

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Manejo Integral Del Heno Motita (*Tillandsia recurvata* L.)

Por:

JUAN CARLOS ZAVALA ALCAÑA

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México.

Junio, 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Manejo Integral Del Heno Molita (*Tillandsia recurvata* L.)

Por:

JUAN CARLOS ZAVALA ALCAÑA

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Ing. Sergio Braham Sabag
Coasesor


M.C. José David Flores Flores
Asesor Principal


M.C. José Armando Nájera Castro
Coasesor


Dr. Gabriel Sallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía





Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2019

DEDICATORIA

A **Dios** nuestro señor, gracias por permitirme alcanzar una meta más en el camino de la vida, perdón por las fallas y por favor no te separes de mí, ni de las personas que me rodean.

A mis padres **Adán Zavala León y María Concepción Alcaña Lara**, a quienes les debo mi vida y que han sido parte imprescindible de la misma, ya que me han guiado y me han dado cariño y apoyo incondicional que sin duda alguna ha sido fundamental para que yo saliera adelante con mis estudios, y que hoy solo resta decirles muchas gracias y que este triunfo es para ustedes.

A mis hermanos **José Jesús Zavala Alcaña y Eduardo Zavala Alcaña** como una muestra del gran cariño y amor, y porque son un estímulo en mi vida.

A mi esposa **Esmeralda Orduña Salinas**, por el gran amor que me ha brindado, y la paciencia que me ha tenido durante mi carrera, por apoyarme en todo, por estar ahí cuando más te necesite.

A mis Hijos **Evelin Grecia Zavala Orduña y Carlos Sabdiel Zavala Orduña**, quienes han sido mi motor principal para lograr terminar este capítulo de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por abrirme sus puertas desde el momento que fui parte de ella y por todos los momentos gratos que pasé en mi Alma, Terra, Mater.

Al **Departamento Forestal**, por ser parte de mi formación profesional, a mis **Maestros**, por las enseñanzas brindadas en cada una de las materias impartidas durante mi formación académica

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 **Ing. Sergio Braham Sabag**, por su valiosa participación en la revisión del presente trabajo, por haber permitido realizar mi servicio social bajo su asesoría y brindarme su amistad.

Al **M.C. Armando Nájera Castro**, por su valiosa participación en la revisión de este trabajo, así como brindarme su amistad en todo momento.

A mis **compañeros** de la generación (CXXVII), por todos y cada uno de los momentos en que convivimos.

A mis **amigos**, Juan, Brenda, Cristabel, Zaira, Alayla, Otoniel, José, Carlos, Venustiano, Fernando, Elías, Gleyder, Erick, Víctor, Yareli, Jesús y en especial a Francisco “la cuca” por todos los buenos momentos y las experiencias que pasamos juntos.

Al **Ing. Claudio Amado Leal Cantú**, por habernos recibido en su casa, así como las buenas experiencias que convivimos y por haberme permitido realizar mis prácticas profesionales en su despacho.

Índice General

I. INTRODUCCION	1
I.1. Importancia del tema.....	1
I.2 Planteamiento del problema.....	1
I.3. Objetivos	2
II. METODOLOGÍA	3
III. REVISION DE LITERATURA	4
3.1. Descripción botánica de la familia Bromeliaceae	4
3.2. Taxonomía de <i>Tillandsia recurvata</i>	6
3.3. Etimología	7
3.4. Nombres comunes	7
3.5. Sinonimias.....	7
3.6. Distribución.....	8
3.7. Descripción botánica de <i>Tillandsia recurvata</i>	9
3.6.1. Raíz	9
3.6.2. Hojas	10
3.6.3. Inflorescencia.....	11
3.6.4. Fruto	11
3.6.5. Semillas	12
3.7. Fenología vegetativa y reproductiva.....	12
3.7.1. Reproducción.....	12
3.7.2. Ciclo Biológico	13
3.7.3. Respiración.....	14
3.7.4. Fotosíntesis	14
3.7.5. Análisis químico.....	15
3.7.6. Condiciones ecológicas para su desarrollo.....	15
3.8. Hábitat y Hospederos o Forofitos	16
3.9. Funciones Ecológicas de <i>Tillandsia recurvata</i>	18
3.10. Usos de <i>Tillandsia recurvata</i>	19
3.10.1. Como sustrato	19

3.10.2. Para eventos ceremoniales y tradicionales.....	19
3.10.3. Como planta medicinal:	20
3.10.4. Para construcción de presas filtrantes	21
3.10.5. Para la producción de hongos comestibles	21
3.10.6. Utilizado para elaborar Shampoo	21
3.10.7. Utilizado para elaborar Herbicida.....	21
3.10.8. Utilizado como alimento (forraje) de oportunidad	21
3.10.9. Como especie decorativa	23
3.10.10. Utilizado para relleno de empaque	23
3.10.11. Para construcción nidos de aves:.....	23
3.10.12. Como bioindicador de la contaminación ambiental	23
3.10.13. Utilizada en la Jardinería o como especie ornato	24
3.11. Daños.....	24
3.12. Normatividad para el manejo de <i>Tillandsia spp.</i>	27
3.12.1. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	27
3.12.2. Reglamento de la ley general de desarrollo forestal sustentable	28
3.13. Medición de la infestación.....	31
3.14. Medidas preventivas	33
3.14.1. Aclareos.....	33
3.14.2. Podas	33
3.14.3. Cortas de saneamiento.....	33
3.14.4. Fortalecer los sitios.....	34
3.15. Métodos de supresión o combate	34
3.15.1. Control manual	34
3.15.2. Control físico.....	35
3.15.3. Control mecánico.....	35
3.15.4. Control químico	36
3.15.5. Control Biológico.	37
3.15.6. Control Genético.....	37
3.16. Concepto de Manejo Integrado.....	38
3.16.1. Diagnóstico fitosanitario para ataque de <i>Tillandsia recurvata.</i>	38

3.16.2.	Manejo Integral de <i>T. recurvata</i> propuesto en este Estudio.....	39
3.17.	Diferencias entre plantas parasitas y epifitas.....	42
IV.	CONCLUSIONES DE LA REVISIÓN	45
V.	LITERATURA CITADA	46

Índice de Figuras

Imagen 1: Especies representativas de la Familia Bromeliaceae	4
Imagen 2: Especies representantes del género <i>Tillandsia</i>	5
Imagen 3: <i>Tillandsia recurvata</i> en periodo de floración	6
Imagen 4: Mapa de presencia de plantas paraitas.....	8
Imagen 5: Esquema de una <i>Tillandsia</i>	9
Imagen 6: <i>Tillandsia recurvata</i> anclada a un <i>Schinus molle</i>	10
Imagen 7: Tricomas con múltiples pubescencias	10
Imagen 8: Acercamiento de <i>Tillandsia recurvata</i> en floración.	11
Imagen 9: Frutos (capsulas) de <i>Tillandsia recurvata</i>	12
Imagen 10: Esquema general del ciclo de vida de las Bromelias.	13
Imagen 11: Cableado de la electricidad infestado por <i>T. recurvata</i>	16
Imagen 12: <i>Tillandsia recurvata</i> afectando a especies de la familia Cactaceae	17
Imagen 13: Infestación severa de <i>Tillandsia recurvata</i> en mezquite	17
Imagen 14: Ramas secas por exceso de <i>Tillandsia recurvata</i>	17
Imagen 15: Similitud en la comparación de efecto anti-cancerígeno I	20
Imagen 16: Decoraciones vivas con especies del género <i>Tillandsia</i>	23
Imagen 17: Malla metálica cubierta con <i>Tillandsia recurvata</i> utilizada en jardines	24
Imagen 18: División de la copa del árbol para evaluar el nivel de infestación	32
Imagen 19: Saneamiento manual a <i>Prosopis glandulosa</i>	35
Imagen 20: Poda mecánica a <i>Pinus cembroides</i> afectado	36
Imagen 21: Diagrama del manejo integral	42
Imagen 22: Diferencias entre muerdago y epifitas	44

Índice de Tablas

Tabla 1. Metabólicos presentes en los extractos de <i>T. recurvata</i>	15
Tabla 2. Características nutrimentales de <i>T. recurvata</i> vs. Pastos nativos.....	22
Tabla 3. Montos de apoyo por agente causal vía terrestre (CONAFOR 2018).....	30
Tabla 4. Tabla de puntuación (CONAFOR 2018).....	30
Tabla 5. División del monto de apoyo (CONAFOR 2018).	31
Tabla 6. Nivel y manejo de infestación en arbolado (CONAFOR, 2007).	32
Tabla 7. Diferencias entre plantas parasitas y epifitas.	43

I. INTRODUCCION

I.1. Importancia del tema

Tillandsia recurvata sigue siendo un gran problema de salud para el sector forestal en el norte del país y se ha extendido a muchos otros estados de la república, atacando principalmente a los bosques de pino piñonero, mezquitales, así como a latifoliadas y a varias especies desérticas (Flores *et al.*, 2009). Por tal razón ha generado preocupación desde el punto de vista ecológico, económico y social. Actualmente no se tiene una estimación real del total de las hectáreas afectadas por esta especie, pero se estiman que tan solo en Coahuila existan más de 300,000 has afectadas por esta planta epífita, ya que años atrás esta cifra casi se alcanzaba (Flores *et al.*, 2009). Que como tal, es de suponerse que no debería causar ningún daño a los hospederos en donde se encuentra anclada. Por tal motivo las investigaciones sobre este tema incluyen estrategias que no solamente van dirigidas a la supresión, sino incluyen actividades de cómo aprovechar al heno motita para regular su población.

Ante tal situación la presente monografía pretende reunir la mayor información posible que sea importante para establecer el Manejo Integral de *Tillandsia recurvata*, que venga a contribuir a minimizar este grave problema.

I.2 Planteamiento del problema

Tillandsia recurvata es una especie que pertenece a la familia Bromeliácea la cual, sin ser una planta parásita, ha provocado daños de salud a mezquitales y a bosques de pino piñonero (Beltran *et al.* 2009). Y dada la información recabada se revela que *T. recurvata* no es un problema reciente, ya que en la década de los cincuenta hubo algunos reportes sobre presencia y control de *T. recurvata*) en Coahuila (Cantú, 1968), y en varios países del Continente Americano (Matuda, 1957).

Según algunos autores señalan que la presencia de una alta incidencia de *T. recurvata* sobre hospederos vivos puede llegar a causar su muerte por mecanismos como el peso acumulado que generan sobre las ramas, epiparasitismo, estrangulamiento de ramillas, liberación de sustancias alelopáticas, piratería de nutrimentos y sombreado (Ruiz y Coronado, 2012), o bien cuando dañan los cambios anatómicos de la corteza del forofito (Páez *et al.*, 2005).

Sin embargo, no todo está mal con esta especie, ya que también se la han descubierto usos positivos. Ghirardi *et al.*, (2010) mencionan que *T. recurvata* es un bioindicador de la contaminación ambiental, donde se han podido encontrar concentraciones de metales pesados en la atmósfera, como Zinc (Zn), Fierro (Fe), Manganeso (Mn). Otros de los usos que se le atribuyen es que funciona muy bien como sustrato para germinación, asociado con peat mos alcanzando arriba del 80 % de germinación (Vázquez, 2010).

I.3. Objetivos

- Recopilar la mayor información posible sobre el heno motita (*Tillandsia recurvata*) para proponer un Manejo Integrado de la misma.
- Generar un documento que coadyuve en la toma de decisiones para el manejo en áreas afectadas por heno motita (*Tillandsia recurvata*).

