



La importancia comercial de los musgos en el estado de Tlaxcala, México

Commercial importance of mosses in Tlaxcala state, Mexico

Oscar Acatitla Pluma¹, Cora Villamil Carrera² y José Luis Martínez y Pérez^{3*}

¹ Secretaría de Educación Pública. Educación Media Superior a Distancia. Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos, Plantel 18. Benito Juárez, Tlaxcala, México.

² Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Ciudad de México, México.

³ Universidad Autónoma de Tlaxcala. Centro de Investigación en Genética y Ambiente. Ixtacuixtla, Tlaxcala, México.

* Autor de correspondencia. jlmarpe@hotmail.com

RESUMEN

Los musgos son un recurso forestal no maderable de importancia económica en el centro de México durante la temporada navideña. Sin embargo, en el estado de Tlaxcala no existe información del origen, la cantidad recolectada y las especies con importancia comercial durante esta época. Por tal motivo, se analizó la información de los permisos para explotación comercial del 2005 al 2008 de la Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales-Tlaxcala y se seleccionaron cuatro predios para ser visitados y recolectar musgos en tres cuadrantes de 20 cm × 20 cm, además, se adquirieron tres muestras de musgos en los mercados de las principales ciudades del estado de Tlaxcala para complementar la información. La superficie y el peso fresco fueron calculados solo con las muestras de los mercados y los datos se extrapolaron a los permisos oficiales. La región de Tlaxco presenta la mayor cantidad de permisos de explotación comercial y en general, la superficie declarada para explotación comercial varía de 10 ha a 167 ha y el peso fresco de 10 t a 65 t. El precio de las muestras en los mercados es de 22 MXN/m² a 52 MXN/m² con peso fresco calculado de 15.89 MXN/kg a 64.10 MXN/kg. El valor comercial aproximado es de 372 500 MXN/ha y 40 000 MXN/t. Revisando los datos de los permisos se determinó que hay una capacidad de extracción anual de 1.63 t/ha. Se identificaron un total de 14 especies, observando que *Thuidium delicatulum* subsp. *delicatulum* se encuentra presente en campo y en el mercado, pero *Hypnum amabile* solo se observó en los mercados.

PALABRAS CLAVE: briofitas, especies, bosques, mercados, venta.

ABSTRACT

Mosses represent a non-timber forest resource with economic importance in Central Mexico during Christmas season. Some places and species have been studied but in Tlaxcala state there is no information about the origin, quantity harvested, and species with commercial importance in this season. For this reason, licenses for commercial harvest for the years 2005 to 2008 from Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales-Tlaxcala were reviewed, and four farms were visited to recollect mosses on three 20 cm × 20 cm samples, and three samples were purchased in local markets of the main cities in Tlaxcala state for complementary information. Surface area and fresh weight were calculated only with market samples and compared with commercial licenses. The Tlaxco region had most of the licenses, and in general the declared area for commercial harvesting is from 10 ha to 167 ha and the fresh weight is from 10 t to 65 t. The commercial value of the samples in the markets for the size is from 22 MXN/m² to 52 MXN/m² and for the calculated fresh weight is of 15.89 MXN/kg to 64.10 MXN/kg, with a commercial value calculated of 372 500 MXN/ha, 40 000 MXN/t; from the harvesting licenses, it was determined that there is an annual extraction capacity of 1.63 t/ha. From the samples recollecting in the field and the markets a total of 14 species has been identified, detecting that *Thuidium delicatulum* subsp. *delicatulum* is common in all samples, but *Hypnum amabile* is present only in the samples from the markets.

KEYWORDS: bryophyta, species, forests, markets, sale.

INTRODUCCIÓN

Los musgos se encuentran clasificados en el grupo Briofita junto con las Hepáticas y Antoceros, este grupo es considerado como monofilético y representa a las primeras plantas terrestres morfológicamente simples, originadas a partir de algas verdes del grupo Charophyta (Thieret, 1956; Bhattacharya y Medlin, 1998; Lewis y McCourt, 2004). Debido a su importancia ecológica, económica y cultural, los musgos han sido objeto de estudio como indicadores de contaminación ambiental y utilizados en arreglos florales y jardinería; en la industria como material de empaque; en la agricultura como mejoradores de suelo; también se usan como material de construcción de casas y como combustible (Glime, 2007). Además, se ha documentado el uso de sus propiedades medicinales con fines antimicóticos y antibióticos (Thieret, 1956; Delgadillo-Moya y Cárdenas, 1990; Frahm, 2004; Saxena y Harinder, 2004; Muir, Norman y Sikes, 2006; Aubad, Rojano y Lobo, 2007; Glime, 2007; Peck y Muir, 2007; Harris, 2008). También por su resistencia a la sequía han despertado el interés biotecnológico para conocer desde el punto de vista molecular los genes involucrados en la expresión de dicha resistencia (Oliver, Dowd, Zaragoza, Mauget y Payton, 2004; Glime, 2007).

Sin embargo, el uso más extendido de los musgos está relacionado con las festividades navideñas en algunas regiones del mundo (González y Leal, 1994; Gómez y Wolf, 2001; Venegas, 2004), tradición que fue incorporada a la cultura mexicana por los españoles en la época colonial (Lara, San Miguel y Mazimpaka, 2006). Por esta razón, los musgos representan un recurso de importancia económica para las poblaciones humanas en el Eje Volcánico Transversal, en donde cada temporada algunas personas se dedican a su extracción de los bosques para venderlos en los mercados locales o a compradores foráneos (Anastacio-Martínez, Franco-Mass, Valtierra-Pacheco y Nava-Bernal, 2017).

El Eje Volcánico Transversal es conocido por su alta diversidad vegetal; en él se han registrado 596 especies de musgos (Villaseñor, Delgadillo y Ortíz, 2006) que

representan 60.56% de las 984 registradas para México (Sharp, Crum y Heckel, 1994). Sin embargo, para el estado de Tlaxcala no existe información al respecto. Además, la extracción y aprovechamiento comercial de los musgos se encuentran regulados en la NOM-011-RECNAT-1996 (Diario Oficial de la Federación [DOF], 1996).

