

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



**EVALUACIÓN DE ESTERON 47*M Y 2,4 D AMINA, PARA EL CONTROL DE
Tillandsia recurvata L. EN *Pinus cembroides* ZUCC. EN EL EJIDO
CUAUHTÉMOC, SALTILLO, COAHUILA.**

POR:

MARISOL BUTRÓN HERNÁNDEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO

DE:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

EVALUACIÓN DE ESTERON 47*M Y 2,4 D AMINA, PARA EL CONTROL DE
Tillandsia recurvata L. EN *Pinus cembroides* ZUCC. EN EL EJIDO
CUAUHTÉMOC, SALTILLO, COAHUILA.

POR:

MARISOL BUTRÓN HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA



M.C. Jorge David Flores Flores
Forestal
Asesor Principal



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

Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

EVALUACIÓN DE ESTERON 47*M Y 2,4 D AMINA, PARA EL CONTROL DE *Tillandsia recurvata* L. EN *Pinus cembroides* ZUCC. EN EL EJIDO CUAUHTÉMOC, SALTILLO, COAHUILA.

POR:

MARISOL BUTRÓN HERNÁNDEZ

TESIS

Que se 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

Departamento Forestal
Asesor Principal

M.C. Luis Mario Torres Espinosa

Asesor

Ing. Sergio Braham Sabag

Asesor

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2011

DEDICATORIAS

A Dios

Nuestro señor y a la Virgen de Guadalupe por darme la oportunidad de vivir con salud, por guiar y dirigir mi camino, así como escuchar mis plegarias. Gracias por haberme permitido llegar felizmente a este día y te pido que con tu luz me guíes y me acompañes siempre a lo largo de mi vida profesional.

A mis padres

Romualdo Butrón Bautista

y

Ricarda Hernández Gutiérrez

Que me dieron la vida agradezco con todo el corazón los esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional siendo para mí la mejor herencia.

A mi padre, por haber confiado en mí, por sus sacrificios y el apoyo moral y económico que siempre me ha brindado, ¡padre! mil gracias por sus sabios consejos que me orientaron por el camino recto de la vida, espero algún día recompensar un poco de lo mucho que me has dado.

A mi madre, que es el ser más maravilloso de este mundo, gracias por tus sacrificios, tus desvelos y preocupaciones hacia mí. Por tu cariño y comprensión que me has brindado; por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos buenos y malos de mi vida.

A mis abuelitos

Paulino Hernández Serna (†) y Ángela Gutiérrez Pardo, por sus consejos, por su amor, cariño y cuidado que me brindaron a mí y a mis hermanos desde que éramos niños. Especialmente a ti abuelita, te doy gracias por tu apoyo incondicional y por quererme tanto, Dios te bendiga siempre y te siga dando más años de vida.

A mis hermanos

Victorio, Irma, Romualdo, Lucero (†) y Rodrigo, por formar parte de mi familia y compartir momentos inolvidables conmigo. En especial agradezco a mi hermana Irma quien siempre estuvo conmigo en momentos difíciles, por su motivación, sus consejos y su apoyo incondicional. ¡Mil gracias hermana! tus esfuerzos que has hecho por mí, Dios te los recompensara por siempre.

A mi tía y su esposo

Cris y Filogonio, por el apoyo brindado en mi tiempo de estudiante, por recibirme en su casa y por estar con mi familia en momentos difíciles.

A mis sobrinos (as)

Fernandito, Azucena y Miriam quienes son la alegría de la familia, que Dios los bendiga siempre. De la misma manera agradezco a Fernando mi cuñado y Lorena mi cuñada, por recibirme en su casa y por su apoyo brindado.

AGRADECIMIENTOS

A mi "*Alma Terra Mater*" la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por abrirme sus puertas dándome las facilidades y beneficios que requiere todo estudiante y principalmente por darme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales.

Al Departamento Forestal por ser la base para mi formación profesional especialmente a los maestros por transmitirme sus conocimientos, gracias por su comprensión, paciencia y su interés para superarme.

Al M.C. Jorge David Flores Flores a quien le agradezco con profundo respeto su valiosa colaboración en la asesoría y desarrollo de este trabajo, además por brindarme su confianza, su amistad y su apoyo incondicional en todo momento que necesite.

Al M.C. Luis Mario Torres Espinosa que a través del proyecto clave: FOMIX-COAH-2009-C11-119113, me otorgo el apoyo económico para la realización de esta investigación, así mismo por sus valiosas aportaciones durante la revisión de esta tesis y sus contribuciones para la mejora de la misma.

Al ING. Sergio Braham Sabag por su valiosa participación en la revisión del presente trabajo y por brindarme su amistad.

Al M.C. Salvador Valencia Manzo por su apoyo incondicional que ofreció a la Generación 2006-2011, por su amistad; además de haber permitido culminar mi servicio social bajo su asesoría.

A la Sociedad Agrosilvicultores Rio San José S.P.R DE R.L, por brindarme su amistad, su confianza durante el Semestre de Prácticas Profesionales, así mismo permitir que culminara satisfactoriamente una materia más de la carga académica de la Carrera Ingeniero Forestal.

A mis amigos (as): Ale, Angy, Mary chuy, Vera, Karen, Lola, Ariel, Tristán (Titán), Juan Carlos, Toño, Gerardo, Eladio, Eri, Edwin, Jesús, Freddy, Zenón y Manuel, gracias por brindarme su amistad y compartir juntos aquellos momentos de alegría, tristeza y aprendizaje. En especial a Edwin por sus asesorías y también agradezco a Juan Carlos, Zenón, Freddy por ayudar en la toma de datos de campo.

A mis compañeros de la generación **CXI**, de la Carrera Ingeniero Forestal Moisés, Mary chuy, Fidel, Karen, Toño, Manuel, Ángeles, Artemio, Lalo, Raúl, Cesar, Luckie, Jesús, Yesenia, Juan Carlos, Ale, Jairo, Eri Rosemberg, Freddy, Laura, Osvaldo, Zenón, Lehovvy, Vera, Edwin, Gerardo, Ángel y Eriber, por esos momentos inolvidables que pasamos juntos en el transcurso de la carrera y hacer que mi estancia en la Narro fuera muy divertida.

Gracias a todos por formar parte de mi vida.

ÍNDICE

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 Importancia del estudio.	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivos	2
1.4 Hipótesis	2
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Importancia del <i>Pinus cembroides</i> Zucc.....	3
2.1.1 Distribución de la especie	3
2.1.2 Condiciones ecológicas en las que se desarrolla la especie.	4
2.1.3 Importancia económica, ecológica, y social.	4
2.1.4 Factores que afectan al bosque de <i>Pinus cembroides</i> Zucc.....	5
2.2 Clasificación taxonómica de <i>Tillandsia recurvata</i> L.....	5
2.2.1 Características de la familia Bromeliaceae.....	6
2.2.2 Descripción morfológica de <i>Tillandsia recurvata</i> L.....	7
2.2.3 Condiciones ecológicas para el desarrollo de <i>Tillandsia recurvata</i>	10
2.2.4 Distribución de la especie.....	12
2.2.5 Funciones benéficas.....	12
2.2.6 Aprovechamiento, almacenamiento, transporte y comercialización del heno motita.....	13
2.3 Métodos de control de <i>Tillandsia recurvata</i> L.....	14
2.4 Descripción de los herbicidas.....	15
2.4.1 Herbicidas	18
2.4.2 Como actúan los herbicidas en la planta	19
2.4.3 Tipos de herbicidas.....	19
2.4.4 Clasificación de los herbicidas.....	22
2.4.5 Tipos de herbicidas de acuerdo a su forma de aplicación.	23

2.4.6 Época para la aplicación de herbicidas.....	24
2.4.7 Ventajas y desventajas que presenta el uso de herbicidas respecto a otros métodos	24
2.5 Trabajos afines.	25
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1 Descripción del área de estudio.....	27
3.2 Procedimiento experimental	32
3.2.1 Selección del área de estudio.....	32
3.2.2 Tratamientos y diseño experimental	33
3.2.3 Aplicación de tratamientos	35
3.3 Variables observadas.	35
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1 Prueba con Esteron 47*M.....	39
4.1.1 Por ciento de mortalidad de Esteron 47*M sobre las motitas de <i>T. recurvata</i>	39
4.1.2 Grado de afectación de los tratamientos a base de Esteron 47*M en las variables altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de las motitas.	42
4.1.3 Grado de fitotoxicidad del producto aplicado.	46
4.1.4 Discusión de resultados para la prueba con Esteron 47*M.....	47
4.2 Prueba con 2,4 D Amina.	48
4.2.1 Por ciento de mortalidad de 2,4 D Amina sobre las motitas de <i>T. recurvata</i>	48
4.2.2 Grado de afectación en las variables altura, diámetro, peso y pérdida de humedad con aplicaciones de 2,4 D Amina.	51
4.2.3 Discusión de resultados del producto de 2,4 D Amina.	54
V.- CONCLUSIONES.....	55
VI.- RECOMENDACIONES	56
VII.- LITERATURA CITADA	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de Esteron 47*M, producto legalmente registrado por (Dow AgroSciences, 2003).	16
Cuadro 2: Composición química de 2,4 D Amina, producto legalmente registrado por (VELSIMEX, 2003).	17
Cuadro 3. Temperaturas máximas y mínimas extremas registradas en Saltillo, Coahuila, durante los últimos 11 años. Datos tomados del Departamento de Hidrología y Climatología (CONAGUA - UAAAN, 2011).	28
Cuadro 4: Distribución de los tratamientos en un diseño completamente al azar para Esteron 47*M.	34
Cuadro 5: Distribución de los tratamientos en un diseño completamente al azar para 2,4 D Amina.	34
Cuadro 6: Metodología de la escala Likert modificada para este estudio (Sampieri <i>et al.</i> , 1991).	36
Cuadro 7: Porcentaje de mortalidad de motitas y otros niveles de daño de <i>T. recurvata</i> con diferentes tratamientos de Esteron 47*M.	39
Cuadro 8: Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad, de las motitas de <i>T. recurvata</i> con diferentes tratamientos de Esteron 47*M.	40
Cuadro 9: Prueba de comparación de medias de Tukey para la mortalidad del heno motita de <i>T. recurvata</i> , con aplicaciones de Esteron 47*M.	41
Cuadro 10: Análisis de varianza con los datos de daño fuerte a las borlas de <i>T. recurvata</i> para los tratamientos a base de Esteron 47*M.	41
Cuadro 11: Prueba de comparación de medias de Tukey con los datos de daño fuerte a las borlas de <i>T. recurvata</i> para los tratamientos a base de Esteron 47*M.	42
Cuadro 12: Análisis de varianza para la altura de las motitas <i>T. recurvata</i> , con aplicaciones de Esteron 47*M.	42
Cuadro 13: Pruebas de Tukey para las diferentes variables del heno motita con aplicaciones de Esteron 47*M.	43
Cuadro 14: Análisis de varianza para el diámetro de las motitas <i>T. recurvata</i> , con aplicaciones de Esteron 47*M.	43

Cuadro 15: Análisis de varianza para el peso de las motitas <i>T. recurvata</i> , con aplicaciones de Esteron 47*M.....	44
Cuadro 16: Análisis de varianza para la pérdida de humedad de las borlas de <i>T. recurvata</i> , con aplicaciones de Esteron 47*M.	45
Cuadro 17: Porciento de mortalidad de motitas <i>T. recurvata</i> con diferentes tratamientos de 2,4 D Amina.	48
Cuadro 18: Análisis de varianza para la mortalidad de heno motita (<i>T. recurvata</i>) con los diferentes tratamientos aplicados de 2,4 D Amina.	49
Cuadro 19: Prueba de comparación de medias de Tukey para la mortalidad de las borlas de <i>T. recurvata</i> usando 2,4 D Amina.	50
Cuadro 20: Análisis de varianza para el daño fuerte de heno motita (<i>T. recurvata</i>) con los diferentes tratamientos aplicados de 2,4 D Amina.	50
Cuadro 21: Prueba de comparación de medias de Tukey para el daño fuerte de las borlas de <i>T. recurvata</i> usando 2,4 D Amina.	51
Cuadro 22: Análisis de varianza para la altura de heno motita <i>T. recurvata</i> con los diferentes tratamientos aplicados de 2,4 D Amina.	51
Cuadro 23: Análisis de varianza para el diámetro de las motitas <i>T. recurvata</i> con los diferentes tratamientos aplicados de 2,4 D Amina.	52
Cuadro 24: Análisis de varianza para el peso de heno motita <i>T. recurvata</i> con los diferentes tratamientos aplicados de 2,4 D Amina.	52
Cuadro 25: Análisis de varianza para la pérdida de humedad de heno motita <i>T. recurvata</i> con los diferentes tratamientos aplicados de 2,4 D Amina.....	52
Cuadro 26: Pruebas de Tukey para las diferentes variables del heno motita con aplicaciones de 2,4 D Amina.	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Motita de <i>Tillandsia recurvata</i> L.....	7
Figura 2: Localización del área de estudio (Ejido Cuauhtémoc).....	27
Figura 3: Metodología para evaluar del grado de infestación de <i>Tillandsia recurvata</i> en <i>Pinus cembroides</i> Zucc., en el ejido Cuauhtémoc aplicando el método de Hawksworth (1980).	32
Figura 4. Áreas y árboles seleccionados para la aplicación de tratamientos de Esteron 47*M y 2,4 D Amina.	33
Figura 5: Medición de las variables altura, diámetro y peso para evaluar el grado de daño que causaron los herbicidas sobre <i>Tillandsia recurvata</i>	37
Figura 6: Porcentaje de mortalidad y otros niveles de daño de <i>T. recurvata</i> con diferentes tratamientos de Esteron 47*M.	40
Figura 7: Variación en peso de las motitas de <i>T. recurvata</i> a diferentes dosis aplicadas de Esteron 47*M.....	44
Figura 8: Pérdida de humedad de las borlas de <i>T. recurvata</i> a diferentes dosis y número de aplicaciones de Esteron 47*M.	45
Figura 9: Efecto fitotóxico de Esteron 47*M en malezas de hoja de ancha.asociada a <i>Pinus cembroides</i>	46
Figura 10: Porciento de mortalidad de las motitas de <i>T. recurvata</i> con los diversos tratamientos de 2,4 D Amina.....	49
Figura 11: Variación en peso de las motitas de <i>T. recurvata</i> a diferentes dosis y número de aplicaciones aplicadas de 2,4 D Amina.....	53
Figura 12: Pérdida de humedad de las borlas de <i>T. recurvata</i> a diferentes dosis y número de apliccaiones de 2,4 D Amina.	54

RESUMEN

Tillandsia recurvata en los últimos años se ha convertido en un serio problema de salud para los bosques del Sureste de Coahuila, afectando a los recursos forestales maderables y no maderables de la región. Diagnósticos preliminares revelan que más de 60 000 ha arboladas están infestadas por esta planta en el estado y que día con día avanza más el problema atacando a nuevos hospederos. Ante tal situación y con el propósito de contribuir al control de esta planta epifita se planteo el presente estudio con el objetivo de evaluar la efectividad de los herbicidas Esterón 47*M y 2,4 D Amina y determinar la dosis optima para el control de esta planta. La especie estudiada fue *Pinus cembroides* y para determinar su grado de infestación se utilizó el método de Hawksworth (1980). Los tratamientos empleados para ambos productos fueron 5cc/litro de agua con una y dos aplicaciones y 10cc/litro de agua con una y dos aplicaciones, además de un testigo al que no se le aplico nada. Dichos tratamientos se establecieron bajo un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones, donde se distribuyeron en forma aleatoria cinco tratamientos incluyendo el testigo por cada repetición. La unidad de muestreo fue de 2 árboles por tratamiento y repetición, sumando un total de 40 árboles por sitio. Las variables observadas para ambos productos fueron: porcentaje de mortalidad de las motitas, afectación en altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de las motitas y el efecto de los productos en el hospedero y vegetación asociada, estas variables se evaluaron a los 30 días de la primera aplicación. Los resultados de este estudio revelan que para ambos herbicidas sus dosis probadas no se consideran eficientes para matar a las borlas de *Tillandsia recurvata* ya que a la fecha de la evaluación solo se observo el 40% de mortalidad, pero sí lograron causar un impacto significativo sobre la estructura de las motitas a nivel de daño fuerte, lo que permite pensar que si se dejara más tiempo para su evaluación resultara con un porcentaje más elevado de mortalidad. Las dosis no fueron significativas para reducir la altura y diámetro de las motitas, sin embargo si perdieron peso y humedad. El Esteron 47*M en su dosis más elevada provoco quemaduras importantes en plantas anuales que se encontraban bajo los árboles de *Pinus cembroides* que fueron tratados. Los productos no lograron desprender a las motitas del hospedero lo que implica que se tenga que acudir al retiro manual y elevar el costo del saneamiento.

