

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA



Prueba de Bicarbonato de Sodio y Rexal para el control de *Tillandsia recurvata*, en *Pinus cembroides* Zucc. En el ejido Cuauhtémoc, Saltillo Coahuila.

TESIS PROFESIONAL

PRESENTADA POR:

VERA LUCIA VELAZQUEZ ENRIQUEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:
ING. FORESTAL

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA, MEXICO

JUNIO 2011

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Prueba de Bicarbonato de Sodio y Rexal para el control de *Tillandsia recurvata*, en *Pinus cembroides Zucc.* En el ejido Cuauhtémoc, Saltillo Coahuila.

POR:

VERA LUCIA VELAZQUEZ ENRIQUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA



Departamento
Forestal

M.C. Jorge David Flores Flores

Asesor Principal

P.A.



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

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Prueba de Bicarbonato de Sodio y Rexal para el control de *Tillandsia recurvata*, en *Pinus cembroides Zucc.* En el ejido Cuauhtémoc, Saltillo Coahuila.

POR:

VERA LUCIA VELAZQUEZ ENRIQUEZ

TESIS

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

INGENIRO FORESTAL

Aprobado por el comité de tesis

APROBADA



Una firma manuscrita en tinta que parece decir "Jorge David Flores Flores".

Departamento
Forestal

M.C. Jorge David Flores Flores

Asesor Principal

Una firma manuscrita en tinta que parece decir "Sergio Braham Sabag".

Ing. Sergio Braham Sabag

Asesor

Una firma manuscrita en tinta que parece decir "Luis Mario Torres Espinosa".

M.C. Luis Mario Torres Espinosa

Asesor

DEDICATORIAS

A DIOS

Por permitirme llegar a esta etapa de mi vida y por acompañarme a lo largo de mi camino, gracias señor.

A MIS PADRES

PANCHITA Y ABELARDO

Este esfuerzo es por ustedes y para ustedes, gracias por dejarme la mejor herencia que pudieron darme; por todos los sacrificios que hicieron para que yo pudiera terminar mis estudios profesionales. Ustedes son y serán mi sustento para que pueda seguir adelante en mi vida.

Gracias mami y papi, por darme ese amor tan grande, y por estar a mi lado en los momentos más lindos de mi vida y compartir conmigo el día en que dios me permitió ser madre de un niño tan maravillo.

“Los amo que dios me los Bendiga siempre.”

A MIS HERMANOS

América, Silver, Yajaira y Paquita; porque siempre estuvieron apoyándome en las buenas y en las malas, por todos los consejos sabios que siempre me brindaron, aunque muchas veces no les hice caso. Gracias, porque sé, que siempre contare con ustedes; los quiero mucho.

A MIS SOBRINO (A)

Fernanda, José, Fatimita, Fernandito, Monse y Hania. Por darme momentos de alegrías y también corajes, los quiero muchos a todos.

A MI PEQUEÑO TRISTAN

Esa personita que me hace sentir la mujer más feliz y orgullosa del mundo, con una sonrisa tuya iluminas cada uno de mis días, eres quien le da rumbo a mi vida cuando los caminos se me han cerrado y el motor que hace que pueda levantarme después de cada tropiezo. ¡Te amo mi niño hermoso!

A MI ESPOSO

Por tener mucha paciencia conmigo, por esperarme y siempre brindarme tu amor incondicional, a pesar de todas las adversidades que se presentaron en el camino. ¡Te amo BB!

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater, por abrirme las puertas de sus instalaciones, por todos los buenos y malos momentos que viví y que siempre llevare en mi corazón, una etapa muy hermosa de mi vida plasmada en mis pensamientos.

M.C. Jorge David Flores Flores: Porque a pesar de todo el trabajo que tuvo en todo el semestre, siempre estuvo dispuesto apoyarme en todo momento, por confiar en mí y por ser como un amigo.

M.C. Mario Torres Espinosa: Por su colaboración en esta investigación, porque siempre que lo necesite estuvo, y por ayudarme a conseguir el financiamiento de esta investigación.

Ing. Sergio Braham Sabag: Usted que siempre ha sido un gran amigo, y por apoyarme para que este estudio saliera adelante.

AI FONDO MIXTO, CONACYT-COAHUILA por el apoyo económico otorgado al proyecto de tesis que sirvió para la obtención de mi título profesional a través del proyecto “Evaluación y Validación de Alternativas de Control del Heno de Mota *Tillandsia recurvata* Para el Manejo Sustentables de Ecosistemas Forestales del Estado de Coahuila”. Clave: COAH-2009-C11-119113, a cargo del M.C. Luis Mario Torres Espinosa.

A mis amigos: **Marisol, Manuelito, Lola, Ariel, Edwin, Jesús, Jairo, Juanito, Karen, Gerardo, Fredy** y a mis maestros en especial a **M.C. Sergio Sánchez, DR. Alejandro Zarate, DR. Miguel Ángel Capo, M.C. (†) Luis Morales, DR. Ismael Cabral**, gracias porque de una u otra manera formaron parte de este trabajo y lo poco o mucho que los llegue a conocer, les tome un gran cariño y afecto. Siempre estuvieron apoyándome en la buenas y malas, brindándome su amistad sin acepción alguna. Siempre los llevare en mi mente y corazón, dios los bendiga.

A mis **suegros**, por cuidar a mi niño precioso y por darle mucho amor durante mi ausencia. Por todo el cariño y respeto que me han brindado desde el momento que forme parte de su familia.

A MI GENERACIÓN CXI

Por los buenos momentos que compartimos: angustias, alegrías y tristezas.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO.....	i
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos:	2
1.2 Hipótesis:.....	2
II. LITERATURA CITADA.....	3
2.1 Caracterización de <i>Pinus cembroides</i> Zucc.	3
2.1.1 Importancia ecológica y social.....	3
2.1.2 Importancia económica	4
2.1.3 Factores de deterioro de los bosques de <i>Pinus cembroides</i> Zucc	4
2.2 Caracterización de la familia Bromeliaceae.....	5
2.2.1 Descripción.....	5
2.2.2 Fisiología de Tillandsias	6
2.2.3 Tipos de Tillandsias.....	6
2.2.4 Usos	7
2.3 <i>Tillandsia recurvata</i>	8
2.3.1 Clasificación taxonómica	8
2.3.2 Descripción botánica	9
2.3.3 Ciclo biológico	10
2.3.4 Reproducción	10
2.3.5 Condiciones ecológicas de <i>Tillandsia recurvata</i>	11
2.3.6 Distribución geográfica en el mundo	11
2.3.7 Distribución de <i>Tillandsia recurvata</i> en México	11
2.3.8 Principales hospederos	12
2.3.9 Tipos de daños.....	12
2.4 Métodos de control.....	13
2.4.1 Método químico.....	13
2.4.2 Método mecánico	14

2.5 Descripción de productos químicos.....	15
2.5.1 Información técnica del Rexal	15
2.5.1.1 Formas de actuar del Rexal	15
2.5.2 Información técnica del Bicarbonato de Sodio	16
2.5.2.1 Propiedades del Bicarbonato de Sodio	16
2.5.2.2 Usos	16
2.5.2.3 Uso cultural	17
2.5 Que son los herbicidas.....	17
2.5.3.1 Como actúan en las plantas	18
2.5.3.2 Tipos de herbicidas	18
2.6 Trabajos a fines.....	19
III. MATERIALES Y METODOS	20
3.1 Localización y descripción del área de estudio	20
3.2 Descripción del área de estudio	21
3.4 Procedimiento experimental.....	23
3.4.1 Selección del área de estudio.	24
3.4.2 Tratamientos y Diseño experimental	25
3.4.3 Aplicación de los tratamientos.....	27
2.4.4 Variables observadas.....	28
2.4.5 Modelo estadístico	32
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Resultados obtenidos con tratamientos a base de Bicarbonato de Sodio.....	33
4.1.1. Por ciento de mortalidad en las borlas de <i>T. recurvata</i>	33
4.2. Grado de afectación del Bicarbonato de Sodio sobre la altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de las borlas <i>T. recurvata</i>	37
4.2.1. Afectación en la altura	37
4.2.2. Afectación en el diámetro	38
4.2.3. Afectación en el peso	39
4.2.4. Afectación en la pérdida de humedad	40
4.2.5. Discusión de los resultados para la prueba de Bicarbonato de Sodio.....	41
4.3. Resultados obtenidos con tratamientos a base de Rexal.....	42

4.3.1. Por ciento de mortalidad en las borlas de <i>T. recurvata</i>	42
4.4. Grado de afectación en la altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de las borlas <i>T. recurvata</i> con Rexal.	45
4.4.1. Afectación en la altura	45
4.4.2. Afectación en el diámetro	45
4.4.3. Afectación en el peso	45
4.4.4. Afectación en la pérdida de humedad	46
V. CONCLUSIONES	47
VI. LITERATURA CITADA.....	48
APENDICE	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variación de las temperaturas extremas en los últimos 11 años.....	21
Cuadro 2. Distribución de los tratamientos de Bicarbonato de Sodio en un diseño completamente al azar.....	25
Cuadro 3. Distribucion de los tartamientos del Rexal en un diseño completamente al azar.....	26
Cuadro 4. Escala arbitraria para evaluar porciento de mortalidad de <i>T. recurvata</i>	29
Cuadro 5. Analisis de varianza para la mortalidad de las borlas de <i>T. recurvata</i> con aplicaciones de Bicarbonato de Sodio	33
Cuadro 6. Prueba de comparacion de medias de Tukey (NS=0.05) para la mortalidad de las borlas de <i>T. recurvata</i>	34
Cuadro 7. Porciento de mortalidad y otros niveles de daños en las borlas de <i>T. recurvata</i> con aplicaciones de Bicarbonato de Sodio.....	34
Cuadro 8. Análisis de varianza de las borlas de <i>T. recurvata</i> con daño fuerte con aplicaciones de Bicarbonato de Sodio	36
Cuadro 9. Prueba de Tukey para las borlas de <i>T. recurvata</i> con daño fuerte con aplicaciones de Bicarbonato de Sodio.	36
Cuadro 10. Análisis de varianza para la altura del heno motita <i>T. recurvata</i> a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos.	37
Cuadro 11. Análisis de varianza para la altura del heno motita <i>T. recurvata</i> a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos	38
Cuadro 12. Análisis de varianza para el diámetro del heno motita <i>T. recurvata</i> a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos	38
Cuadro 13. Análisis de varianza para el peso del heno motita <i>T. recurvata</i> a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos	39
Cuadro 14. Análisis de varianza para la perdida de humedad del heno motita <i>T. recurvata</i> a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos.....	40
Cuadro 15. Porciento de mortalidad y otros niveles de daños en las borlas de <i>T. recurvata</i> con aplicaciones de Rexal.....	43
Cuadro 16. Análisis de varianza para la mortalidad de las borlas de <i>T. recurvata</i> , con aplicaciones a base de Rexal.....	44