OBJETIVOS

Conocer la importancia comercial de los musgos en el estado de Tlaxcala a partir de información de precios y superficie comercial obtenidos en mercados locales; además de conocer las especies involucradas en dicha actividad, así como extrapolar dicho valor a la información de los permisos oficiales aprobados para su explotación comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Permisos de explotación comercial

A mediados de 2009, se visitaron las oficinas de la Delegación Estatal de la Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y se solicitó el acceso a la información de los permisos de explotación comercial de musgos de los años de 2005 a 2008, con la finalidad de conocer los predios de donde fueron extraídos, la cantidad, superficie y las especies declaradas para su explotación comercial en el estado de Tlaxcala.

Recolección de muestras de musgos en los bosques

Con base en la distribución geográfica de los predios mencionados en los 16 permisos de explotación comercial de musgo, dentro del estado de Tlaxcala, y de los cuatro municipios mencionados en dichos permisos, se seleccionó un predio por municipio para realizar visitas y recolecta de muestras de musgos. Para cada predio fueron marcados tres cuadros de 20 cm × 20 cm, semejantes a las carpetas que se venden en los mercados, y se recolectaron muestras morfológicamente diferentes. Las muestras se etiquetaron con la información de campo y se almacenaron en bolsas



de papel para posteriormente identificarlos taxonómicamente.

Adquisición de muestras en mercados locales

En diciembre de 2010 se visitaron los mercados locales de las principales ciudades del Estado: Apizaco, Calpulalpan, Huamantla, Tlaxcala y Tlaxco (Fig. 1), para adquirir muestras (carpetas) comerciales de musgos solicitando al vendedor los datos sobre el posible origen y el precio de

cada carpeta. Para calcular la superficie y el peso de la carpeta se tomaron medidas de largo y ancho con una regla comercial de 30 cm de alcance y 1 mm de resolución y el peso fresco fue obtenido en gramos con una balanza comercial. El número de carpetas adquiridas en los mercados y la selección de los cuadros en cada predio se generalizó a tres debido a que, en visitas previas, el mercado de Calpulalpan no presenta más de tres vendedores de musgo.

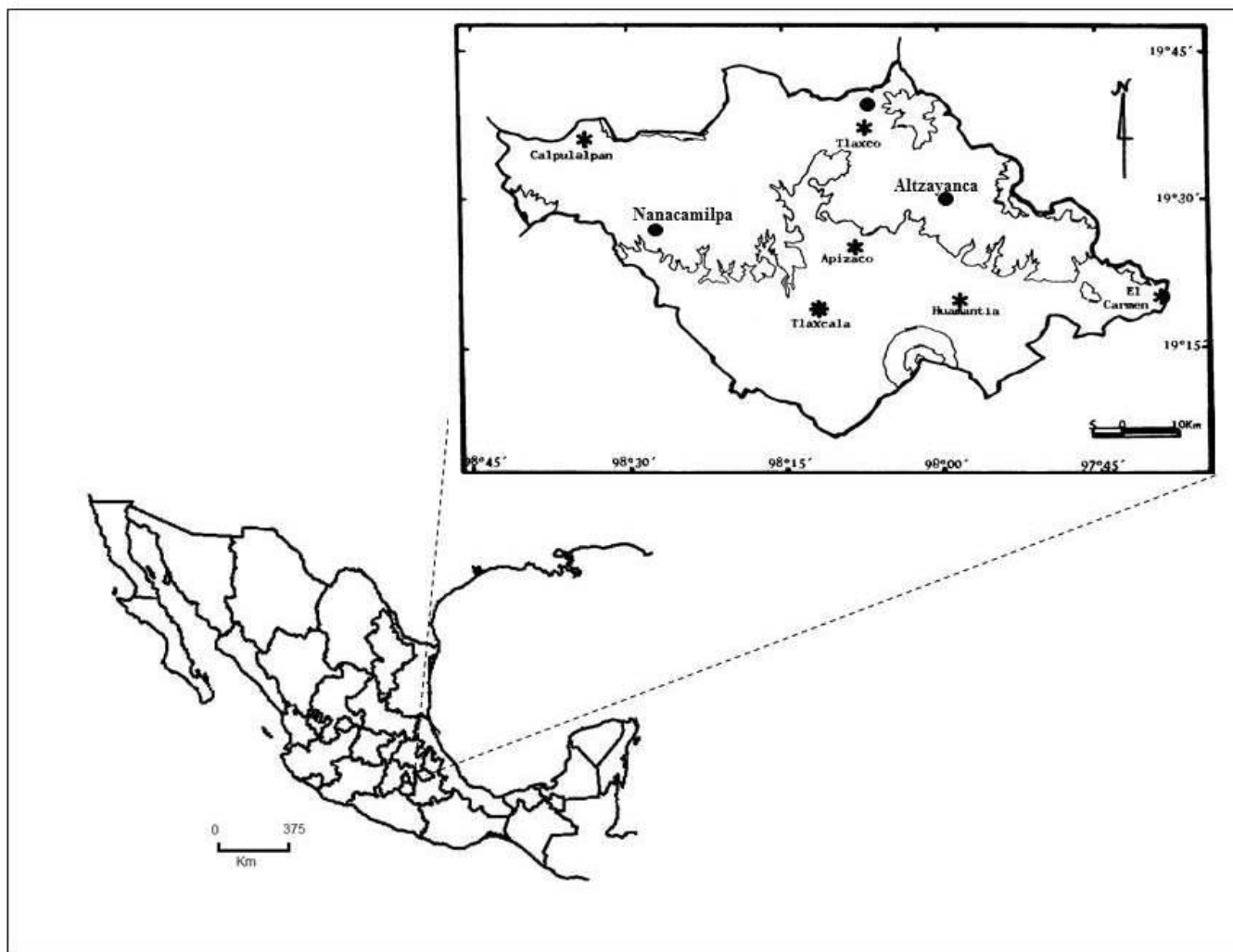


FIGURA 1. Localización de las principales ciudades del estado de Tlaxcala en donde fueron adquiridas las muestras de musgos (asteriscos) y en círculos negros los predios visitados (Modificado de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [Inegi], 1986; Inegi, 2005).