Palabras clave: *Tillandsia recurvata*, Esteron 47*M, 2,4 D Amina y *Pinus cembroides*.

I.- INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del estudio.

Coahuila está enclavado en la parte desértica de México, cuenta con una vegetación muy variada, ya que en las partes altas de la sierra se encuentran especies de pinos, pinabetes y encinos. En las partes bajas abundan los mezquites, huizaches, yucas, nopales, magueyes, cactus, lechuguillas, entres otras (Rzedowski, 2006).

Rodríguez (1991), menciona que el estado posee en superficie para zonas áridas 13, 016, 927 ha (81.3%) y en superficie forestal arbolada 374, 973 ha (2.34%), esta estadística arroja que el recurso forestal maderable es escaso en comparación con los bosques existentes en otros estados de la República Mexicana. Sin embargo, para nuestro estado estas limitadas áreas cobran gran importancia, no tanto por los aprovechamientos maderables que haya, sino más bien desde el punto de vista hídrico, edáfico, faunístico y recreativo, motivo por el cual estamos aún más obligados a protegerlos y conservarlos dada la escasez de los mismos.

Pinus cembroides Zucc., es un recurso de gran importancia para la entidad y estados aledaños ya que de él dependen cientos de familias que habitan en el sector forestal y lo aprovechan para realizar construcciones y muebles rústicos, para leña, fabricación de artesanía y la cosecha de piñón cuyo valor comercial a veces alcanza 80 pesos el kg., además de que los piñoneros impactan favorablemente sobre la fauna y el agradable microclima que prevalece en esta región. Su rango altitudinal es de 1500 a 2800 msnm, aunque se ha encontrado en elevaciones cerca de 3000 m. En su área de distribución la precipitación media anual oscila de 350 a 700 mm (Eguiluz, 1978 y Rzedowski, 1978).

1.2 Planteamiento del problema

Lamentablemente el *Pinus cembroides* Zucc., a pesar de tener buena adaptabilidad en zonas de clima templado, seco o semiseco, también enfrenta una serie de problemas que impiden su desarrollo potencial, destacan principalmente las plagas, enfermedades, como el heno motita (*Tillandsia recurvata*), la cual es un problema muy reciente de salud por el que atraviesan los bosques de Coahuila. Diagnósticos preliminares revelan que más de 60 000 has arboladas están infestadas por esta planta en el estado y que día con día avanza más el problema atacando a nuevos hospederos. (Flores *et al.*, 2005).

Desafortunadamente en México existen muy pocos trabajos relacionados al combate de *Tillandsia recurvata* y la mayoría de estos se han realizado en otros países del Continente Americano como Argentina, Brasil y Estados Unidos. Ante tal situación y con el objeto de contribuir a solucionar este problema se planteo el presente estudio con los objetivos siguientes:

1.3 Objetivos

- 1.- Evaluar la efectividad de los herbicidas Esterón 47*M y 2,4 D Amina, para el control de heno motita (*Tillandsia recurvata*).
- 2.- Determinar la dosis optima de Esterón 47*M y 2,4 D Amina, para el control de esta planta epifita.

1.4 Hipótesis

Ho: El Esterón 47*M y 2,4 D Amina en todas las dosis que se apliquen controlan significativamente al heno motita (*T. recurvata*).

Ha: Al menos una dosis de estos productos Esterón 47*M y 2,4 D Amina, resulta más eficiente para el control de *Tillandsia recurvata*.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del *Pinus cembroides* Zucc.

Conocido comúnmente como pino piñonero, piñón y pino, es considerado como la especie originaria de México. Se dice que posee alto potencial adaptativo y lento crecimiento, las bajas temperaturas influyen favorablemente sobre el crecimiento del piñonero y la producción de conos, tarda años en fructificar por primera vez y se regenera fácilmente. El *Pinus cembroides* Zucc., tiene efectos de restauración ya que evita la erosión y favorece la infiltración de agua, restableciendo mantos acuíferos. Ante tales virtudes el piñonero es considerado atractivo para reforestar zonas áridas y semiáridas (CONAFOR, 2000).

2.1.1 Distribución de la especie

Se extiende a los Estados Unidos y al Sureste de Nuevo México, Arizona y Sur de Texas. En México es la especie de más amplia distribución del grupo de piñoneros, que se extiende por casi todo el Norte y Centro de la República Mexicana, formando bosques más o menos definidos y caracterizados por el tamaño reducido de las hojas (Rzedowski, 1978).

Su área de distribución en la Sierra Madre Occidental se encuentra en los estados de Sonora, Chihuahua, Durango y Aguascalientes. En la Sierra Madre Oriental su distribución se ubica en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas e Hidalgo. También se localiza en el sistema montañoso de Baja California y su distribución se localiza en los estados de Baja California Norte y Sur. En el Altiplano Mexicano se limita en los estados de Zacatecas y San Luis Potosí. Finalmente se encuentra en el Eje Neovolcánico Transversal en los estados de Puebla, Tlaxcala, Querétaro y Jalisco (Martínez, 1948).

2.1.2 Condiciones ecológicas en las que se desarrolla la especie.

Esta especie crece frecuentemente en colindancia con pastizales, matorrales xerófilos o encinares arbustivos y forman amplias ecotonías con estas comunidades, ocupando casi siempre zonas de transición entre la vegetación xerófila de climas áridos y la boscosa de las montañas más húmedas. Por lo general *Pinus cembroides* está formado por bosques bajos y abiertos, y se encuentra asociado con especies del género *Juniperus*, *Quercus*, *Agave*, *Yucca* y *Dasyllirion* (Rzedowski, 1978).

Se encuentra en suelos someros, rocosos del tipo litosol eútrico o rendzinas líticas (García, 1985).

2.1.3 Importancia económica, ecológica, y social.

Jarillo (2004), señala que *Pinus cembroides* Zucc., destaca su importancia como árbol productor de semillas de piñón ya sea para consumo o venta. Esta especie proporciona poco más del 90% de la cosecha de piñones en la República Mexicana. También destacan otros usos para esta especie como obtención de leña para combustible, madera para diversos fines, venta de arboles de ornato y árboles de navidad.

En el aspecto ecológico la especie es importante, ya que tiene un gran potencial adaptativo y resistencia en condiciones climáticas extremas, por lo que es buena para la reforestación de las zonas áridas, secas y erosionadas de México (Francoise, 1977).

En el aspecto social Olayo y Mondragón (1985), mencionan que puede darse el establecimiento de plantaciones para producción de árboles de navidad y establecimiento de viveros para producción de planta.

2.1.4 Factores que afectan al bosque de *Pinus cembroides* Zucc.

Hoy en día los bosques de *Pinus cembroides* del sureste de Coahuila están siendo afectados por diversos factores entre los que encontramos:

- Incendios forestales.
- Expansión demográfica o urbanización.
- Cambio de terrenos forestales para uso agrícola.
- Explotación irracional del recurso forestal.
- Presencia de plagas y enfermedades.
- Incidencia de plantas parasitas y epifitas.

2.2 Clasificación taxonómica de *Tillandsia recurvata*, (Conzatti 1947).

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinids

Orden: Poales

Familia: Bromeliaceae

Género: *Tillandsia*

Especie: *recurvata*

Nombre común de *Tillandsia recurvata*: Paixtle, gallito, musgo bola, clavel del aire, heno motita, heno enano, heno chino entre otros. (Páez, 2005).

El género *Tillandsia* lo nombró Carlos Linneo en 1738 de tal modo, en honor al médico y botánico finlandés Dr. Elias Tillandz (originalmente Tillander) (1640-1693). (Bonilla *et al.*, 2006).

2.2.1 Características de la familia Bromeliaceae.

Miranda *et al* (2007), mencionan que es conocida ampliamente como magueyitos, las bromeliáceas suelen distinguirse por carecer de tallo, sus raíces son cortas, sus hojas basales arregladas en espiral y cubiertas de escamas espeltadas ordenas en roseta, el cual surge del centro de la planta, sus inflorescencias (conjunto de flores) dispuestas a manera de vistosas espigas, aunque también las hay con tallo, pero éste suele ser muy corto y con flores solitarias.

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, ínfero o supero, sobrepuesto de un estilo tripartido. El fruto es seco y trivalvar, con semillas apendiculadas, como carnosos e indehiscente con semillas sin apéndice, de embrión situado en una pequeña cavidad de halbumen harinoso (Conzatti, 1947).

Muchas de las bromeliáceas son epifitas, es decir viven sobre las ramas y los troncos de los árboles, y unas pocas prosperan sobre las rocas o el suelo. Las epifitas por lo común se asocian con ciertos árboles, principalmente en encinos y pinos, y crecen aisladas o en conjuntos. Estas plantas no dañan a sus portadores, solo los usan como soporte; en otras palabras no son parasitas de los árboles, no viven a expensas de ellos, como lo hace el conocido muérdago (Miranda *et al.*, 2007).

Además de producir su alimento a partir de la luz solar y el aire, muchas bromeliáceas aprovechan la materia orgánica y el agua que sus hojas captan durante la lluvia o absorben del ambiente; otras se benefician de los desechos orgánicos acumulados en las grietas de las rocas o en el suelo y algunas forman pseudobulbos, es decir cámaras formadas por la parte basal de la hojas. (Miranda *et al.*, 2007).

2.2.2 Descripción morfológica de *Tillandsia recurvata* L.

Raíz. Esta planta epífita no posee una raíz propiamente, sino que posee un conjunto de raíces que le sirven principalmente para sostén de la planta, mediante el desarrollo de esclerénquima, en la raíz vieja determina la formación de un rígido órgano de sostén, pero la firme fijación depende también del desarrollo de muchas ramificaciones o de las raíces adventicias. Los pelos radicales también intervienen en el sostenimiento de la planta al hospedero o al suelo y resultan particularmente eficientes en las plantas jóvenes impidiendo que se desplacen hacia arriba a causa del desarrollo del ápice vertical, (Matuda, 1972).



Figura 1. Heno Motita *Tillandsia recurvata* L.

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. Posee láminas típicamente recurvadas de donde adquiere el nombre *T. recurvata* (Chávez, 2009).

Tallo. Sus tallos son cilíndricos, de 2 a 4 cm de largo y diámetro 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 laminas grises, lineares o filiformes o aciculiformes. (Conzatti 1947 y Sánchez 1969).

Flor. De 1 a 2 flores (rara vez hasta cinco), 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 tres o más nervaduras prominentes, generalmente glabros, libres; pétalos angostos, de aproximadamente 1 cm de largo, color lila (rara vez blancos); estambres profundamente incluidos, más largos que el pistilo. Florece en otoño con pétalos color violeta claro o azul pálido y brácteas grises en sus bases. (Rzedowski, 1990).

Fruto y semilla. El fruto, según Villareal (1994), dice que es una capsula cilíndrica de unos 5 a 25 mm de largo, de dos a más carpelos, con número variable de cavidades y líneas de dehiscencia, abruptamente terminada en un pico corto. En su interior alberga varias semillas de consistencia viscosa.

Respiración

De acuerdo con Miranda *et al* (2007), señalan que las plantas pertenecientes al género de *Tillandsia* viven del aire principalmente, aunque suene raro, ya que de él obtienen el agua (vapor de agua del aire) que captan con los estomas de sus hojas, el oxígeno para respirar y el dióxido de carbono CO₂, que utilizan para sintetizar hidratos de carbono y otras sustancias.

Por otra parte Chávez (2009), menciona que 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 atmosfera y la regulación de la perdida de agua, los estomas se encuentran de forma preferente en la cara inferior (abaxial) de las hojas.

Fotosíntesis

Jensen (1998), indica que las plantas epifitas poseen metabolismo CAM (ácido de las crasuláceas), según sus siglas en inglés, está estrechamente relacionado con la fotosíntesis C₄, esto se debe a que el enzima PEP carboxilasa fija CO₂ al añadirlo al PEP dando lugar a los ácidos C₄, la formación de los ácidos está separada totalmente del Ciclo de Calvin. Como una parte de su adaptación hacia los hábitat secos, solo abren sus estomas durante la noche por lo que es el único momento en que gran cantidad de CO₂ puede penetrar a la hoja. El CO₂ se fija al combinarse con el PEP 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.

Reproducción

Su sistema de reproducción de *Tillandsia recurvata* es sexual y asexual. La semilla es fácilmente liberada y diseminada por el viento, aves y otros organismos (Crow, 2000).

Por otra parte Páez (2005), dice que el género *Tillandsia* se reproduce como otras bromeliáceas también en dos maneras. La primera es la “normal” por polinización y producción de semillas. Las Tillandsias no se autofecundan y el polen tiene que venir de otra planta de la misma especie. La otra manera es la reproducción de plántulas llamadas “hijuelos”. De la planta madre brotan, muchas veces en el tallo, nuevas plantas. Esto sucede por lo general después de la floración. Una planta puede tener varios hijuelos que pueden ser quitados y desarrollados solos por separado ó dejados junto con la planta madre, para formar una colonia.

2.2.3 Condiciones ecológicas para el desarrollo de *Tillandsia recurvata*.

Páez (2005), menciona las condiciones que favorecen a *Tillandsia recurvata* para alojarse en el hospedero son:

- Habitualmente necesita de clima templado frío.
- Prefiere árboles con humedad relativa alta, baja luminosidad y corteza rugosa.
- Se hospeda en lugares con arbolado denso, éste puede ser grande, mediano, chico, causando la muerte de ramas o todo el árbol.
- Sobrevive a temperaturas de congelación, su rango va de -10 °C a 32°C.
- En lugares con alto impacto se hospeda con mayor facilidad.

Hospederos.

El heno motita se puede arraigar en cualquier tipo de hospedero vivo o inerte, ya que solo lo requieren como sostén. Entre los hospederos vivos se aloja habitualmente en los géneros: *Pinus*, *Cedrus*, *Cupressus*, *Quercus* y *Prunus*. Mientras que en hospederos inertes se le puede localizar en rocas, material vegetal muerto (leñosas), cables de luz y telefónicos. Actualmente *T. recurvata* se le ha encontrado en múltiples especies del matorral rosetofilo incluyendo mezquite, huizache y la gran mayoría de las cactáceas; también se le ha observado en arbolado urbano (Chávez, 2009).

Ciclo biológico.

Arellano *et al* (2007), menciona que el ciclo biológico comienza con la fecundación de los óvulos por el polen y la consiguiente formación de las numerosas semillas en los frutos carnosos llamados cápsulas o bayas. Las semillas son dispersadas por el viento o por animales y germinan en los árboles, las rocas o el suelo que reúnen las condiciones adecuadas de humedad, luz y temperatura. Un porcentaje muy pequeño del total de semillas liberadas germina y da origen a plántulas. Después de varios años de desarrollo la especie florece, fructifica y mueren con lo que se cierra el ciclo de vida.

Daños

Tillandsia recurvata L., es una planta epifita que crece sobre otras plantas adheridas a los troncos y ramas de árboles y arbustos principalmente, por ello, son llamadas, con toda propiedad, epifitas (del griego *epi* que significa “sobre”, y *phyte*, “planta”). El hospedero o “forofito” sobre el que crece una epifita es utilizado sólo como apoyo físico o soporte sin recibir más daño que el que pueda provocar su abundancia dentro de su ramaje; por tanto, una epifita difiere de una planta parásita en que esta última obtiene agua y nutrientes del hospedero y la epifita no obtiene nutrientes de sus huésped (Granados *et al.*, 2003).