II. METODOLOGÍA

Para la revisión de este tema se integró en un documento la información generada a partir de documentos bibliográficos analizados en la zona de estudio, así como en otros Estados de la república y de otros países.

Los documentos analizados fueron localizados en su mayoría en la biblioteca universitaria (UAAAN) mediante el portal de investigación llamado CONRRYCYT (sitio web), así como los artículos científicos y libros compartidos en la biblioteca virtual de la universidad ya mencionada, memorias de congresos forestales y de parasitología forestal, incluyendo las experiencias de los propios prestadores de servicios forestales profesionales y poseedores de predios forestales.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Descripción botánica de la familia Bromeliaceae

Hierbas epifitas, terrestres o saxícolas, plantas hermafroditas o dioicas (flores funcionalmente unisexuales). Hojas con tricomas peltados absorbentes, la región basal dilatada y envainadora, las láminas alargadas, triangulares a liguladas o casi filiformes, ocasionalmente comprimidas próximamente y subpeciada o pecioladas. Inflorescencias generalmente terminales (laterales), simples o compuestas, generalmente escapíferas (sésiles), flores 3-meras, sésiles a largamente pediceladas, con brácteas subyacentes diminutas a grandes; sépalos libres o a veces connados, pétalos libres, cortamente connados hasta connados o aglutinados por más de la mitad de su longitud, frecuentemente con un par de apéndices basales o arrugas; estambres 6, en 2 verticilos, libres a variadamente connados o adnados; ovario súpero o ínfero, 3-locular, placentación axial o una baya o cápsula septicida; semillas con o sin apéndices (Uttley *et al.*, 1994).

En la Imagen 1, Se pueden apreciar algunas especies representativas de algunos de los géneros de la familia Bromeliaceae.



Imagen 1. Especies representativas de la Familia Bromeliaceae.

El orden Bromeliales contiene una sola familia, la Bromeliaceae, con 46 géneros y aproximadamente 2,000 especies. A esta familia usualmente se le llama la familia de la piña. El Botánico norteamericano Arthur Cronquist ha puesto el orden Bromeliales junto al orden Zingiberales, el cual incluye las familias *Cannaceae*, *Costaceae*, *Heliconiaceae*, *Lowiaceae*, *Marantaceae*, *Musaceae*, *Strelitziaceae* y *Zingiberaceae*, dentro de subclase *Zingiberidae* (Encyclopedia Britannica, 2001). Las bromelias se dividen en tres subfamilias: *Bromelioideae*, *Pitcairniodeae* y *Tillandsioideae*.

La subfamilia *Tillandsioideae* es probablemente la más evolucionada de la tres con adaptaciones especiales para sobrevivir en hábitos xerófitos. Contiene 6 géneros y 1020 especies. La mayor parte de estas especies son plantas epifitas. Son plantas de ovario súpero, fruto en cápsulas y sus semillas son plumosas. Sus semillas son dispersadas por el viento o se adhieren al substrato. *Tillandsia* (540 especies), *Vriesea* (295 especies) y *Guzmania* (158 especies), son los tres géneros de mayor importancia en esta subfamilia (TAXOMONY, 2010).

En la Imagen 2, se aprecian algunas especies de los 540 totales que hay del género *Tillandsia*.



Imagen 2. Especies representantes del género *Tillandsia*.

3.2. Taxonomía de *Tillandsia recurvata*

Tillandsia contiene un poco más de 500 especies dispersas en todo el Continente Americano y presente en múltiples ecosistemas. Ciertas especies de bromeliáceas son de gran valor económico y ecológico incluso algunas de ellas se encuentran bajo algún estatus de protección. La familia de las bromeliáceas, son epífitas perennes de tallo corto, con hojas arregladas en espiral y cubiertas de escamas peltadas, flores regulares, con un periantio de seis secciones en dos series parecidas, la exterior verde y la inferior petaloide; androceo de seis estambres, con un ovario trilocular pluriobulado, ínfero o súpero, sobrepuesto de un estilo tripartido. El fruto rápidamente se seca, carnoso e indehiscente, trivalvo, con semillas pediculadas, sin apéndice, con embrión en cavidad pequeña en albumen. La Clasificación taxonómica de *T. recurvata* (Conzatti, 1947), es la siguiente:

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

En la imagen 3, se muestra una roseta adulta de *Tillandsia recurvata*, ya en periodo de floración.

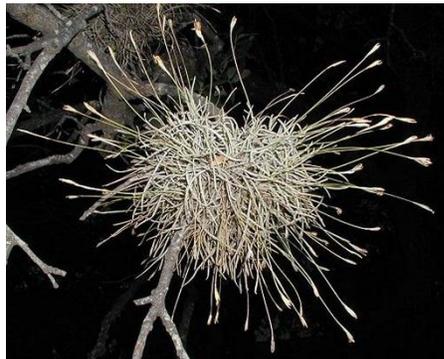


Imagen 3. *Tillandsia recurvata* en periodo de floración.

3.3. Etimología

Según INECOL El género *Tillandsia* lo nombró Carlos Linneo en 1738 en honor al médico y botánico finlandés Dr. Elías Tillandz (originalmente Tillander, 1640-1693).

3.4. Nombres comunes

Heno motita, gallito, pastle, hichicome (Sonora), hichiconi, pasto de los nogales (Chihuahua), (Martinez, 1979).

Y según Espinosa (2003), Heno chico, pollo (Durango), pastle del mezquite o paxtle (Puebla), paistle (Jalisco).

3.5. Sinonimias

Décadas atrás, esta especie había sufrido modificaciones en su composición taxonómica y fue hasta el año 1902 cuando se le nombró como *Tillandsia recurvata*; pero anteriormente era conocida con los siguientes nombres. (Matuda 1957).

- *Renealmia recurvata* L. Sp. Pl. 287. 1753.
- *Tillandsia uniflora* H. B. K. Nov. Gen. & sp. 1:290. 1816.
- *Diaphorantema uniflora* Beer, Bromel; 154. 1857.
- *Diaphorantema recurvata* Beer, Bromel. 156. 1857.
- *Tillandsia monostachys* Gillies; Baker. Journ. Bot. 16:239, como sinónimo. 1878.

3.6. Distribución

Esta especie se distribuye alrededor de varios países del mundo. (Cádiz y Beltramo 1989).

En América se distribuye desde el sur de los Estados Unidos hasta la Patagonia Argentina, extendida en varios ecosistemas (Abedini *et al.*, 1980).

Aquí en México se le ha reportado en casi todos los estados de la república, entre los que destacan: Michoacán, Guerrero, Guanajuato, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Tabasco, Oaxaca, San Luis Potosí, Nuevo León, Zacatecas, Durango, Querétaro, Edo Mex. Veracruz, Puebla, Tlaxcala, (Imagen 4).

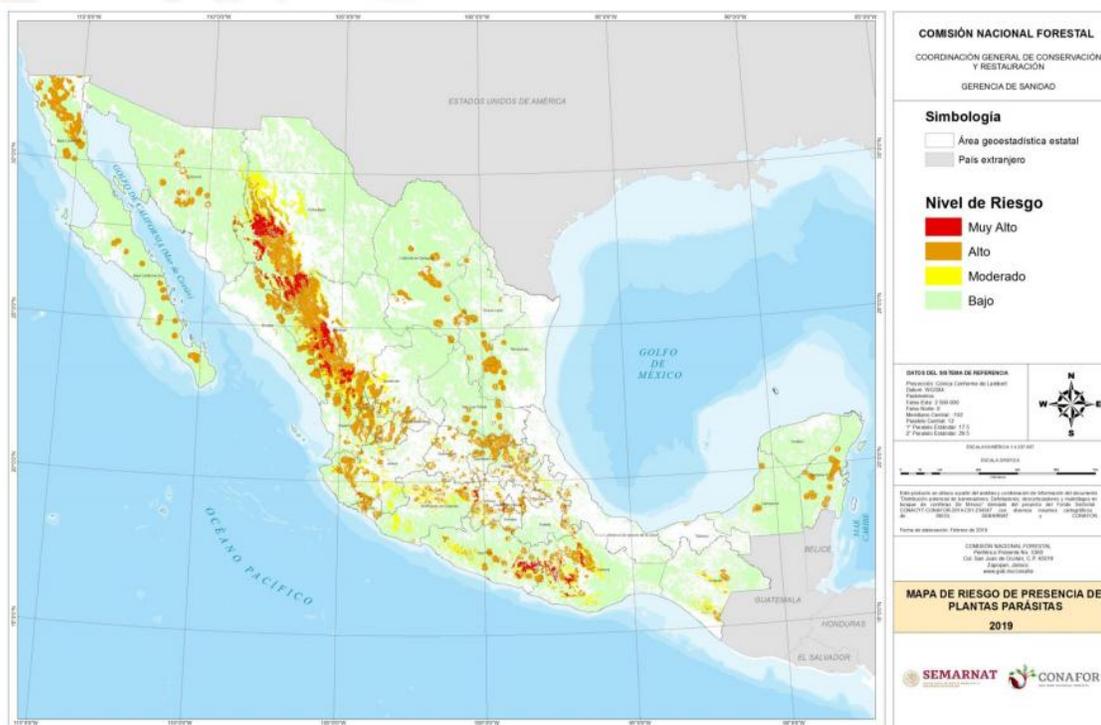


Imagen 4. Alerta Temprana y Evaluación de Riesgo de Presencia de Plantas Parásitas (incluyen epifitas) (CONAFOR, 2019).

3.7. Descripción botánica de *Tillandsia recurvata*

A continuación, se presenta Esquema general (Imagen 5.) de una bromelia. Adaptado de Padilla y Gardner, 1977.

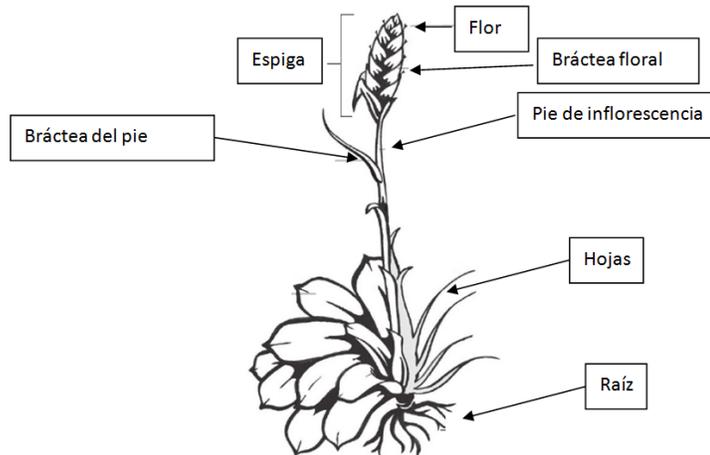


Imagen 5. Esquema de una *Tillandsia*.

3.6.1. Raíz

Es usada principalmente para anclaje y sostén de la planta (Imagen 6), mediante el desarrollo de esclerenquima en la raíz vieja determina la formación de un rígido órgano de sostén, pero la firme fijación depende también del desarrollo de muchas ramificaciones o de las raíces adventicias, los pelos radicales también intervienen en el sostenimiento de la planta al hospedero o al suelo y resultan particularmente eficientes en las plantas jóvenes impidiendo que se desplacen hacia arriba a causa del desarrollo del ápice vertical (Matuda 1957).

Las raíces no penetran los tejidos del forofito (hospedero) (imagen 6), sólo se observa el desarrollo de un súber no mayor a 400 μm de espesor, con células muertas, dilatadas en sentido radial y con inclusiones cristalinas, paredes finas y lumen amplio, alternando con células radialmente comprimidas con paredes gruesas que contienen sustancias que se observan de tono oscuro las cuales se encuentran también por encima del súber (Páez *et al.*, 2005).