Cuadro 17. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05) para la mortalidad de las borlas de <i>T. recurvata</i>	44
Cuadro 18. Análisis de varianza para la altura del heno motita <i>T. recurvata</i> a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos	45
Cuadro 19. Análisis de varianza para el diámetro del heno motita <i>T. recurvata</i> a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos	45
Cuadro 20. Análisis de varianza para el peso del heno motita <i>T. recurvata</i> a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos	45
Cuadro 21. Análisis de varianza para la pérdida de humedad del heno motita <i>T. recurvata</i> a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos.....	46
Cuadro 22. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05) para la altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de <i>T. recurvata</i>	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de <i>Tillandsia recurvata</i>	8
Figura 2. Localización del área de estudio	20
Figura 3. Forma de evaluar la Infestación de <i>T. recurvata</i> de acuerdo a Hawksworth (1980).	24
Figura 4. Aplicación de los tratamientos con Bicarbonato de Sodio y Rexal	27
Figura 5. Determinación de la altura de <i>T. recurvata</i>	30
Figura 6. Determinación del diámetro de <i>T. recurvata</i>	30
Figura 7. Determinación del peso de <i>T. recurvata</i>	31
Figura 8. Porciento de mortalidad y otros niveles de daños en las borlas de <i>T.</i> <i>recurvata</i> con aplicaciones de Bicarbonato de Sodio.....	35
Figura 9. Perdida de humedad en las borlas de <i>T. recurvata</i> con aplicaciones de Bicarbonato de Sodio.....	40
Figura 10. Porciento de mortalidad y otros niveles de daños en las borlas de <i>T.</i> <i>recurvata</i> con aplicaciones de Rexal.....	43

RESUMEN

En los últimos 15 años *Tillandsia recurvata* se ha convertido en el principal problema de salud para las áreas arboladas afectando no solamente a los pinos piñones sino también a una serie de hospederos de importancia forestal y urbana, estudios preliminares estiman que existen más de 60 mil hectáreas arboladas afectadas por esta planta solo en el estado de Coahuila. Con el objeto de contribuir a solucionar este grave problema que afecta las áreas arboladas del sur de Coahuila y estados aledaños, se planteo la presente investigación con los objetivos siguientes: Evaluar la efectividad del Bicarbonato de Sodio y Rexal, para el control de *T. recurvata*. Determinar la mejor dosis de estos dos productos para el control de *Tillandsia recurvata*. Los tratamientos empleados con Bicarbonato de Sodio fueron, 80 gr/litro agua y 100 gr/litro de agua con una y dos aplicaciones para cada caso, con Rexal fueron, 5 gr/ litro de agua, 10 gr/ litro de agua y 15 gr/ litro de agua con una y dos aplicaciones, además de un testigo de cada producto al cual no se le aplico nada. El experimento se estableció a finales del mes de Mayo del 2010, donde primeramente se hizo un recorrido en el área de estudio para seleccionar un grupo de arboles con grado 5 y 6 de infestación, es decir que estuvieran altamente infestados por *Tillandsia recurvata* de acuerdo con el método de Hawksworth (1980). Para este estudio se emplearon cinco tratamientos bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones considerando dos árboles como unidad experimental de cada tratamiento; las variables observadas para determinar el efecto de los productos sobre las poblaciones de *Tillandsia recurvata* fueron, porciento de mortalidad de las motitas, grado de afectación de los productos sobre Altura, Diámetro, Peso y Perdida de humedad de las motitas, los cuales se midieron a los cuarenta días después de las aplicaciones. Los resultados de esta investigación revelan que el Bicarbonato de Sodio con la dosis 80 gr/litro de agua con dos aplicaciones fue el tratamiento más efectivo para matar a la borlas de *T. recurvata*, mostrando un 77.5% de mortalidad, mientras que los tratamientos a base de el Rexal no tuvieron ningún efecto sobre el control de las borlas de *T. recurvata* ni sobre ninguna variable.

Palabras clave: *T. recurvata*, *P. cembroides*, Bicarbonato de Sodio, Rexal, Dosis.

I. INTRODUCCION

Importancia del estudio

El estado de Coahuila está localizado en la parte central del norte de México. Su extensión territorial es de 151,571 kilómetros cuadrados y representa el 7.7% del área total del país. Su superficie forestal arbolada es de 450 mil ha (SEMARNAT 2002).

En el Sureste de Coahuila existes varias especies de pino piñonero que son de gran importancia económica, ecológica y científica, siendo el *P. cembroides* la especie más dominante.

Particularmente el *P. cembroides* se localiza en áreas de clima templado seco o semiseco, en las altitudes que oscilan entre los 1500 hasta los 3000 msnm; de igual forma se ha demostrado que es la especie más aprovechada por el productor forestal para diversos fines, entre los que destaca la colecta de piñón. (Flores, 1985).

Planteamiento del problema

En los últimos 15 años *Tillandsia recurvata* se ha convertido en el principal problema de salud para las áreas arboladas del sur de Coahuila y varios estados vecinos, afectando no solamente a los pinos piñones sino también a una serie de hospederos de importancia forestal y urbana, así como a especies propias del semidesierto, estudios preliminares estiman que existen más de 60 mil hectáreas arboladas afectadas por esta planta solo en el estado de Coahuila (Flores, 2005).

Lo sorprendente es que *T. recurvata* llamada comúnmente heno de motita, gallito, paxtle, flor de clavel, hichicome (Sonora), hichiconi (Chihuahua), es una planta epífita, que como tal no toma ningún nutriente de sus hospederos vivos, solo los usa como soporte para anclarse. (Smith *et al.*, 1986). Sin embargo estudios recientes revelan que esta planta si afecta al hospedero en diversas

formas como: al competir por espacio y luz y por la compresión que realizan las raíces de los claveles, a las ramas más jóvenes de los árboles (Madison, 1977).

Sea cual sea la situación, actualmente las poblaciones de *P. cembroides* se encuentran fuertemente invadidas por *T. recurvata*, causándoles un fuerte impacto en su vigor y provocando la muerte de muchos de ellos (Flores y col 2005).

Los estudios enfocados a buscar soluciones para el control de *T. recurvata* son muy escasos y la mayoría de ellos son trabajos que se ha realizado en otras partes del continente americano como Argentina, Brasil y Estados Unidos.

Con el objeto de contribuir a solucionar este grave problema que afecta las áreas arboladas del sur de Coahuila y estados aledaños, se planteo la presente investigación con los objetivos siguientes:

1.1. Objetivos:

- Evaluar la efectividad del Bicarbonato de Sodio y Rexal, para el control de *Tillandsia recurvata*.
- Determinar la mejor dosis de estos dos productos para el control de *Tillandsia recurvata*.

1.2. Hipótesis:

Ho: Los dos productos tienen igual efectividad para el control de *Tillandsia recurvata*.

Ha: Al menos una de las dosis de los productos tiene mayor efectividad para el control de *Tillandsia recurvata*.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Caracterización de *Pinus cembroides* Zucc.

En México *P. cembroides* es la especie más ampliamente distribuida del grupo de los piñoneros. La especie se distribuye por casi todo el Norte y Centro del país. Se encuentra en el extremo Sur de Baja California, en Sonora, Nuevo León, San Luis Potosí, Noreste de Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz (Rzedowski, 1978). También se distribuye en Chihuahua, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco, Coahuila y Tamaulipas; en los Estados Unidos se distribuye en Arizona, Nuevo México y Texas (Perry, 1991).

P. cembroides ocupa casi siempre zonas de transición entre la vegetación xerófila de climas áridos y la boscosa de las montañas más húmedas. El rango altitudinal más conocido es de 1500 a 3800 msnm, con una precipitación promedio de 450 mm con 7 meses secos (Rzedowski, 1978).

2.1.1. Importancia ecológica y social

El *Pinus cembroides* cobra mayor importancia, por ser la especie predominante de la vegetación existente de los lugares previamente mencionados, dependen de él una serie de elementos bióticos y abióticos que caracterizan a estas regiones, como la diversificación y abundancia de la fauna, los ciclos hidrológicos, mantos acuíferos, la conservación de suelos, áreas recreativas, áreas de reforestación rural y urbana y el microclima en general (Flores, 1985).

Comunidades y familias que dependen de este recurso para obtener satisfactores que aseguren su permanencia o arraigo en sus lugares de origen, la recolección de los conos y la obtención de la semilla (piñón) se realiza a nivel familiar ejidal o de los pequeños propietarios, lo cual coadyuva en una parte importante a elevar sus ingresos económicos (Flores, 1985).

De acuerdo con Olayos y Mondragón (1985), dentro de los especiales usos del piñonero destacan los siguientes: Obtención de madera para la construcción de viviendas, extracción (resina), leña para combustible principalmente para

autoconsumo, árboles de ornato, árboles de navidad y establecimiento de huertos para producción de árboles de navidad.

2.1.2. Importancia económica

En las condiciones económicas tan difíciles que se viven en estos días, el *Pinus cembroides* adquiere una importancia cada vez más relevante, ya que su semilla (piñón) genera una alta actividad comercial en amplias zonas rurales, esto, debido a que tienen importantes ingresos por la comercialización del fruto, madera para construcción, postas para cercas y venta de árboles de navidad (Almaraz, 1992).

También se ha sugerido su uso, en proyectos de recuperación de suelos, en huertos familiares e incluso en la reforestación urbana (Martínez, 1948).

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

Desafortunadamente, este recurso al igual que cualquier otro bosque, se ve permanentemente afectado por una serie de factores que tienden a su deterioro parcial o total.

Entre estos sobresalen:

- Los incendios forestales.
- Desmontes para la agricultura en terrenos no agrícolas.
- Explotaciones irracionales.
- Obras sociales.
- La incidencia de plagas y enfermedades.

2.2. Caracterización de la familia Bromeliaceae

2.2.1. Descripción

Las *bromeliáceas* forman una familia de plantas monocotiledóneas que consta de hierbas perennes terrestres, epífitas o arbustos, son originarias de las regiones tropicales y templadas del continente americano; en su mayoría poseen metabolismo CAM. (Al oeste de África existe una sola especie que poseen hojas arrosetadas, flores y brácteas coloridas y vistosas, y los estigmas típicamente retorcidos). El aspecto rosulado de esta familia es bastante característico, suele tener un breve tallo con las hojas dispuestas en roseta y en el centro forman una copa en la cual se acumula el agua de lluvia, que sirve como reserva para la planta y además sirve para el desarrollo de una rica flora y fauna (Cabral, 2002).

Las bromelias se dividen en tres subfamilias: *Bromelioideae*, *Pitcairniodeae* y *Tillandsioideae*. La subfamilia *Tillandsioideae* es probablemente la más evolucionada con adaptaciones especiales para sobrevivir en hábitos xerofitos. Contiene 6 géneros y 1020 especies; la mayor parte de estas especies son plantas epífitas. Son plantas de ovario superior, fruto en capsulas y sus semillas son plumosas y por consecuencia son dispersadas por el viento (Taxonomy, 2010).

Las plantas de *Tillandsia* presentan una densa cobertura de escamas peltadas. La misión de este particular indumento es la de incrementar la reflexión de radiación solar de las hojas, disminuyendo la diferencia de temperatura hoja-aire. Pero la función que mejor se conoce es su intervención en la absorción de agua proveniente del rocío de la noche y nutrientes de la atmósfera (Cabral, 2002).

Toda la inflorescencia participa en la polinización como unidad morfológica y ecológica; los sépalos y las brácteas tienen funciones atractivas (semáforos) y perduran más que los pétalos. Las flores individuales proveen el néctar que se encuentra en nectarios epiteliales en los septos del ovario. En el estudio de néctar y nectarios de algunas Bromeliáceas de Catamarca, Córdoba, Salta, Santiago del

Estero y Tucumán se observó que las especies de *Aechmea*, *Vriesia* y *Tillandsia* son visitadas principalmente por colibríes (Cabral, 2002).

Todas las especies del genero *Tillandsia* son enteramente epífitas y tienen raíces sólo en el estado de plántula, las que se transforman en órganos fijadores a la madurez (Cabral, 2002).