Montaña *et al* (1997), mencionan que el musgo bola como también se le conoce, tiene un éxito reproductivo elevado en diversos árboles y arbustos de las zonas secas del país, pero éste se hace más notorio en ecosistemas alterados, cuando la epifita cubre grandes áreas de ramas de árboles y arbustos, es decir, es cuando se disparan ciertos mecanismos que las convierten de inofensivas epifitas a serios problemas fitosanitarios.

En los hospederos y las ramas muy cubiertas por esta epifita 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, restringe el desarrollo normal de los brotes, produce amensalismo en la regeneración y por consiguiente no se desarrolla (Chávez, 2009).

Cabrera (1995), señala que *T. recurvata* segrega a través de sus rizoides 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

2.2.4 Distribución de la especie.

Valiente *et al* (2000), alude que *Tillandsia recurvata* prácticamente se encuentra distribuido en todo el Continente Americano desde el Sur de los Estados Unidos hasta Argentina. En México se encuentra situado en la mayoría de los estados, principalmente en Michoacán, Guerrero, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Tabasco, Veracruz, Oaxaca, Hidalgo, San Luis Potosí entre otros.

En Coahuila desde hace más de 10 años esta planta se ha venido presentando en los bosques de *Pinus Cembroides*, a lo que hoy en día se reporta como unos de los principales problemas de salud forestal.

2.2.5 Funciones benéficas.

Neumman (2004), menciona que *T. recurvata* tiene muchos usos potenciales entre los que destacan:

a).- Sirve de hábitat y alimento de muchos insectos, roedores, artrópodos y es utilizado por especies de aves para hacer sus nidos, también hay otros animales que los utilizan para protegerse de los depredadores.

b).- Fija una cantidad importante de nitrógeno al suelo cuando la motita se cae de su hospedero y entra a la fase de descomposición.

c).- Se utiliza para decorar nacimientos durante la época navideña y en algunos lugares como arreglo floral en eventos religiosos.

d).- Se usa como empaque en transporte de objetos delicados ya que le sirve de amortiguamiento contra golpes.

e).- Las motitas poseen una belleza especial que llama la atención, es por eso que puede ser utilizada para hacer manualidades y decorar las salas de los hogares.

f).-Posee propiedades curativas en cuanto a problemas respiratorios. La planta completa se utiliza en infusión para la tos, bronquitis, dolor de espalda y como antiabortiva. El ungüento hecho con manteca y la planta quemada y molida se unta contra las quemaduras. También ayuda a tratar la sífilis, dolor de muelas, comezón en el cuerpo y a regular la orina.

La planta ha demostrado gran actividad antitumoral y en aplicaciones *in vitro* contra el VIH / SIDA, así como en estudios con animales. El Dr. Henry Lowe de Jamaica ha solicitado una patente de los EE.UU. para un extracto de *Tillandsia recurvata* que produce la muerte de las células tumorales por apoptosis. (Lowe, 2008).

2.2.6 Aprovechamiento, almacenamiento, transporte y comercialización del heno motita.

Es un recurso forestal no maderable, que se desarrolla en casi cualquier tipo de ecosistema forestal. El aprovechamiento del heno está regulado por la Norma Oficial Mexicana NOM-011 RECNAT-1996 que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de musgo, heno y doradilla. La norma establece que para su aprovechamiento, no se debe derribar o dañar a las especies arbóreas o arbustivas, ni aprovechar este producto en aquellas especies que sirven como refugio permanente de especies de fauna silvestre.

Para su almacenamiento los responsables de los centros de acopio de heno deben solicitar la inscripción en el Registro Forestal Nacional. En cuanto al transporte del heno, desde el predio bajo aprovechamiento hacia los centros de almacenamiento, se realizará al amparo de remisión o factura comercial, expedida por el dueño o poseedor del recurso, o el responsable del centro de almacenamiento, siempre y cuando dicho producto se transporte por cualquier vehículo automotor.

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

2.3 Métodos de control de *Tillandsia recurvata* L.

Los bosques de Coahuila hoy en día atraviesan por un grave problema de salud que se llama *Tillandsia recurvata* lo que está generando una degradación en los árboles de importancia ecológica y maderable, es por eso, que ante tal situación se están realizando investigaciones de campo sobre métodos de control que permitan combatir a esta planta epifita, sin causar daño en su hospedero.

A continuación se describen los métodos de control para el ataque de heno motita.

Control Mecánico: Consiste en extraer manualmente las malezas, es decir, hacer las podas a las ramas de los árboles infestados por el heno motita. Por consiguiente se debe hacer el troceo de ramas y trasladar el material a un área desnuda y finalmente incinerar dicho material hasta su extinción, (Kaplan, 2007).

Esta estrategia según Kamila (2005), señala que puede complementarse con el empleo de un cepillo de fibra que no dañe la corteza. Obviamente, cuando se trata de ejemplares de gran tamaño esta alternativa lleva mucho tiempo y es de riesgo para un operario que no emplea la técnica de trepa de árboles. Por otra parte, es necesario tomar en cuenta que si un árbol está demasiado infectado si es necesario, hay que derribar ya que no sobrevivirá.

Con este método se hace dificultosa la limpieza de absolutamente todo el material, ya que pueden quedar semillas adheridas o pequeñas plántulas que no se aprecian visualmente y continúan el ciclo. Un tratamiento químico complementario puede minimizar esta falla.

Control Hidráulico: Este método consiste en el empleo de agua a alta presión para arrancar el clavel del aire. Se debe graduar la presión o la distancia de la lanza aplicadora a la zona blanco, a los efectos de no lesionar los tejidos del huésped. Cuando los ejemplares son de hoja persistente, esta metodología se dificulta, y sólo es recomendable para especies caducas en el período de reposo. A los efectos de solucionar fallas inherentes a la aplicación, también puede complementarse con un tratamiento químico posterior (Kamila, 2005).

Control Químico: Este método consiste en la aplicación de herbicidas sobre los árboles afectados por *Tillandsia recurvata*. Hoy en día se llevan a cabo experimentos donde se estudian varios productos, esto es con la finalidad de determinar el que más daño causa a la motita en menos tiempo, y así de esta manera, combatir la infestación que padece el arbolado. Cabe mencionar que ya se han hecho estudios recientes para Muérdago Killer, donde arroja que es un producto capaz de dañar las borlas, pero no las desprende de su hospedero, además que no es tóxico para el forofito y es inocuo para personas y animales. (Hernández, 2010).

Los distintos productos químicos provocan la muerte del heno después de cierto lapso de tiempo. El técnico debe elegir el plaguicida más adecuado luego de analizar una serie de factores.

2.4 Descripción de los herbicidas

ESTERON*47 M

Es un herbicida agrícola selectivo, con concentrado emulsionable efectivo en el control de maleza de hoja ancha anuales o perennes que invaden cultivos de maíz, sorgo, trigo, cebada y caña de azúcar en el Cuadro 1 se muestra su composición química.

Malezas que controla: Quelite cenizo, Choal o Epazote (*Chenopodium spp*), Quelite o Bledo (*Amaranthus spp*), Acahual (*Encelia mexicana*), Malva (*Malva spp*), Diente de león (*Taraxacum officinale*), Cadillo (*Xanthium pungens*), Berenjenas (*Solanum torvum*), Amargosa (*Ambrosia spp*), Mostaza (*Brassica campestris*), Tomatillo (*Physalis angulata*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Lengua de vaca (*Rumex crispus*), Cardo (*Cirsium spp*).

Cuadro 1. Composición química de Esteron 47*M, producto legalmente registrado por (Dow AgroSciences, 2003).

Composición porcentual	% en peso
Ingrediente activo	
Acido 2,4-D: (Ester butílico del ácido 2,4-diclorofenoxiacético) (con un contenido de ácido 2,4-diclorofenoxiacético de 79.78%).	
No menos de:.....	
(Equivalente a 400 g de I.A./L a 20°C)	49.20%
Ingredientes inertes	
Solvente, emulsificante	50.80%
No más de:.....	
Total.....	100.00%

Métodos para preparar y aplicar el producto: Para hacer la mezcla, vacíe el agua hasta la mitad del tanque y después viértase el ESTERON* 47 M agitando continuamente, agregue finalmente el resto del agua agitando siempre la mezcla durante la operación.

Aplice a presiones bajas de 2.1 a 3.5 kg/cm² (30 a 50 libras por pulgada cuadrada) preferiblemente con tiempo ni muy frío ni muy caluroso con temperatura entre 15 y 30°C y cuando la maleza sea tierna y esté creciendo activamente con buena humedad en el suelo.

Dow AgroSciences (2003), señala que los herbicidas a base de 2,4-D son productos sumamente activos y aún la más mínima cantidad puede dañar a las plantas de hoja ancha, tanto en el periodo de crecimiento como en el de inactividad.

Fitotoxicidad: Este producto por ser selectivo para gramíneas, es fitotóxico para todos los vegetales de hoja ancha; por lo tanto, deberán de aplicarse y respetarse las indicaciones de uso recomendadas en la etiqueta, ya que es un producto moderadamente tóxico para humanos y animales domésticos (Dow AgroSciences, 2003).

2-4 D AMINA

AGRAMINA 480 SA (Solución Acuosa), es un herbicida hormonal selectivo de post-emergencia y acción por contacto, selectivo para cultivos de gramíneas. Controla malezas de hoja ancha que comúnmente se presentan en los siguientes cultivos: Arroz, Maíz, Sorgo, Trigo, Cebada, Avena y Caña de Azúcar en el Cuadro 2 se presenta su composición química.

Cuadro 2: Composición química de 2,4 D Amina, producto legalmente registrado por (VELSIMEX, 2003).

Composición porcentual	% en peso
Ingrediente activo	
2,4-D: Sal dimetilamina del ácido 2,4-diclorofenoxiacético (Con un contenido de ácido 2,4-D no menor de 83%)	
No menos de:.....	
(Equivalente a 480 g de I.A./L)	49.60%
Ingredientes inertes	
Diluyente (agua), humectante y secuestrante	
No más de:	50.40%
Total:	100.00%

Malezas que controla: Bledo o quelite (*Amaranthus albus*), Quelite cenizo (*Chenopodium álbum*), Bolsa de pastor (*Capsella bursa-pastoris*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Rabanillo (*Raphanus raphanistrum*), Chayotillo (*Sycios angulata*), Girasol (*Helianthus annus*), Toloache (*Datura stramonium*), Malva común (*Malva parviflora*), Acahual (*Encelia mexicana*), Ojo de perico (*Melampoidum perfoliatum*), entre otras.

Métodos para preparar y aplicar el producto: VELSIMEX (2003), señala que para su aplicación, el producto a utilizar debe ser diluido perfectamente en agua limpia. Para obtener mejores resultados utilizar un volumen de 200 a 400 litros de agua por hectárea en aplicaciones con equipo terrestre. AGRAMINA 480 SA puede ser aplicado con equipo terrestre motorizado o de mochila. No es corrosivo al equipo o superficies metálicas. Este producto no se debe aplicar cerca de cultivos susceptibles ni a cultivos asociados. Otro aspecto importante que no se debe aplicar en horas de calor intenso ni cuando la velocidad del viento sea alta (más de 10 km/hora) a fin de evitar la deriva del producto a cultivos vecinos susceptibles de ser dañados. Evitar que la aspersion toque el follaje del cultivo por proteger.

Fitotoxicidad: AGRAMINA 480 SA no es fitotóxico en los cultivos que se indican, siempre y cuando sea empleado en forma adecuada y siguiendo las recomendaciones que muestra la etiqueta. Es un producto moderadamente tóxico, por lo que se deberá evitar su ingestión, inhalación y contacto con la piel y ojos. (VELSIMEX, 2003).

2.4.1 Herbicidas

Los herbicidas son productos fitosanitarios utilizados para controlar o eliminar especies vegetales no deseadas que cumplen una función defoliante y/o desecante según señala la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE, 1996).

Parra y Silva (1991), mencionan que los herbicidas son sustancias que al entrar en contacto con la planta, penetran a ella, inhiben su crecimiento normal y le causan la muerte.

2.4.2 Como actúan los herbicidas en la planta

Los herbicidas son absorbidos por las hojas, raíz o tallos y son transportados por la savia por todas las partes de la planta interfiriendo en su fisiología y su metabolismo por lo que se seca y muere (Parra y Silva, 1991).

2.4.3 Tipos de herbicidas

Según CASAFE (1996), existen cuatro tipos de herbicidas:

1.- Los que actúan sobre la fotosíntesis. Se subdivide en cuatro grupos siendo los tres primeros los que actúan sobre la fase luminosa de la fotosíntesis. Los herbicidas más usados son los del tipo a.

a).- Herbicidas que inhiben la transferencia de electrones inhibiendo la fotosíntesis: A este grupo de herbicidas corresponden: ureas, uracilos y triazinas. Este tipo de herbicidas son aplicados al suelo y absorbidos por las raíces, se transportan vía xilema a la parte aérea, llegan a los cloroplastos de las hojas y allí inhiben la fase luminosa. Cualquier planta puede ser afectada por este tipo de herbicidas.

b).- Herbicidas que desacoplan la cadena de transporte de electrones: Tienen la capacidad de capturar los electrones impidiendo la oxidación y formando radicales libres “superóxidos”, oxidan los lípidos insaturados de las membranas de los cloroplastos y el cloroplasto deja de funcionar. Son muy solubles y muy fácilmente absorbibles por las raíces. Se deben añadir vía foliar y no edáfica, ya que al tener carga positiva se absorben irreversiblemente sobre los coloides del suelo, mucho más que cualquier catión metálico, quedándose allí indefinidamente.

c).- Herbicidas que impiden la formación de ATP: A este grupo pertenecen las acilanilidas, hidroxibenzonitrilos, dinitrofenoles, piridazinas. Los más importantes son los dinitrofenoles, moléculas con anillo aromático hidroxilado y con dos grupos nitro. Pueden presentar una toxicidad importante para animales. De aquí que algunos se puedan usar como herbicidas y fungicidas.

d).- Herbicidas que alteran la biosíntesis de carotenoides: Actúan en algún punto de la síntesis de licopeno. El más importante es el amino triazol.

2.- Los que alteran la biosíntesis de metabolitos distintos a los carbohidratos. Se subdivide en tres grupos.

a).- Herbicidas que alteran la biosíntesis de aminoácidos aromáticos: La síntesis de aminoácidos aromáticos es imprescindible, ya que el trp y el phe son precursores de la lignina y de los compuestos aromáticos de la planta. El herbicida capaz de inhibir la síntesis de aminoácidos aromáticos es el glifosato, en el suelo puede ser inactivado, por lo que medioambientalmente tiene muy buen comportamiento.

b).- Herbicidas que alteran la biosíntesis de la glutamina.

c).- Herbicidas que inhiben la síntesis de lípidos: A este grupo pertenecen los tiocarbamatos que inhiben la conversión de ácidos grasos de cadena corta en AG de cadena larga. Como consecuencia, frenan el crecimiento del vegetal. Estas moléculas se pueden usar en tratamientos al suelo para semillas que estén germinando.

3.- Herbicidas que alteran el crecimiento vegetal. Alteran la elongación y la división celular. Cuando se incorporan a una planta dan lugar a un crecimiento anormal del vegetal, y como consecuencia origina deformaciones, falta de funcionalidad y la muerte de la planta.

a).-Herbicidas que alteran la elongación celular: En las células meristemáticas sucede la elongación celular, por acción de las auxinas. Éstos a alta concentración originan elongación celular desmesurada con malformaciones en los ápices y la muerte del vegetal.

b).-Herbicidas que inhiben la síntesis de giberelinas: Las giberelinas son fitohormonas responsables del crecimiento de la planta, ya que dan lugar a que los entrenudos tengan una determinada longitud. Si se inhibe la síntesis de giberelinas, la distancia entrenudos se acorta dando lugar al achaparramiento de la planta. Todo esto provoca que la planta pierda funcionalidad y muera.

c).- Herbicidas capaces de inhibir la división celular. Hay muchos tipos, pero los más importantes son los N-fenil carbamatos y la Hidrazida maleíca. Los N-fenil carbamatos, herbicidas que afectan a células meristemáticas, impidiéndoles el engrosamiento, no hay diferenciación celular, la planta deja de crecer y muere. La Hidrazida Maléica. Se usa como herbicida y como fitoregulador, ya que a determinada concentración hace que el crecimiento se ralentice, pero sin que la planta muera.