Identificación taxonómica y análisis de datos

Los musgos separados morfológicamente se identificaron con las claves de Delgadillo-Moya y Cárdenas (1990) así como Sharp *et al.* (1994). Los ejemplares se depositaron en la colección del herbario TLXM de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (Thiers, 2017). Los valores promedio de precio, superficie y peso de las carpetas fueron utilizados para conocer el potencial valor comercial por hectárea y tonelada que permitiera estimar el probable ingreso que pudiera tener el dueño de cada predio de acuerdo con la información declarada en los permisos de explotación comercial. Con los datos de presencia-ausencia de las especies de musgos de todas las muestras y para observar el agrupamiento por áreas geográficas, se realizó un análisis de similitud con el programa Multi Variate Statistical Package, MVSP v.3.1 (Kovach, 1999) con el método de UPGMA y el coeficiente de Baroni-Urbani, debido a que en el análisis se toma en cuenta la ausencia de las especies (Baroni-Urbani y Buser, 1976).

RESULTADOS

Se tuvo acceso a la información de 16 permisos de explotación comercial para el periodo de 2005 a 2008. Los predios declarados pertenecen a los municipios de Alzayanca, Calpulalpan, Nanacamilpa y Tlaxco. La superficie mínima declarada para aprovechamiento de musgo es de 10 ha del año 2005 y la máxima de 167 ha del año 2008 (promedio = 64.35, DE \pm 45.37). El peso fresco mínimo registrado es de 10 t y el máximo de 65 t, ambos del año 2008 (promedio = 46.61, DE \pm 38.93). Los municipios de Alzayanca y Calpulalpan emitieron permisos para uno y dos predios respectivamente en un año, Nanacamilpa y Tlaxco presentaron permisos para uno y cinco predios para el año 2007 (Fig. 2). El municipio de Tlaxco presentó las mayores cantidades de extracción en los cuatro años, con 777 ha y 620 t (Fig. 3). En 15 permisos se menciona al género *Polytrichum* y en solo uno a *Thuidium delicatulum*.

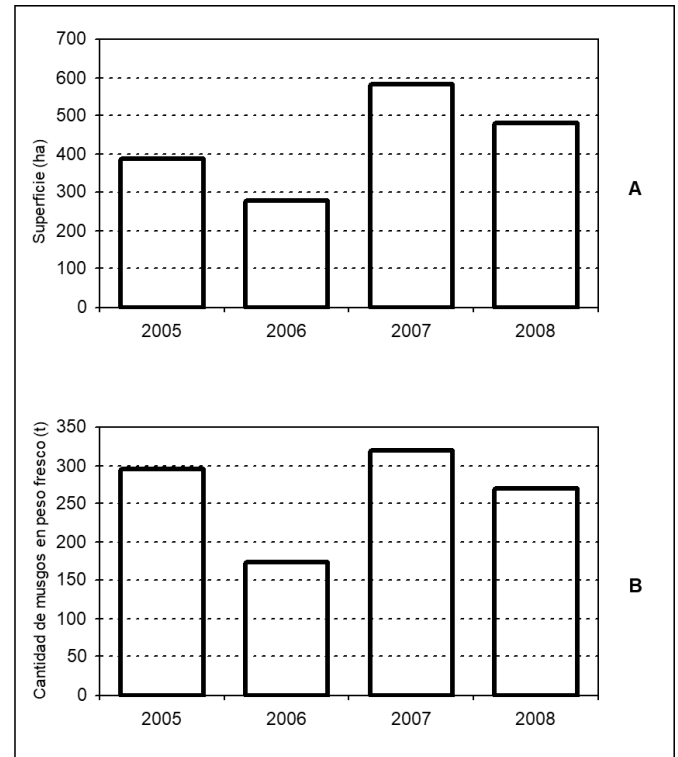


FIGURA 2. Datos de superficie (A) y cantidad de musgos en peso fresco (B), declarados por año en los permisos de explotación comercial (Semarnat 2005-2008).

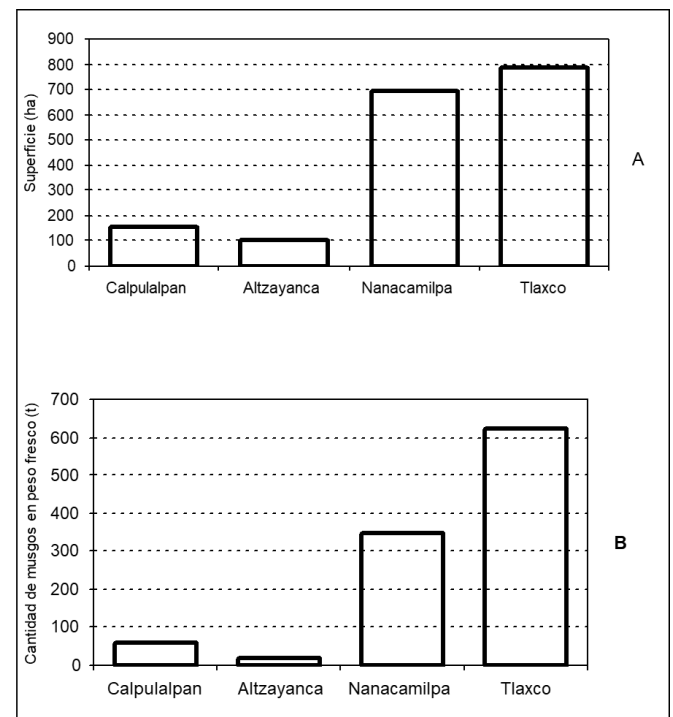


FIGURA 3. Datos de superficie (A) y peso fresco de musgos (B), declarados por municipio en los permisos de explotación comercial (Semarnat 2005-2008).