2.2.2. Fisiología de Tillandsias

Estos organismos exhiben en su mayoría fotosíntesis tipo CAM (Smith, 1986) realizo estudios sobre el intercambio gaseoso que llevan a cabo las especies *T. recurvata* y *T. usneoides*, demostrando su capacidad para absorber CO² ante las oportunidades de humedad ambiental nocturna, ligada al mecanismo fotosintético MAC y que han hecho ver al aparato estomático de estas plantas como un sensor de humedad muy preciso.

Benzing (1990) sume a esta eficiencia el papel absorbente de nutrientes a través de los numerosos tricomas que revisten la superficie foliar. Hietz y Hietz-Seifert (1994) mencionaron que es una especie de hábito atmosférico extremo, que se distribuye en bosques secos y moderadamente húmedos, y que no crecen en bosques mesofilo de montaña, además de ser limitados su desarrollo por las bajas temperaturas. Stanford (1990), señalo que *T. recurvata*, tiene una especial adaptación a los periodos prolongados de escasez de agua.

2.2.3. Tipos de Tillandsias

Las plantas de *Tillandsias* constituyen el género más numeroso de la familia Bromelacea, y existen dos tipos:

- *Tillandsias* verdes: Estás requieren un clima templado- lluvioso y crecen por lo general en la sombra, ya sea en la tierra o sobre árboles. Las variedades verdes carecen de tricomas; es decir pequeñas escamas por donde ellas respiran.

- *Tillandsias* grises: Estas especies crecen en áreas sub-húmedas o sub-áridas con alta humedad del aire. Prefieren el sol, por lo cual se encuentran en los pisos altos del bosque o en las rocas. Muchas de estas variedades son epifitas; este tipo de plantas no tienen raíces. El color gris, se da porque sus tallos y hojas si están cubiertos por pequeñas escamas (tricomas).

Ecológicamente *Tillandsia recurvata* pertenece al grupo de las *Tillandsias* grises, según Benzing, (1990). Ya que es una epifita extrema con desarrollo de un sistema de escamas foliares adsorbentes, *Tillandsia recurvata* carece de tanque de almacenamiento de agua, pero sus tricomas especializados realizan la adsorción de humedad y la protección de la planta a la radiación solar, las raíces son fibrosas y funcionan solamente para asegurar la fijación al sustrato. Se considera que especies de este tipo desligaron su relación nutritiva con el suelo y las raíces perdieron su función de absorción para dejar esta a los tricomas foliares adsorbentes.

2.2.4. Usos

Los usos más conocidos para *T. recurvata* son diversos: los hay medicinales como reumatismo, hemorroides, quemaduras, tos y bronquitis. Se puede usar como forma terapéutica y farmacológica. Incluso como una infusión que recupera energías perdidas. (Espinosa *et al.*, 2003); alimenticios ya que las hojas tiernas se emplean en la elaboración de ensaladas; artesanales, en donde la planta completa se emplea en la fabricación de coronas y adornos navideños, así como arreglos florales (SEMARNAT, 2002).

2.3. *Tillandsia recurvata*

2.3.1. Clasificación taxonómicas

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinids

Orden: Poales

Familia: Bromeliaceae

Género: *Tillandsia*

Especie: *recurvata*

Los nombres por los que se le conoce a esta especie son: paxtle, gallito, heno de motita, hichicome (Sonora), hichiconi (Chihuahua), (Martinez, 1948; Conzatti, 1947).



FIGURA 1. Planta de *Tillandsia recurvata*

2.3.2. Descripción botánica

Tillandsia recurvata es una planta epífita de un promedio de 8 cm de radio, agrupada por lo general en varias masas esféricas con un sistema rudimentario de raíces. Suele colonizar árboles y cables telefónicos posee tricomas foliares higroscópicos que le permiten condensar la humedad del viento y así absorber nutrimentos (Madison, 1977).

No ataca el sistema vascular de sus forofitos, sólo los utiliza como soporte y tiene fotosíntesis tipo C3 (Smith *et al.*, 1986). Las semillas son fusiformes, muy pequeñas y poseen vellos blancos y sedosos que le facilitan su adherencia a cualquier superficie (Miranda y Hernández, 1963).

Sus tallos son cilíndricos, de 2 a 4cm; de largo y diámetro de 1.5 a 2.5mm, con vainas blancas, oblongas de 1 a 1.2 cm lineares y de 4 a 5 mm de ancho, está formado por un número variable de brotes que, en conjunto, forman una pequeña esfera que rodea las ramas de los árboles en los que se establece. Cada brote está formado por 3-8 hojas lineares de color blanco verdoso, cubiertas de tricomas escamosos. (Soltis *et al.*, 1987).

Sus inflorescencias son simples, terminales, de forma globosa, erectas, de hasta 1.1 cm de largo. Cada inflorescencia produce una o dos flores (ocasionalmente hasta cinco) de forma tubular, tienen 3 sépalos y 3 pétalos libres de color violeta o blanco; cuyos estambres y pistilos están profundamente incluidos en la corola, por lo que se presume que se autopolinizan. (Soltis *et al.*, 1987).

Sus infrutescencias son secas, de forma cilíndrica y contienen numerosas semillas. Son cápsulas dehiscentes de las que emergen semillas plumosas que se dispersan por viento durante los meses de invierno. (Betancur *et al.*, 2007).

Sus hojas son simples, arrosetadas, levemente envainadas hacia la base y sin pecíolo.

Las raíces se originan a partir del periciclo del tallo, es usada como sostén de las plantas y crecen directamente hacia abajo dentro del cortex y salen al exterior cerca de la base del tallo. (Betancur *et al.*, 2007).

2.3.3. Ciclo biológico

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

2.3.4. Reproducción

Tillandsia recurvata se reproducen como otras bromelias también de dos maneras: la primera es la "normal" por polinización y producción de semillas. No se autofecundan y el polen tiene que venir de otra planta de la misma especie. (Páez, 2005).

La otra manera es la reproducción de plántulas llamadas "hijuelos" de la planta madre brotan muchas veces en el tallo nuevas plantas. Esto sucede por lo general después de la floración. Una sola planta puede tener varios hijuelos que pueden ser quitados y desarrollados solos por separado ó dejados junto con la planta madre para formar una colonia (Páez, 2005).

La *Tillandsia recurvata* posee fotosíntesis, o sea que no es una parásita solo requieren apoyo físico y nada de nutrición de su huésped, recibiendo sus nutrientes del polvo y partículas que colectan con sus barbas; no afectan la salud de los especímenes. (Páez, 2005).

2.3.5. Condiciones ecológicas de *Tillandsia recurvata*

Páez (2005), menciona que las condiciones en la que debe estar el hospedero para que *T. recurvata* pueda infestarlo deben ser las siguientes: necesita generalmente de clima templado frío, prefiere árboles con alta humedad relativa y con baja luminosidad; en el caso de arboles, éstos deben de estar en malas condiciones (árboles suprimidos, bifurcados, viejos, huecos) de lo contrario el heno no encontrará las condiciones óptimas para hospedarse en ella.

2.3.6. Distribución geográfica en el mundo

Es una planta epífita atmosférica que se distribuye en ambientes tropicales secos, se encuentra desde los Estados Unidos hasta la Patagonia, incluyendo las islas del Caribe (Betancur *et al.*, 2007).

Se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales de América; en altitudes desde el nivel del mar hasta los 3000 m de elevación. Se distribuye en zonas de clima seco, por lo que se le considera una epífita extrema. (Betancur *et al.*, 2007).

2.3.7. Distribución de *Tillandsia recurvata* en México

Rzedowski (1978), la señala como la única fanerógama de hábito epífita abundante en las zonas áridas de México. Hietz y Hietz-Seifer (1994), refiere que *T. recurvata* se localiza en pisos altitudinales entre 250 y 2700 msnm en donde la especie evita la humedad. Por otra parte *T. recurvata* es una epífita característica de comunidades con baja precipitación como el matorral espinoso y la selva baja situada entre los estados de Puebla y Oaxaca, estableciéndose con carácter invasor sobre cactáceas columnares y leguminosas arbóreas.

Por otra parte Matuda (1957) alude que en México, *T. recurvata* tiene presencia en los estados de: Coahuila, Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Nuevo León y San Luis Potosí.

2.3.8. Principales hospederos

Tillandsia recurvata es una planta epífita que cumple su ciclo de vida ubicándose sobre otras plantas, especialmente leñosas y los géneros en que se encuentra más frecuentemente son: *Cedrus*, *Pinus*, *Cupressus*, *Gingko*, *Quercus* y *Prunus*. Está asociada a diversos tipos de vegetación como el bosque tropical caducifolio y principalmente al matorral xerófilo (Rzedowski, 1978); así como en la asociación denominada tetechera, que son ecosistemas de zonas áridas de suelos rocosos y sumeros por (Valiente-Banuet *et. al.*, 2000), con elementos como *Neobuxbamia tettzo*, *Bursera aelogihum*, *Mimosa Luisiana* y *Cercidium praecox*.

2.3.9. Tipos de daños

Tillandsia recurvata se ha considerado uno de los claveles del aire más agresivos desde EEUU hasta Argentina. Neumann (2004), asegura que *T. recurvata* a través de sus rizoides secreta un ácido denominado hidroperoxicicloartano que actúa como un antibiótico (alelopatía) y provoca la muerte de yemas y abscisión del follaje llegando a ocasionar la muerte de las ramas. Agrega el autor que esta especie es tan exitosa porque fija nitrógeno atmosférico y posee el ciclo fotosintético CAM que le permite absorber CO₂ de noche.

Por otra parte señala Neumann (2004), que otro efecto dañino de los claveles del aire es que con los tricomas de sus hojas pueden absorber 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.

En estudios recientes realizados en Argentina, Texas y la Florida, se ha demostrado que bajo condiciones de disturbio, *T. recurvata*, se torna extremadamente agresiva para invadir espacios en los árboles, llegando a alcanzar niveles tales que cubren prácticamente toda la superficie ocupada. Esta situación ha provocado para el caso de los árboles vivos, una serie de bloqueos que afectan su actividad fisiológica normal, como es en la actividad fotosintética o

el bloqueo en el intercambio de gases y la interrupción de la evapotranspiración, además del gran peso que tienen que soportan las ramas por el posicionamiento de la motita. Bajo estas circunstancias aseguran los investigadores, que los árboles pierden gran cantidad de humedad y vigor; entrando en un estrés hídrico y severo debilitamiento, por lo que están condenados a la muerte segura en mediano plazo (Páez, 2005).

La literatura revisada revela que el heno prefiere ocupar árboles con mucha humedad principalmente los que se encuentran al margen de arroyos, cañones y riveras, y con gran preferencia por los pinos, encinos y cedros (Neumann, 2004).

En este momento *T. recurvata*, es uno de los principales problemas fitosanitario presente en los ecosistemas forestales de Coahuila. Los resultados del diagnóstico fitosanitario realizado en este estado, reportan una superficie de más de 68,000 ha afectadas por esta planta epífita, en diferentes grados de afectación, que van desde la presencia de heno de mota en ramas hasta la cobertura total del árbol provocando en estos últimos, la muerte del arbolado (Flores, 2000).