4.- Herbicidas con otros mecanismos de acción.

a).- Herbicidas que provocan la disrupción de la membrana celular: Son los llamados “aceites minerales herbicidas”. Al aplicarlos sobre la planta originan que se disuelva la cutina ya que provocan su deshidratación y al penetrar en las células disuelven los lípidos de las membranas celulares, como consecuencia la planta muere.

b).- Herbicidas que actúan sobre pigmentos.

c).- Herbicidas con actividad hormonal.

2.4.4 Clasificación de los herbicidas.

Según National Academy of Sciences N.A.S. (1980), no existe un solo sistema de clasificación de los herbicidas, ya que los mismos pueden ser agrupados según su naturaleza química, su mecanismo de acción, el momento de aplicación, su toxicidad, etc. No obstante, podemos dividirlos en:

a).- Según su persistencia

Residuales: Éstos se aplican al suelo, sobre la tierra desnuda y forman una película tóxica que controla la nacencia de malezas provenientes de semillas de especies anuales, al impedir su germinación. Normalmente no son activos sobre especies perennes que rebrotan a partir de rizomas, bulbos o estolones.

No residuales: Se degradan normalmente en poco tiempo por lo que solo actúan sobre las plantas sobre las que caen cuando se aplican.

b).- Según su movilidad dentro de la planta

Sistémicos: Se aplican sobre la planta, se absorbe y al ser traslocado a otras zonas de la planta a través del floema puede afectar a zonas de ella sobre las que el producto no cayó al tratarla.

De contacto: No se traslocan por el floema por lo que solo afecta a las zonas de las plantas sobre el que caen.

c).- Según la acción sobre las plantas

Selectivos: Son aquellos herbicidas que respetando el cultivo indicado eliminan las hierbas indeseadas.

No selectivos: Eliminan todo tipo de vegetal con el que entren en contacto. Normalmente utilizados para terrenos sin cultivos, zonas industriales, carreteras etc. Si se aplican en terrenos con cultivos deben aplicarse de modo que no afecten al cultivo.

d).- Según el momento en que debe aplicarse

Pre-emergencia: Son herbicidas que se aplican antes de la nacencia del cultivo.

Post-emergencia: Son herbicidas que se aplican después de la nacencia del cultivo.

2.4.5 Tipos de herbicidas de acuerdo a su forma de aplicación.

De acuerdo con Parra y Silva (1991), mencionan que hay herbicidas "foliares" que se aplican sobre las hojas, herbicidas granulares que se distribuyen en el suelo para que penetren por la raíz de las plantas y existen también productos que se aplican a los tallos de la planta, ya sea rociando la corteza, practicándole algunas muescas o cortándolo totalmente para que el producto penetre más fácilmente.

Herbicidas foliares: Estos se aplican con bombas aspersoras manuales o mecánicas, tratando de rociar todo el follaje de las plantas que se desean eliminar, generalmente los herbicidas se deben de mezclar con un agente humectante para aumentar el contacto de él mismo con la superficie de la hoja y facilitar su absorción. En áreas muy grandes se puede utilizar un avión para esparcirlo. El efecto de los herbicidas foliares es temporal, afectando solamente a las plantas que se encontraron presentes al momento de su aplicación, pero no tiene influencia sobre plántulas nuevas (Parra y Silva, 1991).

Herbicidas granulares: Estos se distribuyen en el suelo, directamente en la base de los tallos cuando son pocas plantas; pero si la densidad de plantas es muy alta, entonces se recomienda aplicarlo a voleo. También en este caso se puede utilizar un avión cuando la superficie a tratar es muy extensa. El efecto de los herbicidas granulares es que pueden permanecer activos desde un mes hasta varios años matando tanto plantas adultas como plántulas que van emergiendo de la semilla que se encuentra en el suelo. A esto se le conoce como poder residual del herbicida (Parra y Silva, 1991).

2.4.6 Época para la aplicación de herbicidas.

Silva y Parra (1991), señala que la época de aplicación depende del ciclo biológico de la especie que se trate de eliminar. Los herbicidas son más efectivos cuando las plantas se encuentran en su período de crecimiento, por lo que las plantas jóvenes son más susceptibles. Los herbicidas granulares se deben de aplicar antes de las lluvias, ya sean de invierno o de verano, para facilitar su incorporación al suelo y que puedan ser absorbidos por la raíz.

2.4.7 Ventajas y desventajas que presenta el uso de herbicidas respecto a otros métodos (Silva y Parra, 1991).

Ventajas

- Es un método efectivo y rápido de control, considerando la respuesta de la vegetación y el hectareaje cubierto.
- Es más económico que los métodos mecánicos y manuales.
- Es de fácil aplicación.
- Puede ser usado donde es imposible utilizar otros métodos.
- Se pueden utilizar productos específicos para las especies indeseables.
- Con el uso de herbicidas no existe riesgo de erosión.
- Su poder residual. La capacidad de permanecer por mucho tiempo en el suelo matando nuevas plántulas.

Desventajas

- Necesidad de trámites legales para su uso.
- Baja disponibilidad en el mercado de algunos productos.
- Mortalidad de plantas deseables.
- Contaminación del suelo y agua.
- Riesgo de intoxicación en las personas.
- Se requiere de un técnico especializado en el uso de productos químicos.

2.5 Trabajos afines.

Cantú (1968), evaluó dos herbicidas, Esteron Ten-Ten y Esteron Mata - Arbustos O.S, para el control de pastle (*Tillandsia spp.*), en *Pinus* del predio la Siberia, Sierra de Arteaga. Cada uno de los herbicidas se diluyó en diáfano o en diesel, y cada mezcla en una y en tres aplicaciones. Los resultados de este experimento se observaron satisfactorios a las 11 semanas de la aplicación de los tratamientos, donde el control se acercaba casi al 100%, con el Esteron Mata - Arbustos O.S + diáfano en tres aplicaciones, y Esteron Mata Arbustos + diesel en una sola aplicación. El autor recomienda hacerse las aplicaciones en febrero o abril antes de la floración y de la temporada de lluvias. Sin embargo no hace alusión a los daños que provoca al hospedero. Pero por intuición propia, son herbicidas que si controlan al heno motita, pero por ser altamente tóxicos causan severos daños al follaje del hospedero.

Ramos (1965), realizó un experimento similar al de cantú, solo que en este caso, escogió arbustos de encino (*Quercus sp.*), en los que había infestación de pastle, en el rancho El Carmen, Saltillo, Coah. Para la aplicación de tratamientos se prepararon cuatro emulsiones, Esteron Ten-Ten 20 cc en 2 litros de diesel y en 2 litros de agua. Esteron Mata-Arbustos O.S 20 cc en 2 litros de diesel y en 2 litros de agua. Los resultados que arrojaron los tratamientos son que las emulsiones de agua actuaron lentamente, mientras que las emulsiones de diesel actuaron con rapidez, apreciándose con mejor actuación al Esteron Mata-Arbustos O.S., en comparación con el Esteron Ten-Ten. El porcentaje de daño en la evaluación final arroja que el Esteron Ten-Ten en emulsiones de agua fue de 80% y en emulsiones de diesel fue de 100%. Para Esteron Mata-Arbustos O.S en emulsiones de agua fue de 90% y en emulsiones de diesel fue de 100%. Así que determinó que los dos herbicidas son efectivos como tratamiento para destruir al heno (*Tillandsia spp.*).

Actualmente se han realizado nuevos estudios sobre el heno motita *T recurvata*, debido a que sigue creciendo el alto grado de infestación sobre bosques del sureste de Coahuila, Los estudios realizados son los siguientes:

Castellanos *et al* (2009), desarrollaron un estudio sobre el efecto de *T. recurvata* L. sobre el éxito reproductivo de *Fouquieria splendens* Engelm. en un matorral micrófilo-espinoso de Peña Blanca, Querétaro, en abril de 2005, en el cual se seleccionaron 66 individuos de *F. splendens*, a los cuales se les registró la cobertura, el número de agregaciones de *T. recurvata*, la cobertura promedio de tres agregaciones por cada forofito, el número de panículas, el número de flores con frutos y el número de flores muertas por panícula. El nivel de infestación de *T. recurvata* sobre *F. splendens* estuvo directamente correlacionado con el potencial reproductivo por unidad de área de cobertura del forofito ($r = 0.31$, $P = 0.014$); asimismo, hubo una correlación positiva y significativa entre el nivel de infestación y el número de flores muertas ($r = 0.33$, $P = 0.007$). Sin embargo, no se encontró correlación significativa entre el nivel de infestación y la proporción de frutos producidos por unidad de área de cobertura de *F. splendens* ($r = 0.05$, $P = 0.71$). Los resultados sugieren la existencia de una compensación reproductiva. Es probable que cuando existen altos niveles de infestación por *T. recurvata*, el forofito de *F. splendens* incrementa la producción de flores para así asegurar que el número de éstas con semillas se mantenga en la misma proporción que tendría si no estuviera infestada.

Hernández (2010), realizó su estudio sobre la efectividad de Muérdago Killer al 5% de concentración durante el invierno, para el control de *T. recurvata* en un bosque de *Pinus cembroides* Zucc, en el ejido Cuauhtémoc, Saltillo, Coahuila. Para su experimento empleo los siguientes tratamientos; T1 (0.500 Lts.), T2 (0.750 Lts.), T3 (1.000 Lts.), T4 (1.250 Lts.) y T5 (1.500 Lts.) de Muérdago Killer y T6 (Testigo), sin aplicación. Las variables que observó fueron Grado de Afectación del heno, Peso, Altura, Diámetro, Contenido de humedad, % de caída de las borlas y fitotoxicidad hacia el hospedero. En sus resultados concluye que el Muérdago Killer en sus dosis más altas si lograron deshidratar a las borlas, e incluso redujo el peso, altura, diámetro de manera significativa en comparación con el testigo, y el cambio de coloración y textura fueron notorios, volviéndose quebradizos al contacto manual. Sin embargo por si solas no se lograron desprender del árbol, lo que implicó desprenderlas mecánicamente con una bomba motorizada.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en el Ejido Cuauhtémoc que se localiza entre las coordenadas geográficas 25°17'00" Latitud Norte, y 100°56'51" Longitud Oeste (Figura 2), tiene una altitud alrededor de 2300 msnm (Barragán, 2007).

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



Figura 2: Localización del área de estudio (Ejido Cuauhtémoc).

Clima

El clima del área según Koppen, modificado por García (1973) está clasificado como BSo kw'' (e) que se describe como seco, templado, cálido, semifrío, con una temperatura media anual que oscila entre 5 y 12° C, la del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente mayor a 18° C, la precipitación promedio para la región es de 498 mm, con un régimen de lluvias de verano, tiene una oscilación térmica de entre 7 y 14° C, (SPP, 1983b).

Desde el 2002 se han venido presentando temperaturas arriba de los 35°C y en el 2011 llegó hasta 41.5° C, situación inusual para esta región del sur de Coahuila, ya que su clima se caracteriza por tener temperaturas muy frescas. En forma extrema también se presentan las temperaturas bajas que durante el 2010 y 2011 oscilaron entre -8.5 a -14.4° C (Cuadro 3). Estos eventos meteorológicos extremos aunque sean en forma aislada y esporádica no dejan de sorprender y, permitir asociar estos cambios microclimáticos a las altas incidencias del heno motita (*Tillandsia recurvata*) que se han venido presentando con mayor intensidad en los últimos años en diferentes recursos forestales de esta región.

Cuadro 3. Temperaturas máximas y mínimas extremas registradas en Saltillo, Coahuila, durante los últimos 11 años. Datos tomados del Departamento de Hidrología y Climatología (CONAGUA - UAAAN, 2011).

Temperaturas		
Años	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

Vegetación

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

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

En el área de estudio existe una densidad del arbolado de 2,242 árboles por hectárea de los cuales 2000 árboles son jóvenes, 200 maduros y 42 sobremaduros. El promedio en altura del arbolado oscila en 8 metros, en diámetro 14.68 cm y en cobertura 3 m.

A pesar de que el área presenta problemas de compactación del suelo por la entrada de animales domésticos, pájaros que se alimentan de la semilla de pino y la extracción de tierra de monte, existe muy buena regeneración con un promedio de 2300 renuevos por hectárea.

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

Fauna

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

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

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

Suelos

En la región donde se encuentra la Sierra de Zapalinamé los suelos son en su mayoría aluviales de componentes calcáreos arcillosos, originados de depósitos aluviales y fluviales constituidos por gravas, arenas y arcillas, varía en profundidad de unos cuantos a cientos de metros, constituye planicies con clásticos finos o abanicos aluviales al pie de las sierras. Por su carácter de zona de montaña, abundan los suelos Litosoles y Redzinas, los cuales son suelos pedregosos y someros constituyendo ambos casi en un 80% de la superficie del área. (CENTENAL, 1977).

Fisiografía y Topografía

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

El área de estudio se considera dentro de tres unidades fisiográficas:

Talud (Sierra).- Formada por laderas con pendientes superiores al 35° y por la acumulación de fragmentos de roca al pie de la sierra.

Llanura (Pie de monte).- Morfológicamente representa una topografía suave con pendiente a 12°.

Valle: De carácter intermontano son terrenos planos o con pendiente ligera (menor a 10°), dedicados en su mayoría a la agricultura de temporal y un poco de riego.

Geología

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

Hidrología

La red hidrográfica a la cual pertenece la Sierra Zapalinamé es a las vertientes del Golfo de México y cuencas cerradas del Norte, región hidrológica 24 "Bravo Conchos", Cuenca hidrológica B y Subcuenca e. Los coeficientes de escurrimiento son del 5 a 10% en casi toda la totalidad del macizo montañoso, 0 a 5% en los fondos de los valles y del 10 a 20% en las zonas más escarpadas. (Barragán, 2007).

3.2 Procedimiento experimental

3.2.1 Selección del área de estudio

Se realizaron recorrido de campo por los bosques de *P. cembroides* del ejido Cuauhtémoc con el propósito de seleccionar el área de estudio, la cual, debía contener árboles altamente infestados por *Tillandsia recurvata*, es decir árboles que tuvieran el grado de afectación 5 y 6 de acuerdo al método de (Hawksworth, 1980); este método consiste en dividir visualmente en tres tercios al árbol y a cada tercio se le dan valores según su grado de infección. **Se asigna el valor 0**, cuando en el tercio no hay infección visible (infección no visible); **Se asigna el valor 1**, cuando el 50% o menos de las ramas están afectadas (infección ligera); **Se asigna el valor 2**, cuando más del 50% de las ramas del tercio estén afectadas. (Infección severa). Una vez dados los valores, se procede a sumarlos y el resultado dará la clase a la que pertenece el árbol (Figura 3).

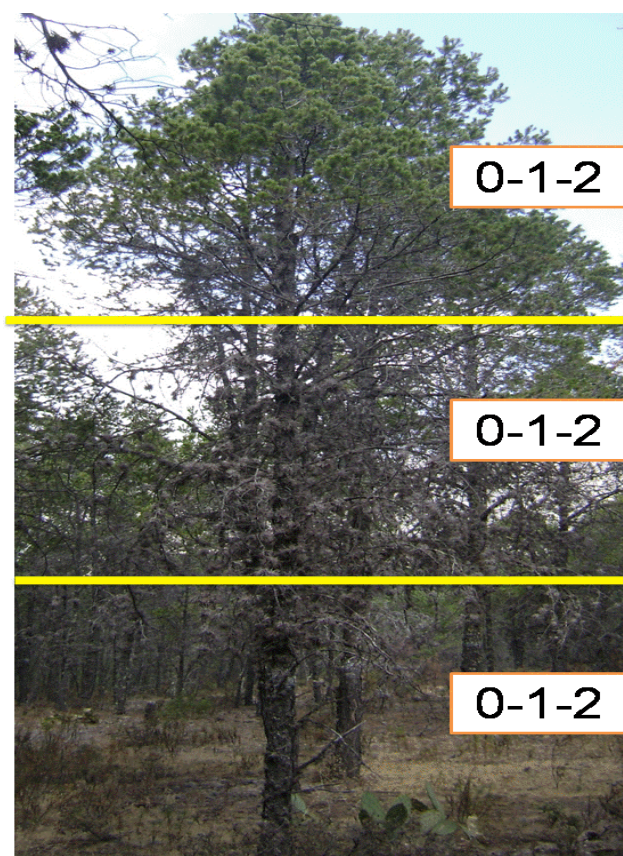


Figura 3: Metodología para evaluar el grado de infestación de *Tillandsia recurvata* en *Pinus cembroides* Zucc., en el ejido Cuauhtémoc aplicando el método de Hawksworth (1980).