Diversidad de especies

La vegetación dominante en todos los predios visitados corresponde a bosques de *Abies religiosa* a una altitud de 2700 m a 3000 m s.n.m. De las muestras recolectadas en campo, así como de las colectadas en los mercados locales, se identificaron 14 especies de musgos que representan 11 géneros y 10 familias. La familia Bryaceae y el género *Bryum* presentan el mayor número de especies. En las muestras del mercado de Calpulalpan se presentan seis de las 14 especies

identificadas y solo dos se registraron allí (exclusivas). Las muestras del predio de Altzayanca contienen solo dos de las 14 especies y una de ellas es exclusiva, mientras los mercados de Tlaxco, Tlaxcala y Apizaco están representados por dos especies y ninguna exclusiva. *Thuidium delicatulum* var. *delicatulum* está presente tanto en las muestras colectadas en los predios como en las adquiridas en los mercados e *Hypnum amabile* solo fue identificado en las muestras adquiridas en los mercados locales (Tabla 1).

TABLA 1. Datos de incidencia de especies y familias recolectadas en cuatro predios con permisos de explotación comercial.

Familia/Nombre científico	Al	NI	N2	T	Ap	C	H	T1	T2
Bartramiaceae									
<i>Breutelia chrysea</i> (C. Müll.) Jaeg.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Bryaceae									
<i>Bryum billarderi</i> Schwaegr.	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Bryum procerum</i> Schimp. ex Besch.	0	1	1	0	0	1	0	0	0
<i>Bryum richardsii</i> Sharp. (Bryaceae)	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Dicraniaceae									
<i>Symblepharis vaginata</i> (Hook.) Wijk & Marg.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ditrichaceae									
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Hylocomiaceae									
<i>Rhytidium rugosum</i> (Hedw.) Kindb.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hypnaceae									
<i>Ctenidium malacodes</i> Mitt.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Mniaceae									
<i>Plagiomnium rhynchophorum</i> (Hook.) T. Kop.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Polytrichaceae									
<i>Pogonatum subflexuosum</i> (Lor.) Both.	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Pottiaceae									
<i>Leptodontium capituliferum</i> C. Müll.	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Leptodontium pungens</i> (Mitt.) Kindb.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Thuidiaceae									
<i>Thuidium delicatulum</i> (Hedw.) B.S.G. var. <i>delicatulum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	2	3	4	4	2	6	4	2	4
Especies exclusivas	1	1	1	2	0	2	2	0	0

Altzayanca (Al), ladera sur Nanacamilpa (NI), ladera norte Nanacamilpa (N2) y Tlaxco (T) y muestras adquiridas en los mercados: Apizaco (Ap), Calpulalpan (C), Huamantla (H), Tlaxco (T1) y Tlaxcala (T2).

Origen e importancia económica de las muestras de los mercados

Con base en la información proporcionada por los vendedores en los mercados visitados sobre el posible origen del musgo, se registró lo siguiente: en los mercados de Calpulalpan y Tlaxco se mencionó que los musgos provienen de los bosques cercanos a dichas ciudades; para Huamantla se mencionó a Tlaxco y Zitlaltépetl, esta última localidad se encuentra cercana al Parque Nacional La Malinche; para Apizaco a Tlaxco y el Parque Nacional La Malinche; para Tlaxcala a Tlaxco y los bosques de encino de San Simeón Xipetzingo y San Cristóbal Oxtotlapango, localidades cercanas a la ciudad de Tlaxcala.

La superficie calculada por carpeta es de 0.205 m² a 0.454 m² (promedio = 0.23, DE \pm 0.07) y el peso fresco obtenido es de 78 g a 629 g (promedio = 245.86, DE \pm 148.49). Cada carpeta se vende a un precio mínimo de 5 MXN (mercados de Calpulalpan y Tlaxcala) y máximo de 10 MXN (promedio = 8.23, DE \pm 2.38) lo que equivale a un precio de 22 MXN/m² a 52 MXN/m² y de 16 MXN/kg

a 64 MXN/kg. Desde el punto de vista económico, si se considera el precio promedio de las muestras de los mercados, el cual no ha incrementado en ocho años, y si se extrapola a lo declarado en los permisos, los dueños de los predios podrían obtener hasta 372 500 MXN/ha y 40 000 MXN/t. Sin embargo, al relacionar los valores promedio de la superficie declarada (432.75 ha) y el peso calculado (264.5 t), se obtiene una capacidad de extracción de musgo de 1.63 t/ha/año.

Similitud

El análisis de similitud resuelve dos grupos al nivel de 50% (Fig. 4). El grupo I incluye tres de los cuatro predios visitados y las laderas de la barranca de Nanacamilpa comparten 60% de las especies. El grupo II representa al predio de Altzayanca con las muestras de los mercados de Tlaxco, Apizaco y Huamantla, compartiendo más de 60% de las especies, mientras que las muestras de los mercados de Apizaco y Tlaxco comparten todas las especies.