2.4. Métodos de control

2.4.1. Método químico

El control químico ha tenido resultados satisfactorios y más efectivo, tal es el caso de sulfato de cobre pentahidratado al 10 % en agua. El único producto argentino aprobado por SENASA, que lleva incorporado un coadyuvante para disminuir tensión superficial y lograr mayor penetración. Sin embargo, se dice que el producto causa la muerte de *T. recurvata* pero estas siguen adheridas al hospedero (Neuman, 2004).

Estudios recientes realizados en San Luis Potosí, indican que el mejor método de control de *T. recurvata* presente en rodales de mezquite fue el Bicarbonato de sodio al 10% disuelto en 15 litros de agua, en el cual se obtuvo una efectividad del 56 % de control (Beltrán, 2009).

De acuerdo con Valiente-Banuet *et. al.*, 2000 Infestaciones importantes de *Tillandsia* pueden controlarse fácilmente rociando bicarbonato de sodio o bicarbonato de potasio a razón de ½ taza por galón de agua. Los tratamientos con productos químicos se consideran altamente satisfactorios, y consisten en pulverizaciones dirigidas con equipos de alta presión sobre las zonas atacadas con fitoterápicos de muy baja toxicidad. Se utilizan compuestos cúpricos como por ejemplo Oxiclورو de Cobre. Si los árboles son caducos se aplica Sulfato de Cobre diluido en agua.

Por otra parte Matuda (1957) señala que primeramente hay que valorar el grado de infestación y su estado fenológico de *T. recurvata*. Al reproducirse esta especie por semilla, sería más conveniente impedir que los frutos se formen o maduren, lo que significa que se debería de aplicar un producto químico en primavera-verano cuando el árbol está cubierto de follaje.

2.4.2. Método mecánico

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

De acuerdo con Kaplan (2007), cuando nos encontramos con árboles en una fase avanzada de crecimiento, con una importante población de *T. recurvata* y mucho material seco, lo más adecuado es comenzar con una poda sanitaria o de limpieza.

2.5. Descripción de productos químicos

2.5.1. Información técnica del Rexal

Según la empresa PROMESA, dice que el polvo para hornear REXAL es una levadura química de doble acción que se usa para aligerar la masa e incrementar el volumen de productos horneados como pasteles, bisquites y panqués, además de las mexicanísimas tortillas de harina y muchos otros.

Está compuesto por Bicarbonato de Sodio, Sulfato de Aluminio y Sodio, Fécula de Maíz, Sulfato de Calcio y Fosfato Monocálcico.dzsj (PROMESA, 1930).

2.5.1.1. Forma de actuar del Rexal

El polvo para hornear “Rexal” consiste en aligerar y elevar las masas de las panificaciones mediante el (CO_2) que se desprende de la reacción química del Bicarbonato de sodio (ingrediente alcalino) con el Fosfato Monocalcico y el Sulfato de Aluminio y Sodio (sales acidas). Esta reacción química se lleva a cabo en dos etapas que le dan al polvo su doble acción (PROMESA, 1930).

1. La primera etapa cuando reacciona el Fosfato Monocalcico con el Bicarbonato de Sodio al existir humedad (primera etapa en frio al momento del batido).
2. La segunda etapa cuando reacciona el Sulfato de Aluminio y Sodio con el Bicarbonato de Sodio al existir calor (segunda acción en calentarse al estar en el horno).

La fécula de maíz y el Sulfato de calcio funcionan como elementos aislantes separados los ingredientes activos y estandarizan la fuerza del polvo. El resultado final es un producto horneado de buen volumen, más digerible con una miga suave, tierna y brillante y con una apariencia deliciosa (PROMESA, 1930).

2.5.2. Información técnica del Bicarbonato de Sodio

El bicarbonato de sodio (también llamado bicarbonato sódico o hidrogenocarbonato de sodio o carbonato ácido de sodio) es un compuesto sólido cristalino de color blanco muy soluble en agua, con un ligero sabor alcalino parecido al del carbonato de sodio, de fórmula NaHCO_3 . Se puede encontrar como mineral en la naturaleza o se puede producir artificialmente (PROMESA, 1930)

Debido a la capacidad del bicarbonato de sodio de liberar dióxido de carbono se usa junto con compuestos acídicos como aditivo leudante en panadería y en la producción de gaseosas (PROMESA, 1930)

Algunas levaduras panarias contienen bicarbonato de sodio. Antiguamente se usaba como fuente de dióxido de carbono para la gaseosa Coca Cola (PROMESA, 1930).

2.5.2.1. Propiedades del Bicarbonato de Sodio

Es completamente soluble en agua pero poco soluble en etanol; es el más suave de los álcalis de sodio. Se descompone lentamente en agua y en el aire húmedo (PROMESA, 1930).

2.5.2.2. Usos

El bicarbonato de sodio se usa principalmente en la repostería, donde reacciona con otros componentes para liberar CO_2 , que ayuda a la masa a elevarse, dándole sabor y volumen (PROMESA, 1930)

Los compuestos ácidos que inducen esta reacción incluyen bitartrato de potasio (también conocido como *crema de tártaro*), jugo de limón, yogur, ácido acético (PROMESA, 1930)

También se usa en la alimentación de animales, industria farmacéutica, purificación de gases, industria química, en la elaboración de productos medicinales y de limpieza (PROMESA, 1930).

Otros usos incluyen, elaboración de sales y bebidas efervescentes, aguas minerales artificiales, curtiduría, tratamiento de lana y seda, cerámica, conservador de alimentos, eliminador de olores, productos para limpiar metales, en tratamiento de aguas (PROMESA, 1930).

2.5.2.3. Uso cultural

El bicarbonato de sodio se utiliza como un agente alcalinizante que actúa en combinación a la saliva en el coqueo, de manera que se suaviza y se produce la extracción de los metabolitos de la hoja de coca haciéndose de esa manera el coqueo un proceso placentero y duradero en contraposición si no se usara el bicarbonato de sodio.

El bicarbonato de sodio es a la coca lo que el azúcar al café, de manera que en la serranía del Perú y Bolivia (donde se practica el coqueo) el consumo de bicarbonato es alto. En china se usa para lavarse los pies.

2.5. Que son los herbicidas

Los herbicidas son importantes para el desarrollo económico, político y social, son productos fitosanitarios utilizados para matar plantas indeseadas. Generalmente se aplican en solución o suspensión acuosa, como una nube de gómulas dirigida hacia el objetivo de la aplicación. La concentración del ingrediente activo en la solución de aspersión varía típicamente desde 0.1 a 10% y el volumen de aplicación desde 100 hasta 400 l/ha, dependiendo del producto y del método de aplicación. Sin embargo, con la aplicación mediante discos giratorios, a veces se usan volúmenes de hasta 10 l/ha y concentraciones de hasta 50% (Klingman, 1980).

2.5.3.1. Como actúan en las plantas

Los herbicidas destruyen las malezas interfiriendo los procesos bioquímicos, como la fotosíntesis, que tiene lugar en el simplasto o sistema vivo de la planta. Para que la acción del herbicida tenga lugar deberá haber suficiente cantidad de ingrediente activo del compuesto para que éste entre en la maleza y sea transportado hacia el lugar de acción adecuado. Otros actúan interfiriendo con el crecimiento de las malas hierbas y se basan frecuentemente en las hormonas de las plantas (Klingman, 1980).

2.5.3.2. Tipos de herbicidas

Existen varias formas de clasificar los herbicidas, los diferentes sistemas se basan en criterios muy dispares, como su naturaleza química, su mecanismo de acción o su toxicidad (N. A. S. 1980). No obstante, podemos dividirlos en:

- Herbicidas residuales: Éstos se aplican al suelo, sobre la tierra desnuda y forman una película tóxica que controla la nacencia de las malas hierbas al atravesarla durante su germinación. Normalmente no son activos sobre especies perennes que rebrotan a partir de rizomas, estolones o bulbillos; sí lo son en cambio si la mala hierba nace de semillas.
- Herbicidas sistémicos: Se aplican sobre la planta, que absorbe el producto controlándola hasta la raíz, al ser traslocado hasta ésta mediante el floema.
- Herbicidas selectivos: Son aquellos herbicidas que respetando el cultivo indicado (por ejemplo, la patata) matan las malas hierbas, o al menos, un tipo de malas hierbas.
- Herbicidas de preemergencia: Son aquellos que se aplican antes de la nacencia del cultivo.
- Herbicidas de postemergencia: Son herbicidas que se aplican después de la nacencia del cultivo.

2.6. Trabajos a fines

Por otra parte Hernández (2010), realizó un trabajo de investigación con el objetivo de probar la efectividad de un producto biológico llamado “Muérdago Killer” en aplicaciones de invierno considerando este producto como una alternativa ecológicamente viable. Los tratamientos empleados fueron, 0.500, 0.750, 1.000, 1.250 y 1.500 litros de Muérdago Killer/ árbol. Las variables observadas después de la aplicación fueron Grado de Afectación del heno, Peso, Altura, Diámetro, Contenido de humedad, porciento de caída de las borlas y fitotoxicidad hacia el hospedero. Concluyo que el tratamiento más efectivo para el control del heno *Tillandsia recurvata* fue la dosis consistente en 1.500 litros de Muérdago Killer, el cual redujo de manera significativa todos los parámetros en relación a los demás tratamientos.

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

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

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización y descripción del área de estudio

El Ejido Cuauhtémoc se localiza al sureste de Coahuila, se encuentra a 45 minutos de la Ciudad de Saltillo. Pertenece al Sector Cuauhtémoc del Área protegida Sierra de Zapalinamé, este sector comprende básicamente la cuenca del valle del mismo nombre, delimitado al Norte por el parteaguas de la Sierra el Pame, al Este la cañada del escorpión, Oeste por la carretera 54 y al Sur el parteaguas de la Sierra Loma Pelona. (UAAAN, 1998).

El área de estudio está ubicado dentro de la sierra de Zapalinamé en el ejido Cuauhtémoc , en el paraje la majada, entre las coordenadas 25° 28'59.6" latitud norte y 100° 9'29.19" longitud oeste, a una elevación de 2,300 msnm en la parte baja y a 2800 msnm en la parte más alta del ejido (INEGI, 2000). Se escogieron arboles que tuvieran grado 5 y 6 de infestación de *T. recurvata* de acuerdo a la clasificación de Hawksworth 1980.

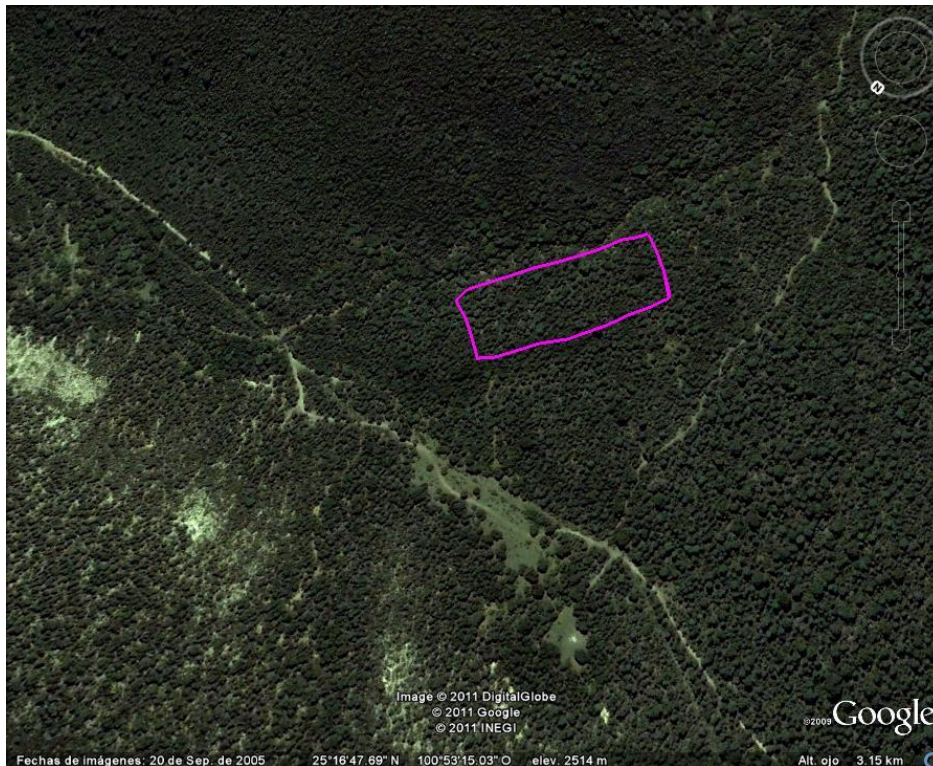


FIGURA 2. Localización del área de estudio.

