00
5.00	<i>Quercus laceyi</i>	9.00	1.00	1.00	0.00	2.00
1.00	<i>Quercus laceyi</i>	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.00	<i>Quercus laceyi</i>	10.00	1.00	1.00	0.00	2.00
3.00	<i>Quercus laceyi</i>	10.00	1.00	1.00	0.00	2.00
4.00	<i>Quercus laceyi</i>	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	PROMEDIO	8.56	0.56	0.67	0.00	1.22