Imagen 6. *Tillandsia recurvata* anclada a un *Schinus molle* por medio del sistema de rizoides.

3.6.2. Hojas

Según Kamila (2005), dicha especie presenta unas pequeñas estructuras conocidas como tricomas lo que remplaza a las raíces en la función de absorber nutrientes y agua. Dístico ordenadas, 3-17 cm de largo, densamente pruinoso-escamosas con escamas cinéreas o ferrugíneas; vainas elíptico-ovadas, delgadas, multinervadas con un margen enervado ancho hialino, con la base extrema glabra, y en lo demás densamente escamosas y con un margen ciliado de escamas alargadas, imbricadas y ocultando completamente el caule; láminas típicamente recurvadas, algunas veces solamente patentes o aún erguidas, lineares, rollizas, de 0.5-2 mm de diámetro, un poco blando con un punto débil (Matuda, 1957).

En la Imagen 7. Se muestra un acercamiento a detalle sobre las hojas o Tricomas de heno motita.



Imagen 7. Tricomas con múltiples pubescencias absorbentes de agua y nutrientes del aire.

3.6.3. Inflorescencia

Por lo general presenta de 1-2 flores o en algunas ocasiones hasta 5 flores, densa; brácteas florales como las brácteas del escapo, pero menores, igualándolas o más largas que los sépalos, pero a menudo distintamente más cortas, varionervadas, densamente escamosas. Flores erguidas, subsésiles. Sépalos lanceolados, usualmente agudos, de 4-9 mm de largo, delgados, con 3 o más nervios prominentes, hasta 13 cm de largo, casi 0.5 mm de diámetro; brácteas del escapo, especies algo escamosos en una proporción creciente de ejemplares. Pétalos estrechos, pálido-violados o blancos. Estambres profundamente superando el pistilo. Cápsula delgadamente cilíndrica, abruptamente corto-picuda, hasta 3 cm (Matuda, 1957).

En la imagen 8. Se muestra dos fotografías de heno motita, una donde sale completa y otra más a detalle sobre la floración.



Imagen 8. Acercamiento de *Tillandsia recurvata* en floración (pétalos violeta-blancos).

3.6.4. Fruto

Este es una cápsula cilíndrica de unos 5 a 25 mm de largo, de dos o más carpelos, con número variable de cavidades y líneas de dehiscencia, abruptamente terminada en un pico corto. En su interior aloja varias semillas de consistencia viscosa (Villarreal, 1994).

A continuación, se presenta la imagen 9, donde se muestra un claro ejemplo de heno motita en fructificación (capsulas).



Imagen 9. Frutos (capsulas) de *Tillandsia recurvata*.

3.6.5. Semillas

En la imagen 8, se muestran las semillas contenidas en cápsulas, que abren con la madurez y tienen alta capacidad germinativa, son diseminadas por el viento y algunas aves luego de la dehiscencia o apertura natural de las cápsulas; además las semillas poseen tricomas, característica que se les otorga mayor posibilidad de adherencia a la corteza de los árboles y arbustivas hospedantes (Crow, 2000).

3.7. Fenología vegetativa y reproductiva

3.7.1. Reproducción

Se reproducen de dos maneras. La primera y la más común, es por polinización y producción de semillas. Estas 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 emergen nuevas plantas, muchas veces en el tallo. Esto sucede por lo general después de la floración. Una planta puede

tener varios hijuelos que pueden ser quitados y desarrollados solos por separado o dejados junto con la planta madre, para formar una colonia (Páez *et al.*, 2005).

3.7.2. Ciclo Biológico

Según Arellano *et al.*, (2007) comienza con la fecundación de los óvulos por polen y la consiguiente formación de numerosas semillas en los frutos carnosos llamados capsulas. Las numerosas semillas son dispersadas por el viento o por animales germinan en los árboles, las rocas o el suelo que reúnan las condiciones para su desarrollo, como luz, humedad y temperatura. Un pequeño porcentaje del total de las semillas liberadas germina y da origen a plántulas. Después de varios de desarrollo la especie florece, fructifica y muere, cerrando con esto su ciclo de vida (imagen 10).

Su reproducción por brotes son hijuelos que nacen junto a la planta madre, (este método se usa para mantener perpetuada la especie en lugares de cultivo propiamente dicho cuando la planta florece definitivamente y pronto se secará (Ceja, 2008).

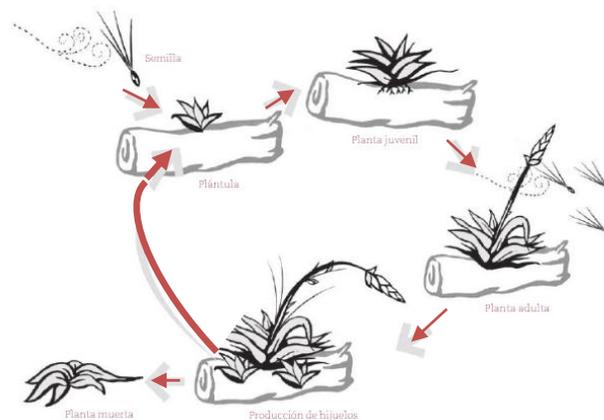


Imagen 10. Esquema general del ciclo de vida de las Bromelias, desde que las semillas germinan hasta que las plantas mueren después de liberar semillas y engendrar hijuelos.

3.7.3. Respiración

Todas las especies del género *Tillandsia* viven en “el aire” ya que estas no se encuentran a menos de un metro del suelo, ya que estas obtienen el agua (vapor de agua del ambiente) que captan con las estomas de sus hojas, el oxígeno para respirar y el dióxido de carbono CO₂, que sintetizar hidratos de carbono y otras sustancias (Miranda *et al.*, 2007).

Sin embargo, Chávez (2009), menciona que las estomas son los órganos fotosintéticos y gracias a eso mayor actividad metabólica, lo que implica el control del régimen hídrico y el intercambio gaseoso de forma especial, las estomas foliares permiten el contacto de los tejidos asimiladores con la atmosfera y la regulación de la perdida de agua, las estomas e encuentran preferentemente en la cara inferior (abaxial de las hojas).

3.7.4. Fotosíntesis

Posee un metabolismo CAM (ácido de las crasuláceas), según sus siglas en inglés, está estrechamente relacionado con la fotosíntesis C₄, esto se debe a que la enzima PEP carboxilasa fija CO₂ al añadirlo al PEP dando lugar a los ácidos C₄, la formación de los ácidos está separada especialmente del ciclo de Calvin. Como una parte de su adaptación hacia los hábitats secos, solo abren sus estomas durante la noche por lo que es el único momento en que gran cantidad de CO₂ puede penetrar a la hoja. El CO₂ se fija al combinarse con el PEP carboxilasa dando lugar a ácidos C₄ (ácido málico principalmente). Esta adaptación le permite a la planta de *T. recurvata* que, aún caída en el suelo, puede sobrevivir (quedar viva) hasta un periodo de seis meses, llegando a completar su periodo de floración y liberación de semillas, la cual se disemina por el viento y las aves. Al salir el sol, las estomas se cierran (impidiendo la pérdida de agua por el calor del día) y la luz dispara la producción de ATP y NADPH, mientras que los ácidos se descomponen para liberar CO₂ (Jensen, 1988).

3.7.5. Análisis químico

Espinoza (2003) dentro del estudio que realizó sobre el análisis Fitoquímico y actividad antibacterial de *T. recurvata* encontró los siguientes componentes químicos en esta planta (Tabla 1).

Tabla 1. Metabólicos presentes en los extractos de *T. recurvata*.

EXTRACTO	ALCALOIDES		CUMARINAS	TANINOS		SAPONINAS	TERPENOS	FLAVONOIDES
	M	W	U.V.	FeCl ₃	Gel.	espuma	Anillo rojo en la interfase	Mg/HCl
Hexánico	---	---	----	---	---	---	+	---
Acetato de Etilo	---	---	++	---	---	---	+	---
Metanólico	++	++	++	+	↓	+	+	+++
Acuoso	++	++	---	+	↓	---	---	---

M: reactivo de Mayer W: reactivo de Wagner U.V: luz ultravioleta ↓: precipita Gel: reactivo de gel
 FeCl₃: cloruro férrico +: presencia ++: clara presencia +++: abundante presencia ---: ausencia

3.7.6. Condiciones ecológicas para su desarrollo

Según con Páez, (2005), las condiciones en las que debe estar el hospedero para que *T. recurvata* pueda infestar al arbolado deben ser las siguientes:

- Necesita generalmente de clima templado frío.
- Prefiere árboles con alta humedad relativa y con baja luminosidad, aunque también se desarrolla en ramas y arbustos.
- Se desarrolla a temperaturas bajas.
- Prolifera en árboles de corteza rugosa y con alta humedad.
- Por lo general si se trata de hospederos vivos, en el caso de árboles, éstas deben de estar en malas condiciones (árboles suprimidos, bifurcados, viejos, huecos), para que el heno motita *T. recurvata* pueda invadirlas, de lo contrario el heno no encontrará las condiciones óptimas para hospedarse en ella.

Plants & Rescue (2017), menciona que es una especie relativamente tolerante al frío, pero es sensible a la congelación, especialmente cuando está

húmeda. Puede tolerar temperaturas tan bajas como menos 6 ° C (20 ° F), así como también son sensibles a la cal.

3.8. Hábitat y Hospederos o Forofitos

Chávez (2009), menciona que el lugar propicio para el desarrollo del heno motita es la sombra y lo fortalece la humedad.

Rzedowski (1981), manifiesta que *T. recurvata* suele colonizar no solamente árboles, sino que también se le puede observar en cables de línea, telefónicos y hasta rocas los cuales solo son utilizados como soporte. En la imagen 11. Se muestra como claramente se puede desarrollar heno motita sobre objetos inertes.



Imagen 11. Cableado de la electricidad infestado por *T. recurvata*, en Tamaulipas, México.

En la especies arbóreas se encuentra con más frecuencia en los géneros: *Cedrus*, *Pinus*, *Cupressus*, *Opuntia*, *Gingko*, *Quercus*, *Prunus* (Neumann, 2004). Y actualmente se encuentra en una gran diversidad de hospederos del matorral rosetófilo como mezquite, huizache, palmas y en casi todas las cactáceas; además de especies frutícolas como nogal, manzano y en especies de uso urbano (Flores, 2009). A continuación, se presentan unas imágenes (12, 13 y 14) las cuales son ejemplos de la variedad de familias que puede llegar afectar heno motita.



Imagen. 12 *Tillandsia recurvata* afectando a especies de la familia Cactaceae (genero *opuntia*).



Imagen 13. Infestación severa de *Tillandsia recurvata* en mezquite (*Prosopis glandulosa*).



Imagen 14. Ramas secas por exceso de *Tillandsia recurvata*.

3.9. Funciones Ecológicas de *Tillandsia recurvata*

Puente y Bashan (1994), descubren en la especie *T. recurvata*, que crece en la zona semiárida de Baja California, México., una bacteria fijadora de nitrógeno (*Pseudomonas stutzeri*) siendo este fue el primer estudio en indicar la posible asociación estrecha entre las plantas de la familia Bromeliace y las bacterias fijadoras de nitrógeno.

A pesar de ser epífita, acumula una buena cantidad de silicio, proponiéndola como modelo de planta acumuladora de este elemento (Raya y Aguirre, 2009).