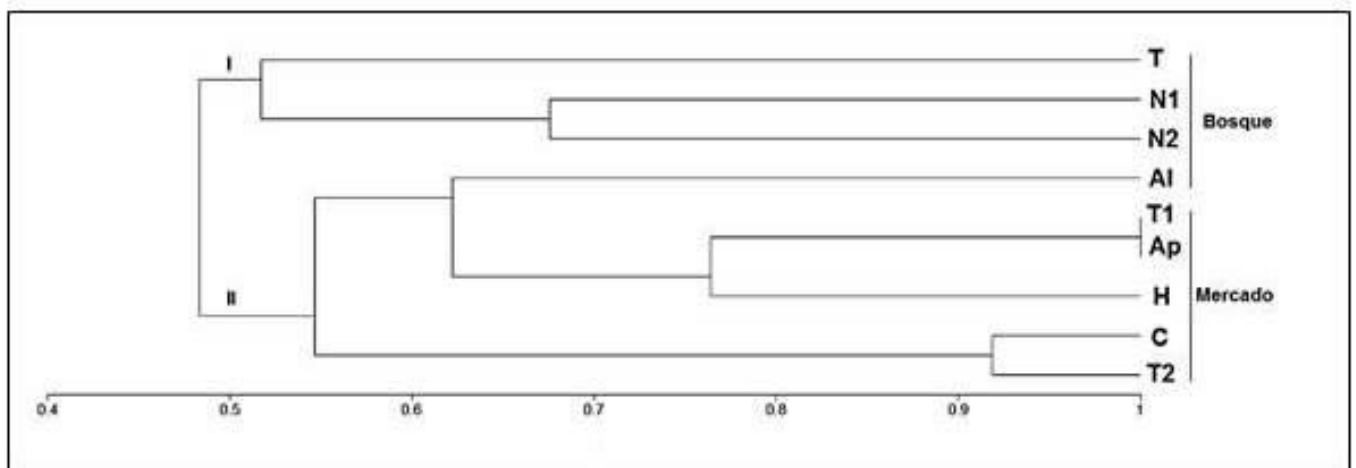


FIGURA 4. Análisis de similitud con especies de musgos identificados en los cuatro predios visitados con base en los permisos de explotación comercial y las muestras adquiridas en los mercados (método UPGMA y coeficiente de Baroni-Urbani).

Altzayanca (AI), ladera sur Nanacamilpa (NI), ladera norte Nanacamilpa (N2) y Tlaxco (T) y muestras adquiridas en los mercados: Apizaco (Ap), Calpulalpan (C), Huamantla (H), Tlaxco (T1) y Tlaxcala (T2).



DISCUSIÓN

Con base en los permisos, los predios con explotación comercial pertenecen en su mayoría al régimen de propiedad privada, en donde posiblemente se esté generando el proceso de una economía alternativa hacia la capitalización de los recursos naturales (Robbins, Emery y Rice, 2008), lo que puede promover una degradación ambiental cuando el recurso es sobreexplotado a escala comercial (Ros-Tonen y Wiersum, 2005). Por otro lado, desde el punto de vista ecológico y geográfico, esta región está cercana a la zona de mayor humedad proveniente del Golfo de México (Fig. 1), lo cual posiblemente facilita la recuperación de las poblaciones de musgos en la superficie del suelo posterior al aprovechamiento (Delgadillo-Moya, 2014).

Desde el punto de vista de la recuperación de las áreas sometidas a explotación comercial, en México no existe información y en el presente trabajo solo una persona en la región de Nanacamilpa comentó que el mismo sitio es explotado al año siguiente después de la extracción, lo cual contrasta con lo observado en otros países donde se menciona que la recuperación del sitio explotado con fines comerciales es de uno a tres años (Nelson y Halpern, 2005; Rydgren, Økland y Hesmark, 2004), dependiendo de factores como la abundancia de las especies (Nelson y Halpern, 2005), la intensidad de recolección (Caners, 2010), el banco de esporas, el tipo de luz y su intensidad (Jonsson, 1993; Márialiget, Németh, Tinya y Ódor, 2009; Caners, Macdonald y Belland, 2009; Caners, 2010), la micro topografía del suelo (Schmalhotz, Hylander y Frego, 2011) y la influencia de la cubierta de materia orgánica por la probable presencia de sustancias alelopáticas. Esta actividad también se ha considerado que promueve el intercambio y la riqueza de especies (Jonsson y Essen, 1990; Nelson y Halpern, 2005; Vellak e Ingerpuu, 2005), además de facilitar el desarrollo de otras plantas (Anastacio-Martínez *et al.*, 2017).

Por lo expresado en el párrafo anterior, es necesario realizar estudios sobre la recuperación de áreas explotadas con fines comerciales en México, ya que no solo se afectan

las especies de musgos, sino otros organismos (Gómez y Wolf, 2001). Además, se requiere promover que la explotación se realice en pequeñas áreas que favorezcan un manejo sostenible del bosque, realizar propuestas de planes de conservación forestal (Jonsson y Essen, 1990; Nicole, Frego y Sims, 2003; Ros-Tonen y Wiersum, 2005) o buscar alternativas para disminuir el uso de musgo en la temporada navideña (Delgadillo-Moya, 2014), ya que, con base en el precio calculado para la superficie medida (22 MXN/m² a 52 MXN/m²), los dueños de los predios podrían obtener hasta 372 500 MXN/ha, cálculo que supera lo mencionado por Mata (2000), donde el monto calculado es de 540 MXN/ha a 822 MXN/ha.

En lo que respecta al peso fresco declarado para la extracción de musgos, este varía de 174 t/año a 319 t/año, mayor a lo registrado por Gómez y Wolf (2001) con 50 t/año, aunque dichos autores mencionan esa cantidad a partir de datos obtenidos directamente con los recolectores. La diferencia puede representar que no todo lo declarado es en realidad extraído y que posiblemente esto dependa de las condiciones económicas y naturales en cada periodo para México (Anastacio-Martínez *et al.*, 2017), aun así, dicha cantidad es muy baja comparada con la que mencionan para Estados Unidos Peck y Muir (2007) de 10 000 t de musgo seco para el año de 1999 con fines de exportación y para uso industrial; por otro lado, para Costa Rica, Mata (1999) determina que el aprovechamiento de musgo seco en bosques es de 200 kg/ha y de 100 kg/ha en potreros, cantidades muy bajas comparadas con los resultados del presente trabajo.

Además, con los valores de peso fresco aquí obtenidos, el valor calculado es de 40 000 MXN/t, superando lo señalado por Gómez y Wolf (2001) con un valor calculado de 910 MXN/t (3500 USD/50 t, con promedio de 70.00 USD/t). Esta diferencia entre lo calculado en este trabajo y lo publicado en otros quizá se deba a que el precio considerado en estos últimos fue proporcionado por los recolectores en campo y lo que se menciona en este trabajo es su precio en el mercado, el cual puede llegar a ser muy alto debido a los diferentes actores que participan en la compra-venta: desde la compra directa en los sitios de

recolección, el transportista que los lleva a las centrales de abasto y las personas que allí se surten para ofrecerlos al público en los diferentes mercados (Anastacio-Martínez, Franco-Mass, Valtierra-Pacheco y Nava-Bernal, 2016).