3.2. Descripción del área de estudio

Clima

El clima se clasifica como BSow” (e) con una temperatura media anual de 5 a 12°C, con un régimen de lluvias en verano; aunque también puede presentarse lluvias invernales. El promedio de precipitación para la región sureste es de 500 mm (García, 1973).

Uno de los factores que más ha influido en la acentuación de la infestación de *T. recurvata*, es el cambio climático que se está presentando en la región. Como consecuencia de esto los mantos acuíferos se han venido secando con mayor frecuencia (Flores, 2009). Es por esto que nos apoyamos en las temperaturas máximas y mínimas de los últimos 11 años (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variación de las temperaturas extremas en los últimos 11 años.

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

Fuente. Departamento de hidrología y climatología de la UAAAN.

Se observa que el año más frío fue en el 2011 con una temperatura de -14.4 y el año más caluroso fue en el 2011 con 41.5° C de temperatura.

Vegetación

Esta región presenta un bosques de pino piñonero, dominante principalmente por *Pinus cembroides*; en exposiciones sur y sureste podemos encontrar matorral roseto filo y por encima de 2,600 m domina un matorral de encino arbustivo y matorral de manzanita (Barragán, 2007). La vegetación arbórea oscila entre los 8-9 metros con un diámetro de 17 centímetros y una cobertura de 3 metros. El arbolado se encuentra en la etapa joven y las especies asociadas mas encontradas son: *j. flácida*, *O. rastrera* y *Q. gricia*.

Fauna

Entre los mamíferos que podemos encontrar están: el osos negro, venado cola blanca, coyote, zorra gris, ardilla arbóreas y terrestres, comadreja, zorrillo, liebres y ratones (Megank, 1981).

Geología

Se ubica en la unidad geotectónica llamada provincia geológica de la Sierra Madre Oriental. En su totalidad la región presenta rocas de tipo sedimentarias del jurasico y creatico que proviene de procesos erosivos hídricos.

En la sierra los suelos aluviales ocupan casi el 30%, las rocas calizas ocupan el 43%, siendo ambas las unidades geológicas mejor representadas y en menor porcentaje existen lutitas, brechas, travertino, materiales de tipo arcilloso, clástico y carbonatado (Barragán, 2007).

Fisiografía y topografía

El área pertenece a la Sierra Madre Oriental, esta cordillera se extiende desde el centro del país hasta la parte sureste del estado de Coahuila y se ubica

en la subprovincia de la gran sierra plegada. La sierra incluye anticlinales (elevaciones plegadas) y sinclinales (valles y planicies) (Barragán, 2007).

Suelos.

En términos geológicos es un área plegada y fracturada con topografía accidentada y rocas sedimentarias marinas del Jurásico y Cretácico. Los suelos más predominantes son de tipo aluviales, de componentes calcáreos arcillosos, constituidos por gravas, arenas y arcillas sin consolidar su espesor, de profundidad variable y constituyen planicies con abanicos aluviales al pie del macizo.

En los valles son aluviales profundos con buen drenaje y de fertilidad moderada a alta. Debido a que es una zona montañosa, los tipos de suelos que mas predominan son: los Litosoles y las Rendzinas (Barragán, 2007).

3.4. Procedimiento experimental

El experimento se estableció a finales del mes de Mayo del 2010, donde, primeramente se hizo un recorrido en el área de estudio para seleccionar un grupo de arboles con grado 5 y 6 de afectación, es decir que estuvieran altamente infestado por *Tillandsia recurvata* de acuerdo con el método de Hawksworth (1980); que consiste en dividir de manera visual al árbol en tres tercios. Cada uno de los tercios puede llegar a tener un valor de 0 si no tiene infestación visible, 1 si la infestación es ligera (menos del 50% de las ramas están afectadas) y 2 si la infestación es severa, cuando es más del 50% de las ramas que están afectadas. Por lo que el valor máximo de infestación alcanzado es de 6.

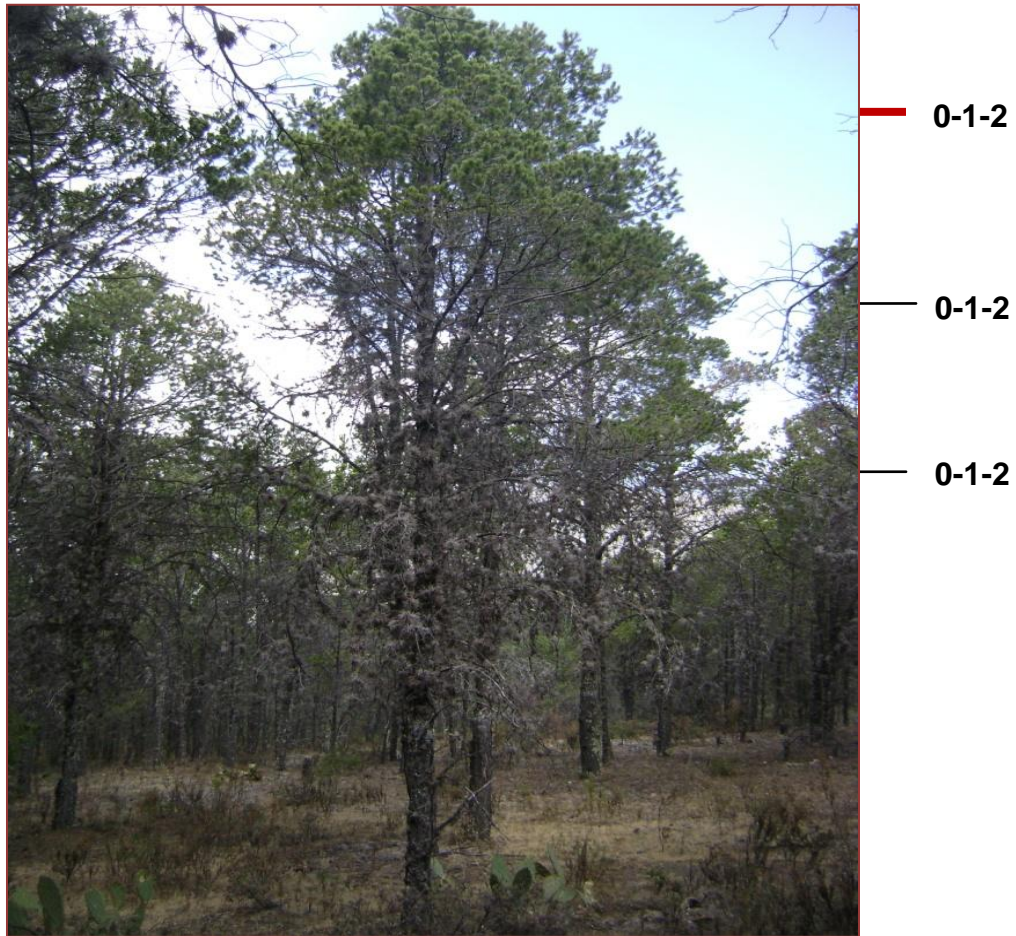


Figura 3. Forma de evaluar la Infestación de *T. recurvata* de acuerdo a Hawksworth (1980).

3.4.1. Selección del área de estudio.

Una vez seleccionado el rodal con mayor infestación, se procedió a delimitar las unidades experimentales (parcelas de 10 x 10 m) de acuerdo al diseño previamente establecido, para esta actividad se utilizó un longimetro de 50m, una brújula, un mazo y estacas de madera que fueron colocadas en cada esquina de las parcelas, al final cada parcela fue circulada con hilo de rafia.

Una vez seleccionado los arboles con mayor infestación se procedió de manera aleatoria a marcar con anillos de color blanco en el caso del Bicarbonato de Sodio y para el Rexal anillos de color naranja; para tener mejor ubicados los arboles que serian tratados.

3.4.2. Tratamientos y Diseño experimental

Para el presente estudio se evaluaron dos productos caseros; Bicarbonato de Sodio y Rexal se probaron dos y tres dosis de los productos respectivamente y número de aplicaciones (1 y 2).

Prueba realizada con Bicarbonato de Sodio

Los tratamientos a base de Bicarbonato de Sodio fueron los siguientes:

T1: D1 (80 gr/ litro de agua) con una aplicación

T2: D1 (80 gr/ litro de agua) con dos aplicaciones

T3: D2 (100 gr/ litro de agua) con una aplicación

T4: D2 (100 gr/ litro de agua) con dos aplicaciones

T5: Sin ninguna aplicación (Testigo)

Estos tratamientos se distribuyeron bajo un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, donde la unidad de muestreo fue de 2 árboles por tratamiento y repetición. La parcela experimental constó de 40 árboles (Cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución de los tratamientos de Bicarbonato de Sodio en un diseño completamente al azar.

Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4
T2	T5	T4	T2
T4	T3	T1	T5
T1	T2	T5	T3
T5	T4	T3	T1
T3	T1	T2	T4

Prueba realiza con el Rexal:

Los tratamientos a base de Rexal fueron los siguientes:

T1: D1 (5 gr/ litro) con una aplicación

T2: D1 (5 gr/ litro de agua) con dos aplicaciones

T3: D2 (10 gr/ litro de agua) con una aplicación

T4: D2 (10 gr/ litro de agua) con dos aplicaciones

T5: D3 (15 gr/ litro de agua) con una aplicación

T6: D3 (15 gr/ litro de agua) con dos aplicaciones

T7: Sin ninguna aplicación (testigo)

De la misma manera que el Bicarbonato de Sodio se utilizó un diseño experimental completamente al azar, donde la unidad de muestreo fue de 2 árboles por tratamiento y repetición. La parcela experimental consto de 56 árboles (Cuadro 3).

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

Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4
T3	T4	T5	T2
T5	T6	T7	T4
T4	T3	T2	T6
T7	T1	T1	T3
T2	T5	T6	T1
T6	T7	T4	T5
T1	T2	T3	T7

3.4.3. Aplicación de los tratamientos

Para las aplicaciones de los tratamientos se utilizó una bomba aspersora manual de mochila con una capacidad de 10 litros y con un alcance de 4 metros de altura del producto asperjado. Las dosis fueron preparadas de manera individual en cubetas de plástico con una capacidad de 20 litros.

Los productos fueron asperjados a punto de rocío, directamente a las borlas de heno motita, localizadas en el tercio inferior y medio (ramas y fuste) en el hospedero (*Pinus cembroides* Zucc). Las aplicaciones se hicieron durante primavera-verano que es cuando ocurre el máximo crecimiento vegetal.