Existen registros en la captura de la niebla, probablemente es la fuente principal durante la estación seca, para este momento se apoya de su actividad fisiológica y reproductiva. La capacidad de almacenamiento de las hojas de esta planta, podría tener influencia en la cantidad de agua disponible para la evaporación, pero si esta especie coloniza los bosques de montaña, el efecto podría ser negativo en la recarga de agua, porque toma hasta 12 horas para alcanzar condiciones de saturación (Guevara *et al.*, 2010).

Castellanos *et al.* (2009) realizaron un estudio en el Estado de Querétaro sobre el efecto de *T. recurvata* sobre el éxito reproductivo de *Fouquieria splendens* (ocotillo) El estudio incluyó 66 individuos de esta especie, en un matorral micrófilo-espinoso de Peña Blanca, Querétaro. Los resultados indicaron que 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, es decir, que cuando existen altos niveles de infestación se incrementa la producción de flores para asegurar que el número de semillas se mantenga en la misma proporción que habría, si no estuviera infestada. sin embargo, la infestación de *T. recurvata* sobre *F. splendens* estuvo correlacionada directamente con el número de flores no exitosas producidas por unidad de área. Este hecho sugiere que la presencia de *T. recurvata* tuvo un efecto negativo sobre el forofito, ya que reduce las posibilidades de éxito para la producción de frutos

3.10. Usos de *Tillandsia recurvata*

T. recurvata se le ha encontrado una serie de usos o beneficios los cuales pudieran contribuir a reducir la alta población de esta planta epifita, entre ellos están los siguientes:

3.10.1. Como sustrato

Hoy en día *T. recurvata* ha sido utilizada para diferentes fines, uno de ellos es en la búsqueda de que sea sustituto o reemplace algunos sustratos, aunque hasta la fecha no se recomienda ya que ha presentado resultados con valores por debajo del 50% de germinación (Roblero, 2013). Sin embargo, Rodríguez (2013) menciona que heno motita puede funcionar como sustrato de una manera más favorable cuando se le mezcla con otros sustratos convencionales.

Reafirmando lo anterior Vázquez (2010) en estudio de germinación de semillas de *Pinus cembroides* Zucc., encontró que al mezclar Peat moss con heno motita bien triturado puede dar resultados satisfactorios para utilizarse como sustratos.

Covarrubias *et al.*, (2011), realizaron un Estudio para utilizar a *T. recurvata* como sustrato para la germinación de *Pinus cembroides*., los resultados fueron satisfactorios ya comprobaron que moliendo bien las bolas de heno motita y mezclándolo con Peat moss más agrolita en relación 1:1:1 el éxito de germinación puede ser similar a cuando se usa solamente con peat moss más agrolita en relación 1:1 (los resultados de germinación fueron de la siguiente manera: *Tillandsia recurvata* con tres moliendas + peat moss + agrolita con un 89% de germinación; mientras que para peat moss + agrolita un 91%).

Espinoza (2012) encontró que la composta de heno motita incorporada al suelo promueve mejores beneficios en el maíz, igualando el beneficio del estiércol, dado que los nutrientes que tiene la composta de heno va liberando en el paso de los riegos.

3.10.2. Para eventos ceremoniales y tradicionales

En el estado de Oaxaca alrededor de 31 especies son comercializadas y utilizadas para adornar pesebres oaxaqueños en navidad (Arellano-Mijangos y Ortiz-Gil,

2004); en Querétaro 6 especies el género *Tillandsia* tienen el mismo uso, entre ellas se mencionan *Tillandsia erubescens* Schtdl. (conocida como “Gallitos, magueysitos”), *Tillandsia punctulata* Schtdl. & Cham., *Tillandsia lepidosepala* L.B. Sm. (“Gallitos”), *Tillandsia recurvata* (L.) L. (“Gallitos”), *Tillandsia usneoides* (Cabrera-Luna et al., 2007).

3.10.3. Como planta medicinal:

Además de que tiene propiedades medicinales para combatir problemas respiratorios como es la tos, asma y bronquitis. Toda la planta es aprovechada para los diferentes tratamientos. En decocción se toma como antiabortiva; en infusión se toma para el dolor de espalda. También se le emplea para quemaduras en la piel, sífilis, calentura, comezón del cuerpo, dolor de muelas y como diurético, (Villamar, 1994). También presenta propiedades curativas ya que recientemente se han encontrado que extractos a base de *T. recurvata* tienen buenas propiedades para curar tumores cancerígenos, el Dr. Lowe, patentó su aplicación en Estados Unidos de Norteamérica, (Lowe *et al.*, 2012). Los resultados obtenidos de esta investigación, concretan la actividad antitumoral del extracto crudo de heno motita y su aislado D1. La capacidad del extracto para inhibir la angiogénesis implico su promesa de ser desarrollado como un agente contra el cáncer, así como su capacidad para detener, detener o revertir la aparición de ciertos tipos de cáncer. Su eficiencia se comparará con la del paclitaxel (fármaco utilizado para el tratamiento del cáncer) como se muestra en la imagen 15.

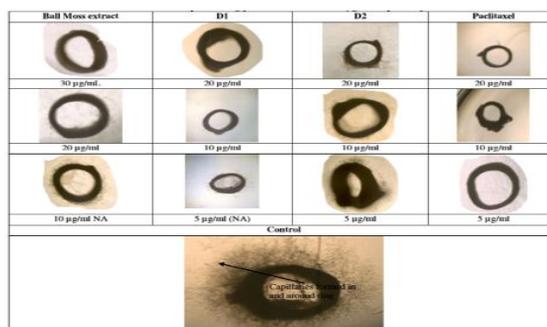


Imagen 15. Similitud en la comparación de efecto anti-cancerígeno de tillandsia recurvata vs paclitaxel.

3.10.4. Para construcción de presas filtrantes

En la región norte de Guanajuato es usada como material junto con ramas de diferentes árboles para construir presas filtrantes en obras de retención de suelo y agua, siendo estas muy eficientes gracias a su composición fibrosa, las partículas de suelo y materia orgánica que quedan en la presa de relleno y permitiendo el flujo del agua (Frías-Hernández, 1998).

3.10.5. Para la producción de hongos comestibles

Frías-Hernández (1998), menciona que el heno motita puede ser potencialmente usada como sustrato para producir hongos comestibles por su contenido de fibra (celulosa, lignina y hemicelulosa) sustituyendo siendo más rentable que la paja.

3.10.6. Utilizado para elaborar Shampoo

También se menciona que, gracias a sus componentes químicos, macerándola en agua y combinándola con algunas otras especies florales medicinales se llega a producir un shampoo de excelentes cualidades para el cabello (Frías-Hernández, 1998).

3.10.7. Utilizado para elaborar Herbicida

En Uruguay en 1997, se logró desarrollar un producto orgánico casero obtenido de *Tillandsia recurvata*, que puede utilizarse en muchas clases de plantas que ayudan a la disminución prolongada del crecimiento, evitar el desarrollo de las malas hierbas, un control del avance de la especie estudiada y lograr un buen manejo de la misma (Mántaras, 2009).

3.10.8. Utilizado como alimento (forraje) de oportunidad

INIFAP (2009), encontró el uso como forraje para la alimentación de caprinos, en donde se determinó el contenido de materia seca (MS), proteína cruda (P), fibra ácido detergente (FDA), fibra neutro detergente (FDN) y total de nutrientes digestibles (TND), además, de ser una planta no tóxica, se establece que es factible considerar a *T. recurvata* como un forraje de oportunidad para la

alimentación de caprinos durante la época de sequía en zonas áridas y semiáridas. Esta especie constituye un componente importante de la dieta de caprinos y bovinos (20.4%) en la época de estiaje; información proporcionada por productores de la región señala que también es proporcionado como alimento a ovinos, equinos y aves de corral (Giner *et al.*, 1988; Luna *et al.*, 1988).

Según Frías y colaboradores (2012) en cuanto al análisis químico se encontró que el paixtle contiene una alta proporción de carbohidratos (65.2% del extracto libre de nitrógeno) y baja de proteína cruda, valores similares a los de forrajes que se usan en la zona, como son las gramíneas nativas o pajas de cereales. El contenido de proteína cruda del paixtle fue de 7% evaluado en la época de estiaje, mientras que diversos zacates nativos sólo en la etapa de crecimiento tienen mayor contenido (11.3%), no así en la floración (5.6%), madurez, (4.1%) y latencia (3.6%) (Jurado y Giner, 1988). Es probable que el paixtle también aumente su cantidad de proteína cruda en la época de lluvias pues es cuando más absorbe nutrimentos.

Una ventaja sobre los demás forrajes es que es una especie vegetal que no requiere de ningún insumo antropogénico para prosperar, y sus mecanismos fisiológicos adaptativos la hacen desarrollarse (Frías *et al.* 2012). Así como reproducirse en ambientes limitativos (Pagano y Sartori, 1980; Lange y Medina, 1979).

En la siguiente tabla 2. Se muestran las características nutrimentales que contiene heno motita utilizado como forraje de oportunidad.

Tabla 2. características nutrimentales de *T. recurvata* vs. Pastos nativos en el norte de Guanajuato (Frías *et al.*, 2012).

	<i>Tillandsia recurvata</i> (paixtle)	*Pastos nativos
Características nutrimentales (%)		
Proteína cruda	7	7.5
Grasa	1.8	2.3
Fibra cruda	14	16
E.L.N.	65.2	62.5
Cenizas	12	10
Humedad	43	34

3.10.9. Como especie decorativa

Las motitas también son usadas en la decoración en épocas navideñas y planta de ornato, así como en la utilización de manualidades, arreglos florales para decorar salas y oficinas (Flores, 2009). Como se muestran algunos ejemplos en la imagen 16.



Imagen 16. Decoraciones vivas con especies del género *Tillandsia*.

3.10.10. Utilizado para relleno de empaque

Actualmente las motitas también se utilizan para transportar objetos delicados actuando como amortiguador de golpes: como sustituto de papel periódico, nieve seca, etc. (Flores, 2009).

3.10.11. Para construcción nidos de aves:

Flores (2009), observo que en varias localidades de Coahuila así como también en Guanajuato utilizan *T. recurvata* como sustituto de la paja para realizar nidos principalmente de gallina.

3.10.12. Como bioindicador de la contaminación ambiental

estudios recientes han demostrado que *T. recurvata* es uno de los mejores bioindicadores de contaminación ambiental para medir las concentraciones de metales pesados en la atmósfera dentro de ciudades, encontrando Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), entre otros. (Ghirard *et al.*, 2010).

3.10.13. Utilizada en la Jardinería o como especie ornato

La página WEB llamada Plants & Rescue (2017) tiene una base de datos muy completa dedicada a las plantas y flores de ornato, incluyendo el Genero *Tillandsia*, y en la cual también aparece la especie *T. recurvata*. Por lo que también en la actualidad se le puede dar uso como plantas de ornato, creando bellas decoraciones. Un ejemplo de ello está en la imagen 17.



Imagen 17. Malla metálica cubierta con *Tillandsia recurvata* utilizada en jardines.

3.11. Daños

Las plantas epífitas aunque no toman del hospedero agua ni nutrientes y sólo lo utilizan como soporte, su sistema radicular es externo y muy primitivo (rizoides) que no están adaptadas para alimentarse de la planta sino para anclarse o sostenerse y se alimenta a través de las hojas que están cubiertas de tricomas especializadas para recolectar agua y nutrientes del ambiente por lo que se les consideran dentro de las plantas parásitas ya que provocan la asfixia de ramas y muerte de los árboles (SEMARNAT, 2010).