Para este estudio se seleccionó el paraje denominado “La Majada”, sitio que reunía las características de infestación deseadas. Posteriormente dentro del sitio, se procedió a marcar las unidades experimentales de acuerdo al diseño experimental planteado. Para no perder de vista los árboles seleccionados para la aplicación de tratamientos, se identificaron con un anillo color verde para Esteron *47 M y color naranja para 2,4 D Amina. Al igual para identificar el sitio donde se establecieron los tratamientos de cada producto se marcaron en las esquinas con una estaca del mismo color de los anillos de los árboles (Figura 4).

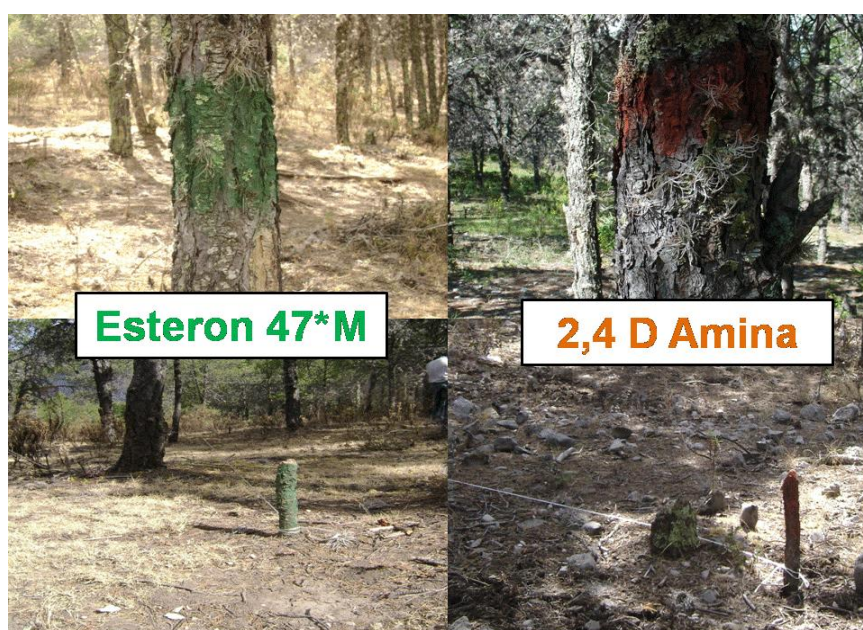


Figura 4. Áreas y árboles seleccionados para la aplicación de tratamientos de Esteron 47*M y 2,4 D Amina.

3.2.2 Tratamientos y diseño experimental

Para el presente estudio se evaluaron dos productos que fueron: Esteron 47*M y 2,4 D Amina, en aplicaciones de verano. Este estudio se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones, donde se distribuyeron en forma aleatoria cinco tratamientos incluyendo el testigo por cada repetición (Cuadro 4 y 5). La unidad de muestreo fue de 2 árboles por tratamiento y repetición, sumando un total de 40 árboles por sitio.

Los tratamientos para Esteron 47*M fueron los siguientes:

T1: (5 cc/litro de agua) con una aplicación.

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

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

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

T5: Sin aplicación

Cuadro 4: Distribución de los tratamientos bajo un diseño completamente al azar para Esteron 47*M.

REPETICIÓN I	REPETICIÓN II	REPETICIÓN III	REPETICIÓN IV
T1	T5	T2	T3
T2	T3	T4	T1
T5	T2	T1	T5
T3	T4	T5	T4
T4	T1	T3	T2

Los tratamientos para 2, 4 D Amina fueron los siguientes:

T1: (5 cc/litro de agua) con una aplicación.

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

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

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

T5: Sin aplicación

Cuadro 5: Distribución de los tratamientos en un diseño completamente al azar para 2,4 D Amina.

REPETICIÓN I	REPETICIÓN II	REPETICIÓN III	REPETICIÓN IV
T5	T2	T3	T3
T2	T1	T5	T2
T4	T5	T1	T4
T3	T4	T4	T5
T1	T3	T2	T1

3.2.3 Aplicación de tratamientos

La primera aplicación de los herbicidas Esterón 47*M y 2,4 D Amina se realizó el 21 de mayo del 2010, y para los tratamientos que llevaron una segunda aplicación se hizo el 8 de junio del mismo año. La evaluación de los tratamientos se realizó a los 30 días de haberse aplicado.

La aplicación de cada uno de los tratamientos para ambos herbicidas se realizó con aspersoras manuales de mochila, con una capacidad de 10 litros y con un alcance de hasta 4 metros de altura del producto asperjado. Las dosis que se utilizaron como tratamientos se prepararon individualmente en cubetas de 20 litros combinando los productos, cada tratamiento se aplicó una o dos veces de acuerdo al tratamiento, en las cuatro repeticiones procurando cubrir fundamentalmente las borlas que se encontraban localizadas en el tercio inferior del árbol u hospedero (*Pinus cembroides*), las ramas inferiores y fuste.

3.3 Variables observadas.

Las variables observadas para ambos productos fueron las siguientes:

- a).- Porcentaje de mortalidad de las motitas.
- b).- Afectación en altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de las motitas.
- c).- Fitotoxicidad de los tratamientos en *Pinus cembroides* y vegetación asociada.

Evaluación del porcentaje de mortalidad de las motitas

Para evaluar esta variable se hizo mediante una escala arbitraria tipo Likert descrita por Sampieri *et al* (1991), modificada para este estudio; esta escala describe el grado de daño que va de 0 a 4, donde el valor 0 corresponde a motitas vivas sin daño; valor 1 es daño ligero para motitas vivas con puntas café; valor 2 daño fuerte para motitas deshidratadas, color café-oscuro; valor 3 para motitas muertas color negro sin caerse y valor 4 motitas muertas caídas, color negro. (Cuadro 6).

La evaluación consistió en observar a nivel de campo la textura y color de 10 borlas de cada árbol muestra para ambos productos registrando el nivel de daño que mostraron. Es importante aclarar que para esta parte del estudio no se pudo aplicar el método de Hawksworth (1980), porque no hubo desprendimiento de motitas.

Cuadro 6: Metodología de la escala Likert modificada para este estudio (Sampieri *et al.*, 1991).

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

Medición de la afectación en altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de las motitas.

Para determinar el grado de afectación de los productos sobre la altura, diámetro, peso y pérdida de humedad de las borlas, se colectaron 20 motitas de cada tratamiento y de cada repetición, dando un total de 100 motitas por área de estudio, incluyendo el testigo. Estas se colocaron en bolsas de papel estraza, se marcaron con el nombre del producto por tratamiento y repetición y fueron llevadas al laboratorio para la medición de las siguientes variables:

Altura

Para medir la altura de la motita se utilizó un vernier digital calibrado en centímetros, tomando la medida desde la base de los rizoides hasta el ápice de la hoja central (Figura 5).

Diámetro

De igual manera para medir el diámetro se utilizó un vernier digital calibrado en centímetros, se midió la motita en forma de cruz colocando el vernier desde el lado izquierdo al lado derecho tomando como referencia la punta de la hoja más sobresaliente de ambos lados y se obtuvo el promedio, esto con el fin de obtener el valor del diámetro más exactos (Figura 5).

Peso

Para determinar el peso de las borlas se utilizó un balanza Torrey calibrada a cero y es así como se tomó el peso exacto de cada motita. Como la balanza proporcionaba la lectura en kilogramos se tuvo que convertir a gramos para el procesamiento de los datos. En esta variable el peso de las borlas testigo se tomó como peso verde mientras que al peso de las motitas tratadas con las dosificaciones de los productos se le llamo peso anhidro (Figura 5).

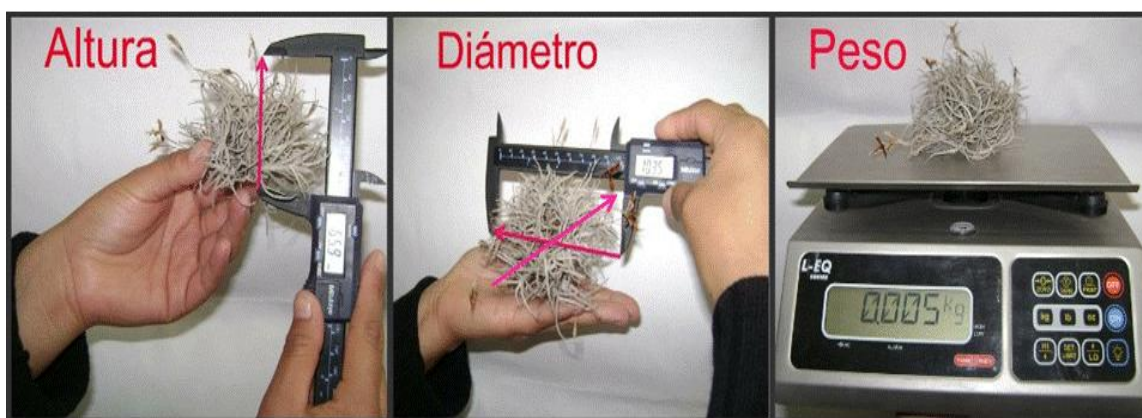


Figura 5: Medición de las variables altura, diámetro y peso para evaluar el grado de daño que causaron los herbicidas sobre *Tillandsia recurvata*.

Perdida de humedad

Para el cálculo de esta variable se modificó la formula que usa para determinar el porcentaje de contenido de humedad y se adecuo de la siguiente manera:

Al peso verde le adaptamos el promedio del testigo, que es el 100% de humedad de las motitas y el peso anhidro o seco se le llamo al peso de las motitas tratadas.

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

Donde:

PH(%)= Porciento de pérdida de humedad

P_v = Peso verde (Promedio del testigo)

P_o= Peso seco (Peso de motitas tratadas)

Grado de fitotoxicidad de los tratamientos en *Pinus cembroides* y vegetación asociada.

Para determinar el grado del Fitotoxicidad de ambos herbicidas Esteron 47*M y 2,4 D Amina sobre el follaje de *P. cembroides* así como a las especies asociadas en el sotobosque se realizo en forma visual

Finalmente para realizar los análisis de varianza se utilizo el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS®) versión 9.1 y el modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

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

i=1, 2, 3, 4, 5(tratamientos)

j=1, 2, 3, 4 (repeticiones)

En donde:

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

μ = Efecto de la Media poblacional.

T_i = Efecto verdadero del i-nesimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental en la e-nesima repetición.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Prueba con Esteron 47*M

4.1.1 Porciento de mortalidad causada por Esteron 47*M sobre las motitas de *T. recurvata*.

En el Cuadro 7, se muestra el porcentaje de mortalidad de motitas de *Tillandsia recurvata* ocasionado por los tratamientos a base de Esteron 47*M; como se puede observar el tratamiento 2 consistente en 5cc/litro de agua con dos aplicaciones, fue el que alcanzo la mayor mortalidad de motitas con un 40%, y en segundo lugar quedo el tratamiento 4 formado por 10cc/litro de agua con dos aplicaciones, quien alcanzo el 27.5% de mortalidad de motitas.

Cuadro 7: Porciento de mortalidad de motitas y otros niveles de daño de *T. recurvata* con diferentes tratamientos de Esteron 47*M.

Nivel de daño	0	1	2	3	4
	Sin daño	Daño ligero	Daño fuerte	Muerte sin desprendimiento	Muerte con desprendimiento
Tratamientos					
T1: D1 (5cc/lit de agua) y 1 aplicación.	0	25	57.5	17.5	0
T2: D1 (5cc/lit de agua) y 2 aplicaciones.	0	5	50	40	5
T3: D2 (10cc/lit de agua) y 1 aplicación.	0	7.5	77.5	15	0
T4: D2 (10cc/lit de agua) y 2 aplicaciones.	0	0	72.5	27.5	0
T5: Sin Aplicación.	100	0	0	0	0

Se debe aclarar que esta escala de evaluación sustituyo a la escala de Hawksworth (1980), ya que al no caerse las motitas no se pudo cuantificar el impacto del producto. Sin embargo es importante señalar que a pesar de que un porcentaje muy alto de motitas murieron, estas no se desprendieron de su hospedero y solo en el tratamiento 2 integrado por 5cc/litro de agua con dos aplicaciones, hubo un 5% de motitas caídas alcanzando el grado 4 de la escala utilizada para evaluar esta variable.

En la Figura 6, se muestran estos resultados con una mejor visualización donde se incluye para cada tratamiento los diferentes niveles de daño que aparecen con su respectivo color; por ejemplo para el tratamiento 5 que es el testigo, existe un 100% de motitas sin daño (barra con leyenda color amarillo).

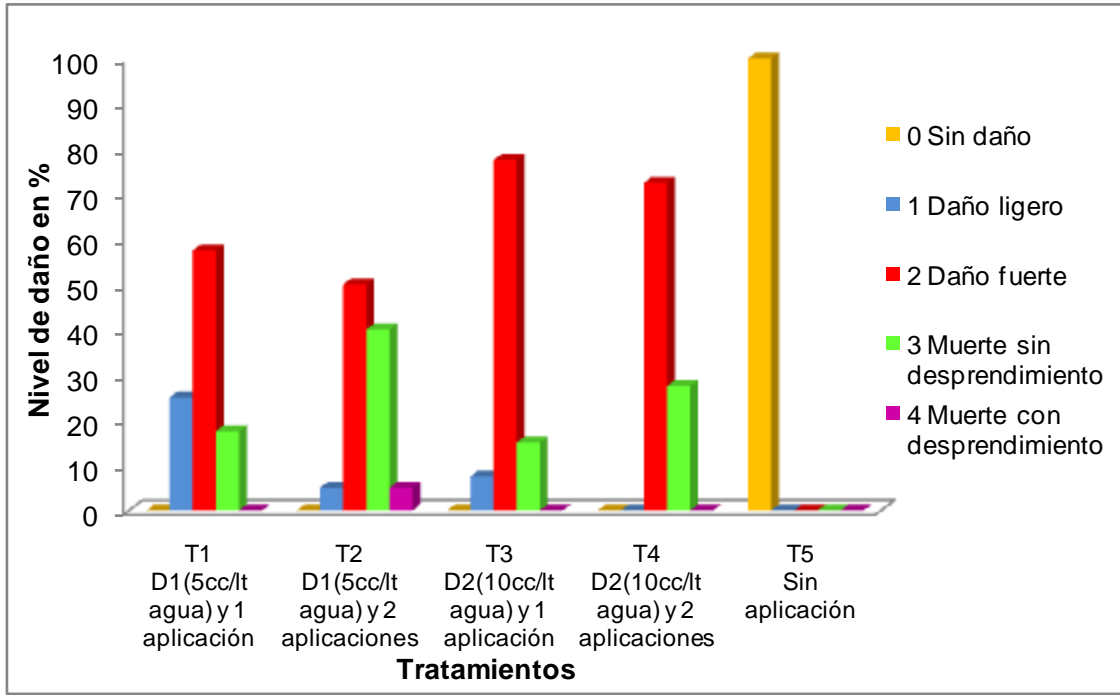


Figura 6: Porcentaje de mortalidad y otros niveles de daño de *T. recurvata* con diferentes tratamientos de Esteron 47*M.

El análisis de varianza realizado con estos datos (Cuadro 8), revela que existe diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de significancia del 5%, siendo el tratamiento 2 el que resulto superior a todos los demás según la prueba de Tukey. En un segundo grupo quedan los tratamientos 4,1 y 3 que resultaron superiores al tratamiento testigo (Cuadro 9).