Al realizar una relación de las cantidades promedio (2005-2008) de la superficie (432.75 ha) y el peso (264.5 t) de los cuatro años analizados, se obtiene una capacidad de extracción de 1.63 t/ha/año. Sin embargo, en la NOM-011-RECNAT-1996 (DOF, 1996) no existe un límite en la cantidad, aunque sí se marca el aprovechamiento de 50% de la superficie seleccionada, lo cual a veces no es realizado debido a que el aprovechamiento es temporal y la extracción es intensiva, por lo que no se cumplen con las reglamentaciones oficiales (Anastacio-Martínez *et al.*, 2017). Esta capacidad de extracción de musgos es similar a lo calculado para hongos comestibles en bosques de coníferas con 1.7 t/ha al año (Boa, 2004) con un valor comercial de 20 MXN/kg a 250 MXN/kg, precio superior a lo calculado por kilogramo de musgo fresco (16 MXN a 64 MXN).

Cabe resaltar que, en otras regiones del centro de México, además de los musgos, se comercializan otros productos forestales no maderables como la perilla (*Symphoricarpos microphyllus*) con ventas aproximadas de 5 000 000 MXN/año (Anastacio-Martínez *et al.*, 2016), especie que se presenta en los bosques visitados en este trabajo pero que a nivel local no tiene un uso comercial.

Las 14 especies registradas en este trabajo representan 1.55% de la diversidad de musgos conocidos en México (Villaseñor *et al.*, 2006; Delgadillo-Moya, 2014) y el impacto causado por la explotación comercial sobre la diversidad local y el número de especies de musgos presentes en Tlaxcala aún no se ha estudiado. Sin embargo, se ha mencionado que la diversidad de especies de musgos es mayor hacia las zonas tropicales (Shaw, Cox y Goffinet, 2005) y por la posición de Tlaxcala en el Eje Volcánico Transversal, se puede considerar una zona de alta diversidad, ya que se ubica entre la influencia de las regiones templadas y tropicales del país con más de 50% de las especies de musgos conocidas (Delgadillo-Moya, 1992); sin embargo, la baja diversidad de musgos observados en el presente estudio se debe a que el muestreo fue puntual para

los cuatro predios y los mercados visitados, en estos últimos, solo con dos especies registradas para las carpetas adquiridas y que posiblemente se deba a la “limpieza” que realizan los vendedores (Anastacio-Martínez *et al.*, 2017).

Igualmente, el Eje Volcánico Transversal es considerado como el límite de dispersión de los musgos desde zonas tropicales de mayor diversidad (Villaseñor *et al.*, 2006; Delgadillo-Moya, 1987; 1992; 2014) lo que favorece la presencia de corredores biológicos. Considerando los resultados obtenidos y la presencia del mayor número de especies observadas para Calpulalpan (Tabla 1), dicha zona puede representar un corredor. Por otro lado, de las especies mencionadas en este trabajo, ninguna se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010) y con la Lista Roja de la International Union for Conservation of Nature [IUCN] (2013), ya que para los musgos no se han realizado trabajos que evalúen sus poblaciones.

Gómez y Wolf (2001) mencionan a *Thuidium delicatulum* e *Hypnum amabile* como las especies más frecuentes y económicamente importantes en su área de estudio. Sin embargo, la presencia de *H. amabile* observada solo en las muestras de los mercados y no en las de los predios en este trabajo, puede indicar que las carpetas que se venden tengan su origen en otros lugares del país y no propiamente sean de los bosques cercanos a las ciudades visitadas. Es de resaltar que los géneros *Thuidium* e *Hypnum* son considerados también de importancia económica en Estados Unidos, particularmente para el estado de Virginia (Moyle y Peck, 2007) y, además, Peck y Muir (2007) mencionan cerca de 52 especies epífitas involucradas en los procesos comerciales. Sin embargo, para México, que se considera un centro de diversidad de musgos (Geffert, Frahm, Wilhelm y Mutke, 2013), no se conocen más de 10 especies con importancia comercial, la mayoría se desarrollan en el suelo y no existen registros de especies epífitas con uso comercial, lo que posiblemente se deba a que el valor comercial de los musgos en México solo se presenta en la época navideña, son de uso ornamental y su explotación se conoce solo para el centro del país (Anastacio-Martínez *et al.*, 2017).



Se sabe que, para la venta en el mercado, el musgo debe llevar un proceso de limpieza eliminando hojarasca, semillas y otras plantas. Igualmente, debe tener una coloración verde bandera, no estar deshidratado y al menos con 2 cm de largo (Anastacio-Martínez *et al.*, 2017). Estas características se observaron en algunas de las muestras de los mercados, pero la coloración verde bandera a veces es resaltada con la aspersión de colorantes vegetales. Con respecto a las especies mencionadas en los permisos de explotación, muy pocos consideran al género *Thuidium*, el cual es muy común en todas las muestras estudiadas e igualmente mencionado en otros trabajos (Anastacio-Martínez *et al.*, 2017), por lo que deberá considerarse este género en dichos permisos y no el de *Polytrichum* que no fue identificado en este trabajo.

CONCLUSIONES

La región de Tlaxco, ubicada en la parte norte del estado de Tlaxcala, presenta los valores más altos en superficie y peso fresco registrados en los permisos de explotación comercial en los años de 2005 a 2008, parte de su producción se comercializa en varios mercados locales del estado de Tlaxcala. Aunque la variación en los precios de adquisición para los consumidores finales de musgo en territorio tlaxcalteca ha sido de 3 MXN a 6 MXN en varios años, representa un aporte económico importante para los dueños de los predios donde se extrae; se calcula una importancia económica de 372 500 MXN/ha o 40 000 MXN/t en peso fresco. Existen más de 10 especies involucradas en la comercialización de este producto y varias de ellas son muy particulares de cada predio o área bajo explotación comercial, pero el género *Polytrichum*, declarado en los permisos oficiales para su explotación comercial no se ha encontrado en las muestras de los predios ni de los mercados analizados y *Thuidium delicatulum* subsp. *delicatulum* e *Hypnum amabile* son comunes en los mercados visitados.