Aguilar *et al.*, (2007), indica que cuando la fijación de Nitrógeno de la epífita es mayor, se observan diferentes grados de invaginación que pueden llegar a la madera y alterar su patrón típico, o sea, causan una reducción en el número y

diámetro de los vasos y probablemente favorecen el ataque de patógenos en los tejidos del hospedero.

Por su parte, Crow (2000), ha demostrado que las fuertes infestaciones de heno *T. recurvata* en su hospedero pueden causar los siguientes daños:

- Sombra a las plantas cercanas de menor tamaño.
- Daño en ramas por peso.
- Reducción de nuevos rebrotes.
- Vista escénica.
- Debilita al arbolado, mata las ramas y finalmente todo el árbol.
- Afecta la dispersión de semilla.
- Afecta el desarrollo del arbolado.
- Causa trastornos fisiológicos.

Barbosa *et al.*, (2004), señalan que *T. recurvata* llega a absorber cierto ácido tóxico y metales pesados que se encuentran en el aire como producto de la contaminación ambiental, y que son algunos de estos elementos los que finalmente ocasionan la muerte de las ramas y posteriormente la muerte del árbol.

Neumann (2004), asegura que *T. recurvata* secreta una sustancia alelopática denominada hidroperoxcicloartano a través de sus rizoides, sustancia que al parecer provoca la muerte de yemas y abscisión del follaje.

La fijación de *T. recurvata* en la corteza de *P. laevigata* provoca diferentes respuestas en su estructura anatómica, afectando diferentes tejidos. Los cambios se manifiestan por la formación de súber de reacción y de células con contenido

oscuro, probablemente de naturaleza fenólica y como barrera química al establecimiento de enfermedades. Cuando la fijación de la epífita es mayor, se observan diferentes grados de invaginación que pueden llegar a la madera y alterar su patrón típico, es decir, causar una reducción en el número y diámetro de los vasos. El impacto que la epífita causa sobre el forofito puede favorecer el ataque de patógenos en los tejidos de los hospederos (Aguilar *et al.*, 2007).

T. recurvata, dañan a sus hospederos mediante el peso acumulado que generan sobre las ramas, epiparasitismo, estrangulamiento de ramillas, liberación de sustancias alelopáticas, robo de nutrientes y sombreado (Ruiz y Coronado, 2012).

El impacto que la epífita causa sobre el forofito puede favorecer el ataque de patógenos en los tejidos de los hospederos (Aguilar *et al.*, 2007).

En la zona norte del estado un grupo de apicultores desarrollan su actividad productiva explotando colmenas en mezquiteras (*Prosopis laevigata*) y huizacheras (*Acacia schaffneri*), donde *tillandsia recurvata* infesta en diferentes grados variadas especies de árboles y arbustos leñosos afectando la floración de los mismos e, indirectamente, la producción de miel y polen. (Frias *et al.*, 2012)

En un estudio realizado por Amaro (2017), mediante la observación microscópica de rizoides de *Tillandsia recurvata* y corteza de *Pinus cembroides*, los análisis parasitológicos de las muestras revelaron la germinación de hongos fitopatógenos pertenecientes a los siguientes generos: *Fusarium*, *Alternaria*, *Pestalotia*, *Phoma*, *Aspergillus* y *Bipolaris*. . Los hongos que se pudieran considerar más agresivos, asociados posiblemente con la muerte de ramas y árbol completo de *P. cembroides* son los géneros *Fusarium* y *Alternaria*.

Mientras que Ellis (1976), encontró que para *T. fasciculata*, *T. recurvata* y *T. unsenoides* los siguientes hongos presentes en las muestras fueron *Pythium sp.*, *Gelacinospora autosteira.*, *Glyphium tillansiae.*, *Puccinia tillandsiae.*, *Fusarium*

solani., *Fusarium sp.*, *Volutella cylindrospora.*, *Colletotrichum bromeliacearum.*, *Colletotrichum sp.*, *Phyllosticta sp.*

3.12. Normatividad para el manejo de *Tillandsia spp.*

El aprovechamiento comercial de esta especie se rige por la Norma Oficial Mexicana NOM-011-SEMARNAT-1996 se establecen los procedimientos, criterios y especificaciones para el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de Musgo, Heno y Doradilla.

3.12.1. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Para tomar decisiones sobre el manejo de *T. recurvata* se debe tener en mente que hay una comisión encargada del manejo del bosque en México, así como también apoya para el desarrollo de los mismos, que para este caso si se tienen áreas afectadas por *T. recurvata* el gobierno federal a través de la CONAFOR (Comision Nacional Forestal) asesora y apoya económicamente para darle saneamiento.

Así como también tener el conocimiento de que existen leyes y reglamentos que rigen estas afecciones, así tenemos que:

En el artículo 10, párrafo 19 de la LGDFS (Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable), menciona que la federación deberá establecer medidas de sanidad y deberá ejecutar acciones de saneamiento forestal.

En la fracción 38, de este mismo artículo, indica que la federación deberá expedir los avisos y permisos para el combate y control de plagas y enfermedades forestales (se incluyen las epifitas), así como los certificados y demás documentación fitosanitaria para exportación e importación de recursos forestales. Así mismo:

De acuerdo a la LGDFS, en el tercer párrafo del artículo 112, la SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales) realiza NOM's para

prevenir, controlar y combatir plagas y enfermedades forestales (se incluyen las epifitas), al igual que para evaluar daños y restaurar la afección.

En el párrafo 34 del artículo 20 de la LGDFS menciona que la CONAFOR deberá formular coordinar y evaluar los programas y acciones de saneamiento forestal, al igual que diagnosticar, prevenir, combatir y controlar plagas y enfermedades forestales (incluye las epifitas).

Artículo 112, de la LGDFS, menciona que la CONAFOR establecerá un sistema de evaluación y alerta temprana de la condición fitosanitaria de los ecosistemas forestales y difundirá sus resultados.

Artículo 113, de la LGDFS, menciona que cuando remuevan vegetación debido al saneamiento los poseedores o dueños deberán realizar un programa de restauración.

Artículo 114, de la LGDFS, menciona que los poseedores o dueños, así como responsables de ANP's (Áreas Naturales Protegidas) y cualquier persona que se dedique al manejo de los ecosistemas forestales, están obligados a dar aviso de la presencia de posibles plagas y enfermedades forestales (incluye las epifitas), ante la CONAFOR

Artículo 116, de la LGDFS, menciona que cuando las acciones de saneamiento no se ejecuten y estas sean de gran riesgo al ecosistema, la CONAFOR, se hará cargo de realizar los trabajos con un cargo a los obligados, los cuales tendrán que pagar los cargos o al menos que hayan solicitado apoyo y no hayan sido atendidos o carezcan de recursos.

3.12.2. Reglamento de la ley general de desarrollo forestal sustentable

Artículo 3, del RLGDFS, menciona que los informes, avisos y solicitudes para la autorización del saneamiento, podrán presentarse por escrito o por medio electrónico. La SEMARNAT y la CONAFOR darán a conocer las direcciones físicas y electrónicas en donde se podrán presentar estos documentos.

Artículo 6, del RLGDFS establece que el consejo deberá contestar a la solicitud en un plazo no mayor a veinte días hábiles después de la fecha de entrega de la solicitud, o al menos que se establezca algún otro plazo en las disposiciones aplicables. Una vez cumplido el plazo establecido sin que el consejo emita su opinión, se entenderán que no tienen objeción alguna respecto a lo solicitado y podrán proseguir con lo solicitado.

Artículo 128, del RLGDFS, menciona que la secretaria establecerá los lineamientos y medidas fitosanitarias que se aplicaran para la prevención, combate y control de plagas y enfermedades (incluye las epifitas), que afecten los recursos y ecosistemas forestales.

Artículo 147, del RLGDFS, menciona que la CONAFOR mediante el sistema permanente de evaluación y alerta temprana que menciona el artículo 119. de la LGDFS, en los primeros 5 días que se encuentren presencia de plagas o enfermedades forestales (incluye las epifitas), se deberá dar aviso a la SEMARNAT; al igual le entregara un informe técnico en un lapso de 15 días hábiles siguientes, de tal manera que proponga las medidas de sanidad forestal correspondientes.

En base al informe técnico la SEMARNAT notificara a los dueños y poseedores (artículo 121 de la LGDFS) de los terrenos forestales plagados a que realicen las actividades de saneamiento de acuerdo al artículo 148 de la LGDDFS.

En base al artículo 149, del RLGDFS las personas a las que se refieren el artículo 121 de la LGDFS, tendrán un plazo de máximo 5 días hábiles para iniciar las actividades de saneamiento forestal, después de la notificación por parte de SEMARNAT.

Artículo 152, del RLGDFS, menciona de la CONAFOR apoyara con técnicas y económicamente a las personas de bajos recursos que es obligados a la realización del saneamiento.

Artículo 153, del RLGDFS, enlista los requisitos para la solicitud de apoyo de saneamiento forestal, que se presentara en un plazo de 3 días, después de la notificación.

La CONAFOR (2018). Establece los montos de apoyo por agente causal de daños para realizar tratamientos fitosanitarios vía terrestre los cuales se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Montos de apoyo por agente causal vía terrestre (CONAFOR 2018).

Agente causal de daño	tratamientos y compra de insumos \$/ha	asistencia técnica \$/ha	total \$/ha
insectos descortezadores, agalladores, barrenadores, plantas parasitas, epifitas e invasoras	1,120	280	1,400
insectos defoliadores	1500	240	1,740
insectos chupadores, enfermedades	960	240	1,200

De acuerdo a los criterios de selección la CONAFOR se basará en la tabla 4. Para seleccionar y calificar las solicitudes.

Tabla 4. Tabla de puntuación (CONAFOR 2018).

Criterios técnicos	PUNTOS
1. Por tipo de agente causal:	
Insectos descortezadores y plagas de origen exótico-invasor	10
Insectos agalladores y defoliadores	8
Insectos chupadores y enfermedades	6
Plagas de cono, insectos barrenadores y otros	4
2. ¿El saneamiento incluye a especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010?	
SI	5
NO	0
3. Por superficie de apoyo	
Menores a 10 hectáreas	6
Mayores a 10.1 y menores a 50 hectáreas	4
Mayores a 50.1 y menores a 100 hectáreas	2
Mayores a 100 hectáreas	1
Criterios sociales	

4. Igualdad de Genero	
El 30% de las personas contratadas para realizar las actividades de saneamiento son mujeres (en tanto no convenga a la NOM-008-STPS-2013	4

Los pagos se realizarán en 2 parcialidades conforme a la tabla 5.

Tabla 5. División del monto de apoyo (CONAFOR 2018).

ACTIVIDAD	PORCENTAJE
A la firma del convenio	80 %del monto total asignado
A la conclusión de la obra o proyecto	20 % del monto total asignado

Cuando las actividades de saneamiento hayan concluido, la CONAFOR realizara una supervisión en campo para comprobar la correcta aplicación de los apoyos, una vez que se corrobore en campo que las actividades plasmadas en el formato de conclusión se realizaron de forma satisfactoria, la Gerencia Estatal podrá realizar el pago faltante.

3.13. Medición de la infestación

A nivel nacional, las áreas afectadas por plagas parasitas en Bosque bajo manejo, Áreas Naturales Protegidas, plantaciones, con fines de restauración, arbolado urbano, entre otras, presentan diversos niveles de infestación, sienta necesario incrementar acciones de diagnóstico de manejo, prevención, combate y control (CONAFOR, 2007).