Cuadro 8: Análisis de varianza para el porciento de mortalidad, de las motitas de *T. recurvata* con diferentes tratamientos de Esteron 47*M.

FV	GL	SC	CM	F	P>F*
Tratamientos	4	35.5000000	8.8750000	1.79	0.0240
Error	15	74.5000000	4.9666667		
Total	19	110.0000000			

C.V. =111.43%

*Significativo estadísticamente

Cuadro 9: Prueba de comparación de medias de Tukey para la mortalidad del heno motita de *T. recurvata*, con aplicaciones de Esteron 47*M.

Tratamiento	Dosis	Media**	Agrupación*
2	D1 (5cc/lt de agua) y 2 aplicaciones.	4.000	A
4	D2 (10cc/lt de agua) y 2 aplicaciones.	2.750	B
1	D1 (5cc/lt de agua) y 1 aplicación.	1.750	B
3	D2 (10cc/lt de agua) y 1 aplicación.	1.500	B
5	Sin aplicación	0.000	C

*Los valores agrupados con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí, aun nivel de significancia del 5%.

** Número promedio de motitas muertas de una muestra de 10 por árbol.

También es importante señalar que todos los tratamientos preparados a base de Esteron 47*M lograron dañar con categoría fuerte a las motitas y que estuvieron muy próximas a alcanzar el grado 3 que corresponde a la mortalidad de las borlas. El análisis de varianza (Cuadro 10) y la prueba de Tukey (Cuadro 11) para comparar los tratamientos con el nivel de daño fuerte revelan que existe diferencia altamente significativa de los tratamientos a base de Esteron 47*M contra el testigo, pero sin mostrar diferencia entre dosis de Esteron 47*M.

Cuadro 10: Análisis de varianza con los datos de daño fuerte a las borlas de *T. recurvata* para los tratamientos a base de Esteron 47*M.

FV	GL	SC	CM	F	P>F**
Tratamientos	4	152.3000000	38.0750000	7.69	0.0014
Error	15	74.2500000	4.9500000		
Total	19	226.5500000			

C.V. =43.20%

** Altamente significativo

Cuadro 11: Prueba de comparación de medias de Tukey con los datos de daño fuerte a las borlas de *T. recurvata* para los tratamientos a base de Esteron 47*M.

Tratamiento	Dosis	Media**	Agrupación*
3	D2 (10cc/lt de agua) y 1 aplicación.	7.750	A
4	D2 (10cc/lt de agua) y 2 aplicaciones.	7.250	A
1	D1 (5cc/lt de agua) y 1 aplicación.	5.750	A
2	D1 (5cc/lt de agua) y 2 aplicaciones.	5.000	A
5	Sin aplicación	0.000	B

*Los valores agrupados con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí, aun nivel de significancia del 5%.

** Número promedio de motitas dañadas con grado 2, de una muestra de 10 por árbol.

4.1.2 Grado de afectación de los tratamientos a base de Esteron 47*M en las variables altura, diámetro, peso y pérdida de humedad *T. recurvata*.

Efecto en la altura del heno motitas:

En el cuadro 12, se muestran los resultados de análisis de varianza para la altura de heno motita, donde se demuestra que no existe diferencia significancia entre los tratamientos, es decir que ninguno de los tratamientos aplicados afecto la altura de la borla considerablemente. Para confirmar los datos anteriores se realizó la prueba de medias de Tukey (Cuadro 13), donde se observa que los tratamientos de Esteron 47*M no difieren del testigo.

Cuadro 12: Análisis de varianza para la altura de las motitas de *T. recurvata*, con aplicaciones de Esteron 47*M.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	0.29381750	0.07345438	0.24	0.9119
Error	15	4.61278750	0.30751917		
Total	19	4.90660500			
C.V. =8.23%				No significativo	

Cuadro 13: Pruebas de Tukey para las diferentes variables del heno motita con aplicaciones de Esteron 47*M.

Trat	Altura		Trat	Diámetro		Trat	Peso		Trat	Pérdida de humedad	
	Media	Agrupación*		Media	Agrupación*		Media	Agrupación*		Media	Agrupación*
3	6.8913	A	5	9.3450	A	5	7.1875	A	2	43.130	A
5	6.8575	A	1	7.8825	A	4	4.5250	B	1	39.304	A
1	6.6875	A	2	7.8325	A	3	4.4500	B	3	38.087	A
4	6.6813	A	3	7.8063	A	1	4.3625	B	4	37.043	A
2	6.5650	A	4	7.3700	A	2	4.0875	B	5	-0.000	B

*Los valores agrupados con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí, a un nivel de significancia del 5%.

Efecto en el diámetro del heno motitas:

Al igual que la altura, el análisis de varianza para el diámetro no muestra diferencias significativas, es decir, que Esteron 47*M no logró reducir el diámetro de las borlas con las diferentes dosis aplicadas (Cuadro 14).

Cuadro 14: Análisis de varianza para el diámetro de la motitas de *T. recurvata*, con aplicaciones de Esteron 47*M.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	9.09665500	2.27416375	2.06	0.1369
Error	15	16.54266875	1.10284458		
Total	19	25.63932375			
C.V. =13.04%				No significativo	

El cuadro 13, se muestra la prueba de comparación de medias de Tukey con respecto al diámetro, siendo que el tratamiento 5 (testigo), es el que lógicamente presenta los mayores diámetros.

Efecto en el peso del heno motita:

El análisis de varianza para evaluar el efecto de los tratamientos en el peso de las motitas (Cuadro 15 y Figura 7), muestran que si existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, siendo el tratamiento 2 compuesto por 5cc/litro de agua con dos aplicaciones, es el que logró reducir mayormente el peso de las borlas, aunque sin ser diferente estadísticamente al resto de los tratamientos que incluían alguna otra dosis de Esteron 47*M (Cuadro 13).

Cuadro 15: Análisis de varianza para el peso de las motitas de *T. recurvata*, con aplicaciones de Esteron 47*M.

FV	GL	SC	CM	F	P>F*
Tratamientos	4	26.08925000	6.52231250	8.09	0.0011
Error	15	12.09812500	0.80654167		
Total	19	38.18737500			

C.V. =18.24% * Significativo estadísticamente.

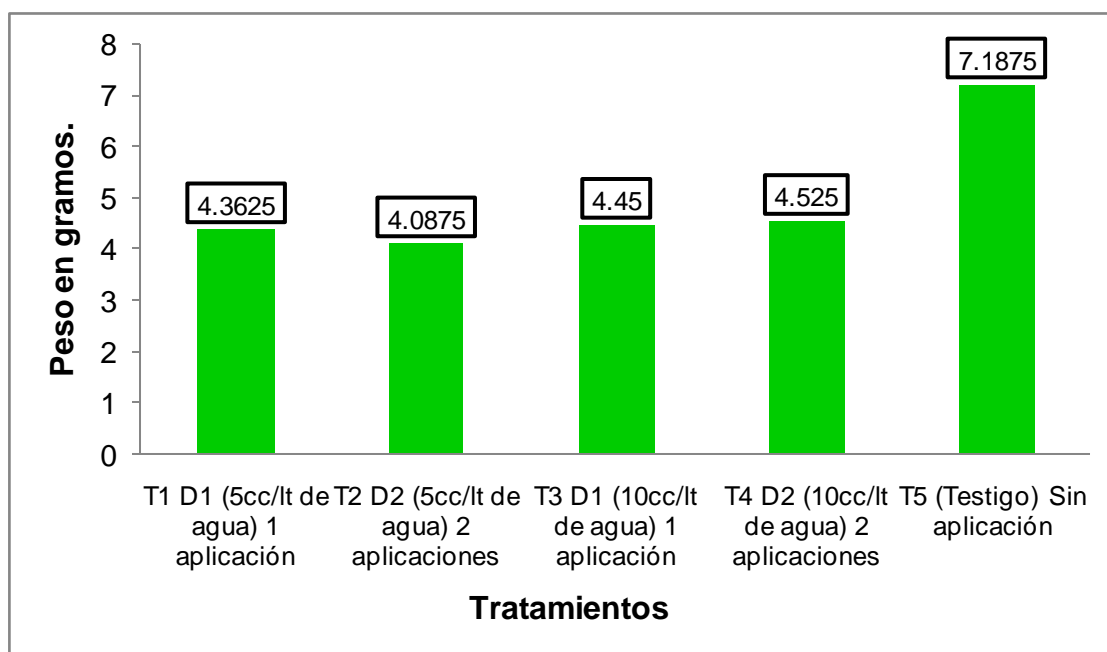


Figura 7: Variación en peso de las motitas de *T. recurvata* a diferentes dosis y número de aplicaciones de Esteron 47*M.

Efecto en la pérdida de humedad del heno motita:

Los resultados del análisis de varianza con respecto a la pérdida de humedad de las motitas de *T. recurvata* (Cuadro 16 y Figura 8), revela que hay diferencia significativa de los tratamientos con Esteron 47*M para con el testigo, siendo el tratamiento 2, (5cc/litro de agua con dos aplicaciones), el que logró reducir hasta el 43.13% de humedad de las motitas; mientras que la prueba de Tukey para esta variable (Cuadro 13), muestra que todos los tratamientos que incluyen alguna dosis de Esteron 47*M son iguales.

Cuadro 16: Análisis de varianza para la pérdida de humedad de las borlas de *T. recurvata*, con aplicaciones de Esteron 47*M.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	5050.168620	1262.542155	8.09	0.0011
Error	15	2341.867675	156.124512		
Total	19	7392.036295			

C.V. =39.65% *Significativo estadísticamente.

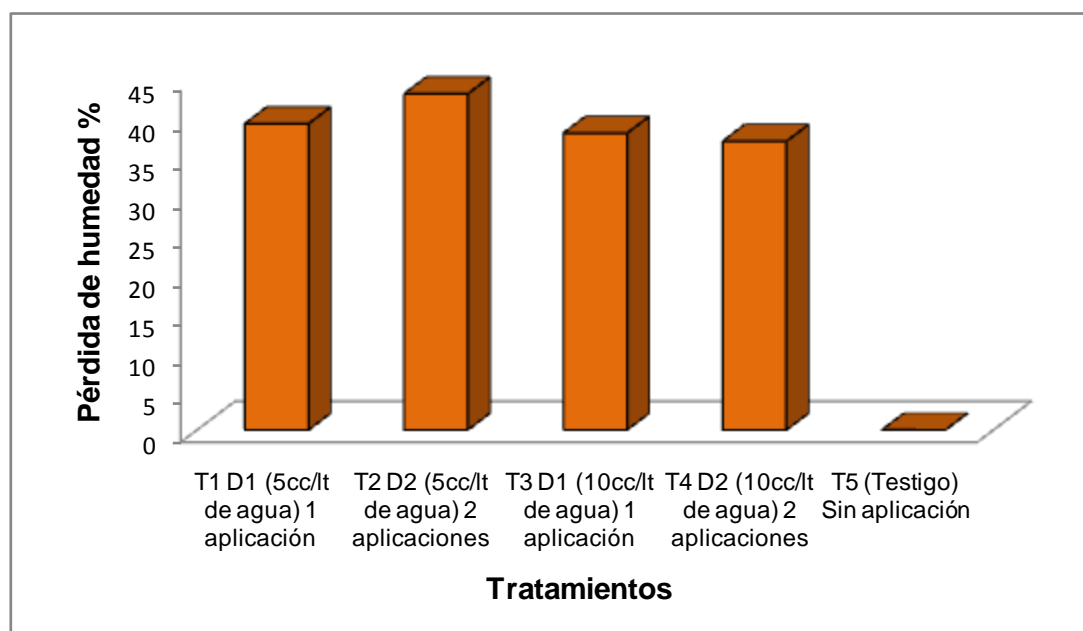


Figura 8: Pérdida de humedad de las borlas de *T. recurvata* a diferentes dosis y número de aplicaciones de Esteron 47*M.

4.1.3 Grado de fitotoxicidad del producto aplicado.

En la Figura 9 se muestra el efecto fitotóxico de las partículas de Esteron 47*M, como se puede observar el Esteron 47*M en su dosis más alta provocó quemaduras importantes en el follaje de plantas anuales que se encontraban bajo la cobertura de los árboles que fueron tratados. Sin embargo esta variable no fue posible medir debido a una contingencia climática que imposibilitó el acceso al área experimental.



Figura 9: Efecto fitotóxico de Esteron 47*M en malezas de hoja de ancha asociada a *Pinus cembroides*.

4.1.4 Discusión de resultados para la prueba con Esteron 47*m.

En el presente estudio el mayor porcentaje de mortalidad de las motitas (40%) que se alcanzó con el tratamiento 2 compuesto por 5cc/litro de agua con dos aplicaciones, resulta ser muy inferior a los resultados obtenidos en los estudios realizados por Ramos (1965) y Cantú (1968), donde alcanzaron entre el 80 y 100% de efectividad en el control de las motitas; esta situación se atribuye en primera instancia a que ellos en su mejor tratamiento disolvieron al herbicida en agua más diesel, siendo que este producto por sí mismo puede desecar a las motitas; otra posible razón es que su evaluación se realizó a los 70 días, mientras en el presente estudio la evaluación se efectuó a los 30 días de haber aplicado los tratamientos, como se hizo en las pruebas para controlar muérdago enanos y verdaderos en el estado de Michoacán (Coria *et al.*, 2008).

Es importante señalar que los tratamientos que se utilizaron en nuestro estudio a la fecha de muestreo tuvieron un efecto muy importante en el grado de desecación de la motitas sin que estas se encontraran muertas totalmente, pero es posible que si las evaluaciones se hubieran hecho al menos a los 60 días el porcentaje de mortalidad pudiera haber aumentado.

El efecto del Esteron 47*M sobre las variables de altura y diámetro no fueron muy notorias en virtud de que las muestras de motitas recolectadas se compactaron mucho durante el traslado, perdiendo su estructura original en altura y diámetro. Sin embargo para las variables peso y pérdida de humedad si se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos observándose que las motitas que pesaron menos fueron las que murieron y lo mismo se puede decir que a mayor pérdida de humedad se observó mayor mortalidad de motitas.

4.2 Prueba con 2,4 D Amina.

4.2.1 Porciento de mortalidad de 2,4 D Amina sobre heno motita *T. recurvata*.

En el Cuadro 17 y Figura 10, se muestran los resultados que se obtuvieron con la aplicación del producto 2,4 D Amina, y como se puede observar el tratamiento 3 (10cc/litro de agua con una aplicación), fue el producto que alcanzo la mayor mortalidad de las motitas (40%) y en segundo lugar quedo el tratamiento 4, (10cc/litro de agua con dos aplicaciones), al matar 32.5% de motitas. Ninguno de los tratamientos probados logró el grado 4 que corresponde a motitas muertas con desprendimiento del hospedero. El análisis de varianza y la prueba de Tukey correspondientes reportan que existe diferencia significativa entre los tratamientos, observándose el tratamiento 3 como el más eficiente y los tratamientos 4,1 y 2 en un segundo grupo, todos ellos superiores al tratamiento testigo (Cuadro 18 y Cuadro 19).

Cuadro 17: Porciento de mortalidad de motitas de *T. recurvata* con diferentes tratamientos de 2,4 D Amina.