Debido a que el número de especies registradas en los predios observados es mayor al de las que se hallaron en proceso de comercialización en los mercados, sería interesante realizar un planteamiento sobre el cultivo de las

especies que se comercializan, al igual que se hace en otros países. Esta acción disminuiría el impacto de la extracción directa al bosque, conservando su biodiversidad. Desafortunadamente este producto sigue siendo buscado con fines ornamentales, aunque al público se le recomiende utilizar algunos otros que no tengan ese impacto negativo en la naturaleza.

RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de la delegación Tlaxcala de la Semarnat por las facilidades brindadas para acceder a la información de los permisos de explotación comercial de los años 2005 al 2008. Al Dr. Claudio Delgadillo-Moya del Instituto de Biología de la UNAM por el apoyo en la identificación de las especies de musgos citadas en el presente trabajo. A Timothy McCarthy, voluntario de Los Cuerpos de Paz por su apoyo en la revisión del resumen en inglés y al revisor anónimo por sus comentarios y sugerencias que mejoraron la presentación de este trabajo.

REFERENCIAS

- Anastacio-Martínez, N. D., Franco-Mass, S., Valtierra-Pacheco, E., & Nava-Bernal, G. (2016). Aprovechamiento de productos forestales no maderables en los bosques de montaña alta, centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(37), 21-38.
- Anastacio-Martínez, N. D., Franco-Mass, S., Valtierra-Pacheco, E., & Nava-Bernal, G. (2017). El proceso de extracción y comercialización del musgo (*Thuidium delicatulum*) en el Estado de México. *Ciencia Ergo Sum*, 24(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10449880005>
- Aubad, L. P., Rojano, B. A., & Lobo, T. (2007). Actividad antioxidante en musgos. *Scientia et Technica*, 13(33), 23-26.
- Baroni-Urbani, C. & Buser, M. W. (1976). Similarity of binary data. *Systematic Zoology*, 25(3), 251-259.
- Bhattacharya, D. & Medlin, L. (1998). Algal phylogeny and the origin of land plants. *Plant Physiology*, 116, 9-15.
- Boa, E. R. (2004). *Wild edible fungi: A global overview of their use and importance to people*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Caners, R. T., Macdonald, S. E., & Belland, R. J. (2009). Recolonization potential of bryophyte diaspore banks in harvested boreal mixed

- wood forest. *Plant Ecology*, 204, 55-68. doi: 10.1007/s11258-008-9565-0
- Caners, R. T. (2010). *Conservation and ecology of bryophytes in partially harvested boreal mixed-wood forests of west-central Canada* (Disertación doctoral). University of Alberta, Alberta, Canada.
- Delgadillo-Moya, C. (1987). Moss distribution and the phytogeographical significance of the Neovolcanic Belt of Mexico. *Journal of Biogeography*, 14(1), 69-78.
- Delgadillo-Moya, C. & Cárdenas, M. A. (1990). *Manual de briofitas*. Cuadernos 8. México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Delgadillo-Moya, C. (1992). Los musgos y la fitogeografía de México. Universidad Nacional Autónoma de México, *Revista Ciencias, Número Especial 6*, 35-40.
- Delgadillo-Moya, C. (2014). Biodiversidad de Bryophyta (musgos) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S100-S105. doi: 10.7550/rmb/.30953
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (1996). *Norma Oficial Mexicana NOM-011-RECNAT-1996, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de musgo, benu y doradilla*. Gobierno Federal, México.
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo*. Gobierno Federal, México.
- Frahm, J. P. (2004). Recent developments of commercial products from Bryophytes. *The Bryologist*, 107(3), 277-283. doi: 10.1639/0007-2745(2004)107[0277:RDOCPF]2.0.CO;2
- Geffert, J. L., Frahm, J. P., Wilhelm, B., & Mutke, J. (2013). Global moss diversity: spatial and taxonomic patterns of species richness. *Journal of Bryology*, 35(1), 1-11. doi: 10.1179/1743282012Y.0000000038
- Glime, J. M. (2007). Economic and ethnic uses of Bryophytes. *Flora of North America*, 27, 14-41.
- Gómez, P. E. & Wolf, J. H. D. (2001). Commercial bryophyte harvesting in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Sierra Chincua, Michoacan, Mexico. *The Bryologist*, 104(4), 517-521. doi: 10.1639/0007-2745(2001)104[0517:CBHITM]2.0.CO;2
- González, J. & Leal, R. (1994). Demanda comercial y manejo de recursos en una comunidad indígena campesina. *Alteridades*, 4(8), 83-91.
- Harris, E. S. J. (2008). Ethnobotany: traditional uses and folk classification of bryophytes. *The Bryologist*, 111(2), 169-217. doi: 10.1639/0007-2745
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [Inegi] (1986). *Síntesis Geográfica + Anexo cartográfico del Estado de Tlaxcala*. México: Gobierno Federal.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [Inegi] (2005). *Mapas de México. Mapas para imprimir. Gobierno Federal, México*. Recuperado de <http://cuentame.inegi.org.mx/mapas/nacional.aspx>
- International Union for Conservation of Nature [IUCN] (2017). *The IUCN Red list of threatened species v 2017.1*. Recuperado de <http://www.iucnredlist.org>.
- Jonsson, B. G. & Esseen, P. A. (1990). Treefall disturbance maintains high Bryophyte diversity in a Boreal Spruce Forest. *Journal of Ecology*, 78(4), 924-936. doi: 10.2307/2260943
- Jonsson, B. G. (1993). The bryophyte diaspore bank and its role after small-scale disturbance in a boreal forest. *Journal of Vegetation Science*, 4(6), 819-826. doi: 10.2307/3235620
- Kovach, W. L. (1999). *MVSP-A multivariate statistical package for Windows, ver. 3.1*. Pentraeth, Wales, Great Britain: Kovach Computing Services.
- Lara, F., San Miguel, E., & Mazimpaka, V. (2006). Mosses and other plants used in nativity sets: a sampling study in northern Spain. *Journal of Bryology*, 28, 374-381. doi: 10.1179/174328206X152306
- Lewis, L. A. & McCourt, R. M. (2004). Green algae and the origin of land plants. *American Journal of Botany*, 91(10), 1535-1556. doi: 10.3732/ajb.91.10.1535
- Márialigetí, S., Németh, B., Tinya, F., & Ódor, P. (2009). The effects of stand structure on ground-floor bryophyte assemblage in temperate mixed forests. *Biodiversity and Conservation*, 18, 2223-2241. doi: 10.1007/s10531-009-9586-6
- Mata, N. S. (1999). *Estudio de cosecha y post-cosecha de algunas lanas colgantes en bosque, rastreras en potrero y en el moral en las zonas de Villa Mills y La Esperanza respectivamente. Cordillera de Talamanca, Costa Rica*. Informe Fase II. Ministerio de Ambiente y Energía, Área de Conservación La Amistad Pacífico.
- Mata, N. S. (2000). *Estudio de cosecha y post-cosecha de algunas lanas colgantes en bosque, rastreras en potrero y en el moral en las zonas de Villa Mills y La Esperanza respectivamente. Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Propuesta de seguimiento de la investigación en su III fase*. Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía, Área de Conservación La Amistad Pacífico.
- Moyle, S. S. & Peck, J. E. (2007). Commercial moss harvest in the Appalachian Mountains of West Virginia: targeted species and incidental take. *The Bryologist*, 110(4), 752-765. doi: 10.1639/0007-2745(2007)110[752:CMHITA]2.0.CO;2