Las plantas epifitas en abundancia sobre un hospedero, se consideran dentro de plantas parasitas ya que llega a provocar la muerte de las especies donde se encuentran (CONAFOR, 2007).

Ya que ataca primero en arboles jóvenes, la parte externa del follaje, y a medida que van muriendo las ramas avanza al interior del árbol al haber luz, En árboles seniles o con poco follaje puede atacar cualquier parte del árbol (Flores, 2009).

Para evaluar el arbolado afectado por muérdagos enano (*Arcethobium spp*) así como para *Tillandsia spp* se sigue la metodología Hawksworth, 1977, donde se divide la copa del árbol en 3 partes, (Imagen 18), se evalúa cada tercio por separado y las calificaciones que se les darán se 0,1 y 2, donde: 0 es no visible, 1 infección ligera (la mitad de las ramas infectadas), y 2 infección severa (más de la mitad de las ramas infectadas). Y finalmente se suman las calificaciones de cada tercio, para saber su nivel de infestación y así mismo tomar las medidas necesarias (CONAFOR, 2007).

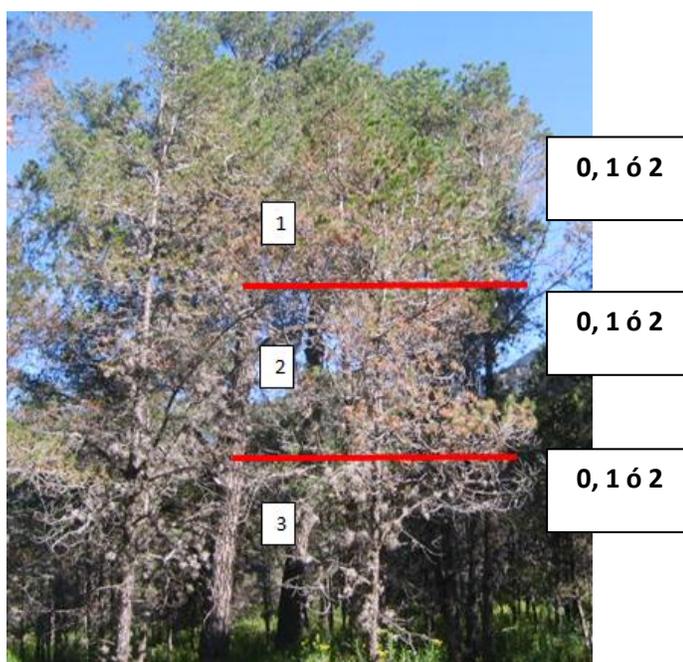


Imagen 18. División de la copa del árbol para evaluar el nivel de infestación de *Arcethobium spp* usada también para *Tillandsia* (Hanksworth, 1977).

Tabla 6. Nivel y manejo de infestación en arbolado (CONAFOR, 2007).

Grado de infección	Manejo
0	Ninguno
1, 2, 3, y 4	Poda de saneamiento o aplicación de productos autorizados

3.14. Medidas preventivas

Sin duda alguna las mejores medidas que puedan tomar uno, son las medidas preventivas, ya que con estas como la palabra lo menciona son acciones que se toman antes de que ocurra un problema sanitario o este sea mayor, a continuación, se presentan unas series de medidas preventivas que sin duda alguna ayudaran a no tener problemas fitosanitarios por ataque de *Tillandsia*.

3.14.1. Aclareos

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

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

3.14.2. Podas

Según CONAFOR (2009), se denomina poda al proceso mediante el que se extraen las ramas de los árboles para que el porte de cada uno de ellos sea el más adecuado para el logro de finalidades utilitarias, decorativas, para la producción de frutos y semillas o bien para darles cierto saneamiento, en este caso se eliminan las ramas con más presencia de *T. recurvata*.

3.14.3. Cortas de saneamiento

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

3.14.4. Fortalecer los sitios

A continuación, se presentan una serie de actividades silvícolas que ayudaran al fortalecimiento de sitios para así minimizar los posibles ataques por *T. recurvata* (Flores, 2009):

- Establecer curvas a nivel para retención de humedad.
- Hacer compostaje en los sitios.
- Contrarrestar disturbios ecológicos.
- Eliminar plantas indeseables.
- Establecer plantas resistentes a *T. recurvata*.
- Hacer limpia de escombros y basureros.

3.15. Métodos de supresión o combate

Existen varios control o supresión para controlar a *T. recurvata*, a continuación de describen los métodos o controles que se conocen.

3.15.1. Control manual

Este control puede hacerse por remoción manual de la mayor cantidad de heno. Desde luego este método es el menos dañino en especies caducifolias que en las de follaje perenne (Berti *et al.*, 2004).

Puede complementarse con el empleo de un cepillo de fibra que no dañe la corteza. Hay que tener en cuenta que se hace dificultosa la limpieza de absolutamente todo el material, un tratamiento químico complementario puede minimizar esta falla (Kamila, 2005).

En ejemplares de gran tamaño y grandes extensiones este método no es muy recomendable, ya que se requerirá de grandes cantidades de agua poder abarcar a todo el arbolado infectado. Existe la posibilidad de que pequeñas plántulas o semillas se pueden quedar adheridas al árbol, las cuales pueden continuar el ciclo. Además de que se requiere mucho tiempo, dinero y esfuerzo.

A continuación, se presenta la imagen 19, que muestra el saneamiento manual a un mezquite (*Prosopis glandulosa*) en Zacatecas (CONAFOR, 2017), por afección de *Ti. recurvata*:



Imagen 19. Saneamiento manual a *Prosopis glandulosa*.

3.15.2. Control físico

Este control es uno de los más utilizados, ya que mediante el uso de fuerzas físicas como la del viento, agua, etc. Las boas son desprendidas, con mayor efectividad y rapidez que cuando se quitan con herramientas convencionales (como machetes, tijeras o bien, con la propia mano) (Flores *et al.*, 2009); por ejemplo, cuando se emplea agua a alta presión el clavel del aire es arrancado. Se debe graduar la presión o la distancia de la lanza aplicadora a la zona objetivo, con la intención de no lacerar los tejidos del huésped. Cuando los ejemplares son de hoja persistente, ésta 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).

3.15.3. Control mecánico

Sin duda alguna es control es el más utilizado hasta la fecha debido a que las herramientas con las cuales se desarrolla, con herramientas convencionales y fáciles de conseguir (Flores *et al.*, 2009). Este consiste en podar cada una de las ramas del árbol afectada por *T. recurvata*, troceo de las ramas y ramillas, traslado del material y la incineración de los mismos, con ayuda de herramientas como escaleras, tijeras, machete, serruchos, etc. (Imagen 20). Este método es bastante antiestético para el bosque. Además, debe tomarse en cuenta que la parte del fuste que no se intervendrá, conservará al heno y pueden permitir el rebrote de la plaga. La reinfestación después de 4 años de haber aplicado las podas ocurre, de manera más baja de acuerdo al método de Hawksworth (1980), por lo que aunado al largo ciclo biológico que tiene el heno motita, es de esperarse que reinfestaciones más altas solo pudiera ocurrir en un tiempo no menor de 100 años (Chávez, 2009).



Imagen 20. Poda mecánica a *Pinus cembroides* afectado por *Tillandsia recurvata* (Renteria, 2014).

3.15.4. Control químico

En este método cada vez hay mayor investigación. A tal grado que ahí países que ya cuentan con productos químicos comerciales con los que se puede controlar *Tillandsia recurvata* (Chavez, 2009). Tal método consiste en fumigar con herbicidas a los árboles infectados, recientemente se ha evaluado el control del

heno con herbicidas orgánicos; tal es el caso de Muérdago Killer, en dichos estudios se logró matar las bolas de heno, pero no se consiguió el desprendimiento en el hospedero; además que reveló que este producto no es tóxico para los hospederos de *Tillandsia recurvata* (Cisneros 2010 y Hernández, 2010).

Butrón (2011), realizó un estudio para ver la efectividad de la aplicación de Esteron 47*M sobre *Pinus cembroides* afectado por *Tillandsia recurvata* y encontró con una efectividad del 40% de mortalidad de las bolas de heno motita con una dosis de 5cc/litro de agua.

Hernández (2010), utilizo Muérdago killer en una concentración al 5% las cuales, si lograron deshidratar a las bolas de heno e incluso se redujo el peso, altura y diámetro de manera significativa, mostrando mejores resultados aplicándose en invierno.

El bicarbonato de sodio parece ser un producto muy prometedor, tal es el caso de Velázquez, 2001 el cual encontró que Bicarbonato de sodio a una dosis de 80gr/litro de agua con dos aplicaciones es un tratamiento efectivo para matar las bolas de heno.

3.15.5. Control Biológico.

En forma natural *T. recurvata* es consumida ciertos animales, por ejemplo, insectos, aves, roedores, ganado caprino, ganado bovino, pero estos últimos dos solo lo hacen épocas de estiaje como alimento de oportunidad, es decir mientras no haya pastos o hierbas de mayor preferencia y palatabilidad, además alimento de muchos (Flores *et al.*, 2009).

3.15.6. Control Genético.

No se ha impulsado de manera formal, sin embargo, Chaves 2009, encontró que de tres hospederos analizados (*Quercus laceyi*, *Quercus gravesii* y *Junglans microcarpa*) después de haber sido saneados (podados) resulto que de las tres

especies destaco el nogalillo (*Junglans microocarpa*) fue el menos afectado por *T. recurvata*.

3.16. Concepto de Manejo Integrado

Coulson *et al.*, (1990) definen el manejo integrado de plagas (MIP) como una herramienta que consiste en la “mantención” de los agentes “destructores” a niveles tolerantes, mediante el uso planificado de tácticas y estrategias preventivas, supresoras o reguladoras que sean ecológica y económicamente eficientes, además de que sean socialmente aceptadas. Este manejo está integrado por principios y técnicas para el manejo de plagas así mismo conocer las dinámicas poblacionales de los arboles forestales (por ejemplo: Bosque de *Pinus cembroides* Zucc.) afectados por planga (en este caso ataque por epifitas) de igual manera conocer a fondo las dinámicas poblacionales en relación al agente Dañino (*T. recurvata*) y los Principios de modificación y regulación de poblaciones mediante agentes artificiales y naturales. Evaluación del impacto. Vigilancia y evaluación de rodales forestales y poblaciones de plagas.

3.16.1. Diagnóstico fitosanitario para ataque de *Tillandsia recurvata*.

Para desarrollar este diagnóstico es necesario tomar como referencia el Diagnóstico Fitosanitario Forestal del Estado que corresponda, en donde se refleje la problemática fitosanitaria presente.

Para el caso de agentes causales de daño (*T. recurvata*), ya cuentan con información mínima (internet, libros, tesis, monografías, etc.) de su dinámica como por ejemplo ciclo biológico, escalas de evaluación de daño, distribución, etc.; se debe realizar la descripción de la metodología utilizada para el levantamiento de los datos así como la base de datos de la información obtenida, con coordenadas geográficas de los sitios levantados, especies hospedantes, volumen afectado (en caso que aplique), niveles de afectación del agente causal de daño con base en la siguiente clasificación: muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo (estas categorías

se pueden definir considerando las escalas de evaluación de daño por incidencia o severidad que ya se han definido previamente), (CONAFOR, 2018).