Nivel de daño \ Tratamientos	0	1	2	3	4
	Sin daño	Daño ligero	Daño fuerte	Muerte sin desprendimiento	Muerte con desprendimiento
T1: D1 (5cc/lt de agua) y 1 aplicación.	0	5	77.5	17.5	0
T2: D1 (5cc/lt de agua) y 2 aplicaciones.	0	7.5	77.5	15	0
T3: D2 (10cc/lt de agua) y 1 aplicación.	0	0	60	40	0
T4: D2 (10cc/lt de agua) y 2 aplicaciones.	0	0	67.5	32.5	0
T5: Sin aplicación.	100	0	0	0	0

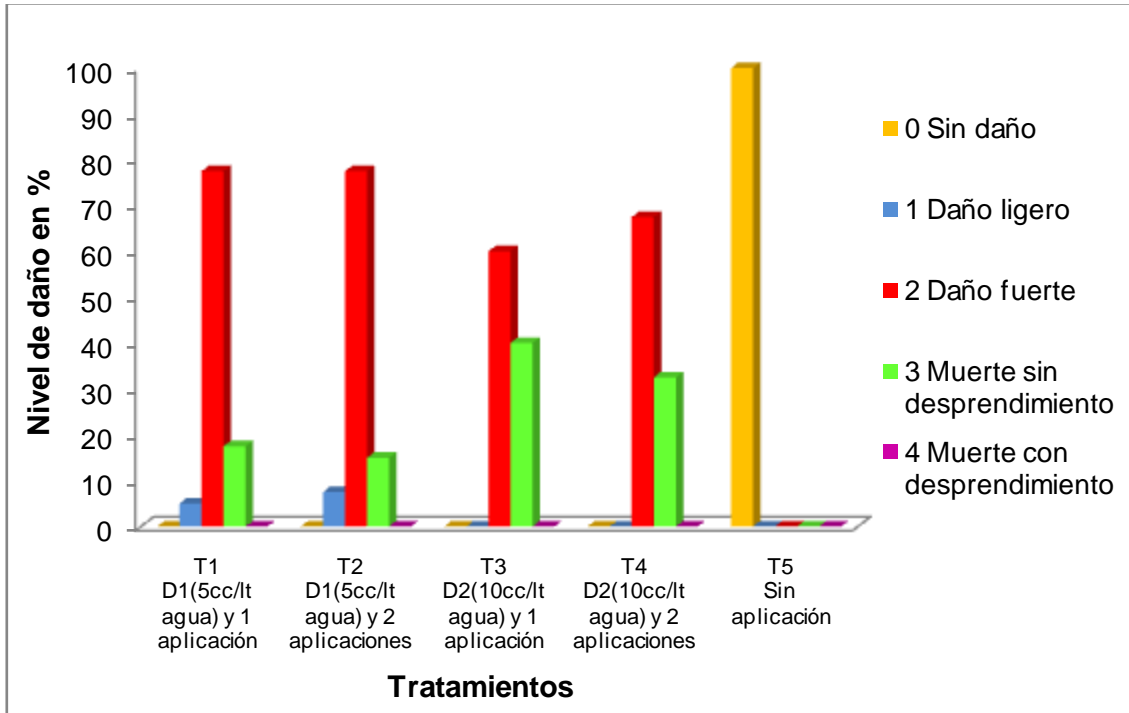


Figura 10: Porcentaje de mortalidad de las motitas de *T. recurvata* con los diversos tratamientos de 2,4 D Amina.

Cuadro 18: Análisis de varianza para la mortalidad de heno motita (*T. recurvata*) con los diferentes tratamientos aplicados de 2,4 D Amina.

FV	GL	SC	CM	F	P>F*
Tratamientos	4	39.30000000	9.82500000	3.04	0.0408
Error	15	48.50000000	3.23333333		
Total	19	87.80000000			

C.V. =85.62%

*Significativo estadísticamente.

Cuadro 19: Prueba de comparación de medias de Tukey para la mortalidad de las borlas de *T. recurvata* usando 2,4 D Amina.

Tratamiento	Dosis	Media**	Agrupación*
3	D2 (10cc/lt de agua) y 1 aplicación.	4.000	A
4	D2 (10cc/lt de agua) y 2 aplicaciones.	3.250	A B
1	D1 (5cc/lt de agua) y 1 aplicación.	1.750	A B
2	D1 (5cc/lt de agua) y 2 aplicaciones.	1.500	A B
5	Sin aplicación	0.000	B

*Los valores agrupados con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí, aun nivel de significancia del 5%.

** Número promedio de motitas muertas de una muestra de 10 por árbol.

Es importante señalar que el tratamiento 1 y 2 lograron causar daños fuertes a la consistencia de las motitas hasta en un 77.5%, las cuales estaban muy próximas a pasar al grado 3 para considerarse motitas muertas, esto equivale a un porcentaje muy alto de eficiencia. Reportándose diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 21).

Cuadro 20: Análisis de varianza para el daño fuerte de heno motita (*T. recurvata*) con los diferentes tratamientos aplicados de 2,4 D Amina.

FV	GL	SC	CM	F	P>F*
Tratamientos	4	168.3000000	42.0750000	12.56	0.0001
Error	15	50.2500000	3.3500000		
Total	19	218.5500000			
C.V. =32.39%			*Significativo estadísticamente		

Cuadro 21: Prueba de comparación de medias de Tukey para el daño fuerte de las borlas de *T. recurvata* usando 2,4 D Amina.

Tratamiento	Dosis	Media**	Agrupación*
1	D1 (5cc/lt de agua) y 1 aplicación.	7.750	A
2	D1 (5cc/lt de agua) y 2 aplicaciones.	7.750	A
4	D2 (10cc/lt de agua) y 2 aplicaciones.	6.750	A
3	D2 (10cc/lt de agua) y 1 aplicación.	6.000	A
5	Sin aplicación	0.000	B

*Los valores agrupados con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí, aun nivel de significancia del 5%.

** Número promedio de motitas con daño fuerte de una muestra de 10 por árbol.

4.2.3 Grado de afectación en las variables altura, diámetro, peso y pérdida de humedad con aplicaciones de 2,4 D Amina.

Efecto en altura y diámetro del heno motitas

El producto 2,4 D Amina no mostro ningún efecto al medir altura y diámetro de las borlas, según el análisis de varianza, ya que muestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos para estas dos variables. (Cuadro 22 y Cuadro 23).

Cuadro 22: Análisis de varianza para la altura de las motitas de *T. recurvata* con los diferentes tratamientos aplicados de 2,4 D Amina.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	0.45001750	0.11250438	0.45	0.7742
Error	15	3.79071250	0.25271417		
Total	19	4.24073000			
C.V. =7.12%				No es significativo	

Cuadro 23: Análisis de varianza para el diámetro de las motitas de *T. recurvata* con los diferentes tratamientos aplicados de 2,4 D Amina.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	6.12716750	1.53179188	1.38	0.2865
Error	15	16.60120625	1.10674708		
Total	19	22.72837375			
C.V. =12.65%				No es significativo	

Efecto en peso y pérdida de humedad

El análisis de varianza para peso y pérdida de humedad demuestran que si existe diferencia significativa entre los tratamientos ya que se registro pérdida de peso y humedad de las borlas de *T. recurvata* (Cuadro 24 y Cuadro 25).

Las pruebas de Tukey demuestran que el tratamiento 2 (5cc/litro de agua con dos aplicaciones), fue el mejor para reducir el peso y humedad de las motitas (Cuadro 26).

Cuadro 24: Análisis de varianza para el peso de heno motita *T. recurvata* con los diferentes tratamientos aplicados de 2,4 D Amina.

FV	GL	SC	CM	F	P>F*
Tratamientos	4	24.42700000	6.10675000	11.06	0.002
Error	15	8.27937500	0.55195833		
Total	19	32.70637500			
C.V. =14.58%			* Significativo estadísticamente.		

Cuadro 25: Análisis de varianza para la pérdida de humedad de heno motita *T. recurvata* con los diferentes tratamientos aplicados de 2,4 D Amina.

FV	GL	SC	CM	F	P>F*
Tratamientos	4	4728.402269	1182.100567	11.06	0.002
Error	15	1602.661626	106.844108		
Total	19	6331.063895			
C.V. =35.46%			* Significativo estadísticamente.		

Cuadro 26: Pruebas de Tukey para las diferentes variables del heno motita con aplicaciones de 2,4 D Amina.

Trat	Altura		Trat	Diámetro		Trat	Peso		Trat	Pérdida de humedad	
	Media	Agrupación*		Media	Agrupación*		Media	Agrupación*		Media	Agrupación*
1	7.3175	A	5	9.3450	A	5	7.1875	A	2	43.478	A
3	7.0613	A	4	8.3863	A	4	5.0125	B	3	40.000	A
4	7.0563	A	2	8.0750	A	1	4.8875	B	1	32.000	A
2	6.9875	A	1	7.9963	A	3	4.3125	B	4	30.261	A
5	6.8575	A	3	7.7613	A	2	4.0625	B	5	-0.000	B

*Los valores agrupados con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí, a un nivel de significancia del 5%.

Las Figuras 11 y 12 muestran el efecto que causaron los tratamientos a base de 2,4 D Amina en cuanto a peso y pérdida de humedad de las motitas de *T. recurvata*.

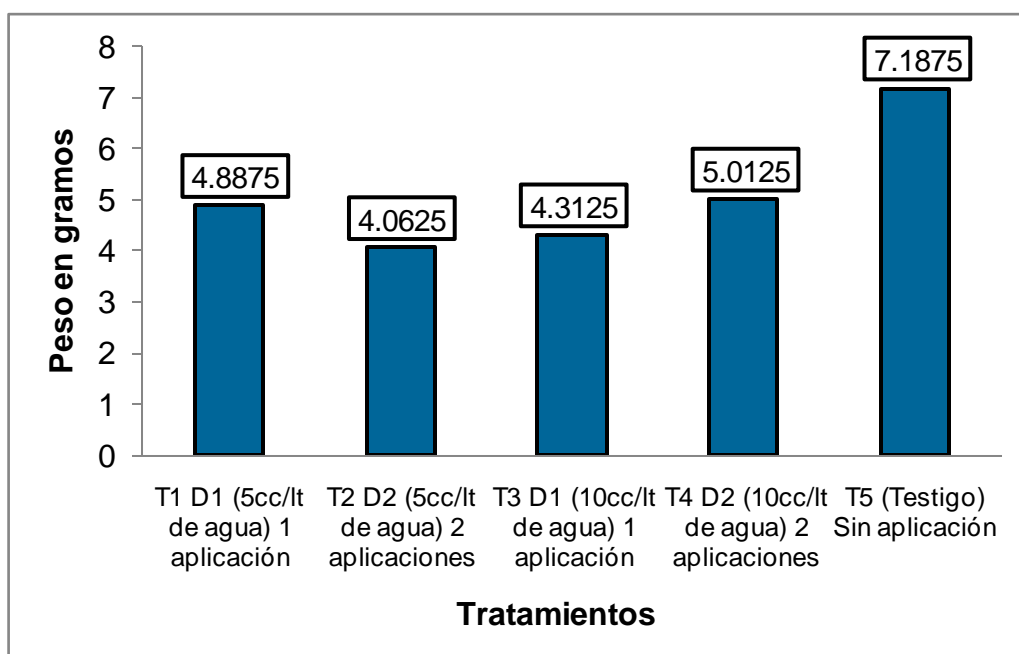


Figura 11: Variación en peso de las motitas de *T. recurvata* a diferentes dosis y número de aplicaciones de 2,4 D Amina.

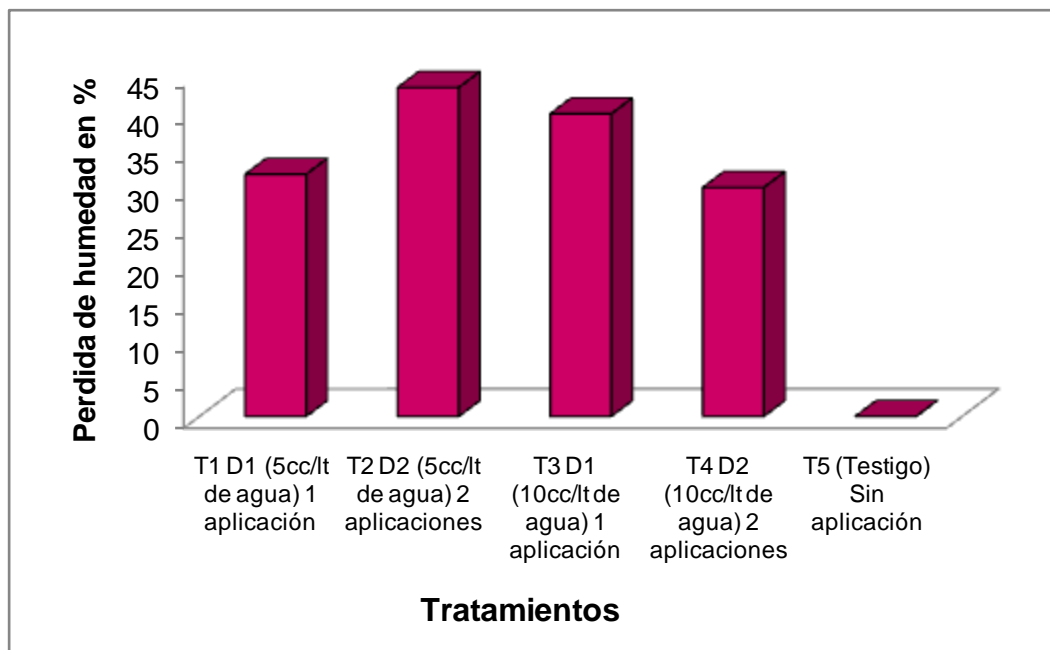


Figura 12: Pérdida de humedad de las borlas de *T. recurvata* a diferentes dosis y número de aplicaciones de 2,4 D Amina.

4.2.3 Discusión de resultados del producto de 2,4 D Amina.

La baja eficiencia de los tratamientos aplicados a base de 2,4 D Amina para matar a las motitas de *T. recurvata* se le puede atribuir a que este herbicida es mayormente recomendado para malezas de hoja ancha que tienen mayor exposición para el contacto de los herbicidas, siendo que las hojas de *Tillandsia recurvata* son lanceoladas con poca exposición y además contienen un alto porcentaje de humedad no fácil de perder por la cerosidad de las hojas.

También esta baja eficiencia se puede atribuir a que la segunda aplicación que se hizo de este producto la lectura de su evaluación se hizo a los 15 días sin dar el tiempo suficiente para que el producto penetrara a la planta y mostrara sus efectos de letalidad. Sin embargo el producto muestra que si tiene un efecto significativo en la reducción del peso y pérdida de humedad de las motitas, dos variables importantes para este estudio

V.- CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se puede establecer las siguientes conclusiones:

1.- Los dos productos utilizados en este ensayo, Esteron 47*M y 2,4 D Amina en sus dosis probadas no se consideran eficientes para matar a las borlas de *Tillandsia recurvata* ya que a la fecha de la evaluación solo se observó el 40% de mortalidad para ambos productos.

2.- Esteron 47*M, Dosis 1, (5cc/litro de agua) con dos aplicaciones fue el tratamiento que logró la mortalidad de 40% para las borlas de *T. recurvata*.

3.- 2,4 D Amina, Dosis 2, (10cc/litro de agua) con una aplicación fue el tratamiento que logró la mortalidad de 40% para las borlas de *T. recurvata*.

4.- Ambos productos mostraron un impacto significativo a nivel de daño fuerte sobre la estructura de las motitas, lo que permite pensar que si se dejara más tiempo para su evaluación resultara con un porcentaje más elevado de mortalidad.

5.- Las diferentes dosis aplicadas a base de Esteron 47*M no fueron significativas para reducir la altura y diámetro de las borlas de *Tillandsia recurvata* en comparación con el testigo. Sin embargo si fueron significativas en cuanto a la pérdida de peso y humedad.

6.- Ninguno de los tratamientos de ambos productos lograron desprender las motitas muertas de su hospedero, lo que implica que se tenga que recurrir al retiro manual de las mismas, elevando obviamente el costo del saneamiento.

7.- Aunque no fue factible hacer la medición de fitotoxicidad de los productos para *Pinus cembroides* y vegetación asociada, se pudo observar que el Esteron 47*M en su dosis más elevada provocó quemaduras importantes en plantas anuales que se encontraban bajo los árboles de *Pinus cembroides* que fueron tratados.

VI.- RECOMENDACIONES

- 1.- Para observar la efectividad de ambos productos se debe dejar más tiempo para tomar las lecturas o hacer mayor número de evaluaciones para que éstos muestren los daños que causan sobre la estructura de las motitas de *Tillandsia recurvata*.
- 2.- Como los herbicidas son productos químicos que contienen sustancias tóxicas para otras plantas se debe observar y medir los efectos que causa al follaje del hospedero y especies asociadas.
- 3.- Se debe tener un mejor control del traslado de las muestras de motitas de *Tillandsia recurvata* para que no sufran daños sobre su estructura y de esta manera se puedan obtener datos más precisos.