- Muir, P. S., Norman, K. N., & Sikes, K. G. (2006). Quantity and value of commercial moss harvest from forests of the Pacific Northwest and Appalachian regions of the U.S. *The Bryologist*, 109(2), 197-214. doi: 10.1639/0007-2745(2006)109[197:QAVOCM]2.0.CO;2
- Nelson, C. R. & Halpern, Ch. B. (2005). Short-term effects of timber harvest and forest edges on ground-layer mosses and liverworts. *Canadian Journal of Botany*, 83, 610-620. doi: 10.1139/B05-036
- Nicole, J. F., Frego, K. A., & Sims, M. R. (2003). Changes in forest floor bryophyte (moss and liverwort) communities 4 years after forest harvest. *Canadian Journal of Botany*, 81, 714-731. doi: 10.1139/B03-063
- Oliver, M. J., Dowd, S. E., Zaragoza, J., Mauget, S. A., & Payton, P. R. (2004). The rehydration transcriptome of the desiccation-tolerant bryophyte *Tortula ruralis*: transcript classification and analysis. *BioMed Central Genomics*, 5, 89. doi: 10.1186/1471-2164-5-89
- Peck, J. E. & Muir, P. S. (2007). Conservation management of the mixed species non-timber forest product of “moss” —Are they harvesting what we *think* they're harvesting? *Biodiversity and Conservation*, 16, 2031-2043. doi: 10.1007/s10531-006-9064-3
- Robbins, P., Emery, M., & Rice, J. L. (2008). Gathering in Thoreau's backyard: non-timber forest product harvesting as practice. *Area*, 40(2), 265-277.
- Ros-Tonen, M. A. F. & Wiersum, K. F. (2005). The scope of improving rural livelihoods through non-timber forest products. *People, Trees and Livelihoods*, 15(2), 129-148. doi: 10.1080/14728028.2005.9752516
- Rydgren, K., Økland, R. H., & Hestmark, G. (2004). Disturbance severity and community resilience in a boreal forest. *Ecology*, 85(7), 1906-1915.
- Saxena, D. K. & Harinder. (2004). Uses of Bryophytes. *Resonance*, 56-65.
- Schmalholtz, M., Hylander, K., & Frego, K. (2011). Bryophyte species richness and composition in young forests regenerated after clear-cut logging versus after wildfire and spruce budworm outbreak. *Biodiversity and Conservation*, 20, 2575-2596. doi: 10.1007/s10531-011-0092-2
- Sharp, A. J., Crum, H., & Eckel, P. M. (Eds.). (1994). *The moss flora of Mexico*. Nueva York, Estados Unidos: The New York Botanical Garden
- Shaw, A. J., Cox, C. J., & Goffinet, B. (2005). Global patterns of moss diversity: taxonomic and molecular inferences. *Taxon*, 54(2), 337-352.
- Thieret, J. W. (1956). Bryophytes as economic plants. *Economic Botany*, 10, 75-91.
- Thiers, B. (2017). [continuously updated]. *Index Herbariorum. A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. [online] Recuperado de <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>
- Vellak, K. & Ingerpuu, N. (2005). Management effects on bryophytes in Estonian forests. *Biodiversity and Conservation*, 14, 3255-3263. doi: 10.1007/s10531-004-0445-1
- Venegas, G. (2004). *Aprovechamiento sostenible de musgos en áreas abiertas y de potrero de la Sección Noroeste de la Cordillera de Talamanca*. Informe Preliminar. Turrialba, Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía.
- Villaseñor, J. L., Delgadillo, C., & Ortiz, E. (2006). Biodiversity hotspots from a multigroup perspective: mosses and Senecios in the Transmexican Volcanic Belt. *Biodiversity and Conservation*, 15, 4045-4058. doi: 10.1007/s10531-005-3056-6

Manuscrito recibido el 27 de agosto de 2019

Aceptado el 30 de enero de 2020

Publicado el 4 de noviembre de 2020

Este documento se debe citar como:

Acatitla P., O., Villamil C., C., & Martínez P., J. L. (2020). La importancia comercial de los musgos en el estado de Tlaxcala, México. *Madera y Bosques*, 26(3), e2632031. doi: 10.21829/myb.2020.2632031



Madera y Bosques por Instituto de Ecología, A.C. se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercialCompartirIgual 4.0 Internacional.