Figura 4. Aplicación de los tratamientos con Bicarbonato de Sodio y Rexal.

La primera aplicación de Bicarbonato de sodio se hizo el 28 de mayo del 2010 y la segunda aplicación el día 17 de junio de 2010. Las aplicaciones del Rexal se hicieron el 3 de junio y la segunda aplicación fue el 23 junio del 2010.

3.4.4. Variables observadas

Para determinar el efecto de los productos sobre las poblaciones de *Tillandsia recurvata*, se realizó un muestreo a los cuarenta días después de haber aplicado los productos. Se tomaron muestras de 10 motitas al azar de cada árbol tratado para los análisis respectivos. Se colectaron un total de 100 motitas en el caso del Bicarbonato de Sodio y para el Rexal fueron colectadas 140 motitas, ya que en esta última se tuvieron más tratamientos.

Las variables observadas para determinar el efecto de los productos utilizados sobre las poblaciones de *Tillandsia recurvata*, fueron las siguientes:

- a) Porcentaje de mortalidad de las motitas
- b) Grado de afectación de los productos sobre Altura, Diámetro, Peso y Pérdida de humedad de las motitas

La variable de mortalidad se midió utilizando una escala arbitraria tipo Leicker (Cuadro 4), descrita por Sampieri *et al* (2009), en virtud de que no fue posible utilizar la escala de Hawksworth (1980), ya que las motitas no se desprendieron del árbol.

Para tal efecto se evaluó la textura y color de 10 motitas de los árboles muestra de cada tratamiento y repetición; donde, se les daba un valor de 0 a 4, se registraron dos variables: Textura y color en base a ello se asignaron los grados de afectación antes mencionados, (Cuadro 4).

Cuadro 4. Escala arbitraria para evaluar porcentaje de mortalidad en *T. recurvata*.

Nivel de daño	Nivel de impacto	Características de las motitas
Grado 0	Sin daño	Motitas vivas e hidratadas, color blanco cenizo
Grado 1	Daño ligero	Motitas color blanco cenizo con quemaduras cafés en las puntas
Grado 2	Daño fuerte	Motitas deshidratadas y quebradizas pero sin desprenderse del hospedero, color café-oscuro
Grado 3	Muerte sin caída	Motitas muertas deshidratadas y quebradizas sin desprendimiento, color negro
Grado 4	Muerte con caída	Motitas muertas deshidratadas y quebradizas con desprendimiento, color negro.

Para el grado de afectación de los productos en la altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de las motitas. Las muestras de *T. recurvata* colectadas en campo fueron colocadas en bolsas de papel estraza, se etiquetaron con el número de tratamiento y repetición; posteriormente fueron llevadas al laboratorio de Sanidad Forestal de la UAAAN, para llevar a cabo las mediciones correspondientes.

Altura

Para determinar la altura de cada mota; se utilizó un vernier digital, midiendo desde la base de la borla hasta la punta de la hoja central para tener mayor efectividad en las mediciones.



Figura 5. Determinación de la altura de *T. recurvata*.

Diámetro

De igual forma se utilizó el vernier para la determinación de los diámetros, cada una de las borlas fueron medidas tomando dos lecturas en cruz, colocando el vernier desde un extremo de la borla hacia el otro extremo, tratando de tomar las hojas sobresalientes de la parte central de la base de las borlas y se obtuvo un promedio del diámetro.



Figura 6. Determinación del diámetro de *T. recurvata*

Peso

Para determinar el peso de cada una de las borlas, se utilizó una balanza Tor-rey. Primeramente se calibró y posteriormente se procedió a pesar cada una de las borlas, tomando las medidas en kilogramos.



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

Perdida de humedad

Para la determinación de la pérdida de humedad de las motas; se adaptó la siguiente fórmula:

Formula adaptada para calcular la pérdida de humedad de las motas.

$$PH (\%) = \frac{(P_v - P_o) * 100}{P_v}$$

Donde:

PH% = Por ciento de pérdida de humedad

Pv = Peso verde (peso promedio testigo de las motitas)

Po = Peso ceso (peso de las motitas tratadas)

3.4.5. Modelo estadístico

El análisis de las variables se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar y se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 9.1.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$i = 1, 2, 3$ (Tratamiento)

$j = 1, 2, 3$ (Repeticiones)

En donde:

Y_{ij}= Valor observado en las diferentes variables.

μ= Efecto de la media poblacional.

T_i= Efecto verdadero del i-esimo tratamiento.

E_{ij}= Error experimental en la j-esima repetición.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados obtenidos con tratamientos a base de Bicarbonato de Sodio

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

. En el cuadro 5, se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad de las motitas, donde se observa que existe una diferencia significativa entre tratamientos, siendo que la Prueba de Tukey (Cuadro 6), revela que los mejores tratamientos fueron el 2 (80 gr/litro de agua con dos aplicaciones) y el 4 (100 gr/ litro de agua con dos aplicaciones). En un segundo grupo quedan 1 y 3 que no son diferentes entre sí, pero superiores al testigo

En el Cuadro 7 se muestra que el tratamiento 2 llego a matar hasta el 77.5% de las motitas; estas quedaron muertas, deshidratadas, quebradizas y de color negro pero sin desprenderse del hospedero. En segundo lugar quedo el tratamiento 4, obteniendo un 72.5% de mortalidad de las borlas. En la grafica 2, se muestran estos datos en forma más representativa.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la mortalidad de las borlas de *T. recurvata*, con aplicaciones a de Bicarbonato de Sodio.

	FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos		4	175.3000000	43.8250000	11.48	0.0002
Error		15	57.2500000	3.8166667		
Total		19	232.5500000			
C.V.=47.07540%			**=Altamente significativo			

Cuadro 6. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05) para la mortalidad de las borlas de *T. recurvata*.

Dosis (Gr/Litro de agua)	Media (**)	Agrupación(*)
80gr/dos aplicaciones	7.750	A
100gr/dos aplicación	7.250	A
80gr/una aplicación	3.500	B
100gr/una aplicación	2.250	B
Sin aplicación (testigo)	0.000	C

(*) Las medias con las mismas letras no son significativamente diferentes según la Prueba de Tukey.

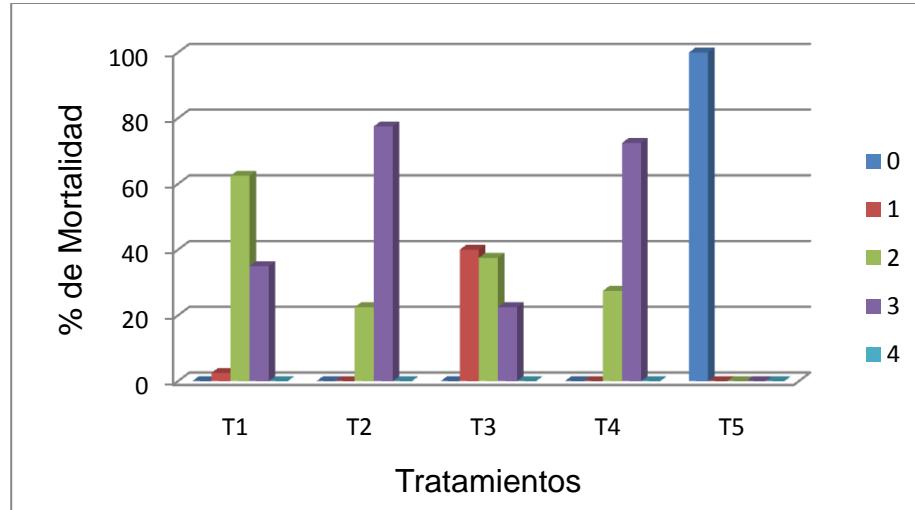
(**) Numero promedio de motitas muertas de una muestra de 10/árbol.

En el Cuadro 7 se muestran los resultados obtenidos de porcentaje de mortalidad a diferentes niveles de daño que causo el Bicarbonato de Sodio.

Cuadro 7. Porciento de mortalidad y otros niveles de daños en las borlas de *T. recurvata* con aplicaciones de Bicarbonato de Sodio.

Nivel de daño Tratamientos	0	1	2	3	4
	Sin daño	Daño ligero	Daño fuerte	Muerte sin desprendimiento	Muerte con desprendimiento
T1= BS 80gr/litro de Agua, con 1 aplicación	0	2.5	62.5	35	0
T2= BS 80gr/litro de Agua, con 2 aplicación	0	0	22.5	77.5	0
T3= BS 100gr/litro de Agua, con 1 aplicación	0	40	37.5	22.5	0
T4= BS 100gr/litro de Agua, con 2 aplicación	0	0	27.5	72.5	0
T5= Sin aplicación	100	0	0	0	0

Figura 8. Porcentaje de mortalidad y otros niveles de daños en las borlas de *T. recurvata* con aplicaciones de Bicarbonato de Sodio.



Es importante señalar que la mayoría de los tratamientos a base de Bicarbonato de Sodio lograron ocasionar un daño fuerte (categoría 2) que tal vez en fechas posteriores a la del muestreo, podrían haber alcanzado el grado 3 que corresponde a la mortalidad de las motitas. En este sentido el análisis de varianza (Cuadro 8) nos indica que hubo diferencia significativa entre los tratamientos y de acuerdo con la Prueba de Tukey (Cuadro 9) se muestra que el mejor tratamiento fue el 1 que incluye 80gr/litro de agua con una aplicación, dañando un 62.5% de las motitas. En un segundo grupo quedaron los tratamientos 3 y 4 con 100gr/litro de agua con una aplicación y dos aplicaciones respectivamente.

Cuadro 8. Análisis de varianza de las borlas de *T. recurvata* con daño fuerte con aplicaciones de Bicarbonato de Sodio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	83.0000000	20.7500000	4.94	0.0096
Error	15	63.0000000	4.2000000		
Total	19	146.0000000			
C.V.=68.31301%		**=Altamente significativo			

Cuadro 9. Prueba de Tukey para las borlas de *T. recurvata* con daño fuerte con aplicaciones de Bicarbonato de Sodio.

Dosis (Gr/Litro de agua)	Media (**)	Agrupación (*)
80gr/una aplicación	6.250	A
100gr/una aplicación	3.750	A B
100gr/dos aplicaciones	2.750	A B
80gr/dos aplicaciones	2.250	A B
Sin aplicación (testigo)	0.000	B

(*) Las medias con las mismas letras no son significativamente diferentes según la Prueba de Tukey.

(**) Numero promedio de motitas con daño fuerte de una muestra de 10/árbol.

4.2. Grado de afectación del Bicarbonato de Sodio sobre la altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de las borlas *T. recurvata*.

4.2.1. Afectación en la altura

En el Cuadro 10 se muestran los resultados de análisis de varianza para la altura del heno motita a diversas dosis de Bicarbonato Sodio. Se puede observar que no existen diferencias significativas en cuanto a esta variable. Por lo tanto los tratamientos aplicados en diferentes dosis a las borlas de *T. recurvata* no lograron disminuir la altura de las motitas, lo que se confirma en la Prueba de Tukey (Cuadro 11).

Cuadro 10. Análisis de varianza para la altura del heno motita *T. recurvata* a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	1.62213250	0.40553312	0.51	0.7266
Error	15	11.83443750	0.78896250		
Total	19	13.45657000			
C.V.=12.04714%		=No es significativo			

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05) para la altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de *T. recurvata*.