Se deben presentar también los resultados del diagnóstico fitosanitario realizado para determinar que se trata de una contingencia fitosanitaria, enfatizando cual fue la especie o especies que son agentes causales de daño; las condiciones de la población o poblaciones encontradas, la densidad de su población y de manera obligatoria su ciclo biológico, esto con el fin de determinar el riesgo de afectación. Así como la descripción de las condiciones ecológicas en dónde ésta se desarrolla, por ejemplo, tipo de vegetación y especies que afecta, rangos de temperatura y precipitación, orografía, pendiente y exposición, rango altitudinal, de exposición y/o pendiente que le favorece, entre otros (CONAFOR, 2018).

En el caso de aquellos agentes causales de daño en los que se tengan antecedentes de riesgo en el Sistema de Alerta Temprana y Evaluación de Riesgo en Sanidad Forestal, se deberá hacer un análisis detallado en las áreas que entren en el proyecto de la contingencia (CONAFOR, 2018).

Con la información obtenida del diagnóstico se debe elaborar el plano de la superficie a sanear, el cual debe ser levantado con GPS, subdividido por tipo de vegetación afectada, niveles de afectación por el agente causal de daño y acciones de control a realizar; así como las vías de acceso a la región a atender. Es preciso recalcar que los niveles de afectación del agente causal de daño serán considerados con la clasificación mencionada anteriormente (metodología Hawksworth).

3.16.2. Manejo Integral de *T. recurvata* propuesto en este Estudio.

Para plantear las estrategias de supresión de *T. recurvata* se debe considerar los resultados del diagnóstico fitosanitario realizado, ya que con éstos se pueden definir las estrategias y tácticas de manejo para cada caso encontrado en la región propuesta.

Para poder desarrollar la estrategia (que hacer), dependiendo de la plaga o del daño aparente (ataque de epifitas en este caso), que puede generar, se pueden definir las actividades de manejo a realizar, es ideal que se cuente con la información mínima de la ecología de la plaga o epidemiología del agente causal de daño, de tal manera que con esta información se puedan seleccionar e integrar diferentes tácticas (como hacer, que actividades son las que se deben desarrollar), las cuales incluyan el desglose de costos, los riesgos al ambiente y la compatibilidad.

Finalmente, para evaluar el Manejo Integrado se debe establecer un programa de monitoreo durante la vigencia del proyecto. Es preciso aclarar que se deben realizar dos tipos de monitoreo, uno es con el fin de evaluación la efectividad biológica del tratamiento realizado y el otro es con el fin de realizar un monitoreo preventivo, para detectar oportunamente nuevos brotes de ataque de *T. recurvata*.

Hay aclarar que, un buen manejo integrado nunca termina, ya que es necesario que los dueños de los predios sigan realizando monitoreos para poder detectar nuevos brotes y tratarlos a tiempo, para no volver a tener otra vez una situación de contingencia fitosanitaria.

Considerando lo anterior la CONAFOR (2018), imite las estrategias de manejo deberán contener como mínimo:

- a) Plan de acción para el combate y control de *T. recurvata*, que incluya el cronograma de actividades, donde se detalle las acciones, responsables y los periodos de cumplimiento, todo ejecutado bajo el Sistema de Comando de Incidentes.
- b) Integración de brigadas (equipos de trabajo cuando se requiera).
- c) Capacitación especializada (cursos-talleres), considerando como obligatorio el curso taller de Sistema de Comando de Incidentes 100-200.
- d) Equipamiento: compra de equipos y herramienta para el combate.
- e) Tratamientos fitosanitarios y actividades de control.

- d) Seguimiento a evaluaciones a tratamientos y reportes generados sobre las evaluaciones realizadas.
- e) Anexo fotográfico del estado inicial de los sitios a tratar, así como la documentación fotográfica y georreferenciada de los sitios con saneamiento fitosanitario forestal.
- f) Acciones de restauración y protección de las áreas tratadas, en el caso de que se requiera se debe realizar la restauración de las áreas tratadas con especies nativas del lugar, preferentemente con el germoplasma local, además de acciones de protección a las áreas restauradas o tratadas, con el fin de no someterlas a condiciones de estrés antropogénico que pueda generar nuevamente un riesgo de afectación por algún agente causal de daños.
- g) Actividades preventivas: Las cuales incluyen entre otras:

- Manejo de residuos derivados del saneamiento.
- Cursos y/o talleres.
- Difusión las actividades implementadas en la estrategia de combate: Generación de trípticos y manuales, carteles u otros medios de comunicación, así como actividades preventivas como son prácticas silviculturales.
- Monitoreo: Seguimiento a las áreas de riesgo y el anexo fotográfico con referencias geográficas del área afectada.
- Cronograma de actividades, donde se detalle las acciones, responsables y los periodos de cumplimiento.

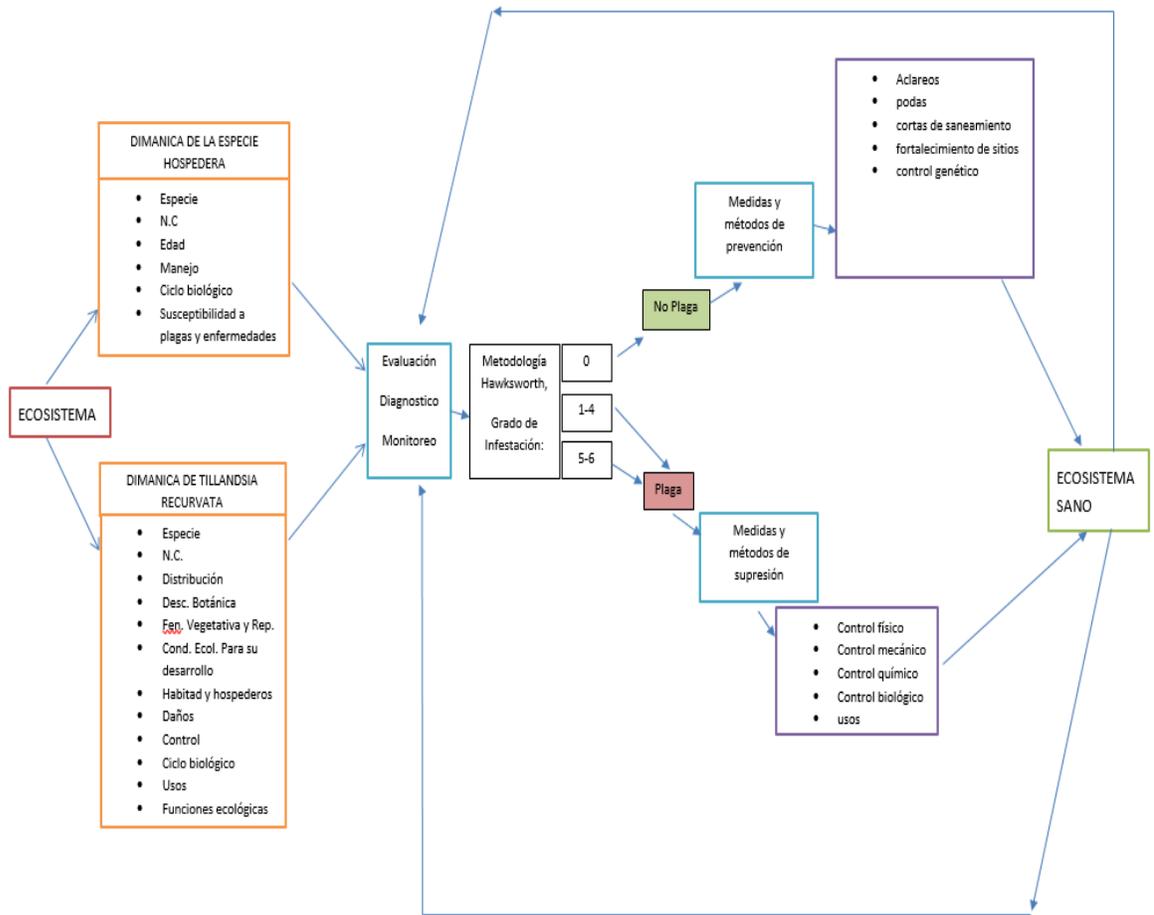


Imagen. 21 diagrama del manejo integral propuesto.

3.17. Diferencias entre plantas parasitas y epifitas

El muérdago es una planta parásita que en casos de infestación severa puede provocar la muerte del árbol, estos son plantas parásitas de la familia Loranthacea, que de igual manera que las Tillandsias se presentan en casi todos los ecosistemas naturales (SEMARNAT, 2018).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INFAP), existen 10 géneros y se han reportado alrededor de 150 especies. Los que afectan coníferas se ubican en cuatro géneros; *Arceuthobium* conocidos como muérdagos enanos, mientras *Psittacanthus*, *Phoradendron* y

Struthanthus se denominan como muérdagos verdaderos, de estos, los muérdagos enanos son ubicados como el segundo agente biótico de destrucción de los bosques de clima templado, después de los insectos descortezadores (SEMARNAT, 2018).

SEMARNAT (2018), menciona que los muérdagos, a diferencia de las Tillandsias, penetran lentamente la corteza de los árboles; absorben agua de las ramas y el tronco, sales minerales y nutrientes que por sí solos no puede obtener a diferencia de las plantas epifitas, pero que, de igual manera en caso de infestación severa, pueden llegar a provocar la muerte de hospedero (vivo).

A continuación, se presenta la tabla 7, de diferencias entre plantas parasitas y epifitas (Cibrián *et al.*, 2007).

Tabla 7. Diferencias entre plantas parasitas y epifitas.

PLANTAS PARÁSITAS	PLANTAS EPIFITAS
Toman del hospedero savia y nutrientes.	No toman agua ni nutrientes del hospedero, solo es utilizado como soporte.
No pueden vivir independientes de un hospedero vivo.	pueden vivir en hospederos vivos o inertes.
Su sistema radicular (austorios) es endofílico, muy agresivo en su desarrollo y, altamente especializado para succionar agua y nutrientes del hospedero.	Su sistema radicular es externo y muy primitivo (rizoides) que no están adaptadas para alimentar a la planta, Solo anclarse o sostenerse.
	La planta se alimenta a través de las hojas, cubiertas por tricomas o pelos especializados para recolectar agua y nutrientes del ambiente.

Para reforzar la tabla se presenta en ejemplo en la imagen 22, donde se puede apreciar la diferencia entre las epifitas y muérdagos.

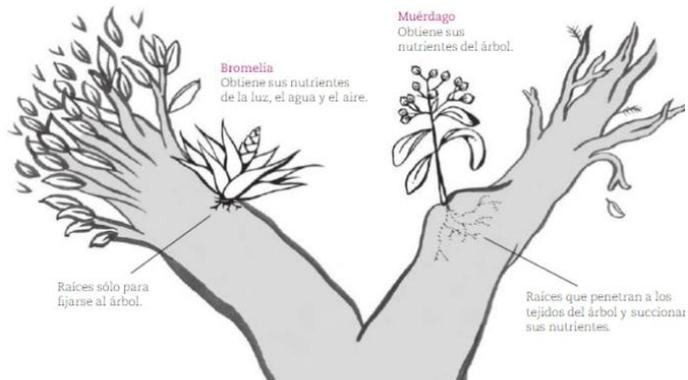


Imagen 22. Muestra como las epifitas solo se sostienen mientras los muérdagos penetran los tejidos del hospedero.