VII.- LITERATURA CITADA

- Arellano, M. J.J.; M. E. Miranda. J.; B. Z. Salazar A.; F. Hernández. M.; R. Quero. C.; L. Pérez. S. 2007. Colección Manejo Campesino de Recursos Naturales, Bases para el manejo comunitario de bromelias ornamentales. Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental A.C. México D.F. 98 p.
- Arce, G. L. y J. S. Marroquín. 1985. Las unidades fisonómico-florísticas del cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila, México. *Biótica* 10(4): 369-393 p.
- Barragán, S. C. A. 2007. Recopilación de datos biofísicos y socioeconómicos de la Sierra de Zapalinamé. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 61 p.
- Bonilla, A.; J.D. Burgos.; I. Jonson.; Y. Morales.; K. Soto. 2006. Distribución del nido de gungulen, *Tillandsia recurvata*. Universidad de Puerto Rico. (Fecha de consulta 29 de marzo 2011). Disponible en: www.inta.gov.ar/salta/info/boletines/desideratum/boletin_desideratum17.htm.
- Cabrera, G. M. 1995. Hydroperoxycycloartanes from *Tillandsia recurvata*, Revista Científica Journal of Natural Products. V. 58 (12) 1920-1924. 19 p.
- Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes Asociada con CropLife Latinoamérica (CASAFE). 1996. Capítulo de herbicidas. Ciudad Autónoma de Buenos Aires- Argentina. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0e.htm>.
- Cantú, B.C. 1968. Control de pastle (*Tillandsia* spp.), con herbicidas en pinos de la Sierra de Arteaga. Tesis profesional. Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 20 p.
- Castellanos, V. I.; Z. Cano. S. y B. Hernández. L. 2009. Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 199 p.
- CENTENAL, 1977. Cartografía temática (Edafología, Geología, Usos del suelo y Vegetación). Cartas G14C33 y G14C34 Escala 1:50 000. México.
- CONAFOR, 2000. Sistema Nacional de Información Forestal. *Pinus cembroides* Zucc. (1832). Disponible en: Flora (Jena) 15(2) Beibl.: 93. 1832. 5/5 p.

- Conzatti, C. 1947. Flora taxonómica mexicana (plantas vasculares). Tomo II. Monocotiledoneas Dierpentales-Superioritarias e Inferioritarias. México, D.F. 83-86 p.
- Chávez, G. A. G. 2009. Respuesta de tres especies forestales a la poda mecánica para el control del heno *Tillandsia recurvata*. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 45 p.
- Crow, W. T. 2000. Ball Moss. The Texas Agricultural Extension Service. Disponible en: <http://agrillifebookstore.org/tmppdfs/viewpdf1206.pdf>
- Coria A. V. M.; I. Vázquez C.; H. J. Muñoz. Flores.; J. Villa. Castillo. Impacto de tierra de diatomeas sobre *Arceuthobium globosum* Hawksworth y Wiens subsp. *grandicaule*. En *Pinus pseudostrobus* Lindl. 8 p.
- CONAGUA - UAAAN, 2011. Departamento de Hidrología y Climatología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Dow AgroSciences de México, S.A. de C.V. 2003. Guadalajara, Jal., México. Disponible en: <http://www.pro-agro.com.mx/prods/dow/dow13.htm>
- Eguiluz, P.T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el género *Pinus* en México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 75 p.
- Francoise, R. M. 1977. Notas sobre el estudio ecológico y fitográfico de los bosques de *Pinus cembroides* Zucc. Ciencia Forestal 10: 49-58 p.
- Flores, F. J. D.; A. Cruz. G.; J. L. Nava. M.; L.M. Torres. E.; A.S. Cortes. P.; U. Macías. H. y G. Rodríguez. V. 2005. *Tillandsia recurvata* L. un fuerte problema de sanidad e los recursos forestales del sur de Coahuila. Memoria de resúmenes del XIII Simposio Nacional de Parasitología Forestal. Morelia, Michoacán 100-125 p.
- García, M. E. 1985. Estado actual de conocimiento de los piñoneros. Primer Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León. Unidad Linares. Nuevo León. México. 248 p.
- García, E. 1973. Modificaciones para el Sistema de Clasificación Climática Koppen. 1ª Edición UNAM, México D.F. 246 p.

- Granados, S. D.; G.F. López. R.; M.A. Hernández. G.; A. Sánchez G. 2003. Ecología de las plantas epifitas. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 101 p.
- Hawksworth, F.G. 1980. Memoria 1er. Simposio Nacional Sobre Parasitología Forestal, Uruapan Michoacán. 239-251 p.
- Hernández, S. E. 2010. Efectividad de "Muérdago Killer" para el control de *Tillandsia recurvata*, en un Bosque de *Pinus cembroides* Zucc., en Saltillo Coahuila. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 55 p.
- Jarillo, M. E. 2004. Balance hídrico del suelo en una plantación de tres especies de *Pinus* para la producción de árboles de navidad en Saltillo, Coahuila. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 101 p.
- Jensen, I.A. 1998. Botánica. Editorial McGraw-Hill. 2da Edición. México, D.F. 432-437 p.
- Kaplan, J. 2007. Gerencia y control del musgo bola, artículo de los Epizine Herbicide Company, España. 20-67 p.
- Kamila, P.G. 2005. Clavel del aire, una planta que afecta a árboles y arbustos, métodos de control. Argentina. Disponible en: <http://riie.com.ar/?a=28067>
- Lowe, H. 2008. Anti-tumor and anti-inflammatory extracts of plant biomass and their uses. United States Patent application. Disponible en <http://www.andoycia.com.ar/archivo/claveldelaire/>
- Martínez, M. 1948. Los Pinos Mexicanos. Segunda Edición. Editorial Botas. México D.F. 361 p.
- Matuda, E. 1957. Bromeliáceas y Aráceas del Estado de México. Impreso en talleres gráficos de la nación, México D.F. 63 p.
- Meganck, R.A.; J. Carrera L.; F. Rodríguez C. y V. Serrato C. 1981. Plan de manejo para el uso múltiple del cañón de San Lorenzo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Organización de los Estados Americanos (OEA). Saltillo, Coahuila, México. 129 p.

- Miranda, J. M. E.; J.J. Arellano. M; B. Z. Salazar A.; F. Hernández. M; R. Quero. Cruz; L. Pérez. S. 2007. Colección Manejo Campesino de Recursos Naturales. Bases para el manejo comunitario de bromelias ornamentales. Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental A.C. México D.F. 98 p.
- Montaña, C.; Dirzo R.; Flores A. 1997. Structural Parasitism of an epiphytic bromeliad upon *Cercidium Praecox* in an intertropical semiarid ecosystem. *Biotropica*, Vol. 29. No. 4. 5 p.
- Muñoz C. G. 1998 Cartografía ecológica, un caso de Estudio: La Sierra de Zapalinamé, en el Sureste de Coahuila. 33-35, 42-49, 59-76 p.
- National Academy of Sciences, N.A.S. 1980. Estudio de las plantas nocivas, principios y prácticas. 392 p.
- Neumann, R. 2004. Clavel del aire (*Tillandsia recurvata*) y su control. Trabajo presentado en el XIII Congreso Latinoamericano de Malezas 17,18 y 19 de Septiembre de 1997. Buenos Aires Argentina Boletín Técnico N° 17. Buenos Aires, Argentina. 22 p.
- Norma Oficial Mexicana NOM-011 RECNAT-1996, Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de musgo, heno y doradilla. Diario Oficial de la federación el 23 de abril de 2003. México D.F.
- Olayo, M. A. y A. M. Mondragón. 1985. El manejo del pino piñonero. Primer Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León. Unidad Linares, Nuevo León. México. 248 p.
- Páez, G. L.E. 2005. Biología de *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae) y su importancia en aplicaciones prácticas y ecológicas. Tesis profesional. Facultad de Estudios Superiores Itzcala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, Estado de México. 82 p.
- Parra, G. M. A. y M.F. Silva. O. 1991. Patronato del centro de investigaciones pecuarias del estado de Sonora, A.C. Disponible en: <http://www.patrocipes.org.mx/publicaciones/ranchos/RA0060.php>.
- Ramos, G. H. 1965. Tratamiento del pastle (*Tillandsia* sp.) con herbicidas Esteron Ten - Ten y Esteron Mata Arbustos O.S. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 24 p.

- Rzedowski, J. Y. 1978. Vegetación de México, Editorial Limusa, México D.F. 432 p.
- Rzedowski, J. Y. 1990. Flora Fanerogamica del valle de México. Instituto de ecología. A. C. México D.F. 52-65 p
- Rzedowski, J. Y. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 p.
- 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. Trabajo de observación y estudio y obtención de información. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 76 p.
- Sampieri, H. R.; C. Fernández. C.; P. Baptista L. 1991. Metodología de la investigación. Segunda Edición. Mc Graw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. México D.F. 257 p.
- Sánchez, S. O. 1969. Flora del valle de México. Editorial Limusa, México D.F. 34-39 p.
- Silva. O. M.F. y M.A. Parra, G. 1991. Patronato del centro de investigaciones pecuarias del estado de Sonora, A.C. Disponible en <http://www.patrocipes.org.mx/publicaciones/ranchos/RA0060.php>.
- SPP. 1983b. Síntesis Geográfica de Coahuila. Dirección General de Geografía e informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 163 p.
- UAAAN, 1998. Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé. Dirección de Ecología. SEDESOL. Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza. 170 p.
- Valiente, B. A.; A. Aleantara. P.; Dávila. N. Flores. H.; M.C. Arizmendi. y J.L. Villaseñor. 2000. La vegetación del valle de Zapotitlán – Cuicatlán. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 25-74 p.
- VELSIMEX, S.A. DE C.V. 2003. México D.F. Disponible en falta: http://www.velsimex.com.mx/files/imagecache/producto_thumbnail/catalogo/imagenes/Agramina6.gif&imgrefurl
- Villareal, Q. J.A, 1994. Flora vascular de la sierra la paila Coahuila, Boletín Técnico Informativo. 16(1): 109-138 p.
- Villarreal, Q. J.A. y Valdés. R J. 1992-1993. Vegetación de Coahuila, México. Revista de Manejo de Pastizales 6: 9-18 p.

APENDICE

Cuadro 1: Concentrado de los datos de campo tomados a los 30 días de aplicados los tratamientos, para evaluar la mortalidad y los niveles de afectación de las borlas de *T. recurvata* con base a las dosis de Esteron 47*M.

ESTERON 47*M						
TRAT.	REP.	0 Sin daño	1 Daño ligero	2 Daño fuerte	3 Muerte sin caída	4 Muerte con caída
1	1	0	0	7	3	0
1	2	0	0	6	4	0
1	3	0	3	7	0	0
1	4	0	7	3	0	0
		0	10	23	7	0
		0	25	57.5	17.5	0
2	1	0	1	8	1	0
2	2	0	1	3	5	1
2	3	0	0	6	4	0
2	4	0	0	3	6	1
		0	2	20	16	2
		0	5	50	40	5
3	1	0	0	5	5	0
3	2	0	3	7	0	0
3	3	0	0	10	0	0
3	4	0	0	9	1	0
		0	3	31	6	0
		0	7.5	77.5	15	0
4	1	0	0	5	5	0
4	2	0	0	4	6	0
4	3	0	0	10	0	0
4	4	0	0	10	0	0
		0	0	29	11	0
		0	0	72.5	27.5	0
5	1	10	0	0	0	0
5	2	10	0	0	0	0
5	3	10	0	0	0	0
5	4	10	0	0	0	0
		40	0	0	0	0
		100	0	0	0	0

Cuadro 2: Concentrado de los datos de campo tomados a los 30 días de aplicados los tratamientos, para evaluar la mortalidad y los niveles de afectación de las borlas de *T. recurvata* con base a las dosis de 2,4 D Amina.

2, 4 D AMINA						
TRAT	REP	0 Sin daño	1 Daño ligero	2 Daño fuerte	3 Muerte sin caída	4 Muerte con caída
1	1	0	2	6	2	0
1	2	0	0	8	2	0
1	3	0	0	10	0	0
1	4	0	0	7	3	0
		0	2	31	7	0
		0	5	77.5	17.5	0
2	1	0	1	7	2	0
2	2	0	2	8	0	0
2	3	0	0	9	1	0
2	4	0	0	7	3	0
		0	3	31	6	0
		0	7.5	77.5	15	0
3	1	0	0	6	4	0
3	2	0	0	2	8	0
3	3	0	0	10	0	0
3	4	0	0	6	4	0
		0	0	24	16	0
		0	0	60	40	0
4	1	0	0	5	5	0
4	2	0	0	6	4	0
4	3	0	0	8	2	0
4	4	0	0	8	2	0
		0	0	27	13	0
		0	0	67.5	32.5	0
5	1	10	0	0	0	0
5	2	10	0	0	0	0
5	3	10	0	0	0	0
5	4	10	0	0	0	0
		40	0	0	0	0
		100	0	0	0	0

Cuadro 3: Densidad del arbolado en el área de estudio No. Ren/Ha y No. arb/Ha de acuerdo a la edad fenológica en la que se encuentra actualmente el bosque.

Edad Fenológica					
No. Ren/Ha	No. Arb/Ha	R	J	M	SM
2300	2242	2300	2000	200	42

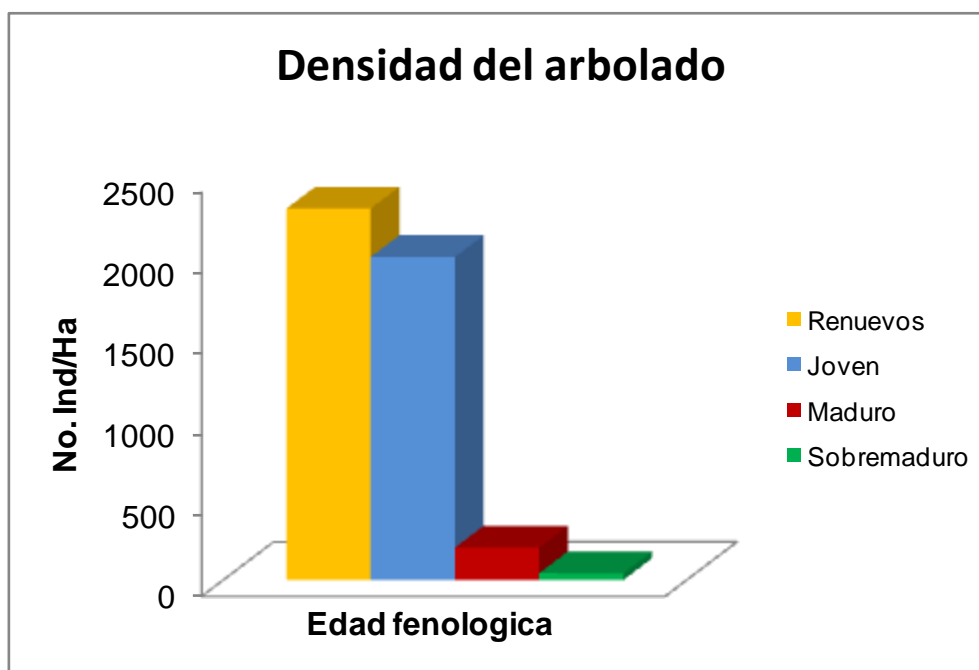


Figura 1: Número de individuos por hectárea, con respecto a la edad fenológica del arbolado existente en el área de estudio.

Cuadro 4: Promedios en altura, diámetro y cobertura del arbolado existente en el área de estudio donde se aplicaron los tratamientos de Esteron *47M y 2,4 D Amina.

	Repeticiones	A	D	C
Esteron 47*M	1	7	15.92	3.703
	2	8.15	15.66	3.018
	3	7.9	14.85	3.133
	4	7.85	14.19	3.1
2,4 D Amina	1	7.55	14.88	2.965
	2	8.2	14.09	3.175
	3	8.22	12.9	2.405
	4	8.38	14.97	3.014

Figura 2: Vista panorámica de la infestación de heno motita *Tillandsia recurvata* en *Pinus cembroides* Zucc., en el ejido Cuauhtémoc.



Figura 3: Vista panorámica del ataque de *Tillandsia recurvata* referente a las ramas de *Pinus cembroides*.