	Altura			Diámetro			Peso			Pérdida de humedad		
	T	M	ción	T	X	ción	T	X	ción	T	X	ción
2	7.6688	A		5	9.345	A	5	7.1875	A	4	28.348	A
4	7.585	A		1	7.5538	A	3	6.0375	A	1	27.826	A
3	7.4375	A		4	7.4438	A	2	5.6000	A B	2	22.087	A
1	7.3163	A		3	7.2563	A	1	5.1875	B	3	16.000	A B
5	6.8575	A		2	7.0388	A	4	5.1500	B	5	-0.000	B

4.2.2. Afectación en el diámetro

Esta variable tampoco mostro diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 12) solo algunas diferencias numéricas mostradas en la Prueba de Tukey (Cuadro 11).

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

	FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos		4	13.69385000	3.42346250	2.44	0.0924
Error		15	21.06032500	1.40402167		
Total		19	34.75417500			
C.V.=15.33373%		=No es significativo				

4.2.3. Afectación en el peso

En los resultados del análisis de varianza para evaluar el efecto del producto sobre el peso de las motitas, revela que existen diferencias significativas entre tratamientos, es decir que al menos uno de ellos logro disminuir significativamente el peso de las motitas (Cuadro 13). La Prueba de Tukey para esta variable muestra que los tratamientos que mas redujeron el peso de las motitas fueron el 4 y 1 con 10 gr/ litro de agua con dos aplicaciones y 5 gr/ litro con una aplicación respectivamente, mostrando un peso promedio de 5.1500 gramos en comparación del testigo que peso 7.1875 gramos en promedio. En segundo grupo quedaron los tratamientos 2 y 3 y finalmente el tratamiento 5 correspondiente al testigo (Cuadro 11).

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

	FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos		4	11.25575000	2.81393750	3.58	0.0307
Error		15	11.80562500	0.78704167		
Total		19	23.06137500			
C.V.=15.21052%						

*=Significativo

4.2.4. Afectación en la pérdida de humedad

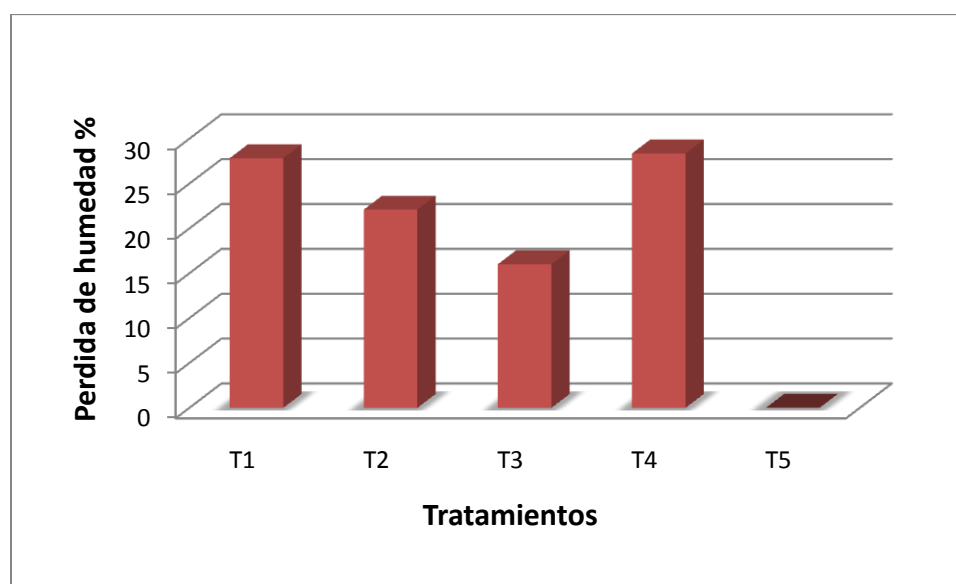
En el Cuadro 14, se muestran los resultados del análisis de varianza para la pérdida de humedad de las motitas, revelando que existen diferencias significativas entre tratamientos, mientras que la prueba de Tukey muestra que los tratamientos 4, 1 y 2 fueron los más efectivos para causar la pérdida de humedad de las motitas (Cuadro 11).

Cuadro 14. Análisis de varianza para la pérdida de humedad del heno motita *T. recurvata* a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos.

	FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos		4	2178.806805	544.701701	3.58	0.0307
Error		15	2285.247637	152.349842		
Total		19	4464.054443			
C.V.=65.47260%			*=Significativo			

En la Figura 9. Se muestran los porcentajes de pérdida de humedad de las borlas de *T. recurvata*, en forma más representativa.

Figura 9. Pérdida de humedad en las borlas de *T. recurvata* con aplicaciones de Bicarbonato de Sodio.



4.2.5. Discusión de los resultados para la prueba de Bicarbonato de Sodio.

El Bicarbonato de Sodio resulto ser muy eficiente para ocasionar la mortalidad de las motitas, pero utilizando dos aplicaciones, con una sola no es significativo su control. Esto implica que se encarezca el control de *Tillandsia recurvata* por los gastos que implica realizar una segunda aplicación, en todo caso sería conveniente pensar en aumentar la dosis, tal como Beltrán *et al.* ,(2009) lo hicieron en su ensayo en el estado de San Luis Potosí. Por otra parte este producto logro ocasionar un fuerte daño en las motitas sin causarles la muerte, sobre todo en los tratamientos que incluyeron las dosis más bajas. Esto indica que si es conveniente probar dosis más elevadas, pero sin descuidar la evaluación del efecto colateral que pudiera acarrear al ecosistema donde se realicen las aplicaciones.

El poco efecto del producto sobre las variables altura y volumen de las motitas quedo enmascarado sobre todo por el descuido que se tuvo al transportar y almacenar las muestras; donde estas sufrieron un fuerte colapso perdiendo su conformación natural. Sin embargo en las variables para evaluar la pérdida de peso y humedad si resultaron muy efectivas las pruebas estadísticas, dado que para ello no implicaba la forma ni estructura que tuvieran las motitas.

En virtud de que las motitas muertas no se desprendieron del hospedero no fue factible utilizar el método de Hawksworth (1980), para evaluar el efecto de los productos habiendo sido sustituido por una escala tipo Leiker que contempla diferentes categorías de daños incluyendo la muerte de las motitas, siendo que esta metodología resulto bastante efectiva para la evaluación de los tratamientos.

4.3. Resultados obtenidos con tratamientos a base de Rexal

4.3.1. Porcentaje de mortalidad en las borlas de *T. recurvata*.

Los tratamientos utilizados con este producto prácticamente resultaron ineficientes para el control de las motitas de *T. recurvata*, solo el tratamiento 5 (15gr/litro de agua con una aplicación) mostro el 12.5% de mortalidad (Cuadro 15), la mortalidad en el resto de los tratamientos fue de cero. En la Grafica 4 se muestran los resultados obtenidos más representativos. En el Cuadro 16 se muestra el análisis de varianza para la mortalidad de las motitas y Cuadro 17 los resultados de la Prueba de Tukey.

Es oportuno señalar que en los primeros días de la aplicación de los tratamientos, se observo un efecto visible sobre la textura de las motitas, pero con el transcurso de los días se disipo y las motitas se recuperaron aun con mayor vigor.

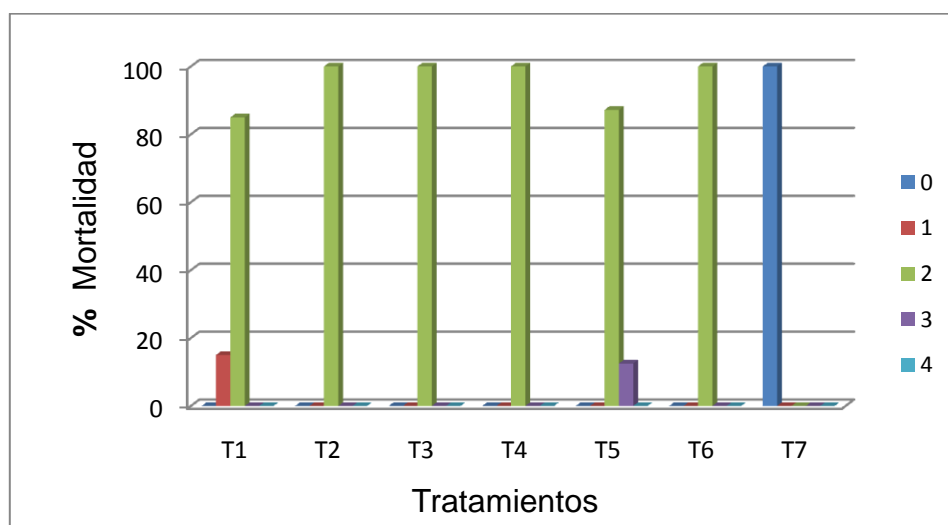
De igual forma el efecto de este producto sobre las variables altura, diámetro, peso y pérdida de humedad resulto inofensivo, ya que contrariamente a ello las motitas aumentaron de peso y ganaron humedad.

Para fines de evidenciar lo anterior, se plasman en el texto los análisis de varianza (Cuadro 20, 21, 22, 23) y las Pruebas de Tukey (Cuadro 24) correspondientes a cada una de estas variables.

Cuadro 15. Porciento de mortalidad y otros niveles de daños en las borlas de *T. recurvata* con aplicaciones de Rexal.

Nivel de daño	0	1	2	3	4
	Sin daño	Daño ligero	Daño fuerte	Muerte sin desprendimiento	Muerte con desprendimiento
Tratamientos					
T1= Rexal 5gr/ litro de agua con una aplicación	0	15	85	0	0
T2= Rexal 5gr/ litro de agua con dos aplicaciones	0	0	100	0	0
T3= Rexal 10 gr/ litro de agua con una aplicación	0	0	100	0	0
T4= Rexal 10 gr/ litro de agua con dos aplicaciones	0	0	100	0	0
T5= Rexal 15 gr/ litro de agua con una aplicación	0	0	87.2	12.5	0
T6= Rexal 15 gr/ litro de agua con dos aplicaciones	0	0	100	0	0
T7= Sin aplicación	100	0	0	0	0

Figura 10. Porciento de mortalidad y otros niveles de daños en las borlas de *T. recurvata* con aplicaciones de Rexal.



Cuadro 16. Análisis de varianza para la mortalidad de las borlas de *T. recurvata*, con aplicaciones a base de Rexal.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	6	5.35714286	0.89285714	1.00	0.4512
Error	21	18.75000000	0.89285714		
Total	27	24.10714286			
C.V.=529.1503%		=No es significativo			

Cuadro 17. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05) para la mortalidad de las borlas de *T. recurvata*.

Dosis (Gr/Litro de agua)	Afectación Media (%)	Agrupación
15gr/una aplicación	1.2500	A
5gr/dos aplicaciones	0.0000	A
10 gr/una aplicación	0.0000	A
10gr/dos aplicaciones	0.0000	A
5gr/una aplicación	0.0000	A
15gr/dos aplicaciones	0.0000	A
Sin aplicación (testigo)	0.0000	A

4.4. Grado de afectación en la altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de las borlas *T. recurvata* con Rexal.