IV. CONCLUSIONES DE LA REVISIÓN

De acuerdo a la literatura revisada se llega a las siguientes conclusiones:

1. *Tillandsia recurvata* se le reporta como problema de salud forestal en muchos países del continente americano.
2. En México la distribución de *Tillandsia recurva* se le reporta en todo el país.
3. La infestación de *Tillandsia recurvata* en Coahuila y en otros estados de la Republica es cada vez más fuerte y la CONAFOR se ha visto en la necesidad de otorgar grandes inversiones para sanidad de predios afectados en diversos ecosistemas forestales.
4. Las principales medidas de saneamiento son el control físico, control mecánico y en menor escala el control químico.
5. Se encontraron estudios muy importantes sobre las propiedades y usos potenciales que se le están dando a *Tillandsia recurvata* en México.
6. Finalmente, con toda la información obtenida se propone un diagrama para el manejo integral de *Tillandsia recurvata*, donde se incluyen tanto medidas preventivas como de supresión de *Tillandsia recurva*.

V. LITERATURA CITADA

- Aguilar, S., Terrazas, T., Aguirre, E., Huidobro E. (2007). Modificaciones en la corteza de *Prosopis laevigata* por el establecimiento de *Tillandsia recurvata*, Botánica Estructural, Boletín de la Sociedad Botánica de México Pp. 28-33.
- Amaro, M. B. (2017). Determinación de Hongos Fitopatógenos en *Tillandsia recurvata* L Asociados a la Muerte de *Pinus cembroides* Zucc en, Coahuila, México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Pp. 56.
- 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. Pp. 98.
- Arellano, M. J., Ortiz, A. (2004). Las bromeliáceas del estado de Oaxaca: Usos y comercialización en los mercados. XVI Congreso Mexicano de Botánica. Los Retos de Botánicos en un País Megadiverso 24: Pp. 117 - 138.
- Berti R N, Abarza S, J Candotti J, Zambran R, Schimpf J. (2004). Clavel del aire: un parásito estructural y su control. Boletín técnico No. 17 editado por INTA– Estación Experimental Agropecuaria Salta, Universidad Nacional Jujuy. Pp. 5.
- Buitron, H. M. (2011). Evaluación de esteron 47*m y 2,4 d amina, para el control de *Tillandsia recurvata* L. en *Pinus cembroides* Zucc. nn el ejido Cuauhtemoc, Saltillo, Coahuila. México. tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Pp. 55.

- Cabrera-Luna JA, Serrano-Cárdenas V, Pelz-Marpin R. (2007). Plantas vasculares comercializadas como ornamentales decembrinas en 12 municipios de Querétaro, México. *Polibotanica* 24: Pp. 117 - 138.
- Cádiz, D., O. y J., Beltramo. (1989). Control of the Epiphytic weeds *Tillandsia recurvata* and *T. aeranthis* with Simazine. *Forest Ecology and Management*. Pp. 28.
- Cámara de diputados, (2014). Reglamento de Ley General de Desarrollo Forestal sustentable. México.
- Cámara de diputados, (2018). Ley General de Desarrollo Forestal sustentable. México.
- Cantú, B., C. (1968). El control del heno en los pinos de la Sierra de Arteaga. Tesis Profesional. ESAAN. Saltillo, Coahuila. Pp. 12-24.
- Castellanos, V., I. Zenón, S., Hernández, B. (2009). EFECTO DE *Tillandsia recurvata* (Bromeliaceae) SOBRE EL ÉXITO REPRODUCTIVO DE *Fouquieria splendens* (Fouquieriaceae). *Revista Ciencia Forestal en México* (INIFAP). Vol.34. num.105. Pp. 197-208.
- 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. Pp. 45.
- Cibrián, D., R. Alvarado y D. García (2007). *Enfermedades forestales en México/ Forest diseases in Mexico*. México: Universidad Autónoma Chapingo/ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional Forestal/Canadian Forest Service/Comisión Forestal de América del Norte/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Pp. 587.

- Cisneros, U. P. M. (2010). Efectividad de “Muérdago Killer” para el control de *Tillandsia recurvata*, en un Bosque de *Pinus cembroides* Zucc., en Saltillo Coahuila. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Pp. 65.
- Covarrubias et al. (2011). Evaluación de heno de mota *Tillandsia recurvata* L., como sustrato para la germinación de semillas de *Pinus cembroides* Zucc. Memoria de la vi reunión nacional de innovación forestal. León, Guanajuato, México. Pp. 58.
- CONAFOR, (2009). Manual para Beneficiarios de Aclareos y Podas. pp., 8-17. En línea.
- CONAFOR, (2018). Guion Para La Generación Del Proyecto De Contingencia Fitosanitaria Forestal.
- CONAFOR, (2019). Mecanismos específicos para prevención, control, y combate de contingencias ambientales causadas por plagas e incendios forestales. Zapopan, Jalisco, México.
- CONAFOR, (2019). Plantas Parasitas. Programa de trabajos anuales. Zapopan, Jalisco, México. Pp. 4.
- Conzatti, C. (1947). Flora taxonómica mexicana (plantas vasculares). Tomo II. Monocotiledoneas Diperiantadas-Superovaricas e Inferovaricas. México, D.F. Pp. 83-86.
- Coulson R. y Witter, J. (1990). Entomología Forestal : Ecología y Control. Noriega Editores, Mexico. Pp. 751.
- Crow, W. T. (2000). Ball Moss. The Texas Agricultural Extension Service. Disponible en: <http://agrillifebookstore.org/tmppdfs/viewpdf1206.pdf>
- Daniel, T. (1982). Principios de Silvicultura. México: Miembro de la cámara nacional de la industria editorial, reg. Núm. 465

Ellis, M. (1976). Dematiaceous hiphomycetes. Great Britain, Cabrian News Publishing Alberystwyth. Pp. 507.

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. 2001. Deluxe Edition. CD-ROM

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. Pp. 100-125.

Flores, J., Torres, M., Nájera, J. (2009). Situación del heno de motita *Tillandsia recurvata*, en el estado de Coahuila. Memoria del XV congreso nacional de parasitología forestal. Oaxaca. Pp. 175-179.

Frias J., Olalde, V., Ramírez, R. (2012). Produccion y características nutricionales del paixtle (*Tillandsia recurvata*) en ecosistemas semiaridos del Estado de Guanajuato: una opcion de uso como forraje” en La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. I. CONABIO. México. Pp. 302.

Ghirardi, R., Fosco, M. E., Gervasio, S. G., Imbert, D., Enrique, C. y Pacheco, C. G. (2010). Líquenes y claveles del aire como bioindicadores de contaminación atmosférica por metales pesados en el microcentro santafesino. Revista FABICIB. Volumen 14. Pp. 165-173.

Guevara A. E. M., Cervantes J, H., Suzan A. E., González S, L., Hernández S, G., Malda B. y M. Martínez D. (2010). Fog interception by Ball moss (*Tillandsia recurvata*). Hydrology and Earth System Science Discussions. Pp 1656-1675.

Hawksworth, F.G, (1980). Memoria, primer simposio nacional sobre parasitología forestal, Uruapan Michoacán. Pp. 239-251.

Hernandez, S. E. (2010). EVALUACIÓN DE “MUERDAGO 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. Pp. 41-42.

INIFAP, (2009). *Tillandsia recurvata* L.: Forraje de oportunidad para la Alimentación de Caprinos durante la Época de Sequía. Folleto Recursos Forrajeros.

Jensen, W.A y et al. (1988). Botánica, Editorial McGraw-Hill, segunda edición, Mexico D.F. Pp. 432-437.

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>

Lange, O.L y E. Medina. (1979). "Stomata of the plant *Tillandsia recurvata* respond directly to humidity", Ecology 40. Pp. 357-364.

Lowe, H. I.C., Watson, Ch. T., Badal , S., Ateh, E. N., Toyang, N. J and Bryant, J. (2012). Anti-angiogenic properties of the Jamaican ball moss, (*Tillandsia recurvata* L.) International Research Journal of Biological Sciences. Vol. 1(4). Pp. 73-76.

Mántaras S. (2009). *Tillandsia recurvata*: un problema una solución. Boletín de la red de vida y la ciencia. [En línea] [Fecha de consulta: 8 de agosto de 2017]. Disponible en: <http://lavidaylaciencia.blogspot.com/2009/03/tillandsia-recurvata-un-problema-y-una.html>.

Matuda, E. (1957). Bromeliáceas y Aráceas del Estado de México. Impreso en talleres gráficos de la nación, México D.F. Pp. 63.

Miranda, J. M.E. et al. (2007). Bases para el manejo comunitario de bromelias ornamentales. Colección Manejo Campesino de Recursos Naturales. México. Pp. 15-18. Disponible en: https://www.academia.edu/31334283/Bromelias_Ornamentales

- 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. Pp. 22.
- 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. Pp. 82.
- Pagano, S. y A.A. Sartori. (1980). Annual variation of nitrogen, phosphorous and potassium in the leaves of two epiphyte bromeliaceae, Revista Brasileira de Biologia 40: Pp. 25-30.
- Plants & Rescue (2017). Plantas y flores; una completa base de datos de plantas y flores. Plants & Rescue. <http://www.plantsrescue.com/tillandsia-recurvata/>
- Puente, M. E., Bashan, Y. (1994). "The desert epiphyte *Tillandsia recurvata* harbours the nitrogen-fixing bacterium *Pseudomonas stutzeri*." Canadian Journal of Botany. Volume 72, Number 3. March 1994. Pp. 406-408.
- Raya, P., J. C.; Aguirre, M., C. L. (2009). Composición elemental de algunas especies de plantas silvestres mexicanas. Redalyc. México. Pp. 95-98.
- Renteria, G., Brianda, A. (2014). Efectos de la Interancion de Aclareos al 15 y 30% Mas Podas al 75 y 100% para el Control de *Tillandsia recurva* en *Pinus cembroides*. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Pp. 65.
- Rodriguez, M., Jesús, I. (2013). Evaluación de *Tillandsia recurvata* L. como Sustrato Alternativo para la Germinación y Desarrollo de *Pseudotsuga menziesii*. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Pp. 50-60.

- Ruíz, E., Coronado J. (2012). Are epiphytic plants parasites of the trees? Evidence of mechanisms of direct and indirect damage. Recursos naturales Pp.26
- Rzedowski, J. (1981). Vegetación de México. Editorial Limusa. México D. F. México. Pp. 430.
- SEGOB, (2019). Reglas De Operación Del Programa Apoyos Para El Desarrollo Forestal Sustentable.
- SEMARNAT, (2018). Cuidado con el muérdago, puede terminar con tus árboles. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/el-muerdago-invasor-silencioso?idiom=es>
- TAXONOMY, (2010),. Bromeliad Society International. Consultado el 22 de enero 2010. Disponible en http://www.bsi.org/brom_info/taxonomy.html.
- Vázquez, R. D.E. (2010). Utilización de Heno Motita *Tillandsia recurvata* L, como Sustrato para la Germinación de Semillas de *Pinus cembroides* Zucc. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila México Pp. 51. Disponible en http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/985/615_93s.pdf?sequence=1
- Velázquez E. V., L. (2011). Prueba de bicarbonato de sodio y Rexal para el control *Tillandsia recurvata*, en *Pinus cembroides* Zucc. En el el ejido Cuatemoc, Saltillo. Coahuila Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila México Pp. 57.
- Villamar, A. et al. (1994). Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. II. Volumen II. Instituto Nacional Indigenista. México. Pp. 8.
- Villareal, Q. J.A, (1994). Flora vascular de la sierra la paila Coahuila, Boletín Técnico Informativo. 16(1). Pp.109-138.

Utlely, J.; Burt-Utlely, K.; Huft, M. en: Davidse, G.; Sousa, M.; Chater A. (1994),
Flora Mesoamericana. Mex. Universidad Nacional Autónoma de México. V.
6, Pp. 89-156.