4.4.1. Afectación en la altura

Cuadro 18. Análisis de varianza para la altura del heno motita *T. recurvata* a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	6	2.80713393	0.46785565	0.34	0.9080
Error	21	28.93306250	1.37776488		
Total	27	31.74019643			
C.V.=15.69303%		=No es significativo			

4.4.2. Afectación en el diámetro

Cuadro 19. Análisis de varianza para el diámetro del heno motita *T. recurvata* a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	6	7.96442321	1.32740387	0.40	0.8702
Error	21	69.57899375	3.31328542		
Total	127	77.54341696			
C.V.=20.55155%		=No es significativo			

4.4.3. Afectación en el peso

Cuadro 20. Análisis de varianza para el peso del heno motita *T. recurvata* a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	6	32.177752321	5.36292054	2.82	0.0360
Error	21	39.99889375	1.90470923		
Total	27	72.17641696			
C.V.=14.32842%		*=Significativo			

4.4.4. Afectación en la pérdida de humedad

Cuadro 21. Análisis de varianza para la pérdida de humedad del heno motita *T. recurvata* a cuarenta días de la aplicación de los tratamientos.

	FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos		6	6228.69258	1038.11543	2.82	0.0360
Error		21	7742.69701	368.69986		
Total		27	13971.38960			
C.V.= -56.45867%			*=Significativo			

Cuadro 22. Prueba de comparación de medias de Tukey (NS = 0.05) para la altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de *T. recurvata*

	Altura			Diámetro			Peso			Pérdida de humedad		
	T	M	ción	T	M	ción	T	M	ción	T	M	ción
5	7.8800	A		5	9.681	A	4	10.6750	A	7	-0.0	A
1	7.7700	A		7	9.345	A	3	10.4750	A	6	-31.13	A B
6	7.5713	A		2	9.094	A	2	10.0250	A B	1	-36.00	A B
2	7.5350	A		1	8.996	A	5	9.8613	A B	5	-37.20	A B
4	7.5050	A		3	8.461	A	1	9.7750	A B	2	-39.48	A B
3	7.2388	A		6	8.265	A	6	9.4250	A B	3	-45.74	B
7	6.8575	A		4	8.156	A	7	7.1875	B	4	-48.52	B

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. El producto Bicarbonato de Sodio con la dosis 80 gr/litro de agua con dos aplicaciones fue el tratamiento más efectivo para matar a la borlas de *T. recurvata*, aunque por el hecho de llevar dos aplicaciones hace más costoso el tratamiento.
2. Los tratamientos a base de Rexal no tuvieron ningún efecto sobre el control de las borlas de *T. recurvata*, ni sobre las variables altura, peso diámetro y perdida de humedad de las mismas.
3. El Bicarbonato de Sodio resulta ser un producto muy prometedor para causar la muerte de *T. recurvata* ya que así se ha demostrado en otro estudios que se están realizando por partes de los investigadores de INIFAP en San Luis Potosí
4. Los tratamientos a base de Bicarbonato de Sodio a pesar de que logran matar a las motitas estas no se desprender del hospedero, lo cual implica que se tenga que utilizar herramientas mecánicas para retirarlas de las ramas y del fuste del árbol, practica silvícola que pudiera resultar más fácil por estar muertas las motitas.

VI. LITERATURA CITADA

- Almaraz, B. I. 1992. El pino piñonero (*Pinus cembroides zucc.*) en el estado de Coahuila, México. Pp. 125.
- Barragán, S. C. a. 2007. Recopilación de datos biofísicos y socioeconómicos de la Sierra de Zapalinamé. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo Coah. Pp. 61
- Beltrán, L. S. ; Rosales, 2009. N. C. A. Evaluación y control de *Tillandsia recurvata* en ecosistemas forestales del semidesierto de San Luis Potosí. Informe Técnico. CONAFOR-CONACIT.
- Benzing, D.H. 1990. Vascular Epiphytes: General Biology and Related Biota. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 167-208.
- Betancur *et al.*, 2007. Red Nacional de Jardines Botánicos. 2008. *Tillandsia recurvata*(L.) L..
<http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=1706&method=displayAAT>
- Cabral, E.L. 2002. Plantas epífitas. En Arbo, M.M. & S.G., Tressens (ed.). Flora del Ibera. EUDENE. Buenos Aires. Pp. 179-199.
- Chávez, G. A. G. 2009. Respuesta de tres especies a la poda mecánica para el control de heno *Tillandsia recurvata*. Tesis profesional, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila; México. Pp. 48.
- Compañía Productos Mexicanos, S.A. de C.V. 1930.
- Departamento de hidrometría y climatología. Centro de acopio de información de aforos, presas y centro meteorológico de la estación meteorológica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo; Coahuila.
- Conzatti, C. 1947. Flora taxonómica Mexicana (plantas vasculares). Tomo II Monocotiledoneas Diferenciadas-Superovarias e Inferovarias México, D.F. Pp. 83-86.

- Espinosa, S.I., R. A. Tapia, M. C. F. Herrera, M. C. S. García y E. A. Vega 2003. Análisis fitoquímico y actividad antibacteriana de *Tillandsia recurvata*.
- Flores, O. R. 1985. Estudio Florístico-ecológico de *Pinus cembroides* Zucc. En Nuevo León. En memorias del I simposio nacional sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León; México. Pp. 121-129.
- Flores, F. J.D. 2009. Diagnostico, evaluación y control del heno motita *Tillandsia recurvata*. Primera reunión sobre manejo y control de plantas parasitas SEMARNAT. Cuernavaca, Morelos. Pp. 47
- Flores, F. J. D. 2005. *Tillandsia recurvata* (L.) un fuerte problema de sanidad en los recursos forestales del sur de Coahuila. Anacleto Cruz Gonzales, José Luis Nava Mejia, Luis M. Torres Espinosa, Ángel S. Cortes Prado, Urbaldo Macías Hernández y Gilberto Rodríguez V. Memoria de resúmenes, XIII Simposio nacional de parasitología forestal, Morelia Michoacán. Pp. 100-125.
- García, E. 1973. Modificaciones para el Sistema de Clasificación Climática kopen. 1ª. Edición UNAM, México. 246 p.
- Hawksworth, F.G. 1980. Memoria, primer simposio nacional sobre parasitología Forestal, Uruapan Michoacán. pp. 239-251.
- Hernández, s. e. 2010. Evaluación de “muérdago killer” para el control de *Tillandsia recurvata*, en un bosque de *Pinus cembroides* Zucc. En Saltillo, Coahuila. Pp. 25.
- Hietz, P. y Hietz-Seifert U. 1994. Epifitas de Veracruz Guía ilustrada para las regiones de Xalapa Veracruz. Pp. 165.
- INEGI. 2000. Carta Topográfica Arteaga. G14 C34. Escala 1:50,000. México.
- Kaplan, J. 2007. Gerencia y control del musgo de la bola, articulo de los Epizine Herbicide Company, España, pp. 20-67.

- Klingman., Ashton 1980. Estudio de las plantas nocivas, principios y prácticas. Pp. 45.
- Matuda, E. 1957. Bromeliáceas y Aráceas del Estado de México. Impreso en talleres gráficos de la nación, México. Pp. 63.
- Madison, M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. Selbyana. Pp. 1-13.
- Martínez, M. 1948. Los Pinos Mexicanos. Segunda Edición. Editorial Botas. México D.F. Pp 361.
- Meganck, R. A., Carrera L., F. Rodríguez C. y V. Serrato C. 1987. Plan de manejo para el uso múltiple del cañón de San Lorenzo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Organización de los estados Americanos (OEA). Saltillo Coah. Pp 129.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. Pp. 29-179.
- Montaña, C., Dirzo R. y Flores A. 1997. Structural Parasitism of an epiphytic Bromeliad upon *Cercidium Praecox* in an intertropical semiarid ecosystem. Biotropica, Pp. 517-521.
- Neumann, R. 2004. Clavel del aire: un parásito estructural y su control, Boletín Técnico Desideratum, Año II - Nº 17, Buenos Aires, Argentina. Pp. 5.
- Olayo, M. A. y A. M. Mondragón. 1985. El manejo del pino piñonero. Primer Simposium Nacional Sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León. Unidad Linares. Nuevo León. México. Pp. 248
- Páez, L. E. 2005. Biología de *Tillandsia recurvata* L. (Bromeleaceae) y su importancia en aplicaciones prácticas y ecológicas. Pp. 37.
- Perry, P.J.1991. The pines of México and Central América, Timber Press. Portland, Oregón. Pp 231.
- Rodríguez, U. G. 1991. Evaluación de infestación y daños causados por el muérdago Enano *Arceuthobium vaginatum* en *Pinus rudis* en la Sierra de Arteaga, Coahuila, México.

- Rzedowski, j. 1978. Vegetación de México Editorial Limusa, México Distrito Federal. Pp. 432.
- Rodríguez, U. G. 1991. Evaluación de infestación y daños causados por el muérdago Enano *Arceuthobium vaginatum* en *Pinus rudis* en la Sierra de Arteaga, Coahuila, México.
- Rzedowski, j. 1978. Vegetación de México Editorial Limusa, México Distrito Federal. Pp. 432.
- Sampieri, H. R., Fernández, C. C., Bautista, L. P. 1991. Metodología de la investigación. Pp. 33.
- SEMARNAT. 2002. Especies con usos no maderables en bosques tropicales y subtropicales en los estados de Durango, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca.
http://semarnat.gov.mx/pfnm2/fichas/Tillandsia_recurvata.html.
- Simposio del Departamento de Ciencias de la salud UAM-Iztapalapa, México.
- Smith, J. A. C., H. Griffiths and U. Lüttge. 1986. Comparative ecophysiology of CAM and C3 Bromeliads: the ecology of the Bromeliaceae in Trinidad. *Plant Cell and Environment*. Pp. 359-376.
- Soltis, D. E. Gilmartin AJ. 1987. Rieseberg L, Gardner S. Genetic variation in the epiphytes *Tillandsia lonantha* and *Tillandsia recurvata* (Bromeliaceae). *American Journal of Botany*. Pp. 531-537.
- TAXONOMY, (en línea), 2010. Bromeliad Society International. Consultado el 22 de enero 2010. Disponible en http://www.bsi.org/brom_info/taxonomy.html.
- UAAAN 1998, Programa de manejo de la zona sujeta a conservación ecológica Sierra de Zapalinamé dirección de ecología. SEDESOL. Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza. Pp. 170.
- Valiente, B. A., A. Casas., A. Aleántara, P. Dávila., N. Flores-Hernández., M. C. Arizmendi., J. L. Villaseñor. 2000. La vegetación del Valle de Zapotitlán-Culiacán Boletín. De la sociedad Botánica de México. Pp. 25-74.

APENDICE

Cuadro 1. Variables medidas en campo (altura, diámetro y cobertura) de cada unidad experimental por tratamiento y repetición de los tratamientos aplicados con Rexal para determinar la densidad del arbolado.

REXAL			
REPETICIÓN	H	D	C
1	8.43	16.34	2.71
2	8.64	16.64	3.27
3	9.43	19.3	3.53
4	8.86	17.43	3.88

Cuadro 2. Variables medidas en campo (altura, diámetro y cobertura) de cada unidad experimental por tratamiento y repetición de los tratamientos aplicados con Bicarbonato de Sodio para determinar la densidad del arbolado.

BICARBONATO DE SODIO			
REPETICIÓN	H	D	C
1	8.1	18.61	4.14
2	8.8	16.42	3.32
3	8.35	17.9	3.47
4	8.7	16.35	3.8

Cuadro 3. Densidad del arbolado en toda el área de estudio de acuerdo al número de renuevos, arboles jóvenes, maduro y sobremaduros; mostrados gráficamente en la Figura 1.

Renuevo	Joven	Maduro	Sobremaduro
2300	2000	200	42

Figura 1. Densidad del arbolado en el área de estudio

